

Politech

TECHNIK

II.

TECHNIK.

GEZT. KRISTGARRKITE.

Kromi...		Marek...		Habi...	
...
...
...
...

TECHNIK.

...

...

...

...

...

...

...

...

...

...



CENY KSIĘGARSKIE:

	Bez oprawy		Z oprawą	
	Tom I	Tom II	Tom I	Tom II
Rubli	4,00	1,50	5,00	2,00
Marek niem.	10,00	3,50	12,50	5,00
Koron austr.	10,50	4,00	13,00	5,25

Po cenach powyżej podanych można będzie nabywać tom II **jedynie za zwrotem bonu, dołączonego do tomu I-go**; bez niego zaś ceny księgarskie tomu II będą równe cenom, podanym powyżej za tom I.

Ceny za tom II podano wraz z przynależnym, oddzielnym zeszytem (Przepisy elektrotechniczne).

N. 2078 I

TECHNIK

PODRĘCZNIK

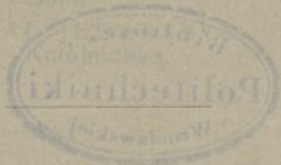
OPRACOWANY WEDŁUG NIEMIECKIEGO PIERWOWZORU,

WYDAWANEGO PRZEZ STOWARZYSZENIE:

„HÜTTE”.

TOM II.

WYDANIE STARANIEM KOMITETU REDAKCYJNEGO.



SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNIACH:
GEBETHNERA I WOLFFA W WARSZAWIE
I G. GEBETHNERA I SPÓŁKI W KRAKOWIE.

1908.

TECHNIK

PODRECZNIK

TECHNICZNY

OPRACOWAŁY WEDŁUG ZIEMIĘKARSKIEGO PIKAWONOHU

WYDAWANEGO PRZEZ STOWARZYSZENIE

HÜTTE

Drukarnia Rubieszewskiego i Wrotnowskiego w Warszawie, Włodzimierska 3/5.

TOM II



inw. 489

Ako 489/1946

K.

Spis treści Tomu II-go.

Stronica

Przedmowa	VII
Naszym Krytykom z Przeglądu Technicznego	XI
Wynik konkursu na ulepszenie słownictwa z tomu I-go.	XXXV
Omyłki druku i poprawki wyrazownictwa	XLVII

DZIAŁ ÓSMY.

Materyały budowlane.

I. Część ogólna	1
II. Metale	14
III. Kamienie naturalne (rodzime) i ziemie	78
IV. Kamienie sztuczne	83
V. Zaprawy, wyprawy (tynki), cement, beton i t. p.	87
VI. Szkło.	99
VII. Szkło wodne, kity, asfalt, tektura smołowcowa	102
VIII. Drzewo	105
IX. Smary	114
X. Skórzane pasy napędne	120

DZIAŁ DZIEWIĄTY.

Miernictwo.

I. Narzędzia i przyrządy	122
II. Użycie narzędzi i przyrządów	140

DZIAŁ DZIESIĄTY.

Budownictwo.

I. Posadowienie (fundamentowanie) budowli	149
II. Mury.	157
III. Strzechy (dachy).	169
IV. Wykończenie wewnętrzne.	190
V. Budowle poszczególne	198
VI. Koszta i trwałość budowli	201

DZIAŁ JEDENASTY.

Kolejnictwo.

I Budowa kolei.	205
II. Tabor kolejowy	358
III. Ożysk kolei (ruch)	426
IV. Kolejki linowe.	438
V. Kolejki nadrożne i tramwaje.	450

DZIAŁ DWUNASTY.

Okrętownictwo.

Uwagi wstępne	457
I. Kadłub okrętowy.	458
II. Ożaglenie	498
III. Pędzisz (propelery) i silniki okrętowe	505

DZIAŁ TRZYNASTY.

Kuźnictwo żelaza.

I. Materyały (tworzywa) surowe	532
II. Wytwarzanie surówki	538

III.	Wyrób żelaza i stali	558
IV.	Walcownictwo.	567

DZIAŁ CZTERNASTY. Ogrzewanie i przewietrzanie.

I.	Przewietrzanie.	572
II.	Ogrzewnictwo.	588
III.	Przenikanie ciepła	617

DZIAŁ PIĘTNASTY. Statyka budowlana.

I.	Część ogólna	626
II.	Ustroje mostowe i dachowe.	658
III.	Parcie ziemi i mury wsporcze	726
IV.	Sklepienia	733
V.	Ustroje żelazno-betonowe	755
VI.	Mosty żelazne.	756
	Uzupełnienia do str. 650 i nast.	781

DZIAŁ SZESNASTY. Elektrotechnika.

I.	Wstęp	782
II.	Stadła (ogniwa) galwaniczne.	802
III.	Prądnice i prądniki	807
IV.	Przetwornice i przetworniki	854
V.	Przyłączanie prądnic do sieci, oraz ich miarkowanie	861
VI.	Właściwości poszczególnych rodzaj prądów, oraz wybór najodpowiedniejszego z nich	873
VII.	Przewody	878
VIII.	Oświetlenie.	894
IX.	Tramwaje i kolejki elektryczne.	904
X.	Odgromy na budowlach	912

DZIAŁ SIEDMNASTY. Gazownictwo

A.	Surowce, oraz ich wydajność	913
B.	Wyrób gazu	917
C.	Zużytkowanie gazu.	925
D.	Świetliwny gaz olejny	937

DODATEK.

I.	Monety, miary, wagi i t. p. w różnych krajach	939
II.	Wynagrodzenie za prace techniczne	965
III.	Patenty na wynalazki	970
IV.	Objaśnienia dotyczące entropii (do tomu I str. 1132 i n.)	983

SPISY ALFABETYCZNE.

	Niemiecko-polski	987
	Rosyjsko-polski	1014
	Spis rzeczy tomu I i II, ułożony w porządku alfabetycznym, z podaniem stronic, oraz tłumaczenia na język rosyjski i niemiecki	1036

OGŁOSZENIA.

PRZEDMOWA.

Myśli przewodnie, jakie kierowały naszą pracą nad tomem I-ym **TECHNIKA**, nie uległy zmianie i w czasie opracowywania niniejszego tomu II-go; nie wyłączaamy ich ponownie, odsyłając pod tym względem czytelnika do przedmowy tomu I-go. Podobnie też i sposób pracy tak Komitetu Redakcyjnego, jak i szerokiego grona współpracowników, w niczem się nie zmienił.

Skład Komitetu Redakcyjnego, podany w przedmowie do tomu I-go, powiększył się przez przystąpienie pp. Majewskiego Wincentego, Śmitkowskiego Alfreda i Wolickiego Ignacego; grono zaś współpracowników rozszerzyło się również, a mianowicie, oprócz 40-tu panów, wymienionych już w tomie I-ym, opracowaniem poszczególnych działów zajęli się nadto pp.: Berson Zygmunt, Jaroszyński Jan, Kossuth Ludwik, Kozierski Stanisław, Krąkowski Edward, Łatkiewicz Władysław, Pożaryski Mieczysław, Rzewnicki Jan, Siwecki Stanisław, Surzycki Stanisław i Wróblewski Witold.

Przy opracowaniu słownictwa działu X-go (Budownictwo) w pracach Komitetu brali dodatkowo czynny udział pp.: Domaniewski Czesław, Heurich Jan i Lilpop Franciszek, a całe słownictwo działu XVI-go (Elektrotechnika) opracowała oddzielna Komisya, zapoczątkowana pierwotnie przez Koło Elektrotechników przy

Sekcyi Technicznej Towarzystwa Popierania Przemysłu i Handlu, aczkolwiek w składzie, następnie nieco zmienionym. Członkami tej Komisji dla prac nad słownictwem elektrotechnicznym TECHNIKA byli pp.. Jaroszyński Jan, Obrębowicz Kazimierz, Rzewnicki Jan, Siwecki Stanisław i Żerański Tadeusz, a nadto brali częściowy udział w jej pracach pp.: Lutosławski Marian, Pożaryski Mieczysław i Silberstein Ludwik. Słownictwo elektrotechniczne, opracowane przez tę Komisję, Komitet Redakcyjny zmienił (jednakże tylko w ścisłym porozumieniu się z samą Komisją i za jej zgodą) w niektórych szczegółach, aby je lepiej dostosować do słownictwa pozostałych działów TECHNIKA.

Przy sposobności, dla uniknięcia nieporozumień, zaznaczamy, że w tomie I-ym p. Procter Jan opracował z turbin parowych tylko rozdział od str. 943 do 951, podczas gdy dodatek o turbinach parowych, od str. 1136 do 1147, wyszedł z pod pióra p. Lisieckiego Stanisława.

W czasie druku działu XI-go (Kolejnictwo) pojawiło się nowe (XIX-te) wydanie niemieckiego podręcznika „Hütte“; uwzględniliśmy je jak najszerszej przy opracowaniu drugiej połowy wspomnianego działu, jakoteż i działów następnych. Jednakże przepisy elektrotechniczne, podane w tem najnowszym wydaniu, uległy już znów zupełnej zmianie. Wobec takiej niestałości wspomnianych przepisów uznaliśmy za właściwe, niewłączać ich do tomu II-go, lecz dodać je w oddzielnym zeszycie, aby, w razie ponownej zmiany, łatwiej było je zastąpić przepisami nowo wydanymi.

Alfabetyczne spisy ważniejszych wyrazów technicznych z obydwóch tomów łącznie podajemy na końcu tomu niniejszego, a układ tych spisów jest w zasadzie podobny do zastosowanego w tomie I-ym. Mimo całej

zwięzłości w układzie i mimo drobnego druku, spisy te zajmują jednak $\frac{1}{10}$ część całego tomu II-go: więcej miejsca na ten cel poświęcić nie mogliśmy i dlatego też nie mogliśmy uczynić zadość życzeniom, z różnych stron wypowiedzianym, aby już do tomu II-go dołączyć *kompletne* spisy wyrażen technicznych, mieszczących się w TECHNIKU.

Wyniki konkursu, ogłoszonego na ulepszenie słownictwa technicznego, zastosowanego w tomie I-ym TECHNIKA, podajemy poniżej. Względnie dość skromne owoce tego konkursu odwiodły nas od pierwotnego zamiaru, aby ogłosić konkurs ponowny przy ukazaniu się tomu niniejszego. Niezależnie jednak od nie-dochodzącego do skutku konkursu upraszamy czytelników naszych o łaskawe nadsyłanie nam swych uwag nad słownictwem, a również i nad samą treścią podręcznika, z których to uwag skorzystalibyśmy przy następnym wydaniu TECHNIKA; byłoby bowiem rzeczą wielce pożądaną, aby w wydaniach następnych TECHNIK stał się podręcznikiem, opracowanym bardziej samodzielnie przez techników polskich w sposób podobny, jak Czesi pierwotne tłumaczenie niemieckiej „Hütte“ w dalszych wydaniach przekształcili na samodzielnie opracowany podręcznik czeski. W niniejszym wydaniu pierwszym, wobec ogromu pracy nad słownictwem, i aby na nie całą skierować uwagę, zmiany treści pierwotnego wzoru musieliśmy z konieczności ograniczyć do rzeczy najniezbędniejszych.

W wydawnictwie naszym rzucamy do uznania szerokiemu kołu Techników polskich kilka tysięcy nowych, a swojskich wyrażen technicznych. Oczywiście, że wśród tak wielkiej ich liczby zakraść się musiało i wiele wyrazów mniej właściwych, a nawet zupełnie może nie-

odpowiednich. Rzeczą szerokiego grona techników, a zwłaszcza naszych czytelników, będzie właśnie ocena, które z tych wyrażen zasługują na ostateczne wcielenie do skarbnicy naszego języka technicznego, a które z nich trzeba jeszcze poprawić lub zupełnie usunąć. Przed przystąpieniem do pracy nad drugim wydaniem *TECHNIKA* nieodzownem będzie, poddać przede wszystkim surowemu, lecz bezstronnemu sprawdzeniu cały ten zapas wyrażen technicznych, aby się do nowego wydania przedostały tylko te, które istotnie na to zasługują; a natenczas to drugie wydanie mogłoby już stanowić poważny krok ku ustaleniu naszego słownictwa technicznego.

Jeżeli by z tych tysięcy nowych wyrażen chociaż połowa, a nawet znacznie mniejsza ich część, przeszła do skarbcza naszej mowy technicznej, to i w takim razie ośmioletniej naszej pracy nie uznalibyśmy jeszcze za płonną, lecz za wartą tych wysiłków, jakie w nią wkładaliśmy.

Komitet Redakcyjny TECHNIKA.

Warszawa, w maju 1908 r.

NASZYM KRYTYKOM

z „Przeglądu Technicznego“.

Z powodów poniżej wyluszczonej mogę dopiero obecnie odpowiedzieć na ważniejsze zarzuty krytyk, jakie się pojawiały w Przeglądzie, a dotyczyły tomu I-go **TECHNIKA**.

I.

Za czysto rzeczową krytykę naszego słownictwa możemy p. S. Kossuthowi *) wyrazić tylko nasze uznanie; jest to w każdym razie przyczynek do wyjaśnienia spraw naszego słownictwa. Natomiast z krytyką tą złączył p. K. dwa zarzuty natury odmiennej, nie dotyczące już słownictwa, a zasługujące z powodu swej niesłuszności na odparcie:

Pierwszy taki zarzut mieści się w rozdziałach wstępnych, dotyczy postępowania Komitetu Redakcyjnego **TECHNIKA**, a streszcza się w tem, że przed wprowadzeniem nowych wyrażeń do **TECHNIKA** Komitet powinienby był poddać je ocenie szerszego ogółu. Komitet sam uznawał pożyteczność takiego kroku i w roczniku 1902 Przeglądu Technicznego rozpoczął ogłaszanie szeregów wyrażeń projektowanych, wraz z motywami. Przegląd bowiem, jako jedyne ogólnotechniczne pismo polskie w zaborze rosyjskim, był też prawie jedyną możliwą areną dla tego rodzaju dyskusji i miał nawet

*) Przegląd Techniczny 1906, str. 118 i dalsze, oraz w oddzielnej odbitce.

obowiązek trzymania swych łąmów dla niej otworem. Sam jednak Szan. Krytyk, identyfikując się poniekąd z Redakcją Przeglądu, w rozdziale I pisze: „Redakcja naszego pisma zajęła względem procedury słowotwórczej Komitetu Red. Technika stanowisko odporne“. Istotnie, stanowisko to było nietylko odporne, lecz zamykało wprost łąmy pisma dalszemu publikowaniu projektowanych wyrażen naszych.

Aczkolwiek już wówczas „odporność“ Redaktora Przeglądu względem naszego słownictwa nie była dla nas tajemnicą, ogłaszaliśmy jednak we wrogim nam Przeglądzie projektowane wyrażenia, a to jedynie w celu wywołania dyskusyi szerszych kół, nie zaś w celu otrzymywania wyłącznie tylko dobrze nam znanych zapatrywań samego Redaktora Przeglądu, który atoli, nie pozwalając wypowiedzieć się uprzednio czytelnikom swego pisma, zaopatrywał niezwłocznie każde prawie nasze wyrażenie w obszerną swą uwagę odsyłaczową, co nie mogło nie zniechęcić czytelników Przeglądu do zabierania głosu. Taki niezwykle sposób podawania materiału do dyskusyi, niepraktykowany nawet w tymże samym roczniku Przeglądu wobec osób innych, występujących również z propozycjami słownictwa, chybiał zatem zupełnie swego celu. Mimo to bylibyśmy i nadal ogłaszali wyrażenia, projektowane do TECHNIKA, gdyby sam Redaktor Przeglądu nie był nam wreszcie tego wprost uniemożliwił: Między licznymi zarzutami, stawianymi w owych uwagach odsyłaczowych Redaktora Przeglądu, a których bezpodstawność z łatwością dała się wykazać, pozostał spornym jeden, dotyczący błędnej jakoby naszej pisowni wyrazu „zasówka“. Kwestyę tę, między innymi, poddał Redaktor Przeglądu orzeczeniu Redakcyi Słownika Polskiego, która oświadczyła się za pisownią „zasuwka“, co zresztą nie mogło mię dziwić, gdyż ta sama Redakcja wprowadziła i pisownię „dwuch“ zamiast „dwóch“.

Ponieważ prawidła pisowni są w znacznej mierze czysto konwencyonalne, więc ustanawiać je powinna tylko najwyższa Instytucya naukowa danego narodu,

u nas zatem Akademia Umiejętności. Do niej się też zwróciłem w tej kwestyi spornej i otrzymałem jej orzeczenie, że należy pisać „zasówka“. Jednakże umieszczenia w Przeglądzie mej odpowiedzi, zawierającej w sobie owo orzeczenie Akademii, a więc odpowiedzi, która unicestwiała ostatecznie zarzut błędnej jakoby naszej pisowni, Przegląd odmówił, przycinając mi przez to zarazem nietylko możność dalszego umieszczania w Przeglądzie projektowanych dla TECHNIKA wyrażeń, lecz nawet wogóle możność zabierania głosu w Przeglądzie, przynajmniej do czasu, dopóki nim kieruje Redakcja, nieuznająca obowiązku umieszczenia odpowiedzi na swe bezpodstawne zarzuty, nawet odpowiedzi z orzeczeniem najwyższej naszej Instytucyi naukowej, gdy orzeczenie to przyćmiłoby mogło aureolę nieomyślności, jaką się w danym razie Redakcja otoczyła.

Wina zaprzestania w Przeglądzie dalszego ogłaszania naszych wyrażeń, projektowanych dla TECHNIKA, nie może zatem obciążać Komitetu Redakcyjnego TECHNIKA i jestem przekonany, że, gdyby p. K. był znał szczegóły powyżej wyluszczone, to nie byłby wogóle w swej krytyce stawiał owego zarzutu, a gdyby go był postawił, to byłby go przynajmniej skierował pod właściwym adresem, a więc do Redakcyi Przeglądu, która zajęła stanowisko tak dalece „odporne“ względem TECHNIKA.

*

Zarzut powyższy w krytyce p. Kossutha dotyczył tylko postępowania Komitetu; drugi jest natury o wiele poważniejszej: Pod koniec swej krytyki, w rozdziale XIX, p. K. zestawia aż w jedenaście szeregów rzekome błędy gramatyczne, popełniane przez TECHNIKA. Gdyby się w istocie łamy TECHNIKA miały w ten sposób roić od błędów gramatycznych, to jakąż wartość mogłoby posiadać słownictwo, wytworzone przez grono nieuków gramatycznych, a przynajmniej wytworzone pod przewodnictwem nieuka gramatycznego, który z taką niezajomością gramatyki śmiał redagować TECHNIKA?

Gdyby owe zarzuty miały istotnie być słuszne, musiałyby one poderwać wszelkie zaufanie do słownictwa **TECHNIKA**, a więc do całej treści naszej pracy. Dlatego też na te zarzuty muszę dać odpowiedź bardziej wyczerpującą.

Z owych 11-tu szeregów zarzutów załatwię się nasamprzód z Nr. 3, 5, 6, 10 i 11, które dotyczą rzekomo wadliwych nowotworów.

Wyraz „*cierny*“ (zarzut 3), wzorowany na „*zacier-ny*“, uważa Sz. Krytyk za „błędny“, a jednak wyraz ten zyskał pełne uznanie gramatyka z zawodu, prof. A. A. Kryńskiego, i to tak pod względem prawidłowego wytworzenia, jak i właściwego oddawania pojęcia, którego ma być znamieniem.

Wypęczenie (zarzut 5) chciałby Sz. Krytyk zastąpić *wypęcznieniem* — *sprężenie*, *sprężnieniem*, uważając pierwsze z tych postaci za „błędne“. „*Wypęczenie*“ wprowadziliśmy nie od „*pęcznieć*“, lecz od nowotworu „*pęczyć*“, którym oznaczyliśmy czynność, zwaną zazwyczaj przez kowala „*sztachowaniem*“ żelaza. *Sprężanie* i *sprężenie* wywodzi się od *sprężać* i *sprężyc*, a nie od *sprężniać* i *sprężnić*. Podobnie mamy z dawien dawna w języku od *naprężać*, *naprężyc* wyrazy *naprężanie* i *naprężenie*, któreby zatem Sz. Krytyk musiał również chcieć przekształcić na *naprężnianie* i *naprężnienie*, a tego chyba sam wymagać nie będzie.

Zarzut 6 brzmi: „Nowotwór *utwardzony* żadnego nie ma gramatycznego uzasadnienia“. Wytworzenie tego pożytecznego wyrazu Sz. Krytyk przypisuje nam niesłusznie: niestety nie nasza to zasługa. Wyraz ten od dawna należy już do skarbcza naszej mowy (por. Słownik Lindego) i ma pełne uzasadnienie gramatyczne, jako prawidłowo wytworzony z szeregu: *twardy*, *twardzić* i *twardnieć*, *utwardzać* i *utwardzić* i t. d.

W zarzucie 10, we wyrażeniu „drogi tłoka *przynależne* kątowi korby“, Sz. Krytyk chce koniecznie wyraz „*przynależne*“ zastąpić wyrazem „*odpowiednie*“. Jest to poniekąd rzecz gustu, ja wolę pozostawić „*przynależne*“, jako niedwuznaczne, podczas gdy wyraz „*od-*

powiednie“ posiada pozatem szereg dalszych znaczeń, jako to: *przystosowane, właściwe, odpowiadające celowi lub przeznaczeniu* i t. p. Co za chaos pojęć wprowadzilibyśmy do książki technicznej, gdybyśmy nadto, w myśl zarzutu 11 Sz. Krytyka, tymże przymiotnikiem „odpowiedni“ zastąpili jeszcze i wyraz „specjalny“, a to w celu uniknięcia niemiłego Sz. Krytykowi nowotworu „swoisty“. Taka dążność do wyrażania najrozmaitszych pojęć jednym i tym samym wyrazem jest dążnością do zubożenia języka. A że obowiązkiem naszym jest raczej jego wzbogacanie, więc nie wahał się wprowadzać do TECHNIKA nawet prowincjonalizmów i wyrażań z ust ludu, z zastrzeżeniem, aby były dobre i prawidłowe, a przydatne, potrzebne i nierażące. A stosowaliśmy takie wyrazy nieraz celowo nawet tam, gdzieby się bez nich było można obyć, aby czytelników do takiego wyrazu przyzwyczajając, aby ich z nim oswoić. Dotyczy to między innymi i wyrazu „ponajczęściej“, który (obok *zazwyczaj, zwykle, niejednokrotnie, nieraz, często, najczęściej* i t. p.) jest bardzo pożądanym nabytkiem, wyrażającym pewien, nieco odmienny od cień częstotliwości.

Jakikolwiek nowotwór na pojęcie niemieckiego „zuverlässig“ jest prawie nieodzowny: wprowadziliśmy w tym celu wyraz „zaufny“ (*zaufność* i t. d.), ponieważ przymiotnik „pewny“, oprócz znaczenia pokrewnego *niezawodnemu, niewątpliwemu* lub *określönemu* posiada jeszcze znaczenie inne, od niewątpliwości bardzo dalekie, a mianowicie znaczenie *niejakiego, niektórego*. Czyż wreszcie pod względem prawidłowości wytworzenia można cośkolwiek zarzucić nowotworowi „zaufny“ i czy nie oddaje on należycie znaczenia, któreśmy mu nadali?

W tymże zarzucie 11-ym formę „usiść“ (zapewne zamiast *usiść*) Sz. Krytyk nazywa przestarzałą, a jednak trwa ona dotychczas w języku. W ostatnich czasach istotnie pojawiła się pewna dążność do zastąpienia czasownika pierwotnego „sieść“ przez „siść“, lecz nie jego pochodnych. Jednakże jeszcze Linde stawia nawet „sieść“ na pierwszym miejscu przed „siść“, a przy po-

chodnych jak „*osieść, obsieść, przysieść, usieść*“ podaje on właśnie tylko te postaci, które zdaniem Sz. Krytyka mają być błędne, a nie wspomina nawet o drugich postaciach, jako to: „*osiąść, obsiąść, przysiąść, usiąść*“.

Wadliwości nowotworów dotyczy zarzut, nieopatrzony numerem, a mieszczący się poniżej zarzutu Nr. 11, i mianujący rusycyzmem (*srok*) wyrażenie „*zrok*“ w znaczeniu samego terminu, albowiem, jak pisze Sz. Krytyk, „starodawny ten wyraz oznacza umówione (zręczone, zroczone) miejsce i czas spotkania“. Określenie powyższe zapożyczono prawie żywcem z Lindęgo, który pisze: „*Zrok, zręczone, zroczone, umówione miejsce i czas do widzenia się*“. W istocie jednak *zrok* oznacza termin zroczone, czyli umówiony lub naznaczony, i podobnie jak sam termin może też i on oznaczać albo tylko czas, albo łącznie i miejsce i czas. O czysto czasowym znaczeniu tego źródłosłowu świadczy chociażby *rok, odroczyć* i t. p., również i *roki*, w znaczeniu kadencji. Najprościej jednak odpowiem Sz. Krytykowi słowami Piotra Chmielowskiego, niezaprzeczonego znawcy języka, podając ze str. 40 jego *Stylistyki Polskiej* (wyd. 1903) cały ustęp tego wyrazu dotyczący:

„Oddawna przyjętym i ogólnie używanym wyrazem jest *termin*. Ma on kilka znaczeń; mówimy, że chłopiec jest w terminie u szewca, stolarza i t. p.; używamy tegoż samego słowa na oznaczenie pojęcia naukowego (*eufonia, proporcya* i t. p. są to terminy naukowe); termin oznacza także umówiony czas (dzień i godzinę), w której czynność jaka ma być załatwiona, np. termin zapłaty długu i t. p. W tem ostatniem znaczeniu bardzo odpowiednim byłby wyraz staropolski: *zrok* (od źródłosłowu *zręc*), samem pochodzeniem swoim wskazujący, że idzie tu o wzajemne porozumienie się co do czasu. Tym sposobem wieloznaczny wyraz cudzoziemski, przynajmniej w jednym odcieniu, zostałby usunięty.“

Wyraz *zrok* w znaczeniu terminu postanowiliśmy wprowadzić do *TECHNIKA* jeszcze przed pojawieniem się *Stylistyki Polskiej* i zupełnie od niej niezależnie, a nadaliśmy mu znaczenie szersze, gdyż oprócz czy-

sto czasowego, jak chce Chmielowski, również i znaczenie jednocześnie i czasu i miejsca wyznaczonego, jak chce Linde, a z nim i Sz. Krytyk.

Przechodząc do zarzutów, które dotyczą już istotnie prawideł gramatycznych, załatwię się nasamprzód z zarzutami Nr. 2 i 4, jako z zarzutami względnie mniejszej doniosłości:

W zarzucie 2 wytyka nam Sz. Krytyk „zastosowanie liczby mnogiej do wyrazów, które, jako oznaczające zbiorowość, liczby mnogiej nie tworzą, np. *paliwa* od wyr. „*paliwo*“. Zasada słuszna, lecz wadliwie przystosowana: dopóki *paliwo, woda, piwo, wino* i t. p. oznaczają przedmiot zbiorowy, nie mogą oczywiście mieć liczby mnogiej, lecz gdy przez nie oznaczyć zamierzamy różne rodzaje danych przedmiotów, mówimy zupełnie poprawnie: *wody mineralne, piwa zagraniczne, wina francuskie* i t. p., a więc również i *paliwa różnego gatunku*. W takim też tylko znaczeniu paliw różnorodnych, stosowano liczbę mnogą tego wyrazu na stronicach TECHNIKA, przez Sz. Krytyka wskazanych.

W zarzucie 4 Sz. Krytyk uważa formę czasownikową „*wykonują*“ za *provincjonalizm galicyjski* i to jest jedyny z całego długiego szeregu zarzutów, który jest poniekąd słuszny. Forma ta, aczkolwiek przez gramatyków przeważnie nieuznawana, jest jednakże *provincjonalizmem* nie tylko galicyjskim, lecz zarazem i wielkopolskim, czyli jest ona w ustach połowy narodu. Tak szeroko rozprzestrzeniony *provincjonalizm* przestaje już prawie zasługiwać na miano *provincjonalizmu*. W czeskim nasz czasownik *wykonywać* brzmi i dziś jeszcze „*wykonawati*“, a końcówka *awać* wskazywałaby na pierwotną prawidłowość zakończenia *ują*, albowiem czasowniki polskie, zakończone pierwotnie na *awać*, a następnie dopiero w zakończeniu swem przekształcone na *ywać*, mają i obecnie jeszcze w 3 osobie czasu teraźniejszego zakończenie (*u*)ją. Sądząc zaś z dzisiejszej formy czeskiej, czasownik ten prawdopodobnie miał ongi i w polskim końcówkę *awać*, stąd i to szerokie rozprzestrzenienie końcówki *ują*.

Pozostają jeszcze cztery, pozornie najdotkliwsze zarzuty, a mianowicie: „błędne przypadkowanie“ (zarzut 1), „błędny rząd wyrazów“ (zarz. 7) „błędny szyk“ (zarz. 8) i wreszcie „błędna pisownia“ (zarz. 9), którym, wobec tak hojnego szafowania przymiotnikiem „błędny“, poświęcę stosunkowo więcej miejsca, aby dobitnie wykazać, kto popełniał owe błędy gramatyczne, TECHNIK, czy Sz. Krytyk.

Zarzut Nr. 1: „Błędne przypadkowanie“ widzi Sz. Krytyk w postaciach: a) *wala* zamiast *walu*; b) *zawora* zam. *zaworu*; c) *wieńcy* zam. *wieńców*; d) *osie* zam. *osi*. Niechaj za mnie odpowie Gramatyka języka polskiego A. A. Kryńskiego (II wyd., Warszawa 1900 r.):

a) i b) Kryński na str. 53 pisze: „Dzisiaj, ściśle biorąc, nie masz prawidła, orzekającego dokładnie, które rzeczowniki mają w dopełniaczu zakończenie *a*, a które *u*.“ Jednakże na stronie następnej zaleca on *a* dla nazw przedmiotów oddzielnych, narzędzi i t. p., natomiast *u* dla rzeczowników zbiorowych, oznaczających masę i t. p. Słusznie zatem piszemy w TECHNIKU: *zawora*, *wala silnikowego* (niem. Welle), lecz *walu nadbrzeżnego* (niem. Wall, Damm), której to różnicy Sz. Krytyk widocznie zupełnie nie odczuł.

c) Kryński o rzeczownikach męskich, zakończonych na osnowną spółgłoskę miękką lub ze zmiękczonej powstała, a więc na *j*, *l*, *ń*, *c*, *dz*, *cz*, *rż*, *ź*... , oraz o ich zakończeniach dwójakich w dopełniaczu l. mn. na *ów* lub *y* (względnie *i*), na str. 68 pisze:

„Każda z przywiedzionych tu form podwójnych jest jednakowo uprawniona w języku; tym samym zalecanie w piśmie lub mowie jednej z nich, a unikanie lub potępienie drugiej nie ma żadnej słusznej podstawy“.

d) Kryński na str. 106 podaje obydwie postaci mianownika l. mn.: „*wsi* i *wsie*, *osi* i *osie* i t. p. jako prawidłowe, chociaż zaznacza, że końcówka *ie* powstała później przez upodobnienie.

Nadto w tymże ustępie Sz. Krytyk uznaje, że wprowadzić pisanie: „*punkta* nie stanowi błędu, ale coraz bardziej wychodzi z użycia“. Kryński natomiast na

str. 66 twierdzi, że *punkta* i *punkty* „i w dzisiejszym języku używają się w obu postaciach bez żadnej różnicy w znaczeniu“. Stawia on w przykładach nawet postać *punkta* na pierwszym miejscu, a *punkty* na drugim, co jednak może być zupełnie przypadkowe i nie chcę też bynajmniej z tego już wnioskować, jakoby postać *punkta* chciał być uważać za lepszą; w każdym razie jest to przynajmniej wskazówką, że nie uważa jej za gorszą.

W TECHNIKU stosowaliśmy zupełnie świadomie i celowo obydwie postaci: *końcy* i *końców*, *wieńcy* i *wieńców*, *punkta* i *punkty* i t. p., aby tym z czytelników naszych, którzyby, podobnie jak to czyni Sz. Krytyk, jedną z tych postaci mieli uważać za błędną, przypominać na przykładach, że tak jedna jak i druga jest jednakowo uprawniona. Natomiast, by uniknąć dwuznaczności, daliśmy pierwszeństwo postaci „*osie*“ dla mianownika, biernika i wołacza l. mn., a to z tego powodu, że postać „*osi*“ istnieje już w 4-ch innych przypadkach (dopełniaczu, celowniku i miejscowniku l. p., oraz w dopełniaczu l. mn.), w których nie da się zastąpić inną. I Sz. Krytyk zechce zapewne przyznać, że nie może być rzeczą pożądaną, aby aż siedem przypadków (w obydwóch liczbach) było jednobrzmiących, a zwłaszcza w rzeczowniku „*oś*“, który nie tylko tak często pojawiać się musi na ustach technika, ale który nadto obciążony jest jeszcze tak niedogodną dwuznacznością, że określać nim musimy i materialną *oś* (np. wagonu) i jej *oś* matematyczną. Jak najstaranniejsze unikanie dwuznaczności zaleca się zwłaszcza w języku technicznym, który bardziej niż język literacki lub potoczny powinien dążyć do możliwie niedwuznacznego wyrażania się, przynajmniej w granicach, przez prawa językowe dozwolonych.

Zarzut 7 (rząd błędny): Zdaniem Sz. Krytyka „*rozrząd suwakami*“ ma być błędny, a „*rozrząd suwaków*“ jedynie prawidłowy, jak gdyby jeden rzeczownik z drugim mógł się łączyć nie inaczej jak tylko za pośrednictwem dopełniacza. Gdybyśmy posłuchali rady Sz. Krytyka i wprowadzili zmianę przez niego wskazaną,

wprowadzilibyśmy wielką nielogiczność do TECHNIKA. Zwroty potępiane przez Sz. Krytyka mieszczą się bowiem w nagłówkach podziałów rozdziału „*Rozrząd pary w silnikach*“, rozpoczynającego się na str. 881. Mamy w nim podział: „*II Zwykły rozrząd suwakowy*“, t. j. rozrząd pary za pośrednictwem zwykłych suwaków; podział „*III. Rozrząd suwakami do zmiennego rozprężania*“, a w nim dalsze ustępy: a) *Rozrząd jednosuwakowy* i b) *Rozrząd suwakami dwoistymi*“. Gdybyśmy w owych dwóch nagłówkach, przez Sz. Krytyka potępionych, wyraz „*suwakami*“ zastąpili przez „*suwaków*“, to *rozrząd suwaków* mógłby oznaczać tylko ich przesuwanie za pośrednictwem mimośrodów lub t. p., a tymczasem wyraz *rozrząd* dotyczy tu wyłącznie tylko *rozrządu pary w silniku*, a *rozrząd* ten dokonywa się za *pośrednictwem suwaków*, czyli *suwakami*.

Podobnie jakoby błędnym ma być zwrot TECHNIKA: „*Prędkość miarkuje się od miarkownika*“ i jedynie prawidłowym ma być zastąpienie przyimka *od* wyrazami „*za pomocą*“ lub „*za przyczyną*“. A jednak na oznaczenie przyczyny i źródła, z którego przyczyna powstaje, język zna wyrażenia w rodzaju poniższych: *plamy od żelaza*; *zgiął od kuli*; *ubranie zniszczone od deszczu* i t. p. Dawny język nasz stosował nawet zwroty: *syn od matki ukochany* i t. p.

TECHNIK różni: *silnik na paliwo lotne*, *silnik do młyna*, *silnik dla właściciela gorzelnii*. W pierwszym znaczeniu Sz. Krytyk uważa jednak przyimek „*na*“ za błędny i chce go koniecznie zastąpić przez „*do*“ lub „*dla*“, nie bacząc na to, że „*na*“ oddaje dobrze znaczenie wypełnienia się, względnie pracowania owym paliwem lotnym, na wzór zwrotów: *zbiornik na wodę*; *kocioł na wysokie ciśnienie* i t. p. Tak samo ze szeregu określeń poszczególnych punktów w turbinie (str. 818) Sz. Krytyk uznał „*dopływ w rurę*“ za błąd, żądając jego zastąpienia przez „*dopływ do rury*“. W celu ściślejszego wyróżnienia miejsca, gdzie się rura właśnie zaczyna, określiliśmy je wyrażeniem „*dopływ w rurę*“, albowiem „*dopływ do rury*“ może również oznaczać ilość wody, płynącej *zdaleka* do owej rury. Wszakże nawet Sz.

Krytyk nie zechce poczytać za błędne zdania, pokrewnie wyróżniającego miejsce oddalone od bliższego: „Zjazd do doliny (t. j. ku dolinie) był prawie karkołomny i dopiero przy zjeździe w samą dolinę droga stała się mniej stromą i jako tako bezpieczną“. Tego rodzaju cieniowanie kierunków i miejsca nie jest bez pożytku dla ścisłości wyrażania się.

Zarzut 8 (Błędny szyk) dotyczy rzekomo niewłaściwego stawiania przymiotników przed rzeczownikiem, a więc: „*główny wał silnika*“ ma być błędem, a jedynie prawidłowym ma być szyk zdania: „*wał główny silnika*“. Któżto śmiało nałożył naszemu językowi takie pęta, aby, na wzór niemieckiego, musiał stawiać przymiotnik zawsze w pewne, z góry i raz na zawsze oznaczone miejsce? Dość wsłuchać się w mowę ludu, wczytać w najlepszych naszych stylistów, aby uznać, iż język nasz pęt podobnych nie znosi. Stawiamy wprawdzie przeważnie za rzeczownikiem przynależny przymiotnik, oznaczający np. *barwę* lub *pochodzenie*, lecz nawet w tym przypadku mamy przecież wyjątki, bo i „*kruk biały*“ w znaczeniu kruka o barwie białej i „*biały kruk*“ w znaczeniu rzadkości, mamy *Gazetę Warszawską*, lecz i *warszawskie gazety* i t. p.

Kierujemy się tu nie prawidłami, lecz poczuciem językowym i słuchem, które wskazują nam, gdzie w danym zdaniu najlepiej umieścić przymiotnik, aby należycie oddać samą myśl, aby jej nie spaczyć, aby z pośród szeregu wyrazów uwydatnić najważniejszy, aby nie uczynić zdania dwuznacznem, a wreszcie w literaturze pięknej aby osiągnąć i zamierzoną dźwięczność i harmonię wyrazów.

Do jakich wyników, do jakiego spaczenia myśli prowadzi nakładanie podobnych pęt językowi, objaśni nas zwrot: „*kosztownych powierzchni rur miedzianych*“, który, zdaniem Sz. Krytyka, jako „błędny“, należałoby zastąpić zwrotem: „*powierzchni kosztownych rur miedzianych*“. Zdanie, pierwotnie zupełnie jasne, staje się skutkiem tego przestawienia odrazu dwuznacznem: nie wiemy bowiem, czy powierzchnie, czy rury nazwano kosztownymi. A jeżeli odniesiemy tę właściwość do

zur, to spaczymy zupełnie myśl, jaką TECHNIK chciał wyrazić w tem zdaniu (str. 1045), pisząc: „By zwiększyć *wydajność kosztownych powierzchni rur miedzianych*“. Chodziło tu bowiem o zwiększenie wydajności z jednostki powierzchni w celu możliwego zmniejszenia samej powierzchni, ponieważ powierzchnia ta jest kosztowna, i to nietylko jako wytworzona z rur miedzianych, ale i jako zajmująca miejsce w podgrzewaczu, czyli jako zwiększająca jego wymiary. Nie chodziło natomiast weale o wyrażenie myśli, że rury miedziane są kosztowne.

Zamiast się dalej rozwódzić nad tym punktem, wyręczę się słowami Piotra Chmielowskiego, zaczerpniętymi z jego *Stylistyki Polskiej* (str. 206), gdzie, poddając rozbirowi styl Korzeniowskiego, stawia mu między innymi jako zarzut: „skupianie obok siebie jednakowo zakończonych *) rzeczowników z przymiotnikami, tak że powstaje wątpliwość, do którego z rzeczowników przymiotnik jaki należy (na ważnych stanowiskach *takich* myśliwych; torbę *wyszywaną* ręką panięską; w butach według przepisów *wysmarowanych*)“.

W pracach technicznych jasność wyrażenia, jego niedwuznaczność i ścisłość mają znaczenie o tyle jeszcze większe, że nawet dźwięczność i harmonijność wysłownienia powinny im wszędzie ustępować pierwszeństwa. Tą też zasadą kierowałem się przy redagowaniu TECHNIKA.

Zarzut 9 (błędna pisownia) ogranicza się do dwóch wyrazów: „*kociół* i *osiół*“, które, zdaniem Sz. Krytyka,

*) Chmielowski sam wyraża się tu niezupełnie ściśle, gdyż, jak jego przykłady wskazują, chodziło mu nie o zakończenia jednakowe, lecz o takie, któreby mogły wyrażać przynależność przymiotnika do rzeczownika niewłaściwego. W przykładzie ostatnim „*wysmarowanych*“ nie ma jednakowego zakończenia z „*przepisów*“, lecz zakończenie „*ych*“ w przymiotniku odpowiada liczbą, rodzajem i przypadkiem liczbie, rodzajowi i przypadkowi rzeczownika „*przepisów*“, do którego się nie ma odnosić. W ten też sposób należałoby określić tego rodzaju wadliwość stylu.

wolno pisać wyłącznie tylko przez *e*, a więc „*kociel* i *osiel*“. Pisownia Sz. Krytyka jest może nawet etymologicznie słuszniejsza, lecz pisownia wogóle jest rzeczą konwencyonalną, zmienia się z czasem, a zmienia się nie zawsze zgodnie z zasadami etymologii, podążając raczej za wymową, jaka się ustala u większości narodu. W przedmowie do tomu I-go TECHNIKA zastrzeżliśmy się wyraźnie, że stosujemy pisownię Akademii Umiejętności,*^{*)} a w słowniczku, dołączonym do warszawskiego wydania (Jan Fiszer, 1902 r.) „Prawideł i pisowni Akademii Umiejętności“ podano: „*kociel, kocioł*“, oraz „*osiel, osioł*“, bez ujęcia którejbaż z tych postaci w nawias, czyli podano je jako jednakowo prawidłowe. W „Słowniku Ortograficznym“ W. Kokowskiego (1903) spotykamy na pierwszym miejscu „*kocioł, osioł*“. Wreszcie nowy „Słownik Języka Polskiego“ (A. Kryński, Karłowicz, Niedźwiedzki), podaje wprawdzie więcej cytat przy „*kociel* i *osiel*“, lecz ma je również i przy „*kocioł* i *osioł*“, nie zaznaczając bynajmniej, aby te postaci miały być mniej prawidłowe. Niema zatem najmniejszego powodu do uznawania błędu czy to w jednej, czy też w drugiej z tych pisowni, a więc i ten ostatni z szeregów zarzutów Sz. Krytyka, dotyczący rzekomych błędów gramatycznych, jest równie niesłuszny jak i wszystkie poprzednie.

Nadto w tymże rozdziale XIX-ym krytyki, pod względem szyku zdań stawia Sz. Krytyk jeszcze jako zarzut dodatkowy: „umieszczanie na niewłaściwym miejscu w zdaniu takich krótkich wyrazów, jak np. *ja, się* i t. p.“, nie objaśnia jednakże, na jakim to miejscu niewłaściwym miał TECHNIK stawiać owe zaimki.

Domyślać się zatem tylko mogę, że chodzi tu o stawianie zaimka „*się*“ (a również *je, ja, ich, go* i t. p.) nie tuż przy czasowniku, a na drugim miejscu w zdaniu, gdzie często i świadomie go stawiałem, aby czytel-

^{)} Z drobnymi jednak odstępstwami, np. zamiast *wspólny* piszemy *spólny*, gdyż *w* jest niepotrzebną naleciałością, por. *spółka, społeczeństwo* i t. d.

nikom ciągle uprzytamniać, że jest to miejsce dla niego nader właściwe i że pod tym względem nie powinniśmy naśladować rosyjskiego, w którym zaimiek „się“ co do swego położenia tuż za czasownikiem jest tak skrepowany, że się z nim już nawet zróśli w jeden wyraz. Temu też tylko naśladownictwu należy przypisać, że niejednokrotnie dają się słyszeć zapatrywania (wypowiedane coprawda przez niepowołanych), jakoby i w polskim „się“ powinno zawsze stać, jeżeli już nie tuż za czasownikiem, do którego należy, to przynajmniej tuż przy nim, a więc chociażby przed nim. A przecież Skarga złotousty pisze:

„Co rozumem i pilnością stanęło, to się nierozumem i niedbałością i złością ludzką obala“.

Popróbujmy w tem, cudownej dźwięczności zdaniu przysunąć zaimiek „się“ do czasownika i niechaj czytelnik na głos odczyta i pierwotne zdanie Skargi i jego takie przekoszlawienie: „Co rozumem i pilnością stanęło, to nierozumem i niedbałością i złością ludzką się obala“ (a jeszcze gorzej brzmiałoby: „obala się“). Czytelnika własne ucho zawyrokuje, czy istotnie zaimiek „się“ powinien stać zawsze przy czasowniku, czy też drugie miejsce w zdaniu nie będzie często dlań właściwsze.

Z lekkim sercem Sz. Krytyk cisnął nam w twarz te szeregi zarzutów i to zarzutów niesłusznych.

Jeżeli pisarzowi wyslizgnie się z pod pióra wadliwy szyk zdania lub, co gorzej, błąd gramatyczny, jeżeli pisarz nie usunie ich nawet w korekcie, to jeszcze omyłki takie można osądzać z pewną pobłażliwością, usprawiedliwiając je pośpiechem, niedopatrzaniem i t. p. Gdy jednak krytyk poważny, poświęcający swemu rozbirowi kilkadziesiąt stronic druku, jako treść i wynik swego rozbioru wysnuje szereg zarzutów, dotyczących błędów gramatycznych, natenczas przypuszczać już niewolno, aby się to stać było mogło bez gruntownego namysłu, bez należytej rozwagi, bez wszechstronnego zastanowienia się nad każdym poszczególnym zarzutem:

zdania, w takich zarzutach wypowiedziane, należy uznać za istotne przekonanie krytyka, świadczące o jego znajomości lub nieznanomości danego przedmiotu.

Jeżeli zatem, oprócz paru prowincjonalizmów, przeważnie celowo wprowadzonych, z całych tych kilkunastu szeregów błędów gramatycznych, jakie Sz. Krytyk TECHNIKOWI zarzucił, ani jeden błędem nie jest; jeżeli naodwrot wszystkie te rzekome błędy są poprawnymi formami językowymi, aczkolwiek nieznanymi może Sz. Krytykowi, to zarzuty nieznanomości gramatyki, w ten sposób na TECHNIKA rzucone, samą siłą faktów przeciwstawionych spaść muszą na tego, który je stawiał, i przygnieść go całym swym ciężarem.

Przykro mi niewymownie, że przeciwstawione przezemnie fakty taką musiały dać odprawę Sz. Krytykowi, którego osobiście wysoko poważam, którego zasługi społeczne i dla naszego piśmiennictwa technicznego położone nie mniej wysoko cenię, z którym niejednokrotnie do wspólnej stawałem pracy: w danych jednak okolicznościach zarzutom, przybranym w szaty pozornie tak poważne, nie mogłem nie przeciwstawić owych faktów, gdyż pozostawienie takich zarzutów bez odparcia ogół naszych techników przeczytałby za przyznanie im słuszności, co znów poderwałoby mogło jego zaufanie do naszego słownictwa, a więc do jądra całej naszej pracy nad TECHNIKIEM.

II.

Z treści TECHNIKA jeden tylko rozdział, a mianowicie określenie entropii, podane przezemnie na str. 1132 i nast., spotkał się z krytyką w Przeglądzie Technicznym. W sprawie tej zabierali głos pp. Czopowski, Patschke i Straszewicz (p. Przegląd Techn. 1906).

1) Inż. H. Czopowski dotknął tej kwestyi mimochodem w pracy, poświęconej innemu przedmiotowi, a wyraził tylko życzenie otrzymania jaśniejszego dowo-

du na bezbłądność podanego w TECHNIKU określenia entropii.

Czyniąc zadość temu życzeniu, podajemy na str. 983 do 986 niniejszego tomu II-go bardziej pogłębiony dowód na słuszność tego określenia, chociaż dowód, podany w tomie I-ym jest i ogólniejszy i zupełnie wystarczający. Dodany obecnie dowód więcej pogłębiony jest raczej tylko rozwodnieniem treści, podanej już w tomie I-ym. Skorzystałem jednak z tej sposobności, aby w poprzednio podanem określeniu zrobić jeszcze pewne małe zastrzeżenie dodatkowe, które wprawdzie rozumie się właściwie samo przez się, którego niedopowiedzenia też żaden z Sz. Krytyków nie zauważył, a przynajmniej nie wytknął, mianowicie, aby cały przebieg sprówdzania danego ciała z jednego stanu do drugiego odbywał się w całości, t. j. z całym danym ciałem jednocześnie, czyli w sposób, w termodynamice zazwyczaj stosowany, a nie dzielił się na szereg przebiegów równoległych, obejmujących tylko pewne części danego ciała: przy takim bowiem postępowaniu, możnaby wodę, użytą już raz do ochłodzenia jednej części danego ciała, zastosować ponownie do zabrania jeszcze pewnej ilości ciepła z drugiej części tegoż ciała i w ten sposób otrzymać ilość wody nawet mniejszą od wymaganej jako miara entropii.

2) Inż. S. Patschke poświęcił tej sprawie dwa artykuły (Prz. Tech. 1906, str. 149 i 150, oraz str. 249 i 250), których główne zarzuty można sprowadzić do trzech zasadniczych:

- a) że pojęcie „bezwzględnej entropii“ uważa on „za niedopuszczalną fikcję“;
- b) że wartość $\int \frac{dQ}{T}$ jest przyrostem entropii tylko dla przebiegów odwracalnych, nie zaś dla przebiegów dowolnych;
- c) że całe określenie entropii jest błędne.

Gdyby zarzut, zwłaszcza w końcu wspomniany, miał być słuszny i udowodniony, to, rzecz prosta, wszelka

odpowiedź z mej strony byłaby już zbyt liczna. Jednakże całe te szeregi wywodów i wzorów matematycznych, które miały unicestwić podane przezemnie określenie entropii, oparł Sz. Krytyk na mylnej przesłance: gdy ją usuniemy, runąć musi w gruzy i cały ten, pozornie tak prawidłowo zbudowany gmach.

a) Entropia bezwzględna, t. j. wartość $\int_0^{T_1} \frac{dQ}{T}$ jest

fikcją, lecz fikcją tak samo pożyteczną jak i entropia, liczona od innej dowolnie określonej granicy dolnej, i taka bowiem entropia również istnieje nie w rzeczywistości, lecz tylko w naszej wyobraźni, jako pojęcie sztucznie wytworzone. Taką samą fikcją jest i zero bezwzględne, które prawdopodobnie nigdzie we wszechświecie nie istnieje i zapewne też nigdy nie będzie osiągnięte; takąż fikcją jest i temperatura bezwzględna, liczona właśnie od owego zera fikcyjnego. A jednak wszystkie te fikcje są bardzo pożyteczne w nauce i oswoiliśmy się z nimi tak dalece, że Sz. Krytyk zdaje się zapominał zupełnie o tem, że są to też tylko fikcje: w przeciwnym razie nie byłby chyba stawiał mi zarzutu wprowadzania jeszcze jednej „fikcji“. Fikcję tę nazywa nadto Sz. Krytyk „niedopuszczalną“, lecz nie podaje powodów tej niedopuszczalności. Jest ona co najmniej równie dobrze „dopuszczalna“, jak zero bezwzględne, albo entropia liczona od zera celsjusowego, lub wogóle różnica entropii dwóch stanów. Na okoliczność, że entropia bezwzględna jest zawsze ilością nieskończenie wielką, zwróciłem sam uwagę w I-ym tomie TECHNIKA, lecz okoliczność ta w niczem nie uwłacza pożyteczności tego pojęcia, albowiem różnica dwóch takich nieskończenie wielkich entropii bezwzględnych danego ciała w różnych stanach, przedstawi nam właśnie różnicę entropii tych stanów i będzie ilością skończoną i określoną.

Przecież wzór zwykły na entropię: $S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T}$ nie

wyraża nic innego jak: $S = \int_0^{T_2} \frac{dQ}{T} - \int_0^{T_1} \frac{dQ}{T}$, czyli różnicę dwóch entropii bezwzględnych. A że taki rozdział na dwie części, czyli wprowadzenie pojęcia entropii bezwzględnej, jest w danym razie wielce pożyteczne, uprzytomni sobie czytelnik z łatwością na wywodach poniższych:

Najmniejsza ilość wody cieplikowo doskonałej, w myśl określeń, podanych w tomie I-ym *TECHNIKA*, może być miarą entropii jedynie przy takich przebiegach, jakie dadzą się osiągnąć przez samo tylko chłodzenie ową wodą, bez jakiegokolwiek spółdziałania innych czynników, a więc bez postronnego dodawania lub ujmowania ciepła, bez wykonywania zewnętrznej pracy mechanicznej, czy to dodatniej, czy też odjemnej i t. p. Wodą cieplikowo doskonałą, o temperaturze zera bezwzględnego, możemy zatem sprowadzać ciała tylko z temperatur wyższych do niższych, a nie naodwrot; a nadto jeśli zmiana stanu ma nastąpić pod wyłącznym wpływem owej wody chłodzącej, czyli jeżeli nie mamy dodać ani ująć pracy mechanicznej na zewnątrz, to rzecz prosta, że cały przebieg powinienby się odbywać w naczyniu zamkniętem, o niezmiennej objętości. Aby zaś przy takim zastrzeżeniu, wynikającym z samej treści rzeczy, móc otrzymać miarę różnicy entropii danego ciała przy dowolnie odmiennych stanach, a więc nawet przy odmiernej objętości, wprowadziłem właśnie pojęcie entropii bezwzględnej, t. j. liczonej względnie do stanu przy zerze bezwzględnem, albowiem przy tej temperaturze ciało, zawarte w naczyniu (bez względu na to, jak wielką jest objętość samego naczynia), musiałoby się skurczyć do objętości bezwzględnie najmniejszej, jaka dla niego wogóle jest możliwa, a reszta przestrzeni w naczyniu musiałaby zawierać próżnię bezwzględną. Innemi słowy, bez względu na objętość danego ciała w stanie początkowym, doszłoby ono przy zerze bezwzględnem zawsze do jednej i tej samej obję-

tości: a więc stan ten jest dogodnym stanem porównawczym. Różnica dwóch ilości wody cieplikowo doskonałej, zużytych (zgodnie z określeniem TECHNIKA) na sprowadzenie danego ciała raz z jednego stanu i objętości do zera bezwzględnego, drugi raz z innego stanu i innej objętości do tegoż zera bezwzględnego, będzie właśnie pożądaną miarą różnicy entropii owych dwóch stanów ciała o różnych objętościach, temperaturach i ciśnieniach.

Ten sam cel możnaby wprawdzie osiągnąć i drogą inną, a mianowicie określić różnicę entropii dwóch stanów ciała: $v_1 p_1 t_1$ i $v_2 p_2 t_2$, sprowadzając naprzód jeden ze stanów, np. $v_2 p_2 t_2$ adiabatycznie, a więc bez zmiany jego entropii, do nowego stanu pośredniego $v_1 p_3 t_3$, a natenczas różnica entropii stanów $v_1 p_3 t_3$ i $v_1 p_1 t_1$, o jednakowej objętości v_1 , dałaby się już określić najmniejszą ilością wody cieplikowo doskonałej, o temperaturze bezwzględnej 0° , zapomocą której to ilości możnaby sprowadzić ciało w tym stanie z temperatury wyższej do niższej, np. z t_3 do t_1 , niezmieniając objętości v_1 podczas tego chłodzenia. Określenie entropii na takiej podstawie byłoby jednakże mniej przejrzyste i bardziej zawile, dlatego też wprowadzenie pojęcia entropii bezwzględnej muszę i nadal uważać za rzecz pożyteczną.

2) Znaczną część swego pierwszego artykułu po-

święca p. P. dowodzeniu, że wartość $\int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T}$ przedsta-

wia zmianę entropii tylko wtenczas, gdy wartość tę obliczamy nie dla przebiegu dowolnego, lecz dla pewnych, ściśle owarunkowanych przebiegów, np. odwracalnych. Sz. Krytyk wybija tu poniekąd drzwi otwarte, gdyż wcale nie twierdziłem, iżby przebieg chłodzenia mógł być dowolny, lecz wyraźnie go owarunkowałem tem, aby zużywał możliwą najmniejszość wody chłodzącej, a warunek taki jest równoznaczny z warunkiem odwracalności przebiegu w zmianie stanu samego ciała (lecz nie czynnika chłodzącego), jak to wynika

z objaśnień, dodanych obecnie na st. 983 i nast. niniejszego tomu II-go.

3) Wniosek ostateczny z wywodów pana P., wysnuty na str. 250 Przeglądu, jest poniekąd wyrokiem, który jednym pociągnięciem pióra ma skazać na zagładę podane przezemnie określenie entropii, albowiem artykuł ten kończy się zdaniem, opiewającym, że ilość wody ciepłikowo doskonałej, oznaczona zgodnie z mojem określeniem, „*nie jest zatem miarą różnicy entropii*“.

Wniosku tak kategorycznie wypowiedzianego nie można już uważać za jakiś „lapsus calami“; a ponieważ, mimo swej stanowczości, jest on mylny, więc niechaj będzie mi wolno nazwać go „lapsus mentis“, albowiem wynikał on z pewnego, że się tak wyrażę, poślizgnięcia się w rozumowaniu, a mianowicie z oparcia wywodów matematycznych na następującej mylnej przesłance:

Zużycie najmniejszej ilości wody chłodzącej warunkuje Sz. Krytyk mylnie tem, aby, po ochłodzeniu ciała z temperatury T_1 do T_2 , wszystka woda miała jednakową temperaturę, a mianowicie T_2 . Zgodnie z tem mylnem założeniem oblicza on następnie ilość wody potrzebnej $x = \frac{Q}{T_2}$, zamiast podanej w TECHNIKU ilości $x = \int \frac{dQ}{T}$, czyli innymi słowy, uważa on temperaturę T podczas chłodzenia za stałą (równą T_2), naten-
czas bowiem istotnie mogłoby być: $\int \frac{dQ}{T_2} = \frac{Q}{T_2}$. Sama logika wyrazu „chłodzenie“ mówi nam jednak, że podczas *chłodzenia* temperatura powinna się *obniżać*, a więc nie może być stałą, lecz musi być *zmienną*.

Omyłkę, skutek takiego założenia przez Sz. Krytyka popełnioną, objaśnię na przykładzie: Mamy schłodzić 40 kg wody, o temperaturze 80°C ., do 30° , czyli o 50° , a więc odebrać jej $40 \times 50 = 2000$ cpl., zużywając na to możliwie najmniejszą ilość wody chłodzącej o temperaturze 10° . Według zasady Sz. Krytyka starczyłoby

po prostu dolać w tym celu odrazu 100 kg tej wody chłodzącej, które istotnie, zagrzewając się w mieszaninie wytworzonej z 10° do 30° , czyli o 20° , wchłonęłyby w siebie $100 \times 20 = 2000$ cpl. Sposób taki zdoła wprawdzie ochłodzić owe 40 kg wody z 80° do 30° , nie zadowoli jednak bynajmniej wymagania, aby ilość wody chłodzącej była najmniejszą. Przy takim dolaniu całej ilości wody chłodzącej od razu do ciała chłodzonego, a więc do owych 40-u kg wody cieplejszej, zużywamy średnio na schłodzenie o 1° po $100 : 50 = 2$ kg wody chłodzącej.

Jeżeli natomiast przedzielimy owe 40 kg wody od wody chłodzącej przeponą, np. ściankami wężownicy chłodnicowej, i wodę chłodzącą lać będziemy (jak to wyraźnie wskazałem w I-ym tomie TECHNIKA) w drobnych ilościach dx na ową przeponę tak, aby każde takie dx miało czas zagrzeć się aż do temperatury, do jakiej się w danej chwili owe 40 kg już ochłodziły, a więc do temperatury naogół wyższej niż 30° , i aby każdą tak zagrzaną cząstką dx zaraz usuwać od dalszego zetknięcia się z wężownicą, to zużyjemy znacznie mniej wody chłodzącej. Na stopniowe schładzanie o 1° owych 40-tu kg, potrzebować będziemy ilości *niejednakowe*, a mianowicie na schłodzenie z 80° do 79° tylko mało co więcej ponad $\frac{4}{7}$ kg, na każdy następny stopień coraz to więcej i dopiero na ostatni stopień, t. j. z 31° na 30° potrzeba będzie niespełna 2 kg, t. j. prawie tyle, ile poprzednio wypadało na *każdy* stopień schłodzenia. Ogółem zużyjemy zatem obecnie znacznie mniej wody, a ilość tę x , czyli istotną najmniejszość, obliczymy, zgodnie ze wzorami, podanymi w TECHNIKU, jeżeli przez t oznaczymy temperaturę owych 40 kg w dowolnej chwili przebiegu chłodzenia: $dx(t - 10^{\circ}) = -40 dt$, czyli:

$$x = -40 \int_{t=80^{\circ}}^{t=30^{\circ}} \frac{dt}{t-10^{\circ}} = 40 \ln \frac{80-10}{30-10} = 40 \ln \frac{7}{2} =$$

$$= 40 \cdot 1,2528 = 50,112 \text{ kg.}$$

Starczy zatem w istocie prawie dokładnie tylko połowa tej ilości, jakąby mylna

przesłanka Sz. Krytyka już wskazywała za najmniejszą z możliwych.

Ilość wody cieplikowo doskonałej, o temperaturze zera bezwzględnego, zużyta na ochłodzenie, może zatem być miarą różnicy entropii, lecz tylko wtenczas, gdy, jak to wyraźnie zastrzeżliśmy, jest ona ilością najmniejszą z możliwych dla dokonania danej zmiany stanu ciała w całości. Gdy zaś taką najmniejszością nie jest, gdy więc jest ilością większą od poprzedniej, czyli od owej miary, natenczas oczywiście nie może ona już sama być ową miarą różnicy entropii. Do takiego też wniosku, że ona nie może być miarą różnicy entropii, musiał z konieczności dojść Sz. Krytyk, albowiem zamiast najmniejszej ilości wody, wprowadził on do swych wzorów i wywodów ilość znacznie większą.

Jeżeli na podstawie rozumowań, pozatem może logicznych, lecz zbudowanych na zupełnie mylnem założeniu, Sz. Krytyk śmiał w sposób tak bezceremonialny zawyrokować o nieprawdziwości mego określenia entropii, to czuję się w prawie odpowiedzieć mu równie bezceremonialnie przysłowiem: „si tacuisses, philosophus mansisses“.

3) Artykuł inż. Straszewicza (str. 269 i 270 Prz. Techn. 1906) nie dorzuca właściwie nic nowego do danej sprawy; znamienem jest jednakże np. zdanie: „Książka taka, jak TECHNIK, przedewszystkiem ze względu na swój charakter i przeznaczenie, powtórze ze względu na to, że w redakcyi brały udział także wybitne siły techniczne, nie powinna zawierać *elementarnych błędów naukowych*, i dotkliwie zarzuty p. Patschkego należałoby w interesach ogółu koniecznie wyświecić i odeprzeć, jeżeli to możliwe“.

W zdaniu powyższem wyrażenie „elementarnych błędów naukowych“, wypowiedziane „ex cathedra“, bez wszelakiego uzasadnienia, jest pustym dźwiękiem bez treści: Jeżeli bowiem w istocie określenie moje zawiera w sobie błędy *tak elementarne*, to czemu Sz. Krytyk sam ich nie raczył sprostować i wyjaśnić, a pozo-

stawia rzecz tę innym, pisząc, że należałoby *wyświetlić* zarzuty, tych błędów dotyczące? Czemu, powołując się na „dotkliwie zarzuty p. Patschkego“, sam nie sprawdził ich słuszności, a raczej niesłuszności? Nie zajęłoby to chyba wiele czasu, gdy chodzi o błędy „tak elementarne“. Czemu wreszcie dalej na str. 270 pisze: „Wydaje mi się, że zasadniczy punkt *teorii* p. Obrębowicza domaga się wciąż jeszcze gruntownego wyjaśnienia“. Dziwne to zaiste błędy *elementarne*, które tak długo *wciąż jeszcze* domagają się gruntownego wyjaśnienia, nad którymi aż trzech krytyków daremnie sobie łamie głowę.

Wyjaśnienia, jakich się domaga, znajdzie Sz. Krytyk w poprzednich ustępach niniejszej mej odpowiedzi, a muszę się jeszcze zastrzedz i co do tego, że nie miałem nigdy pretensyi do tworzenia nowej „*teorii*“ entropii, postanowiłem sobie bowiem zadanie o wiele skromniejsze, mianowicie dania takiego określenia miary entropii, któreby się mogło przyczynić do łatwiejszego zrozumienia tego, bądź co bądź jasno się nie przedstawiającego pojęcia.

Wreszcie nie mogę się zgodzić na poglądy Sz. Krytyka, wypowiedziane w ostatniem zdaniu artykułu: „Nikommu jednak nie może zależeć na tem, aby powiększyć coś, co i tak już jest nieskończenie wielkie, gdyby nawet pojęcie entropii bezwzględnej miało jakiegokolwiek znaczenie teoretyczne czy praktyczne“. Względna wielkość ilości nieskończenie wielkich nie może przecież być nam obojętną, albowiem różnica lub stosunek dwóch ilości nieskończenie wielkich może być ilością skończoną i określoną, której wielkość zależy właśnie od względnej wielkości owych ilości nieskończenie wielkich.

* * *

Tak przedstawiają się dotychczasowe zarzuty „elementarnych“ i t. p. rzekomych błędów w określeniu entropii, podanem przezemnie w tomie I-ym TECHNIKA. Rzecz prosta, że *dowolna* ilość wody ciepłikowo

doskonalej, zużyta na sprowadzenie danego ciała z jednego stanu do drugiego, nie może być miarą entropii, natomiast ilość tejże wody, zgodna z warunkami mojego określenia, może być i jest miarą entropii. Czy tego rodzaju miara entropii przyczynia się w istocie do uprzyśtępnienia pojęcia entropii, o to spierać się nie będę, natomiast muszę obstawać przy bezbłędności mego określenia, przynajmniej do czasu, gdy ktokolwiek nie przeciwstawi mi poważnych i przekonujących dowodów, albo nie wykaże istotnych błędów w mych rozumowaniach.

K. Obrębowicz.

Warszawa, w maju 1908 r.

WYNIK KONKURSU

NA ULEPSZENIE SŁOWNICTWA TECHNICZNEGO

zastosowanego w I-ym tomie „Technika“.

Zrok tego konkursu, ogłoszonego przy pojawieniu się I-go tomu *Technika*, naznaczyliśmy pierwotnie na 1 września 1905 r. Z powodu czasów wojennych, następnie zaś z powodu zawieruchy, jaka całym naszym za-władnęła Krajem, odraczaliśmy kilkakrotnie ów zrok tak, że dopiero w marcu 1907 r. Sąd Konkursowy mógł przystąpić do oceny prac nadesłanych.

Poniżej podajemy nasamprzód spis wszystkich wyrażeń nadesłanych na konkurs, uporządkowanych podług godel, pod jakimi je nadesłano. Pominęliśmy jedynie te kilka kartek, które Sąd Konkursowy zgóry odrzucił, ponieważ nie dotyczyły wcale słownictwa, lecz tylko treści Podręcznika i jej układu. Następnie podajemy dosłowne brzmienie protokołu Sądu Konkursowego.

Warszawa, w maju 1908 r.

Komitet Redakcyjny *TECHNIKA*.

Spis wyrazów, nadesłanych na konkurs na ulepszenie słownictwa technicznego, zastosowanego w I tomie podręcznika „Technik“.

Nowotwór, ubiegający się o nagrodę konkursową	Wyrażenie zastosowane w Techniku na str.	Znaczenie niemieckie
---	--	----------------------

I. Wydział Przyrodników i Techników Towarzystwa Przyj. Nauk w Poznaniu.

Cewka	Dysza. 253.	Düse
Chłodownia	Chłodzarnia. 788.	Kühlanlage
Ciepło istotnie spotrzebowane.	Ciepło istotnie rozchodowane. 1088.	Wirklicher Wärmeaufwand
Ciepło istotnie zużyte		

Nowotwór, ubiegający się o na- grode konkursową	Wyrażenie zastosowane w Techniku na str.	Znaczenie niemieckie
Cokuł	Odziom. 960.	Sockel
Czerpaki	Podnośnica i przelewnica. 759.	Schöpfwerke
Część grzbietowa rdzenia skóry	Część słupcowa rdzenia skó- ry. 475.	Leder vom Wirbel- stück
Kazubki	Małe kołnierzyki, nanitowa- ne lub nalutowane na ru- rę, 587.	Aufgenietete oder auf- gelötete Bordschei- ben
Kąt krańcowy	Kąt graniczny. 215	Grenzwinkel
Koła czołowe	Koła zwykłe. 455.	Stirnräder
Koła pędowe	Koła napędowe. 512.	Triebräder
Kostka	Sześcián foremny. 133.	Cubus
Koziołek spręży- nowy	Koziołek resorowy. 415.	(Trag-) Federbock
Kurki probiercze	Kurki próbne. 429. (K. do- zorcze. 1044).	Probirhähne
Linia wchwytu	Linia przyporu. 450.	Eingrifflinie
Machina	Maszyna	Maschine
Moment kręcenia	Moment skręcenia. 499. Mo- ment obracający. 505.	Drehmoment
Nakładka	Pierścień przelونیony. 428 429.	Splintring
Napężenie	Spręż. 780.	Kompressionsmass.
Nasuwka	Pochwa. 497.	Muffe (przy spręż- głach)
Niedozbieżna	Niemaltyczna. 98.	Asymptote
Obiegi	Obloty. 1041.	Umläufe
Obciążenie	Siła. 1007. (która rozcią- ga śrubę)	Gesamttdruck
Obrabiarki drze- wa	Obrabiarki do drzewa. 666.	Holzbearbeitungsma- schinen
Obszar rzutu po- ziomego	Obszar planu. 952.	Raumbeanspruchung
Odsadka	Odsadzka. 960.	Absatz
Odsady	Występy. 499.	Ansätze
Odsetki	Procenta. 56.	Zinsen
Opór roboczy	Opór wytwórczy. 503.	Arbeitswiderstand
Opór użytkowy	Opór pożytkowy. 221.	Nutzwiderstand
Ostro wcięte kra- wędzie	Ostro wklęsłe krawędzie. 425	Scharfe einspringen- de Kanten
Ostrze	Rzez. 1040.	Schneide
Paraboloid obro- towy	Paraboloid okrągły. 178. Pa- raboloid kołowy (obroto- wy). 191.	Umdrehungsparabo- loid

Nowotwór, ubiegający się o na- godę konkursową	Wyrażenie zastosowane w Techniku na str.	Znaczenie niemieckie
Pierścień doty- czny	Pierścień kontaktowy. 704.	Schleifring
Płaszczyzna ró- wnomierności	Płaszczyzna symetrii. 177.	Symmetrieebene
Podbitka Poddmuch	Deskowanie. 1060. Nadmuch. 963.	Verschalung Unterwind (d. Feu- erung)
Podpórki i przy- pórki	Podpinki i przypinki. 582.	Kernstützen
Pojemność (bryły)	Objętość (bryły). 130.	Körperinhalt
Powieszenie (ko- tła)	Podwieszenie (kotła). 1034.	Aufhängung (des Kes- sels)
Połączenie, umo- cowanie	Złącze. 519.	Verbindung. Verbin- dungsstelle
Promieniowanie	Rozpromieniowanie. 952. (straty przez rozpromie- niowanie ciepła z kotła).	Ausstrahlung
Przeciwprostokąt- na	Przeciwprostokątnia. 64.	Hypothenuse
Przyprostokątna	Przyprostokątnia	Kathete
Przejma	Przelotnia. 850.	Aufnehmer
Przekątna	Przekątnia. 175.	Diagonale
Przekrój kolisty	Przekrój kołowy. 520.	Kreisförmiger Quer- schnitt
Przenośnia	Przełożenie. 676.	Uebersetzungsver- hältniss
Przestrzeń	Luz. 502.	Spielraum
Przesuwny (zó- raw)	Żóraw na wózku 686.	Fahrbarer Kran
Przetłocznik paro- wy	Przetłocznica parowa 760.	Dampfwasserheber, Montejus
Przewód tłoczny, ssawczy	Przewód tłoczny, ssawny. 761.	Druckleitung, Sauglei- tung
Przyczółek	Nadpiętrze. 389.	Drempel
Ramie	Wyskok. 516.	Ausladung
Regulatory waha- dłowe	Regulatory (miarkowniki) wa- hakowe. 623.	Pendelregulatoren
Różnoczyn	Różnoczynnik. 35.	Fakultät
Siedzenie	Ścieta krawędź gniazda. 298.	Sitzfläche
Siedzenie zaworo- we	Siodło zaworowe. 609.	Kegelsitz
Siłomierz hamul- czy	Hamownica. 801.	Bremsdynamometer

Nowotwór, ubiegający się o na- grode konkursową	Wyrażenie zastosowane w Techniku na str.	Znaczenie niemieckie
Składnik (kombi- nacja z <i>n</i> skład- ników)	Kombinacja z <i>n</i> przedmio- tów. 47.	Kombination von <i>n</i> Elementen
Smolony	Maziony. 521.	Geteert
Spółczynnik do- świadczenia	Spółczynnik doświadczalny. 254.	Erfahrungskoeffizient
Śruba drzewna	Wkrętka. 437.	Holzschraube
Śruba łączna	Śruba łączna. 426.	Befestigungsschraube
Śruba o płaskim gwincie	Śruba płaska. 436.	Flachgängige Schrau- be
Surowiec żelaza	Surowiec. 317.	Roheisen
Szaraga	Schodnica. 386.	Treppenwange
Szczelina	Szczeliwnia (w kielichu rury kielichowej). 580.	Dichtungsfuge
Szwy czołowe	Szwy do styku. 587.	Stumpfe Nähte
Tłumik	Przytłumiak. 630.	Oelbremse
Trzon tłokowy	Tłoczysko. 561.	Kolbenstange
Turbiny odporowe	Turbiny naporowe. 819.	Reactionsturbinen
Usztywnienie	Oszywnienie (płomienicy wokóło). 1009.	Versteifung
Wał wydrażony	Wał pusty. 504	Hohlwelle
Wały główne	Wały poważniejsze. 518.	Wichtigere Wellen
Wąż pożarny	Wąż przeciwpożarny. 269.	Feuerschlauch
Wietrznik	Przewietrznik. 474.	Ventilator
Wolnowiry	Turbiny wolno wirujące 827.	Langsamläufer
Wóz kolejowy	Powóz kolejowy. 414. Wa- gon.	Eisenbahnwagen
Wpólsieczna	Dwójseczna. 64.	Winkelhalbirende
Wspór	Podpór. 260.	Stau
Wyboczenie	Przebiegnięcie boczne. 406. (n. p. pod wpływem mimoosio- wej siły rozciągającej)	Seitliche Ausbiegung
Wykładzina	Fornir. 667.	Fournier
Występy dna	Nadlewy dna. 517.	Knaggen
Żelazo kwadrato- we	Kratownik. 577. (Czwórgran- nik)	Quadrat Eisen
Zawieradło	Ochronnik. 720.	Absperrung (Schutz- vorrichtung)
Zapęd	Napęd. 501.	Antrieb
Zagrzewacz	Podgrzewacz. 954.	Vorwärmer
Zgrubić	Napęczyć. 446.	Stauten
Żelazo kowne	Żelazo kowalne. 514.	Schmiedeseisen
Żelazo zgrzewal- ne	Żelazo spawalne, Ż. skowal- ne (Ż. zlipne).	Schweisseisen

Nowotwór, iegający się o na- grode konkursową	Wyrażenie zastosowane w Techniku na str.	Znaczenie niemieckie
---	---	----------------------

II. Godło: Litera „M“ w literze „D“.

Ciżb (ciżbnik, ciż- biec)	Akumulator. 1177 i 719. (Zasobnik).	Akkumulator, Samm- ler
Giża	Goleń korbowa. 1182.	Pleuelstange, Kurbel- stange.
Giczka Kłodziak, Kłod- niak	Goleń suwakowa. 1182. Kłodzisko. 663.	Excenterschubstange Chabotte
Kuras	Kurek. 613, 614.	Hahn
Kurek	Stożek kurka. 613.	Hahnkücken
Nakrętka	Naśrubek. 428.	Mutter
Dokrętka	Nakrętka. 428.	Gegenmutter, Kontre- mutter.
Odruzg łupkowy	Mieszanina odłamów łupko- wych. 257.	Gemisch von Schie- ferstücken
Pastka	Klapa. 253. (Pastka. 608).	Klappe
Silnik dwójczak, trójczak w.	Silnik sprzężony dwu-, trzy- cylindrowy. 254, 255. (Silnik dwuprzężny, trój- prężny)	Zweicylinder Kompo- und-Dampfmaschi- ne
Zgłuszyna	—	Schall-Isolation

III. Godło „Ω“.

Kłęb krzywych	Rój krzywych. 101.	Kurvenschaar
Odwadnianie	Owadnianie. 258.	Entwässerung
Pojemność	Nośność (o statkach). 259, 272.	Tragfähigkeit
Wart lub war- tówka	Szlak swobodny. 259, 272.	Freie Strecke
(W Techniku stosowano: Wart=Stromstrich; Nurt=Fahrwasser).		

IV. Godło „H-k“.

Dźwigniki zębat- kowe	Dźwigniki zębnicowe. 674.	Zahnstangen-Winde
Głębokość koła	Głębokość przegródek. 806, 817.	Radtiefe
Koryto górne (dol- ne)	Pogroda górna (dolna) 805, 806, 809.	Ober (Unter) graben
Krażki łańcucho- we	Krażki łańcuszne. 671, 673.	Kettenrollen
Młoty ogonate	Młoty z ogonem. 660.	Schwanzhämmer
Młoty nosate	Młoty z nosem. 660.	Stirnhämmer
Młoty trzonkowe (lub wahate)	Młoty wahakowe. 659.	Stielhämmer

Nowotwór, ubiegający się o na- godę konkursową	Wyrażenie zastosowane w Techniku na str.	Znaczenie niemieckie
Odbijak Oprawa	Kłodzisko. 663. Trak. 666. (=oprawa wraz z piłakiem).	Chabotte Gatter
Piłarki tartakowe Piłarka stojąca (tartakowa)	Traki tartaczne. 666, 667. Trak stojący. 666, 667.	Gattersägen Vertikalgatter
Piłarka leżąca (tartakowa)	Trak leżący. 666, 667.	Horisontalgatter
Piłarka (tartako- wa, tarczowa, taśmowa)	Piła. 666, 667, 668.	Sägemaschine
Piła	Piłak (trakowy, tarczowy, taśmowy). 659, 666, 667, 668.	Sägeblatt
Podkole Przebijak	Podkolina. 809, 812. Przebijnik. 653. (w prze- bijarce).	Radboden (Kropf) Stempel der Loch- maschine
Przeciek Rzeziec (Rzezak) Stojak kierowni- czy	Szczelina. 819. Rzez (ostrze linijne). 653. Stałka kierownicza. 818.	Spalt Schneide Leitrad
Tarny, zacierny	Cierny. 506, 507, 508, 660, 667.	Reibungs- (np. Rad)
Turbiny całkowite	Turbiny całkowite. 821, 833, 836, 837, 838.	Vollturbinen
Turbiny promien- ne	Turbiny promiennicze. 818, 828.	Radialturbinen
Wiatrownica	Wywietrnik, wywietrzak. 669.	Absangventilator, Ex- haustor
Wlewnica	Wlotnica 811, 812 i n.	Einlaufvorrichtung
Wlew wody	Wlot wody. 805 i n.	Wassereintritt
Wyciek wody	Wylot. 808.	Wasseraustritt
Wycinak (obci- nak)	Gryz. 657.	Fräse
Wycinarka (obci- narka)	Gryzarka. 657, 668.	Fräsmaschine
Zanurzanie	Zanur (=miara zanurzenia). 811, 816.	Eintauchtiefe
Zawis (podkolina)	Nadwodność. 806. 840.	Freihängen

V. Godło „Dyletant“.

Ciepłostan Ciepłoskaz	Temperatura. 311. (Ciepłota) Termometr (Ciepłomierz). 311, 312.	Temperatur Thermometer
--------------------------	---	---------------------------

Nowotwór, ubiegający się o na- godę konkursową	Wyrażenie zastosowane w Techniku na str.	Znaczenie niemieckie
Prężnoskaz, Pręż- nomierz	Manometr. 771.	Manometer
Próżnioskaz, Próżniomierz	Wakometr, Wskaźnik próż- ni. 771.	Vakuummeter
Wcisk	Klin. 221, 423, 465, 621.	Keil
VI. Godło „Brona“.		
Dławik Dotyczna Palenisko wydy- chowe	Zawór przydławiający. Styczna. Palenisko wydmuchowe. 963.	Drosselventil Tangens Feuerung mit Künst- lichem Zug durch Sauggebläse
Pas rozarty Szczelnica Szczelnik Szczelnia	Pas obręczowaty. 473. Dławnica. 549. Dławik. 549. Dławnia. 549.	Offener Riemen Stopfbüchse Stopfbüchsrille Stopfbüchshäusen- raum
VII. Godło „H. C.“		
Rozciągłość drga- nia	Długość oscylacji. 197.	Oscillationslänge
Hyperbola równo- ramienna	Hyperbola równoboczna. 105, 290.	Gleicharmige Hyper- bel
Funkcja zamknię- ta	Funkcja niewyraźna. 72.	Unbestimmte Funk- tion
Maximum (mini- mum) warun- kowe	Maximum (minimum) względ- ne. 73.	Relatives Maximum (Minimum)
Wartości ukryte lub: Postaci skryte	Postaci nieoznaczone. 71.	Unbestimmte Formen
Punkt zbieżny	Punkt niedobieżny. 116.	Asymptotischer Punkt
Przesunięcia przy- stosowane	Przesunięcia przysposobione. 169.	Virtuelle Verrückun- gen
Przebieg zamknię- ty	Przebieg kołowy. 326.	Kreisprozess
Zbieżna	Niemaltyczna. 98.	Asymptote

PROTOKÓŁ SĄDU KONKURSOWEGO.

Rozstrzygnięcie konkursu na ulepszenie słownictwa technicznego, zastosowanego w I tomie podręcznika „Technik“, opracowanego podług niemieckiego „Taschenbuch der Hütte“.

W dniu 4 marca r. b. zebrał się sąd konkursowy w składzie następującym:

Adam Kryński delegat Akademii Umiejętności w Krakowie.

Feliks Kucharzewski delegat Tow. przyjaciół nauk w Poznaniu, oraz Redakcyi Przeglądu Technicznego i wydziału słownictwa Stowarzyszenia Techników w Warszawie.

Stanisław Anczyc delegat Towarzystwa Technicznego krakowskiego i Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie.

Tomasz Ruśkiewicz delegat Sekcyi Technicznej W. O. T. P. P. i H.

Konstanty Wojciechowski delegat Koła Architektów Warszawskich.

Władysław Łatkiewicz delegat Stowarzyszenia Techników w Warszawie.

Przewodniczył Adam Kryński.

Na konkurs nadesłano:

- 1) godło Ω , kartek 4 (bez koperty z nazwiskiem).
- 2) „ M w D. kartek 9.
- 3) „ H. C. „ 18.
- 4) „ Dyletant „ 6.
- 5) „ „Brona“ „ 5.
- 6) „ H-k „ 29.
- 7) „ Wydział techn. Tow. Przyj. Nauk w Poznaniu, kartek 88.

Z nadesłanych 159 kartek zakwalifikowano po odczytaniu 52 kartki do szczegółowego rozpatrzenia.

Na następnem posiedzeniu w dniu 5 marca uznano za godne nagrody, w myśl warunków konkursu, następujące wyrazy:

Z wydziału technicznego T. P. N. w Poznaniu:
Wpółsieczna (niem. Winkelhalbierende, w „Techniku“ *dwójsieczna*).

Przetłocznik parowy (niem. Dampfwasserheber, w „Techniku“ *przetłoczka parowa*.)

Chłodownia (niem. Kühlanlage, w „Techniku“ *chłodzarnia*).

Żelazo zgrzewalne (niem. Schweisseisen, w „Techniku“ *żelazo spawalne*).

Przejma (niem. Aufnehmer, w „Techniku“ *przelotnia*).

Wał wydrążony (niem. Hohlwelle, w „Techniku“ *wał pusty*).

Godło M w D.

Zgłuszyna (niem. Isolierung, w „Techniku“ *otulina**), w znaczeniu ochrony przepuszczania dźwięku).

Odruzg łupkowy (niem. Gemisch von Schieferstücken, w „Techniku“ *mieszanina odłamów łupkowych*).

Godło H. C.

Przebieg zamknięty (niem. Kreisprozess, w „Techniku“ *przebieg kołowy*).

Godło Ω.

Wart (niem. Freiestrecke, w „Techniku“ *szlak swobodny*).

Na zasadzie §§ 8 i 9 warunków konkursu przyznano nagrodę ilościową rb. 200 wydziałowi przyrodników i techników Towarzystwa Przyjaciół Nauk w Poznaniu, a nagrody jakościowe i za wyrazy *Zgłuszyna* i *Wart* po rb. 10, za wyrazy zaś *Odruzg łupkowy* i *przebieg zamknięty* po rb. 5.

Po otwarciu kopert znaleziono, że autorem wyrazów oznaczonych godłem M w D jest p. Tadeusz Rych-

*) Technik stosował to wyrażenie wyłącznie tylko w znaczeniu ochrony od strat ciepła, a nie w znaczeniu ochrony od przepuszczania dźwięku (Uwaga Red.).

ter, godłem H. C. p. Henryk Czopowski. Do godła Ω nie dołączono koperty z nazwiskiem.

W myśl warunków konkursu sąd nie mógł przyznać nagród niektórym wyrazom pomimo że je uznawał za lepsze od wyrazów użytych w „Techniku“, ponieważ wyrazy te używane były w nowszym piśmiennictwie polskim, a przez Komitet Redakcyjny Technika nie zostały w tem znaczeniu zastosowane. Pominęto również kilka określeń pewnych pojęć, zdaniem sądu trafniejszych od definicyj zastosowanych w „Techniku“ z powodu że warunki konkursu obejmowały tylko wyrazy. Cały zebrany materiał dostarczy niezawodnie Komitetowi Redakcyjnemu „Technika“ wskazówek do dalszej pracy nad słownictwem.

Warszawa, dnia 5 marca 1907 r.

(podpisali) Adam Kryński /
Feliks Kucharzewski
dr. Stanisław Anczyce,
Tomasz Ruśkiewicz,
Konstanty Wojciechowski,
Władysław Łatkiewicz.

Przed użytkowaniem wypada poprawić poniższe

OMYŁKI.

U w a g a. „g” oznacza w skróceniu wiersz liczony od góry (przyczem nagłówków stronic nie wliczano); „d” zaś oznacza w skróceniu wiersz liczony od dołu (przyczem wliczano i wiersze uwag odsyłaczowych).

Str.	Wiersz	Z a m i a s t	P o w i n n o b y ć
W Tomie I *).			
24	14 d	ln 369 = 5,9011	ln 369 = 5,9108
135	5 d	średnica	promień
143	4 d	przyśpieszenie	przyspieszenie
155	14 g	krywości	krzywości
194	5 d	V	str. 961
217	w tablicy	Tarcie na sucho żelaza kutego o żelazo kute: 0,44	0,14
233	17 d	w	na
239	14 d	p^2	p_2
316	4 d	str. 141.	str. 145.
317	9 i 10 g	Surowiec stały płynny	Surówka stała płynna
341	przedostatni w tablicy	149,6	139,6
399	12 d	Szczegóły p. T. I...	Szczegóły o goleniach p. T. I. str. 563, a o cylindrach T I...
578	8 d	wiatrowe	dmuchowe
587	3 i 5 d	łączniki	złączniki
653	9 d	nożowych	nożycowych
880	13 g	0,955	0,985
935	14 d	podwójnem	pojedynczem
935	15 d	pojedynczem	podwójnem
953	11 g	C_p	c_p
1092	1 g	polytropicznych	politropicznych
1133	8 d	ciało	ciało w całości
1134	15 d	ciało	ciało w całości
1134	23 g	ciała	ciała w całości
1134	19 g	czynnika	ciała w całości
1136	6 g	ciało	ciało w całości
1137	5 d	1 MK/godz.	1 MK × godz.
1181	33 g (t. II)	ekonomizer	ekonomiser
1199	3 g (t. I)	niedobrzeżny	niedobieżny
1209	33 g (t. I)	дересный	древесный

*) Dla Tomu I-go podano już spisy omyłek na str. XXIII i n. Tomu I, obecnie spisy te dopełniamy omyłkami dodatkowo zauważonemi.

Str.	Wiersz	Z a m i a s t	P o w i n n o b y ć
W Tomie II.			
10	27 i 28 g i. II	surowiec biały (szary)	surówka biała (szara)
17	2 g	Kuźniactwo	Kuźnictwo
18	22 d	snopowanie	snopcowanie
18	21 d	snopa	snopca
42	7 d	p. rozdz. niniejszy II. 1	p. str. 51, oraz 53 i nast.
47	№ 3 tabl.	frezy	gryzy
58	7 g	płatczyzn stykających się z łubkami	przyłg
69	9 g	malowania na konstruk- cyach	i malowanie zeskładów
72	1 d	Hempe... str. 792.	Hampe... str. 726
81	26 g	Druzgoty	Rozkruchowce
101	Nagłówkek	II. Metale	VI. Szkło
156	14 g	13000 kg/cm ²	13000 kg/cm
164	12 g	oporów	opór
171	5 g	rozpornią	rozpornicą
192	14 g	Rozpornie. Rozpornia.	Rozpornice. Rozpornica
192	21 d	rozpornię	rozpornicę
193	10 g	rozporni	rozpornic
205	za w. 5 g	dodać napis:	a. Techniczne warunki projek- towania i urządzenia kolei pierwszorzędnych.
208	26 d	sprzężonych	wiązanych
208	6 d	przejściowych	przejazdowych
210	6 g	wskaźnikami	ukresami, t. j. wskaźnikami
210	25 i 26 g	wzniesienie	wznios
210	5 g	wjazdów	rozjazdów
210	2 i 1 d	ogrodzone	odgrodzone
213	25 g	torowiska	torowiska i poddroża
214	8 g	12 kg/cm ² . . 7,5 kg/cm ²	12 kg/mm ² ... 7,5 kg/mm ²
215	18 d	pasu	pasa
216	27 d	pomoniczy	pomocniczy
223	2 g	jednostek technicznych	jedności technicznej
230	8 g	przeciwne	odwrotni
235	32 g	$w_0 = 25 + 0,0004 V^2$	$w_0 = 2,5 + 0,0004 V^2$
417	Nagłówkek	Tabor	II Tabor
586	14 g	odwietrków	czepców
650	16 g	<i>dodać:</i>	porównaj nadto uzupeł- nienie na str. 781
762	6 d	rozwiertnikiem	rozwiertakiem
784	4 d	<i>skreślić:</i>	jakąby prze-
784	3 i 2 d	<i>skreślić zupełnie oby- dwa wiersze</i>	
784	1 d	szlak po którym	po której
785	1 g	się porusza	otrzymywałby przyspieszenie
785	3 g	ruch	rozpoczynający się ruch

Str.	Wiersz	Z a m i a s t	P o w i n n o b y ć
785 792	7 d 23 g	podczas (np. ziemią)	, np. podczas (np. ziemią), jeżeli potencjał tego otoczenia, t. j. wszystkich przewodników, mogących oddziaływać na dany pojemnik, będzie jednakowy, np. równy zeru.
793	za w. 7 g	dodać ustęp opuszczony	Powyższe trzy wzory na pojemność uwzględniają tylko powierzchnię walcową (bez powierzchni końcowych) i są ważne w założeniu, że stosunek $l : d$ jest bardzo wielki. Podobnie dla dwóch wzorów poniższych znów stosunek $O : d$ powinien być również bardzo wielki.
793	8 od dołu	czyli:	a jeżeli oś przewodu leży w jednej płaszczyźnie, to dla dowolnego punktu tej płaszczyzny będzie:
835	4 g	za „wzniesionego“ dodać:	lub samowznieonego
889	Naglówek	II.	VII
972	22 g	za „państw“ dodać:	względnie jego poddani
973	17 do 23 g	2. Anglia...	zastąpić zmianą podaną w „Uzupełnieniach“ na str. 982.
973	3 d	co rok	co dwa lata
973	2 d	nie podlega	podlega
974	13 do 19 g	} 15. Szwajcarya...	zastąpić zmianą, podaną w „Uzupełnieniach“ na str. 983 w. 7 do 16 g.
975	1 do 4 g		
974	3 d	Oplaty we W. Brytanii zmienione podług danych	
i 975		w „Uzupełnieniach“ str. 982 i 983	
975	13 d	P. 8	P. 10
(w rubryce Hiszpania)		P. 16	P. 20
		P. 24	P. 30
976	10 g	za „Mieszkańcy“ dodać:	lub poddani
976	21 g	za „mieszkańcom“ dodać:	lub poddanym
1036	—	Do objaśnienia skrótów dodać:	<i>b. m.</i> = budowa maszyn <i>górn.</i> = górnictwo <i>tw.</i> = tworzywa (materyały).

Poprawki dotyczące wyrazownictwa.

Zamiast wyrazu	Lepiej wprowadzić	Stronica i wiersz
w Tomie I-ym.		
system gaziarka	układ gazownica (jako generator czadu)	205 w. 10 d. i nast. 800 w. 7 d.
w Tomie II-im.		
żelazo spawalne lub skowalne hartowany, zahartowanie	żelazo zlipne utwardzony, utwardzenie	np. 10 w. 22 i 23 g.; 17 w. 11 d. np. 17 w. 30 g.; 47 w Uwadze w. 1. i t. p.
sześciokątnik	sześciogrannik	20 w. 9 d.; 21 w. 1 g., oraz 5 i 4 d.
żabka (hak)	szyniak	59 w. 13 i 6 d.; 60 w. 3 g.; 209 w. 18 i 16 d.; 213 w. 9 i 2 d.; 214 w. 2 g; i t. d.
lut	lutowie	77 w. 11 i 21 g., oraz w 4-ch napisach tablic.
krzywe przeciwnej krzywości; krzywe przeciwne; przeciw- krzywe	} krzywe różnozwro- } tne.	np. 206 w. 20 g.; 229 w. 29 d. i t. d.
rozstawa (osi)		rozstęp	214 w. 15 d.; 229 w. 29 i 31 g.; 234 w. 23 d.; 235 w. 8, 12 i 13 g, oraz 7 i 6 d.; 239 w. 11 d. i t. d.
iskrochlön	odiskiernik	213 w. 13 g.
sprzęgło (wagonowe)	sprzęg (wagonowy)	215 w. 13 i 26 g.
sygnalizacja (czyn- ność)	sygnałowanie	215 w. 15 g.
sygnalizacja (urzą- dzenie)	urządzenie sygnało- we	215 w. 28 d.
eksploatacya	ozysk	215 w. 15 i 14 d.; 231 w. 5 g.; 238 w. 21 i 24 g.; 239 w. 12 g. i t. d.

Zamiast wyrazu	Lepiej wprowadzić	Stonica i wiersz
rozszerzenie (toru)	poszerzenie	218 w. 5 i 6 g.; 225 w. 14.; 226 w. 6, 9, 11, 15, 16, 19, 24 i 25 g. i 228 w. 11 d.
peron (kolejowy)	wsiad	226 w. 13 i 11 d.; 228 w. 16, 15, 14 i 8 d.
krzywe równokierunkowej krzywości hamowanie ześrodkowane	krzywe jednakowo-zwrotne hamowanie zespolone	229 w. 21 d.
mur oporowy	mur wsporczy	230 w. 32, 16 i 6 d.
pryczepność	tarcie	231 w. 18 i 28 g.; 232 w. 7 g.
wagon otwarty	wagon niekryty	232 w. 13 i 9 d. i inne.
wagon przejściowy budowa dolna nawiewnik wywiewnik	wagon przechodny poddroże nawiewka wywiewka	234 w. 10 i 12 g.; 235 w. 19 d.; 236 w. 15 g.
		236 w. 11 i 10 d. np. 238 w. 25 i 26 g.
		587 w. 9, 14 i 18 g.
		587 w. 19, 14, 13 i 12 d.
schodzący (kanał, pion, rura)	opadny	588 w. 7 g.; 598 w. 25 g. oraz 6 i 1 d.; 606 w. 8. d.
wschodzący (kanał, pion, rura)	wznośny	587 w. 7 d.; 598 w. 23 g. oraz 8 i 7 d.; 600 w. 3 d.; 606 w. 9 d.
przeciwnapięcie samowzniesione	samowznieta	835 w. 9, 12 i 13 g.

DZIAŁ ÓSMY.

MATERYAŁY BUDOWLANE.

I. CZĘŚĆ OGÓLNA.

A. Pierwiastki chemiczne i ich związki. *)

I. Tablica zasadnicza ciężarów atomowych.

Uwaga: Tablica poniższa, zgodnie z postanowieniem Komisji międzynarodowej z r. 1900, obliczona na podstawie ciężarów atomowych: $O = 16$, $H = 1,008$, a wyniki obliczeń zaokrąglone do dwóch miejsc dziesiętnych. (Dokładna wartość: $H = 1,0076$). (Tablica pierwiastków o podstawie $H = 1$, t. nazw. Tablica dydaktyczna, p. str. 5).

Nazwa	Wzór chemiczny	Ciężar atomowy, wzgl. cząsteczkowy	Zawartość w związku % na wagę
Antymon	Sb	120	—
Trójsiarczek antymonu (Siarczek antymonawy)	Sb_2S_3	336,18	71,39 Sb
Pięciosiarczek antymonu (Siarczek antymonowy)	Sb_2S_5	400,30	59,96 Sb
Argon	A	39,9	—
Arsen	As	75	—
Bezwodnik arsenawy	As_2O_3	198,	75,76 As
Trójsiarczek arsenu (Auripigment).	As_2S_3	246,18	60,93 As
Azot	N	14,04	—
Trójwoderek azotu (Amoniak)	NH_3	17,06	82,28 N
Chlorek amonu (Salamoniak)	NH_4Cl	53,52	31,88 NH_3
Kwas azotowy	$HN O_3$	63,05	22,27 N
Bar	Ba	137,4	—
Tlenek barawy	BaO	153,4	89,57 Ba
Tlenek barowy	BaO_2	169,4	90,56 BaO
Siarczan barawy	$BaSO_4$	233,46	65,71 BaO
Węglan barawy	$BaCO_3$	197,4	77,71 BaO
Beryl	Be	9,1	—
Bizmut	Bi	208,5	—
Tlenek bizmutawy	Bi_2O_3	465	89,63 Bi
Trójsiarczek bizmutu (Siarczek bizmutawy)	Bi_2S_3	513,18	81,26 Bi

*) Chemik Polski, 1901 Nr. 2, podał ciężary atomowe pierwiastków chemicznych (podług postanowień Komisji międzynarodowej), opracowane przez J. Bieleckiego — podług tych danych redakcja obliczyła tablicę powyższą dla niniejszego wydawnictwa.

Nazwa	Wzór chemiczny	Ciężar atomowy, wzgl. cząsteczkowy	Zawartość w związku % na wagę
Bor	B	11	—
Bezwodnik borowy	B_2O_3	70	31,43 B
Brom	Br	79,96	—
Bromek srebrowy	AgBr	187,89	42,56 Br
Cer	Ce	140	—
Cez	Cs	133	—
Chlor	Cl	35,45	—
Chlerek srebrowy	AgCl	143,38	44,73 Cl
Chlorowódz	HCl	36,46	97,24 Cl
Chrom	Cr	52,1	—
Tlenek chromowy	Cr_2O_3	152,2	68,46 Cr
Cyna	Sn	118,5	—
Tlenek cynowy	SnO_2	159,5	78,74 Sn
Cynk	Zn	65,4	—
Tlenek cynkowy	ZnO	81,4	80,34 Zn
Siarczan cynkowy, siedmiowodny (Witryol cynku)	$ZnSO_4 + 7H_2O$	287,57	28,31 Zn O
Węglan cynkowy	$ZnCO_3$	125,4	64,91 Zn O
Siarzeczek cynkowy (Blendą cynkowa)	ZnS	97,46	67,10 Zn
Cyrkon	Zr	90,7	—
Erb	Er	166	—
Fosfor	P	31	—
Fosforan wapniowy	$Ca_3P_2O_8$	310	45,81 P_2O_5
Fluor	F	19	—
Fluorek wapnia (Fluspat, topnik)	CaF_2	78	48,72 F
Gadolin	Gd	156	—
Gal	Ga	70	—
German	Ge	72	—
Glin	Al	27,1	—
Tlenek glinowy	Al_2O_3	102,2	53,03 Al
Chlorek glinowy	Al_2Cl_6	266,9	20,31 Al
Wodorotlenek glinowy	$Al_2(OH)_6$	156,25	34,69 Al
Alun potasowy	$K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24H_2O$	949,21	5,71 Al
Hel	He	4	—
Ind	In	114	—
Iryd	Ir	193	—
Jod	J	126,85	—
Jodek srebrowy	AgJ	234,78	54,03 J

Nazwa	Wzór chemiczny	Ciężar atomowy, wzgl. cząsteczkowy	Zawartość w związku % na wagę
Kadm	Cd	112,4	—
Kobalt	Co	59	—
Krypton	Kr	81,8	—
Krzem	Si	28,4	—
Bezwodnik krzemowy	SiO ₂	60,4	47,02 Si
Ksenon	X	128	—
Lantan	La	138	—
Lit	Li	7,03	—
Magnez	Mg	24,36	—
Tlenek magnezowy	MgO	40,36	60,36 Mg
Siarczan magnezowy, siedmiowodny (Sól gorzka)	MgSO ₄ + 7H ₂ O	246,53	16,37 Mg
Mangan	Mn	55	—
Dwutlenek manganu (Pyrolusit)	MnO ₂	87	63,22 Mn
Siarczek manganawy (Blenda manganowa)	MnS	87,06	63,17 Mn
Miedź	Cu	63,6	—
Tlenek miedziowy	CuO	79,6	79,90 Cu
Siarczek miedziowy	CuS	95,66	66,49 Cu
Siarczan miedziowy, pięciowodny (Witryol niebieski)	CuSO ₄ + 5H ₂ O	249,74	31,87 CuO
Molibden	Mo	96	—
Neodym	Nd	143,6	—
Neon	Ne	20	—
Nikiel	Ni	58,7	—
Tlenek niklowy	NiO	74,7	78,58 Ni
Niob	Nb	94	—
Ołów	Pb	206,9	—
Tlenek ołowiawy	PbO	222,9	92,82 Pb
Tlenek ołowiawo-ołowiowy (Mina)	Pb ₂ O ₃	684,7	90,65 Pb
Siarczek ołowiawy (Błyszcz ołwiawny)	PbS	238,96	86,56 Pb
Siarczan ołowiawy	PbSO ₄	302,96	73,57 PbO
Chlorek ołowiawy	PbCl ₂	277,8	74,48 Pb
Osm	Os	191	—
Pallad	Pd	106	—
Platyna	Pt	194,8	—
Chlorek potasowo-platynowy	K ₂ PtCl ₆	485,8	40,10 Pt

Nazwa	Wzór chemiczny	Ciężar atomowy, wzgl. cząsteczkowy	Zawartość w związku % na wagę
Potas	K	39,15	—
Wodorotlenek (wodzian) potasowy [potaż żrący]	KOH	56,16	83,96 K ₂ O
Chlorek potasu	KCl	74,6	52,48 K
Siarczan potasowy	K ₂ SO ₄	174,36	54,08 K ₂ O
Azotan potasowy (Saletra)	KN ₃ O ₃	101,19	46,60 K ₂ O
Węglan potasowy (Potaż)	K ₂ CO ₃	138,3	68,19 K ₂ O
Dwuchromian potasu	K ₂ Cr ₂ O ₇	294,5	32,02 K ₂ O
Cyanek potasu	KCN	65,19	60,06 K
Prazeodym	Pr	140,5	—
Rod	Rh	103	—
Rtęć	Hg	200	—
Tlenek rtęciowy	HgO	216	92,59 Hg
Siarczek rtęciowy (Cynober)	HgS	232,06	86,18 Hg
Chlorek rtęciowy (Kalomel)	HgCl	235,45	84,94 Hg
Chlorek rtęciowy (Sublimat)	HgCl ₂	270,9	73,83 Hg
Rubid	Rb	85,4	—
Ruten	Ru	101,7	—
Samar	Sa	150	—
Selen	Se	79,1	—
Siarka	S	32,06	—
Kwas siarczany (siarkowy)	H ₂ SO ₄	98,08	32,69 S
Siarkowódór	H ₂ S	34,08	94,08 S
Skand	Sc	44,1	—
Sód	Na	23,05	—
Wodorotlenek (wodzian) sodowy [Soda żrąca]	NaOH	40,06	77,51 Na ₂ O
Siarczan sodowy (Sól glauber-ska)	Na ₂ SO ₄	142,16	43,68 Na ₂ O
Węglan sodowy (Soda)	Na ₂ CO ₃	106,1	58,53 Na ₂ O
Azotan sodowy (Saletra chilijska)	NaN ₃ O ₃	85,09	36,49 Na ₂ O
Pyroboran sodu dziesięciowodny (Boraks)	Na ₂ B ₄ O ₇ · 10H ₂ O	382,26	16,25 Na ₂ O
Chlorek sodu (Sól kuchenna)	NaCl	58,5	39,40 Na
Srebro	Ag	107,93	—
Stront	Sr	87,6	—
Siarczan strontowy	SrSO ₄	183,66	56,41 SrO
Węglan strontowy	SrCO ₃	147,6	70,19 SrO
Tal	Tl	204,1	—
Tantal	Ta	183	—
Tellur	Te	127	—
Tlen	O	16	—
Tor	Th	232,5	—
Tul	Tu	171	—

Nazwa	Wzór chemiczny	Ciężar atomowy, wzgl. cząsteczkowy	Zawartość w związku % na wagę
Tytan	Ti	48,1	—
Uran	U	239,5	—
Wanad	V	51,2	—
Wapń	Ca	40	—
Węgiel wapnia (Karbid)	Ca C ₂	64	62,50 Ca
Tlenek wapnia (Wapno palone żrące)	Ca O	56	71,43 Ca
Wodorotlenek (wodzian) wapnia (Wapno gaszone)	Ca (OH) ₂	74,02	75,66 Ca O
Węglan wapniowy (Spat wapienny)	Ca CO ₃	100	56,00 Ca O
Siarczan wapniowy (Anhydryt)	Ca SO ₄	136,06	41,16 Ca O
Węgiel	C	12	—
Tlenek węgla	CO	28	42,86 C
Bezwodnik węglowy	CO ₂	44	27,27 C
Acetylen	C ₂ H ₂	26,02	92,25 C
Wodór	H	1,01	—
Woda	H ₂ O	18,02	88,01 O; 11,19 H
Wolfram	W	184	—
Yterb	Yb	173	—
Ytr	Y	89	—
Złoto	Au	197,2	—
Żelazo	Fe	56	—
Tlenek żelazawy	Fe O	72	77,78
Tlenek żelazowy	Fe ₂ O ₃	160	70,00 Fe
Siarczek żelazawy	Fe S	88,06	63,59 Fe
Siarczek żelazowy	Fe ₂ S ₃	208,18	53,80 Fe
Siarczan żelazowy, siedmiowodny (Witryol zielony)	Fe SO ₄ + 7H ₂ O	278,17	25,88 Fe O

II. Tablica t. zw. dydaktyczna ciężarów atomowych. *)

Uwaga: Podstawą tej tablicy jest: H=1,00; O=15,88. Komisja międzynarodowa zezwoliła na stosowanie tych ciężarów atomowych przy wykładach szkolnych, zwłaszcza dla początkujących, którym H jako jedność ułatwia pogłądowe zrozumienie zasad związków chemicznych.

Nazwa	Znak	Ciężar atomowy	Nazwa	Znak	Ciężar atomowy	Nazwa	Znak	Ciężar atomowy
Antymon	Sb	119,1	Brom	Br	79,36	Erb	Er	164,8
Argon	A	39,6	Cer	Ce	139,0	Fosfor	P	30,77
Arsen	As	74,4	Cez	Cs	132,0	Fluor	F	18,9
Azot	N	13,93	Chlor	Cl	35,18	Gadolin	Gd	155,0
Bar	Ba	136,4	Chrom	Cr	51,7	Gal	Ga	69,5
Beryl	Be	9,03	Cyna	Sn	117,6	German	Ge	71,5
Bizmut	Bi	206,9	Cynk	Zn	64,9	Glin	Al	26,9
Bor	B	10,9	Cyrkon	Zr	90,0	Hel	He	4,0

*) J. Bielecki, Chemik Polski 1901, Nr. 2.

a. Ciężkości właściwe ciał stałych.

Woda (przy 4°C) = 1.

Agat	2,5 — 2,8	Cementy p. rozdział V		
Alabaster (gips ziarnisty)	2,3 — 2,8	działu niniejszego		
Alun potasowy	1,71	Chlorek baru, krystal.	3,7	
Amalgamat (rodzimy)	13,7 — 14,1	„ cynku	2,75	
Antracyt	1,4 — 1,7	Cukier biały	1,61	
Antymon	6,7	Cukier ołowiowy	2,4	
Aragonit (rodzaj spatu wapiennego)	3,0	Cyna klepana lub		
Arsen	5,7 — 5,8	„ walcowana	7,3 — 7,5	
Asfalt (smoła ziemna)	1,1 — 1,5	„ w odlewach	7,2	
Azbest	2,1 — 2,8	„ roztopiona	7,025	
„ w tekturze	1,2	Cyniak (ruda cynowa)	6,4 — 7,0	
Bawełna (wyschła na powietrzu)	1,47 — 1,50	Cynk w odlewach	6,86	
Bazalt (słupień)	2,7 — 3,2	„ walcowany	7,13 — 7,20	
Beton	1,8 — 2,45	„ roztopiony	6,48	
Bezwodnik arsenawy	3,69 — 3,72	Cynober	8,12	
„ krzemowy, krystaliczny	2,6	Dolomit	2,9	
„ „ bezpostaciowy	2,2			
Biel ołowiowa	6,7	Drzewa:	wyscho na powietrzu	świeże
Bizmut rodzimy	9,78	akacyowe	0,58 — 0,85	0,75 — 1,00
„ w odlewach	8,2	brzezina	0,51 — 0,77	0,80 — 1,09
„ roztopiony	10,055	bukowe (buczyna)	0,66 — 0,83	0,85 — 1,12
Błyszcz antymonowy	4,6 — 4,7	bukszpanowe	0,91 — 1,16	1,20 — 1,26
„ kobaltowy	6,0 — 6,1	cedrowe	0,57	—
„ miedziowy	5,5 — 5,8	dębina	0,69 — 1,07	0,93 — 1,28
„ ołowiowy	7,3 — 7,6	grabina	0,62 — 0,82	0,92 — 1,25
Bor	2,68	gruszone	0,61 — 0,73	0,96 — 1,07
Boracyt	2,9 — 3,0	gwajakowe	1,17 — 1,39	—
Boraks	1,7 — 1,8	heban	1,26	—
Bronz nąfosforzony	8,8	hikory amerykańskie	0,60 — 0,90	—
„ glinowy	7,7	jabłoniowe	0,66 — 0,84	0,95 — 1,26
„ z dodatkiem 79 — 14% cyny	7,4 — 8,9	jarzębina	0,69 — 0,89	0,87 — 1,13
Brak drewniany	0,69 — 0,72	jesionowe	0,57 — 0,94	0,70 — 1,14
Brykiety węglowe	1,25	jedlina	0,37 — 0,75	0,77 — 1,23
Brzemięń (spat ciężki)	4,5	kasztanowe	0,58	—
Bursztyn	1,0 — 1,1	klonowe	0,53 — 0,81	0,83 — 1,05
Cegła zwykła	1,4 — 1,55	lipina	0,32 — 0,59	0,58 — 0,87
„ klinkier	1,6 — 2,0	mahoń	0,56 — 1,06	—
		modrzewina	0,47 — 0,56	0,81
		orzechowe	0,60 — 0,81	0,91 — 0,92
		śliwowe	0,68 — 0,90	0,87 — 1,17
		sośnina	0,31 — 0,76	0,38 — 1,08
		sośnina smolista (amer. pitch-pine)	0,83 — 0,85	—
		świerczyna	0,35 — 0,60	0,40 — 1,07
		topolowe	0,36 — 0,59	0,61 — 1,07
		wiązowe	0,56 — 0,82	0,78 — 1,18
		wierzbowe	0,49 — 0,59	0,79
		wiśniowe	0,76 — 0,84	1,05 — 1,18
		Dwuchromian potasowy	2,7	
		Dwutlenek manganu (Pyrochizyt)	3,7 — 4,6	

Dyament	3,5 — 3,6	Korkowe cegły i	
Farba chromowa,		plyty: białe	0,25
żółta	6,0	" " czarne	0,56
Farba czerwona,		Korund	3,9 — 4,0
angielska	3,5 — 3,8	Kości	1,7 — 2,0
Fenol (przy 0°)	1,08 — 1,09	Kość słoniowa	1,83 — 1,92
Fosfor biały	1,82	Kreda	1,8 — 2,6
" czerwony	2,18	Krochmal w grud-	
" krystaliczny	2,34	kach	1,53
Gabro (Eufoty)	2,9 — 3,0	Kryształ górny	
Galman	4,1 — 4,5	czysty	2,6
Gips palony	1,81	Krzemień	2,6 — 2,8
" w odlewie suchym	0,97	Krzemionka	2,66
" przesiewany	1,25	Kwarzec	2,5 — 2,8
Glejta ołowiowa, ro-		" na kamienie	
dzima	7,83 — 7,98	młyńskie	1,25 — 1,60
" " sztuczna	9,3 — 9,4	Lawa bazaltowa	2,8 — 3,0
Glin chem. czysty	2,6	" trachytowa	2,0 — 2,7
" klepany	2,75	Len, włókna wyschłe	1,5
" w odlewie	2,56	Linoleum w zwojach	1,15 — 1,30
Glina chuda, sucha	1,52	Lód	0,88 — 0,92
" świeżo kopana	1,67 — 2,85	Łój	0,90 — 0,97
Glina tłusta	1,8 — 2,6	Łojek (słoniniec, talk)	2,6 — 2,8
Gnejs	2,4 — 2,7	Łupek zwykły	2,65 — 2,7
Grafit	1,9 — 2,3	" gliniany	2,76 — 2,88
Granat	3,4 — 4,3	" szlifierski	2,1
Granit	2,51 — 3,05	Lyszczyk (mika)	2,65 — 3,20
Guma arabska	1,31 — 1,45	Magnetyt (ruda żel.)	4,9 — 5,2
Guma surowa (kauczuk)	0,92 — 0,96	Magnez	1,74
" w wyrobach	1,0 — 2,0	Magnezia (tlenek	
" " średnio	1,45	magn.)	3,2
Gummi-gutta	1,2	Mąka luźna	0,4 — 0,5
Gutaperka	0,96 — 0,99	" stłoczona	0,7 — 0,8
Hornblendy	3,0	Malachit	3,7 — 4,1
Iskrzyk (siarczek żel.)	4,9 — 5,2	Mangan	7,15 — 8,03
Jęczmień (nasypany)	0,69	Marmur zwykły	2,52 — 2,85
Jod	4,95	" kararyjski	2,72
Kadm	8,6	Martwica (tuf) z ło-	
Kalafonia	1,07	mu	1,3
Kaolin (glinka por-		" w ceglach	0,8 — 0,9
celanowa)	2,2	Masło	0,94 — 0,95
Kartofle (ziemniaki)	1,06 — 1,13	Metal biały, na pa-	
Kauczuk surowy	0,92 — 0,96	newki	7,1
Klej stolarski	1,27	" „Delta“	8,6
Kobalt	8,51	Miedź w odlewach	8,8
" proszkowany, do	9,5	" walcow. lub kle-	
Koks w kawałkach	1,4	pana	8,9 — 9,0
Konopie, włókna wy-		" w drutach	8,8 — 9,0
schłe	1,5	" elektrolityczna	8,9 — 8,95
Korek	0,24	" roztopiona	8,22

Minia (ołowiowa)	8,6 — 9,1	Ruda manganowa,	
Mosiądz wal-	} zależnie od % cynku	czerwona	3,46
cowany		" czarna	3,9 — 4,1
" w odlewach		" żelazna, bru-	
" wyciągany		natna	3,7 — 3,9
Mur z cegły	8,43 — 8,73	Salamoniak . . .	1,5 — 1,6
pełnej, świeży	1,57 — 1,63	Saletra chilijska (so-	
" " wyschły	1,42 — 1,46	dowa w krysztl.	2,26
Mylnik (Apatyt)	3,16 — 3,22	" potasowa	1,95 — 2,08
Naftalina . . .	1,15	Siarczek miedzi	4,1 — 4,3
Niebieściec (mo-		Siarka bezpostaciowa	1,93
dryn)	3,9	" kryształiczna	1,96 i 2,07
Nikiel	8,9 — 9,2	" rodzima	2,07
Okra	3,5	Siniec (syenit) . . .	2,6 — 2,8
Olrot	0,88 — 0,94	Skóra natłuszczona	1,02
Ołów	11,25 — 11,37	" sucha	0,86
" roztopiony	10,37	Smoła (pak)	1,07 — 1,10
Opal	2,2	Śnieg luźny	0,125
Owies nasypany	0,43	Sód	0,978
Papier	0,7 — 1,15	Soda żrąca z 22,2 %	
Parafina	0,87 — 0,91	H ₂ O	2,0
Pianka morska	0,99 — 1,28	" zwykła krysta-	
Piasek drobnoziarnisty,		liczna	1,45
suchy	1,4 — 1,65	" " wyżarzona	2,5
" " wilgotny	1,9 — 2,05	Sól gorzka w kry-	
" gruboziarnisty,		ształach	1,7 — 1,8
suchy	1,4 — 1,5	" " pozbawiona	
Piaskowiec z łomów	2,2 — 2,5	wody	2,6
" sztuczny	2,03	Sól kuchenna ka-	
Platyna klepana	21,3 — 21,5	mienna	2,28 — 2,41
" w odlewie	21,15	" " warzona	2,15 — 2,17
Porcelana chińska	2,4 — 2,5	Spat wapienny	2,6 — 2,8
" berlińska	2,29	" polny (feld-	
Porfir	2,6 — 2,9	spat) orthoklaz	2,53 — 2,58
czarny (Melafir)	2,6	Srebro w odlewach	10,42 — 10,53
Potas	0,865	" klepane	10,5 — 10,6
Potaż żrący, suchy	2,1	" roztopione	9,51
" zwykły	2,26	Srebro nowe (Ar-	
Proch strzelniczy,		gentan)	8,4 — 8,7
luźny	0,9	Stal spawalna . . .	7,86
" " ubity	1,75	" zlewna *)	7,86
Pszemica nasypana	0,7 — 0,8	Stront	2,5
Pumeks (gąbczak)		Stroncyanit	3,7
kopalny	0,37 — 0,9	Szamet w ceglach	1,85
" " wiedeński	2,2 — 2,5	Szkło boraksove	2,6
" " suftowy		" butelkowe	2,6
(izolacyjny)	0,38	" kryształowe	2,9 — 3,0

*) Przy zawartości % C: 0,09 0,20 0,37 0,51 0,81 0,97%
Ciężkość właściwa jest: 7,8705 7,8609 7,8433 7,8398 7,8248 7,8155.

Szkoło krzemienio- we (angiel. flintglass)	3,15 — 3,90	Witryol zielony (s. żelaz.)	1,8 — 1,98
„ okienne zwykłe	2,4 — 2,6	Wolfram	17,5
„ zielone	2,64	Wosk	0,95 — 0,98
„ zwierciadla- ne (angiel. crown-glass)	2,45 — 2,72	Zaprawa wapienna:	
Szmaragd	2,68 — 2,73	„ „ sucha	1,65
Szmyrgiel	4,0	„ „ świeża	1,78
Tłuszcz	0,92 — 0,94	„ „ średnio	1,7
Topaz	3,51 — 3,57	Zieleniec	2,9 — 3,0
Topnik (fluspat)	3,1 — 3,2	Ziemia gliniasta:	
Torf ziemisty	0,64	świeżo ubita	2,0
„ smolisty	0,84	„ sucha	1,6 — 1,9
Tras mielony	0,95	„ lekka, sucha	1,34
Trójsiarczek arse- nu (auripigment)	3,4 — 3,5	Złoto rodzime, czyste	19,33
Turmalin	2,94 — 3,24	„ w odlewach	19,25
Umbra (ziemia umbra)	2,2	„ klepane	19,3 — 19,35
Wapień, wapniak	2,46 — 2,84	Żelaziak brunatny	3,4 — 3,95
Wapno wypalone	2,3 — 3,2	„ czerwony	4,5 — 4,9
„ gaszone	1,3 — 1,4	Żelazo chemicznie czyste	7,88
Węgiel brunatny	1,2 — 1,5	Żelazo spawalne	7,8
„ drzewny wraz z powietrzem	0,4	„ „ w drutach	7,6 — 7,75
„ „ sama masa	1,4 — 1,5	„ lane	7,25
„ kamienny	1,2 — 1,5	„ roztopione	6,9
Węgiel wapnia (karbid)	2,26	„ zlewne	7,85
Wełna owcza, wy- schła	1,32	„ surowiec biały	7,0 — 7,8
Wężowiec [serpen- tyn]	2,4 — 2,7	„ „ szary	6,7 — 7,6
Witryol biały (siarczan cynk.) kryst.	2,04	Żużel wielkopieco- wy	2,5 — 3,0
„ niebieski (s. miedzi) „	2,2 — 2,3	Żwir suchy	1,8
		„ mokry	2,0
		„ magnetytowy	4,54 — 4,64
		Żywica	1,07
		Żyto nasypane	0,68 — 0,79

b. Ciężkości właściwe cieczy.

Nazwa cieczy	Ciężk. właśc.	przy stop. Cel.	Nazwa cieczy	Ciężk. właśc.	przy stop. Cel.
Aceton	0,79	20 ⁰	Alkohol amyłowy	0,81	20 ⁰
Aldehyd	0,80	0 ⁰	„ metylowy	0,81	4 ⁰
Alkohol (bezwodny) zwykły	0,79	15 ⁰	Anilina	1,04	0 ⁰
			Benzyna	0,68 — 0,70	15 ⁰

Nazwa cieczy	Cieźk. właśc.	przy stop. Cel.	Nazwa cieczy	Cieźk. właśc.	przy stop. Cel.
Benzol	0,90	0 ⁰	Olejki (i oleje):		
Białko	1,04	15 ⁰	„ palmowy	0,91	15 ⁰
Brom	3,19	0 ⁰	„ rycynusowy	0,97	15 ⁰
Chloroform	1,48	18 ⁰	„ rzepakowy, surowy	0,92	15 ⁰
Eter etylowy	0,74	0 ⁰	„ „ rafinowany	0,91	15 ⁰
„ naftowy	0,67	15 ⁰	„ terpentynowy, suro-		
Fotogen	0,78—0,85	15 ⁰	wy 0,85—0,86	0,86	15 ⁰
Gliceryna bezwodna	1,26	0 ⁰	„ „ oczyszczony	0,87	16 ⁰
Kwas karbolowy,			„ waleryanowy	0,97	16 ⁰
surowy	0,95—0,97	15 ⁰	„ żywiczny	0,96	15 ⁰
Kwas masłowy	0,96	15 ⁰	Piwo	1,02—1,04	—
„ olejowy	0,90	15 ⁰	Potaż żrący w ługu:		
Kwas azotowy			„ „ 12% KOH	1,10	15 ⁰
z 25% HNO ₃	1,15	15 ⁰	„ „ 31% „	1,30	15 ⁰
„ 40% „	1,25	15 ⁰	„ „ 63% „	1,70	15 ⁰
„ 91% „	1,50	15 ⁰	Rtęć	13,5956	0 ⁰
Kwas solny (chloro-wodo-			Siarczek węgla	1,29	15 ⁰
rowy)			Smary mineralne 0,90—0,93	20 ⁰	
10% HCl	1,05	15 ⁰	Smola płynna (maż z wę-		
40% HCl	1,20	15 ⁰	gla kamiennego)	1,20	—
Kwas siarczany			Soda żrąca w ługu:		
z 7,5% H ₂ SO ₄	1,05	15 ⁰	„ 13% NaOH	1,15	15 ⁰
„ 27% „	1,20	15 ⁰	„ 22% „	1,25	15 ⁰
„ 50% „	1,40	15 ⁰	„ 66% „	1,70	15 ⁰
„ 87% „	1,80	15 ⁰	Sól kuchenna w roz-		
dymiący	1,89	15 ⁰	czynię:		
Kwas siarkawy (zgęsz-			„ 14% NaCl	1,10	15 ⁰
czony)	1,49	20 ⁰	„ 26% NaCl	1,20	15 ⁰
Mleko *)	1,03	15 ⁰	„ rozczyn nasy-		
Nafta nieczyszczona	0,76	19 ⁰	cony	1,21	17 ⁰
Nafta do oświetlenia			Spirytus drzewny	0,80	0 ⁰
(kerosina) 0,79—0,82	15 ⁰		Tłuszcz z kopytek	0,92	15 ⁰
Olejki (i oleje):			Tran	0,92—0,93	15 ⁰
„ anyżowy	1,00	16 ⁰	Wino (reńskie)	0,99—1,00	—
„ bawełniany (z sie-			Witryol biały (siarczan		
mienia)	0,93	15 ⁰	cynk.) w roztworze		
„ bursztynowy	0,80	15 ⁰	17% ZnSO ₄ + 7H ₂ O	1,10	15 ⁰
„ cytrynowy	0,84	16 ⁰	55% „ „	1,40	15 ⁰
„ kamforowy	0,91	—	Witryol niebieski (siar-		
„ kokosowy (z orzecha)	0,93	15 ⁰	miedzi) w roztw.		
„ kreozotowy	1,04—1,10	15 ⁰	15% CuSO ₄ + 5H ₂ O	1,10	15 ⁰
„ lujiawy (gotowany)	0,94	15 ⁰	28% „ „	1,15	15 ⁰
„ makowy	0,92	15 ⁰	Woda (dystylowana)	1,00	4 ⁰
„ oliwny (oliwa)	0,92	15 ⁰	Woda morska	1,02—1,03	15 ⁰

*) Mleko normalne 1,028; zbierane 1,032; średnie 1,030, przy 15° C.

Z tablicy na V_f wody, na str. 316 T. I, można dla dowolnej temperatury oznaczyć ciężkość właściwą wody, jako równą stosunkowi $1:V_f$.

Areometr (gęstościomierz). Jeżeli przez n oznaczymy spostrzeżoną ilość stopni areometru, to otrzymamy gęstości σ_l dla cieczy lżejszych, a σ_s dla cieczy cięższych niż woda, z areometru:

$$\begin{aligned} \text{Baumé'go (przy } 12,5^\circ \text{ temp.)} & \dots \sigma_l = \frac{145,88}{145,88 + n}, \text{ wzgl. } \sigma_s = \frac{145,88}{145,88 - n}; \\ \text{Beck'a (" } 12,5^\circ \text{ ")} & \dots \sigma_l = \frac{170}{170 + n}, \text{ wzgl. } \sigma_s = \frac{170}{170 - n}; \\ \text{Brix'a (" } 15,6^\circ \text{ ")} & \dots \sigma_l = \frac{400}{400 + n}, \text{ wzgl. } \sigma_s = \frac{400}{400 - n}. \end{aligned}$$

Ciężkości właściwe i stosunki mieszaniny wodnistej alkoholu (podł. Brix'a).

Ciężkość właściwa	0,999	0,993	0,987	0,981	0,976	0,971	0,966	0,959	0,952	0,944
100 cz. obj. za-alkoholu cz. obj.	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45
wiera w sobie (wody cz. obj.)	99,06	95,31	90,71	86,19	81,71	77,23	72,71	68,11	63,41	58,59
Ciężkość właściwa	0,934	0,924	0,913	0,902	0,890	0,877	0,864	0,850	0,834	0,816
100 cz. obj. za-alkoholu cz. obj.	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
wiera w sobie (wody cz. obj.)	53,70	48,72	43,66	38,56	33,38	28,14	22,82	17,42	11,88	6,15

Uwaga: Dane powyższe zestawiono dla temperatury $15\frac{3}{10}^\circ$. Dzielać części objętościowe alkoholu przez przynależną ciężkość właściwą z tablicy i mnożyć iloczyn ten przez 0,7946, otrzymamy części alkoholu na wagę, zawarte w mieszaninie, czyli procent alkoholu na wagę.

c. Ciężkość właściwa gazów i par,

przy 0° i 760 mm sł. rt. (p. str. 6.)

Suche powietrze atmosferyczne = 1.

Acetylen	0,91	Gaz błotny	0,559
Alkohol (para)	1,601	Gaz oświetlający	0,34—0,45
Amoniak	0,592	Kwas solny (para)	1,25
Azot	0,9714	Rtęć (para)	6,94
Bezwodnik siarkawy SO_2	2,250	Siarczek węglowy	2,644
" węglowy CO_2	1,5291	Siarka (para)	6,617
Chlor	2,423	Siarkowodor	1,175
Chlorowódor HCl	1,2612	Tlen	1,1056
Eter (para)	2,586	Tlenek węgla	0,9673
Etylen	0,974	Woda (para)	0,6233
Fluorowódor	2,37	Wodór	0,06927

Ciężkość właściwa powietrza suchego przy 0° i 760 mm sł. rt. względnie do wody 4° jako jednostki jest (podług Regnault'a): 0,001293187 ∞ 1 : 773 (p. T. I str. 277, 279, oraz Dział VI, rozdz. VIII A).

Wagi jednego m^3 gazu lub pary w kg, p. T. I str. 277.

1 m^3 gazów kominowych waży średnio 1,25—0,0027 t w kg, jeżeli t oznacza temperaturę w stopniach Cels. Skład tych gazów bywa jednak nader zmienny, w zależności od gatunku paliwa i mniej lub więcej obfitego doprowadzania powietrza, lepiej zatem obliczać ich ciężkość z analizy gazów kominowych (p. T. I str. 278, 279 i 322).

C. Wagi ciał sypkich i układanych w warstwy.

(Por. Dział XV rozdz. I B i Dział XVII rozdz. I B.)

1 m^3 waży:

Bazalt	3200	Beton z szabru wapieniakowego	2000
Beton z szabru ceglanego	1800	" " granitowego	2200

Bukowe drzewo (w szczapach)	400	Sól kuchenna (NaCl) warzona,	
Buraki	570—650	gruboziarn.	745
Cegły, zwykłe	1375—1500	" " " warzona,	
" klinkiery	1600—1800	drobnoziarn.	785
Dębowe drzewo w szczapach	420	" " " kamien-	
Drzewa iglaste, średnio	330	na, mielona	1015
Gлина lub żwir, suche	1800	Świerkowe drzewo w szcza-	
" " " mokre	2000	pach	320
Granit	2700	Torf wyschły na powietrzu .	325—410
Gruszki	350	" wilgotny	550—650
Jabłka	300	Trawa i koniczyna	350
Kartofle (ziemniaki)	650—700	Tras mielony	950
Koks gazowy	360—470	Wapno hydrauliczne, prosz-	
" hutniczy	380—530	kowane	550
Mierzwa i guano	750—950	Wapno tłuste, wypalone i prosz-	
Piasek, glina, ziemia suche	1600	kowane	500
Piasek, glina, ziemia mokre	2000	Wapniaki i kamienie	2000
Piasek formierski, nasypany	1200	Węgiel brunatny, wyschły i	
" " ubity	1650	w kawałach	650—780
Saletra chilijska (sodowa) nasyp.	1000	Węgiel drzewny z drzewa mięk.	150
Śliwki	350	" " " tward.	220
Śnieg świeżo spadły	80—190	" kamienny	650—870
" wilgotny i wodnisty	200—800	Zaprawa wapienna	1700—1800

ładunek 10000 kg (610 pudowy) zawiera m³.

Buraków	15,4—17,5	Soli kuchennej, kamiennej,	
Brykietów węglowych	9,0—10,0	mielonej	9,8
Cegły zwykłej	6,7—7,3	Smoly płynnej (mazi z węgl.	
" klinkierów	5,6—6,3	kam.)	8,3
Drzewa bukowego w szczapach	25,0	Torfu wyschłego	24,4—30,8
" dębowego "	23,8	" wilgotnego	15,4—18,2
" iglastego " śred-		Trasu, mielonego	10,5
nio	30,3	Wapna wypalonego	4,0—5,5
Drzewa świerkowego w szcza-		Wapniaków i kamieni	5,0
pach	31,3	Węgla brunatnego, suche-	
Gliny chudej, świeżo kopanej	6,0	go	12,8—15,4
Gliny tłustej, suchej	5,6	Węgla drzewnego, z drzewa	
Gliny tłustej, mokrej	5,0	mięk.	66,7
Iskrzyka	3,0	Węgla drzewnego, z drzewa	
Kartofli (ziemniaków)	13,7—14,3	tward.	45,5
Koksu gazowego	21,3—27,8	Węgla kamiennego	11,5—14,3
" hutniczego	18,9—26,3	Zaprawy wapiennej	5,6—5,9
Piasku, rzecznoego, mokrego	5,7	Żelaziaka brunatnego	3,0—3,5
" formierskiego, luź-		Żwiru rzecznoego, suchego	3,7—4,3
nego	8,3	" " mokrego	3,5—4,0
Piasku formierskiego, ubi-		Żużli i popiołu koksowego	16,7
tego	6,1		

44 stopy sześć. ang. nasypanych węgla kamiennych waga około 1000 kg. a zatem 100 stóp sz. około 2270 kg, czyli 1 m³ 803 kg. Podług Stevens'a i Döring'a na 1 m³ przestrzeni ładunkowej okrętu liczyć można 896 kg.

II. METALE.

Część ogólna.

a. Waga 1000 m drutu w kg.

Ciężkości właściwe: Żelazo kowalne 7,65, stal 7,956, miedź 9,00, mosiądz 8,687.

Grubość mm	Żelazo kowalne kg	Stal kg	Miedź kg	Mosiądz kg	Grubość mm	Żelazo kowalne kg	Stal kg	Miedź kg	Mosiądz kg
0,14	0,118	0,122	0,139	0,134	1,4	11,78	12,25	13,86	13,37
0,16	0,154	0,160	0,181	0,175	1,6	15,38	16,00	18,10	17,46
0,18	0,195	0,202	0,229	0,221	1,8	19,47	20,25	22,90	22,11
0,20	0,240	0,250	0,283	0,273	2,0	24,03	25,00	28,28	27,29
0,22	0,291	0,302	0,342	0,330	2,2	29,08	30,24	34,21	33,03
0,24	0,346	0,360	0,407	0,393	2,5	37,55	39,05	44,18	42,65
0,26	0,406	0,422	0,478	0,461	2,8	47,10	48,99	55,42	53,47
0,28	0,471	0,490	0,554	0,535	3,1	57,74	60,05	67,93	65,55
0,31	0,577	0,600	0,679	0,656	3,4	69,46	72,23	81,71	78,85
0,34	0,695	0,722	0,817	0,789	3,8	86,76	90,02	102,1	98,52
0,37	0,823	0,855	0,968	0,934	4,2	105,99	110,23	124,7	120,3
0,40	0,961	1,000	1,131	1,092	4,6	127,14	132,22	149,6	144,4
0,45	1,217	1,265	1,431	1,382	5,0	150,21	156,22	176,7	170,6
0,50	1,502	1,562	1,767	1,706	5,5	181,75	189,02	213,8	206,4
0,55	1,817	1,890	2,138	2,064	6,0	216,30	224,95	254,5	245,6
0,60	2,163	2,249	2,545	2,456	6,5	253,85	264,01	298,6	288,3
0,70	2,944	3,062	3,464	3,343	7,0	294,41	306,19	346,4	334,3
0,80	3,845	3,999	4,524	4,367	7,6	347,04	360,92	408,3	394,1
0,90	4,867	5,061	5,726	5,526	8,2	404,00	420,16	475,3	458,8
1,00	6,008	6,249	7,069	6,823	8,8	465,28	483,89	547,4	528,4
1,10	7,270	7,561	8,553	8,256	9,4	530,89	552,13	624,6	602,9
1,20	8,652	8,998	10,18	9,825	10,0	600,83	624,86	706,9	682,3
1,30	10,154	10,560	11,95	11,53					

Drut ołowiany poniżej p. D.

Drut brązowy poniżej p. F.

b. Tablica wag rozmaitych płyt metalowych.

Waga w kg/m².

Grubość mm	Żelazo spawalne	Żelazo zwykłe	Stal żelwna i walcowana	Żelazo lane	Miedź	Mosiądz	Bronz	Cynk	Ołów
1	7,8	7,85	7,86	7,25	8,9	8,55	8,6	7,2	11,37
2	15,6	15,70	15,72	14,50	17,8	17,10	17,2	14,4	22,74
3	23,4	23,55	23,58	21,75	26,7	25,65	25,8	21,6	34,11
4	31,2	31,40	31,44	29,00	35,6	34,20	34,4	28,8	45,48
5	39,0	39,25	39,30	36,25	44,5	42,75	43,0	36,0	56,85
6	46,8	47,10	47,16	43,50	53,4	51,30	51,6	43,2	68,22
7	54,6	54,95	55,02	50,75	62,3	59,85	60,2	50,4	79,59
8	62,4	62,80	62,88	58,00	71,2	68,40	68,8	57,6	90,96
9	70,2	70,65	70,74	65,25	80,1	76,95	77,4	64,8	102,33
10	78,0	78,50	78,60	72,50	89,0	85,50	86,0	72,0	113,70
11	85,8	86,35	86,46	79,75	97,9	94,05	94,6	79,2	125,07
12	93,6	94,20	94,32	87,00	106,8	102,60	103,2	86,4	136,44
13	101,4	102,05	102,18	94,25	115,7	111,15	111,8	93,6	147,81
14	109,2	109,90	110,04	101,50	124,6	119,70	120,4	100,8	159,18
15	117,0	117,75	117,90	108,75	133,5	128,25	129,0	108,0	170,55
16	124,8	125,60	125,76	116,00	142,4	136,80	137,6	115,2	181,92
17	132,6	133,45	133,62	123,25	151,3	145,35	146,2	122,4	193,29
18	140,4	141,30	141,48	130,50	160,2	153,90	154,8	129,6	204,66
19	148,2	149,15	149,43	137,75	169,1	162,45	163,4	136,8	216,03
20	156,0	157,00	157,20	145,00	178,0	171,00	172,0	144,0	227,40
21	163,8	164,85	165,06	152,25	186,9	179,55	180,6	151,2	238,77
22	171,6	172,70	172,92	159,50	195,8	188,10	189,2	158,4	250,14
23	179,4	180,55	180,78	166,75	204,7	196,65	197,8	165,6	261,51
24	187,2	188,40	188,64	174,00	213,6	205,20	206,4	172,8	272,88
25	195,0	196,25	196,50	181,25	222,5	213,75	215,0	180,0	284,25
26	202,8	204,10	204,36	188,50	231,4	222,30	223,6	187,2	295,62
27	210,6	211,95	212,22	195,75	240,3	230,85	232,2	194,4	306,99
28	218,4	219,80	220,08	203,00	249,2	239,40	240,8	201,6	318,36
29	226,2	227,65	227,94	210,25	258,1	247,95	249,4	208,8	329,73
30	234,0	235,50	235,80	217,50	267,0	256,50	258,0	216,0	341,10

Ciężkości własc. metali powyższych względnie do:

Żelaza lanego	} 1,076	1,083	1,084	1	1,228	1,179	1,186	0,993	1,568
Żelaza spawalnego		} 1	1,006	1,008	0,929	1,141	1,096	1,103	0,923	1,458

c. Skale na drut i cienkie blachy.

Nr. skali	Niemiecka skala mi- limetryczna na druty						Nr. skali	Niemiecka skala mi- limetryczna na drut					
	Niemiecka skala na mm	Dillingeńska skala na mm	Westfalska skala na mm	Angielska skala na mm	Francuska skala na mm	Niemiecka skala na mm		Dillingeńska skala na mm	Westfalska skala na mm	Angielska skala na mm	Francuska skala na mm		
0000	.	.	.	11,531	.	22	2,2	0,625	0,60	4,6	0,711	5,4	
000	.	.	.	10,795	.	22 1/2	.	.	0,50	.	.	.	
00	.	.	.	9,652	.	23	.	0,562	0,40	5,5	0,635	5,9	
0	.	.	.	8,636	.	24	.	0,500	0,30	6,0	0,559	6,4	
1	5,50	5,50	0,6	7,620	0,6	25	2,5	0,438	.	7,0	0,508	7,0	
2	0,2	5,00	5,00	0,7	7,213	0,7	26	.	0,375	7,6	0,457	7,6	
2/2	0,22	.	.	.	.	27	.	0,300	.	8,8	0,406	8,2
2/4	0,24	.	.	.	.	28	2,8	.	.	9,4	0,356	8,8
2/6	0,26	.	.	.	.	29	.	.	.	10,0	0,330	9,4
2/8	0,28	.	.	.	.	30	.	.	.	.	0,305	10,0
3	4,50	4,50	.	6,579	0,8	31	3,1	.	.	.	0,254	.	
3/1	0,31	.	.	.	.	32	.	.	.	.	0,229	.
3/4	0,34	.	.	.	.	33	.	.	.	.	0,203	.
3/7	0,37	.	.	.	.	34	3,4	.	.	.	0,178	.
4	0,40	4,25	4,25	0,8	6,045	0,9	35	.	.	.	0,127	.	
4/5	0,45	.	.	.	.	36	.	.	.	.	0,102	.
5	0,50	4,00	4,00	0,9	5,588	1,0	37	3,7	.	.	.	.
5/5	0,55	.	.	.	.	38	3,8	.	.	.	.	.
6	0,60	3,75	3,50	1,0	5,154	1,1	39	3,9	.	.	.	Francuska skala na cienkie dru- ty i blachy	
7	0,70	3,50	3,25	1,1	4,572	1,2	40	4,0	.	.	.	Nr.	
8	0,80	3,25	3,00	1,2	4,191	1,3	42	4,2	.	.	.	mm	
9	0,90	3,00	2,75	1,3	3,759	1,4	44	4,4	.	.	.	P. 0	
10	1,0	2,75	2,50	1,4	3,404	1,5	46	4,6	.	.	.	P. 1	
11	1,1	2,50	2,25	1,6	3,048	1,6	48	4,8	.	.	.	P. 2	
12	1,2	2,25	2,00	.	2,769	1,8	50	5,0	.	.	.	P. 3	
13	1,3	2,00	1,85	1,8	2,413	2,0	55	5,5	.	.	.	P. 4	
14	1,4	1,75	1,70	2,0	2,108	2,2	60	6,0	.	.	.	P. 5	
15	1,50	1,55	2,2	1,829	2,4	65	6,5	.	.	.	.	P. 6
16	1,6	1,375	1,40	2,5	1,651	2,7	70	7,0	.	.	.	P. 7	
17	1,250	1,25	2,8	1,473	3,0	75	7,5	.	.	.	.	P. 8
18	1,125	1,10	3,1	1,245	3,4	80	8,0	.	.	.	.	P. 9
19	1,000	1,00	3,4	1,067	3,9	85	8,5	.	.	.	.	P. 10
20	0,875	0,90	3,8	0,889	4,4	90	9,0	.	.	.	.	P. 11
21	0,750	0,80	4,2	0,813	4,9	95	9,5	.	.	.	.	P. 12
21 1/2	0,680	0,70	.	.	.	100	10,0	.	.	.	.	P. 13
												P. 14	
												P. 15	

Skalę angielską (B. W. G. = Birmingham wire gauge) stosują w Anglii i Niemczech północnych do blachy, drutu i taśmowników — w Niemczech południowych wyłącznie tylko do taśmowników. Dillingeńska skala jest w użyciu w hutach Dillingen i Hayange. Skala francuska (Jauge de Paris 1857) znajduje zastosowanie w całej Francji do drutu i druciaków, w Niemczech w ogóle do druciaków, a w Niemczech południowych nadto przeważnie i do drutu.

A. Żelazo.

(Por. Dział XIII: Kuźniactwo).

a. Podział i własności.

Spółczynniki sprężystości i wytrzymałości p. T. I, str. 331 i nast., barwy żaru żelaza p. T. I, str. 313; ciężkości właściwe p. str. 10. Chemicznie czyste żelazo nie znajduje zastosowania w technice. Stosownie do sposobu wyrobu, zastosowania i zawartości węgla różróżnia się:

1. **Surówka** łatwo topliwa, a nie kowalna. Jest to produkt wielkiego pieca (surówka na węglu drzewnym, lub na koksie wytapiana) o zawartości 2,3 do 6% C. Surówka szara, przy 1200—1300°, bardzo rzadkoplłynna, krzepnąc zaś, rozszerza się, skutkiem czego wypełnia dokładnie formę, a odlew z niej jest miękki, dający się łatwo obrabiać dłutem lub pilnikiem. Węgiel (C) częściowo chemicznie związany, częściowo w postaci grafitu. Surówka biała, przy 1100 do 1200° gestoplłynna, znajduje zastosowanie do dalszej przeróbki w pudlingarniach lub sposobami Bessemer'a, Thomas'a i Martin'a. Jest ona twarda, lecz pęka łatwo, posiada złom krystaliczny, a C jest w niej chemicznie związany. Surówka pstra pośrednia między powyższymi. Surówka polyskliwa zawiera w sobie 10—20% Mn, a t. zw. ferromangan 25—70% Mn.

Zwykle gutunki surówek mają: $K_2 = 1200$ do 1500 kg/cm^2 , wyborowe i droższe mieszaniny, o $K_2 = 1750$ do 2060 kg/cm^2 stosują się na odlewy wymagające osobliwszej wytrzymałości. Skład różnych gatunków surówek podano w dziale XIII, rozdz. II.

2. **Żelazo lane** (żeliwo) przetapia się z surówki szarej (miękkiej) albo pstrej (twardej) w kopolakach, płomieniakach lub tyglakach, a odlewa się w formach otwartych albo w skrzyniowych (kastlach), jako odlew w piasku, glinie lub masie, wreszcie w formach żelaznych, jako odlew hartowany. Dodając temu stalowego, otrzymujemy t. zw. odlew stalowy, który przez następnę, dłuższę wyżarzanie z rudami zasobnemi w tlen, t. j. przez odwęglanie, zamienia się na odlew temperowany albo kowalny (kutolany), a właściwie odwęglony.

Pręty z odlewu hartowanego podług prób „Gruson-Werke” mają $K_2 = 3700$ do 4400 , $K_3 = 2200$ do 2800 kg/cm^2); odlew stalowy Fr. Krupp'a, średnio miękki, na części maszyn z ębnice, t. j. drągi uźębione i t. p.): $K_2 = 4500 \text{ kg/cm}^2$ i $\varphi = 20\%$ rozciągnięcia.

3. **Żelazo spawalne** jest kowalnem i spawalnem, natomiast mało hartownem; otrzymuje się ono z surówki przez spalanie części węgla w niej zawartego, a mianowicie w piecach fryszerskich (dymarkach), albo też w płomieniakach (pudlingarskich) w stanie ciastowatym. Zawartość C: 0,5 do 0,10%; punkt topnienia 1500° do 1600°. Żelazo włókniste, o złomie ciemno-szarawym, długowłóknistym, lub pozrywany, zawiera mniej C, a drobnoziarniste, o złomie jasnoszarym, drobnoziarnistym,**) zawiera więcej C. Żelazo spawalne,

*) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, str. 730.

**) J. Riemer, w Zeitschr. d. V. d. Ing. 1895, str. 657, zaprzecza znaczeniu różróżniania włókna od ziarna dla określenia dobroci żelaza spawalnego.

przez długotrwałe żarzenie z ciałami zasobnymi w węgiel, czyli przez t. zw. cementowanie albo nawęglanie, możemy zewnętrznie nastalić.

Żelazo spawalne przerabia się przeważnie na blachy, drut wyciągany lub walcowany i na kształtowniki. Zmiany wytrzymałości na rozciąganie, przy wzrastających temperaturach, (jeżeli wytrzymałość przy 20° oznaczmy przez 100), podajemy w poniższym zestawieniu:

Temperatura	20	100	200	300	400	500	600	700	800°
Zerwanie przy $K_s = 100$	104	112	116	96	76	42	25	15.	

4. **Żelazo zlewne** jest kowalne, lecz tylko słabo spawalne i nie hartuje się. Otrzymuje się ono w stanie płynnym, jako żelazo zlewne: besemerowskie, tomasowskie lub martynowskie, w postaci bałwanów (ingotów). Zawartość C: 0,25 do 0,05%, punkt topnienia 1850 do 1450°. Złom jasnoszary, równomiernie drobnoziarnisty. Wytrzymałość zazwyczaj większa niż żelaza spawalnego. Jako zlewny (odlewy z żelaza zlewne), odlewa się ono w postaci ostateczną, pozatem ma takie same zastosowanie, jak żelazo spawalne. Żelazo spawalne i zlewne noszą wspólne miano żelaza **kowalnego**, albo kutego. O wpływie temperatury na wytrzymałość i t. p. żelaza zlewne p. T. I, str. 332. Z miękkiego żelaza kowalnego, stapianego w tyglach, można otrzymywać wisne odlewy mniejszych rozmiarów.

5. **Stal spawalna**, hartowana, kowalna i spawalna (nawet z żelazem spawalnym) wyrabia się, przez miesienie w stanie ciastowatym na ogniskach dymarek lub płomieniaków, z surówki zawierającej mangan, przyczem następuje częściowe odwęglenie. Naodwrot, z żelaza spawalnego, przez nawęglanie, t. j. dłuższe żarzenie z ciałami zawierającymi C, otrzymujemy stal cementowaną, czyli nawęglaną. Przez snopowanie prętów ze stali powyższych gatunków i następne przekuwanie snopa otrzymujemy stal rafinowaną. Zawartość C w stali 1,6 — 0,5%, punkt topnienia 1300 do 1400°. Stal nagle ochłodzona staje się bardziej drobnoziarnistą, twardą i pękającą, lecz przez ponowne zagrzanie odzyskuje ona, w miarę wzrastania temperatury, pierwotną swą wisność i miękkość, przyczem nalatują na nią następujące barwy (należały):

Przy zagrzaniu do: 220° bladeżółta, 232° słomiana, 243° złota, 250° purpurowa, 266° fiołkowa, 278° ciemnopurpurowa, 293° jasnobłękitna, 316° ciemnoniebieska. (Żelazo spawalne nabiera tych samych barw dopiero przy wyższych temperaturach, a surówka szara przy jeszcze wyższych).

Stal spawalna przerabia się na blachy i druty, a nadto używa się ona do nastalania narzędzi żelaznych (stal do nastalania).

6. **Stal zlewna** jest kowalną i hartowaną, lecz słabo spawalną, a otrzymujemy ją w postaci bałwanów, jako stal tyglową, besemerską, tomasowską lub martynowską. Zawartość C 1,5 do 0,25%, punkt topnienia 1300 do 1400°. Złom jednolicie miałkoziarnisty, mglistoszary. Na lepsze narzędzia używa się wyłącznie stali tyglowej albo nawolfraamonej. Wytrzymałość stali zlewnej jest większa niż innych gatunków żelaza, a granica między żelazem zlewem, a takąż stałą, leży przy ciągnięciu rozrywajacem 5000 kg/cm².

Stal spawalna i zlewna noszą wspólne miano **stali**, a dawniejszą nazwę stali lanej zastąpiono dziś nazwą stal tygłowa. Odlewy stalowe wykonują się w postaci wykończonej, jako odlewy ze stali zlewnej, wypadałoby zatem nazwać je zlewami stalowymi.

Żelaza, o zawartości 1,6 do 2,3% C, w technice nie stosują.

Zanieczyszczenia w żelazie:

Krzem (0,05 do 0,4%) zmniejsza spawalność żelaza i czyni je nadto suchem (próchnistem), t. zn. łamliwym i na zimno i na gorąco.

Fosfor utwardnia surówkę, czyniąc ją rzadkopląnną; w żelazie kowalnym zwiększa on spawalność, lecz zmniejsza wytrzymałość, a nadto czyni je zimnokruczem, t. zn. kruczem w stanie zimnym.

Surówka zawierająca 0,5 do 1,5% fosforu, lub więcej, dopiero przez przymieszkę lepszych gatunków staje się stosowną do odlewu. Odlewnie dział w Spandawie i Siegburgu przyjmują surówkę dostawianą tylko, o ile nie zawiera w sobie ponad 1% fosforu; tę też granicę możnaby uznać za właściwą dla lepszych odlewów.

Siarka (i miedź) zmniejsza wytrzymałość i płynność surówki, a spawalność żelaza kowalnego, które czyni nadto ogniokruczem, t. zn. kruczem w stanie gorącym.

Mangan w surówce (tworzy surówki: polyskliwą i białopromienistą), podnosząc jej punkt topnienia, czyni ją podatniejszą do pudlingowania. Surówka, podobnie jak i żelazo kowalne, przez domieszkę manganu, staje się twardszą.

b. Handlowe wyroby z żelaza.

1. **Słupy lanożelazne** odlewa się stojąco. Średnice zewnętrzne waha się zazwyczaj między: $D=80$, a 400 mm, grubość ścianek zaś bywa nie mniejsza, niż 10 mm i nie ponad 35 mm, ponajczęściej bywa ona $\delta \geq 0,1 D$. Długość słupów dla zwykłych celów budowlanych nieprzekracza 6 do 7 m. (por. Dział IV, rozdz. II B., i rozdział niniejszy c. VI).

Gdy słupy piętrzą się ponad sobą (w ogólnej wysokości nie przekraczającej 20 m), wypada toczyć ich powierzchnie stykowe, a nadto przez dolne do końcy słupów, a wzajemnie się obejmujące pierścienie zapewnić współosiowe ustawienie słupów. Przekrój takich słupów zwiększa się piętrami z góry w dół, a słup niższego piętra nie powinien nigdy mieć przekroju mniejszego, niż stojący na nim nawet wtenczas, gdy słup górny z powodu większej długości, ze względu na wyboczenie, musi otrzymać względnie wielki przekrój.

Do słupów dolewają się boczne wsporniki, lub też cała płyta głowicowa, dla podparcia belek stropowych, których jednakże nie trzeba szrubami sztywno łączyć z owymi nadlewami słupów, aby nie narażać słupów na branie udziału w drganiach i t. p. drobnych ruchach, lub ugięciach belek stropowych. Dobre rozwiązanie tego zadania przedstawia nadlanie do owych wsporników lub płyt żeber przewodniczących i łączenie stykających się tu belek łubkami obchwytnymi, któreby pozostawiały belkom pewną swobodę ruchu.

Przy wielkiem obciążeniu, gdy podstawa słupa jest większa niż 800·800 mm, lepiej odlać oddzielną płytę podstawową.

Gdzie przebywają ludzie, tam słupy nie powinny mieć średnicy mniejszej niż 150 mm, a grubości ścianek niż 15 mm. Obliczając słup na wytrzymałość złożoną, (na ciśnienie i gięcie p. Dział IV, rozdz. II F. a) uwzględniamy najmniej korzystne obciążenie, a więc przypuszczamy, że jedno przeszło jest pełno obciążone, drugie zaś możliwie odciążone, t. j. nieobciążone nawet ciężarem własnym. Starać się powinniśmy, aby belki stropowe przenosiły swe obciążenie na słup możliwie środkowo (po osi słupa, p. Dział IV, rozdz. II B), a również, aby nadlewy wspornikowe i t. p. niepowodowały miejscowych, nadmiernych naprężeń w materiale szyi słupa.

Nieosiłnięte słupy lanożelazne, ciśnione 500 kg/cm², załamują się przy zagrzeniu około 800', nieosiłnięte słupy z żelaza spawalnego, ciśnione 1000 kg/cm², natomiast już przy 600'.

2. **Rury lanożelazne** (p. Dział V, rozdz. VII, B. b. i rozdz. niniejszy c. VI).

3. **Podkładki** belek dwuteownikowych, przeważnie lanożelazne, 20 do 30 mm, a z blachy żelaznej 10 do 15 mm grube. Wymiary ich przystosowują się do formatu cegły, wielkość zaś do obciążenia podkładki i bezpiecznego ciśnienia na mur; podkładki takie układają się na zaprawę cementową.

4. **Rury żelazne, spawane** (p. Dział V, rozdz. VII, B. c. i rozdz. niniejszy d. 6.)

5. **Rury manesmanowskie**, walcowane bez szwu, ze stali martynowskiej i tyglowej, $\sigma_p = 4100$ i $K_s = 6200$ kg/cm², a $q = 17$ do 23⁰/₀. *) Zakłady manesmanowskie, oprócz rur, masztów i t. d. (p. Dział V, rozdz. VII, B. d.), wyrabiają lufy na strzelby i działa, dysze i t. p. i t. p.

6. **Surowniki** (krągowniki, kratowniki, płaskowniki, kantowniki i t. p.) walcują się lub wykuwają w długościach 3 do 6 m z żelaza spawalnego, rzadziej ze zlewneego, które nie posiada pożądanej spawalności. Co do jakości wypada odróżniać zwykle żelazo handlowe od wyborowego [Qualitäts-eisen] (p. rozdz. niniejszy c, II i IV). Płaskowniki są to pręty przekroju prostokątnego 10 do 180 mm szerokie, wyrabiane na walcach miarowanych (kalibrowych). Przy większych szerokościach, do 600 mm (dla większych blachy kosztują taniej), począwszy od grubości 5 mm, (najczęściej 10 do 20 mm) wychodzą one z walców uniwersalnych p. Dział XIII, rozdz. IV, c). Cienkie płaskowniki, poniżej 5,5 mm grub. i do 250 mm. szer. sprzedawane nie w prętach, lecz w większych długościach i zwijane w snopki, zwą się taśmownikami. Tablice wagi prętów p. str 21 do 25.

7. **Kształtowniki** są to: kątowniki (równo i nierównoramienne), teowniki T, dwuteowniki I, zetowniki Z, ceowniki C, ćwierciowniki i pomostowniki, poręczowniki i łebkowniki, sześciokątники, półkrągowniki, elipsowniki, szczeblinowniki, przyrykowniki, rusztowniki itp. W Niemczech wszelakie dźwigarowniki walcują dziś już prawie wyłącznie, pozostałe zaś kształtowniki przeważnie z żelaza zlewneego, a tylko na szczególne żądanie z żelaza spawalnego. W konstrukcjach najdogodniej projektować kształtowniki **normalnych profili niemieckich**, **) podanych na str. 26 do 37, ponieważ i nasze walcownie krajowe się do nich po części już przystosowały, a w handlu znajdują się zawsze zapasy takiego towaru, bądź to krajowego, bądź też zagranicznego.

W tablicach na str. 26 do 38 zestawiono tylko profile ostateczne, natomiast profile przygotowawcze i niektóre inne można otrzymać bądź to z walców przygotowawczych, bądź też przez przestawienie walcy wykończających, co jednakże dogodnym bywa tylko przy kątownikach i dwuteownikach (p. str. 26, 28 i 39).










Długościami normalnemi zwiemy takie, dla których obowiązuje dla danego profilu pewna cena zasadnicza (przeważnie 4 do 8 m, a dla dwuteowników 4 do

*) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, str. 1360.

**) Deutsches Normalprofilbuch für Walzeisen zu Bau- u. Schiffbauzwecken. 5 wydanie, Akwizgran 1897, Jos. La Ruelle.

Wagi kratowników, sześciokątników i krągowników.

1 m³ żelaza walcowanego (spawalnego) waży 7800 kg.

Grubość <i>d</i> mm	Waga w kg/mb.			Grubość <i>d</i> mm	Waga w kg/mb.			Grubość <i>d</i> mm	Waga w kg/mb.		
	<i>d</i>	<i>d</i>	<i>d</i>		<i>d</i>	<i>d</i>	<i>d</i>		<i>d</i>	<i>d</i>	<i>d</i>
											
5	0,195	0,169	0,153	50	19,500	16,888	15,315	180	252,720	218,862	198,486
6	0,281	0,243	0,221	52	21,091	18,266	16,565	185	266,955	231,190	209,666
7	0,382	0,331	0,300	54	22,745	19,698	17,864	190	281,580	243,856	221,152
8	0,499	0,432	0,392	56	24,461	21,184	19,211	195	296,595	256,859	232,945
9	0,632	0,547	0,496	58	26,239	22,724	20,608	200	312,000	270,200	245,044
10	0,780	0,676	0,613	60	28,080	24,318	22,054	205	327,795	283,879	257,450
11	0,944	0,817	0,741	62	29,983	25,966	23,549	210	343,980	297,896	270,161
12	1,123	0,973	0,882	64	31,949	27,668	25,093	215	360,555	312,250	283,179
13	1,318	1,142	1,035	66	33,977	29,425	26,685	220	377,520	326,942	296,504
14	1,529	1,324	1,201	68	36,067	31,235	28,327	225	394,875	341,972	310,134
15	1,755	1,520	1,378	70	38,220	33,100	30,018	230	412,620	357,340	324,071
16	1,997	1,729	1,568	72	40,435	35,018	31,758	235	430,755	373,045	338,314
17	2,254	1,952	1,770	74	42,713	36,990	33,547	240	449,280	389,088	352,864
18	2,527	2,189	1,985	76	45,053	39,017	35,384	245	468,195	405,469	367,720
19	2,816	2,439	2,212	78	47,455	41,097	37,271	250	487,500	422,188	382,882
20	3,120	2,702	2,450	80	49,920	43,232	39,207	255	507,195	439,244	398,350
21	3,440	2,979	2,702	85	56,355	48,805	44,261	260	527,280	456,638	414,125
22	3,775	3,269	2,965	90	63,180	54,716	49,621	265	547,755	474,370	430,206
23	4,126	3,573	3,241	95	70,395	60,964	55,288	270	568,620	492,440	446,593
24	4,493	3,891	3,529	100	78,000	67,550	61,261	275	589,875	510,847	463,287
25	4,875	4,222	3,829	105	85,995	74,474	67,540	280	611,520	529,592	480,287
26	5,273	4,566	4,141	110	94,380	81,736	74,126	285	633,555	548,675	497,593
27	5,686	4,924	4,466	115	103,155	89,335	81,018	290	655,980	568,096	515,206
28	6,115	5,296	4,803	120	112,320	97,272	88,216	295	678,795	578,854	533,124
29	6,560	5,681	5,152	125	121,875	105,547	95,720	300	702,000	607,950	551,350
30	7,020	6,080	5,513	130	131,820	114,160	103,531	305	725,595	628,384	569,881
32	7,987	6,917	6,273	135	142,155	123,110	111,648	310	749,580	649,156	588,719
34	9,017	7,809	7,082	140	152,880	132,398	120,072	315	773,955	670,265	607,863
36	10,109	8,754	7,939	145	163,995	142,024	128,801	320	798,720	691,712	627,313
38	11,263	9,754	8,846	150	175,500	151,988	137,837	325	823,875	713,497	647,070
40	12,480	10,808	9,802	155	187,395	162,289	147,180	330	849,420	735,620	667,133
42	13,759	11,916	10,806	160	199,680	172,928	156,828	335	875,355	758,080	687,502
44	15,101	13,078	11,860	165	212,355	183,925	166,783	340	901,680	780,878	708,178
46	16,505	14,294	12,953	170	225,420	195,220	177,044	345	928,395	804,014	729,160
48	17,971	15,564	14,115	175	238,875	206,872	187,612	350	955,500	827,488	750,448

Uwaga. Grubości kratowników i sześciokątników podano równe średnicom kół wpisanych. Waga sześciokątника = 0,827 ∞ % wagi krągownika o przekroju koła opisanego.

Dla żelaza zlewnego, o ciężkości własc. 7,85, wagi powyższe trzeba pomnożyć przez 1,0064. Mnożniki dla innych metali podano we wierszu ostatnim na str. 15.

Wagi płaskowników

Wagę podano

1 m³ żelaza walcowanego (spawalnego) waży

Grubość mm	Szerokość mm										
	10	12	14	15	16	18	20	22	24	25	26
1	0,078	0,094	0,109	0,117	0,125	0,140	0,156	0,172	0,187	0,195	0,203
2	0,156	0,187	0,218	0,234	0,250	0,281	0,312	0,343	0,374	0,390	0,406
3	0,234	0,281	0,328	0,351	0,374	0,421	0,468	0,515	0,562	0,585	0,608
4	0,312	0,374	0,437	0,468	0,499	0,562	0,624	0,686	0,749	0,780	0,811
5	0,390	0,468	0,546	0,585	0,624	0,702	0,780	0,858	0,936	0,975	1,014
6	0,468	0,562	0,655	0,702	0,749	0,842	0,936	1,030	1,123	1,170	1,217
7	0,546	0,655	0,764	0,819	0,874	0,983	1,092	1,201	1,310	1,365	1,420
8	0,624	0,749	0,874	0,936	0,998	1,123	1,248	1,373	1,498	1,560	1,622
9	0,702	0,842	0,983	1,053	1,123	1,264	1,404	1,544	1,685	1,755	1,825
10	0,780	0,936	1,092	1,170	1,248	1,404	1,560	1,716	1,872	1,950	2,028
11	0,858	1,030	1,201	1,287	1,373	1,544	1,716	1,888	2,059	2,145	2,231
12	0,936	1,123	1,310	1,404	1,498	1,685	1,872	2,059	2,246	2,340	2,434
13	1,014	1,217	1,420	1,521	1,622	1,825	2,028	2,231	2,434	2,535	2,636
14	1,092	1,310	1,529	1,638	1,747	1,966	2,184	2,402	2,621	2,730	2,839
15	1,170	1,404	1,638	1,755	1,872	2,106	2,340	2,574	2,808	2,925	3,042
16	1,248	1,498	1,747	1,872	1,997	2,246	2,496	2,746	2,995	3,120	3,245
17	1,326	1,591	1,856	1,989	2,122	2,387	2,652	2,917	3,182	3,315	3,448
18	1,404	1,685	1,966	2,106	2,246	2,527	2,808	3,089	3,370	3,510	3,650
19	1,482	1,778	2,075	2,223	2,371	2,668	2,964	3,260	3,557	3,705	3,853
20	1,560	1,872	2,184	2,340	2,496	2,808	3,120	3,432	3,744	3,900	4,056
21	1,638	1,966	2,293	2,457	2,621	2,948	3,276	3,604	3,931	4,095	4,259
22	1,716	2,059	2,402	2,574	2,746	3,089	3,432	3,775	4,118	4,290	4,462
23	1,794	2,153	2,512	2,691	2,870	3,229	3,588	3,947	4,306	4,485	4,664
24	1,872	2,246	2,621	2,808	2,995	3,370	3,744	4,118	4,493	4,680	4,867
25	1,950	2,340	2,730	2,925	3,120	3,510	3,900	4,290	4,680	4,875	5,070
26	2,028	2,434	2,839	3,042	3,245	3,650	4,056	4,462	4,867	5,070	5,273
27	2,106	2,527	2,948	3,159	3,370	3,791	4,212	4,633	5,054	5,165	5,476
28	2,184	2,621	3,058	3,276	3,494	3,931	4,368	4,805	5,242	5,360	5,678
29	2,262	2,714	3,167	3,393	3,619	4,072	4,524	4,976	5,429	5,555	5,881
30	2,340	2,808	3,276	3,510	3,744	4,212	4,680	5,148	5,616	5,850	6,084
31	2,418	2,902	3,385	3,627	3,869	4,352	4,836	5,320	5,803	6,045	6,287
32	2,496	2,995	3,494	3,744	3,994	4,493	4,992	5,491	5,990	6,230	6,490
33	2,574	3,089	3,604	3,861	4,118	4,633	5,148	5,663	6,178	6,435	6,692
34	2,652	3,182	3,713	3,978	4,243	4,774	5,304	5,834	6,365	6,630	6,895
35	2,730	3,276	3,822	4,095	4,368	4,914	5,460	6,006	6,552	6,825	7,098
36	2,808	3,370	3,931	4,212	4,493	5,054	5,616	6,178	6,739	7,020	7,300
37	2,886	3,463	4,040	4,329	4,618	5,195	5,772	6,349	6,926	7,215	7,504
38	2,964	3,557	4,150	4,446	4,742	5,335	5,928	6,521	7,114	7,410	7,706
39	3,042	3,650	4,259	4,563	4,867	5,476	6,084	6,692	7,301	7,605	7,909
40	3,120	3,744	4,368	4,680	4,992	5,616	6,240	6,864	7,488	7,800	8,112
41	3,198	3,838	4,477	4,797	5,117	5,756	6,396	7,036	7,675	7,995	8,315
42	3,276	3,931	4,586	4,914	5,242	5,897	6,552	7,207	7,862	8,190	8,518
43	3,354	4,025	4,714	5,031	5,366	6,037	6,708	7,379	8,050	8,385	8,720
44	3,432	4,118	4,805	5,148	5,491	6,178	6,864	7,550	8,237	8,580	8,923
45	3,510	4,212	4,914	5,265	5,616	6,318	7,020	7,722	8,424	8,775	9,126

Uwaga. Podług skali metrycznej związku kuźników niemieckich szerokość 4 mm w granicach od 40 do 70 mm, a od 70 mm szerokości począwszy, zawsze o 10 mm.

i taśmowników.

na 1 mb. w kg.

7800 kg, p. też ustęp 2-gi dopisku str. 21.

Szerokość mm											Grubość mm
28	30	32	34	35	36	38	40	42	44	45	
0,218	0,234	0,250	0,265	0,273	0,281	0,296	0,312	0,328	0,343	0,351	1
0,437	0,468	0,499	0,530	0,546	0,562	0,593	0,624	0,655	0,686	0,702	2
0,655	0,702	0,749	0,796	0,819	0,842	0,889	0,936	0,983	1,030	1,053	3
0,874	0,936	0,998	1,061	1,092	1,123	1,186	1,248	1,310	1,373	1,404	4
1,092	1,170	1,248	1,326	1,365	1,404	1,482	1,560	1,638	1,716	1,755	5
1,310	1,404	1,498	1,591	1,638	1,685	1,778	1,872	1,966	2,059	2,106	6
1,529	1,638	1,747	1,856	1,911	1,966	2,075	2,184	2,293	2,402	2,457	7
1,747	1,872	1,997	2,122	2,184	2,246	2,371	2,496	2,621	2,746	2,808	8
1,966	2,106	2,246	2,387	2,457	2,527	2,668	2,808	2,949	3,089	3,159	9
2,184	2,340	2,496	2,652	2,730	2,808	2,964	3,120	3,276	3,432	3,510	10
2,402	2,574	2,746	2,917	3,003	3,089	3,260	3,432	3,604	3,775	3,861	11
2,621	2,808	2,995	3,182	3,276	3,370	3,557	3,744	3,931	4,118	4,212	12
2,839	3,042	3,245	3,448	3,549	3,650	3,853	4,056	4,259	4,462	4,563	13
3,058	3,276	3,494	3,713	3,822	3,931	4,150	4,368	4,586	4,805	4,914	14
3,276	3,510	3,744	3,978	4,095	4,212	4,446	4,680	4,914	5,148	5,265	15
3,494	3,744	3,985	4,243	4,368	4,493	4,742	4,992	5,242	5,491	5,616	16
3,713	3,978	4,243	4,508	4,641	4,774	5,039	5,304	5,569	5,834	5,967	17
3,931	4,212	4,493	4,774	4,914	5,054	5,335	5,616	5,897	6,178	6,318	18
4,150	4,446	4,742	5,039	5,187	5,335	5,632	5,928	6,224	6,521	6,669	19
4,368	4,680	4,992	5,304	5,460	5,616	5,928	6,240	6,552	6,864	7,020	20
4,586	4,914	5,242	5,569	5,733	5,897	6,224	6,552	6,880	7,207	7,371	21
4,805	5,148	5,491	5,834	6,006	6,178	6,521	6,864	7,207	7,550	7,722	21
5,023	5,382	5,741	6,100	6,279	6,458	6,817	7,176	7,535	7,894	8,073	23
5,242	5,616	5,990	6,365	6,552	6,739	7,114	7,488	7,862	8,237	8,424	24
5,460	5,850	6,240	6,630	6,825	7,020	7,410	7,800	8,190	8,580	8,775	25
5,678	6,084	6,481	6,895	7,098	7,301	7,886	8,112	8,518	8,923	9,126	26
5,897	6,318	6,739	7,160	7,371	7,582	8,003	8,424	8,845	9,266	9,477	27
6,115	6,552	6,989	7,426	7,644	7,862	8,299	8,736	9,173	9,610	9,828	28
6,334	6,786	7,238	7,691	7,917	8,143	8,596	9,048	9,500	9,953	10,18	29
6,552	7,020	7,488	7,956	8,190	8,424	8,892	9,360	9,828	10,30	10,53	30
6,770	7,254	7,738	8,221	8,463	8,705	9,188	9,672	10,15	10,64	10,88	31
6,989	7,488	7,987	8,486	8,736	8,986	9,485	9,984	10,48	10,98	11,23	32
7,207	7,722	8,237	8,752	9,009	9,266	9,781	10,30	10,81	11,32	11,58	33
7,426	7,956	8,486	9,017	9,282	9,547	10,08	10,61	11,14	11,67	11,93	34
7,644	8,190	8,736	9,282	9,555	9,828	10,37	10,92	11,47	12,01	12,28	35
7,862	8,424	8,977	9,547	9,828	10,11	10,85	11,23	11,79	12,35	12,64	36
8,081	8,658	9,235	9,812	10,10	10,39	10,97	11,54	12,12	12,70	12,99	37
8,299	8,892	9,485	10,08	10,37	10,67	11,26	11,86	12,45	13,04	13,34	38
8,518	9,126	9,734	10,34	10,65	10,95	11,56	12,17	12,78	13,38	13,69	39
8,736	9,360	9,984	10,61	10,92	11,23	11,86	12,48	13,10	13,73	14,04	40
8,954	9,594	10,23	10,87	11,19	11,51	12,15	12,79	13,43	14,07	14,39	41
9,173	9,828	10,48	11,14	11,47	11,79	12,45	13,10	13,76	14,41	14,74	42
9,391	10,06	10,73	11,40	11,74	12,07	12,74	13,42	14,09	14,76	15,09	43
9,610	10,30	10,98	11,67	12,01	12,35	13,04	13,73	14,41	15,10	15,44	44
9,828	10,53	11,23	11,93	12,28	12,64	13,34	14,04	14,74	15,44	15,79	45

plaskowników zmieniają się zawsze o 2 mm przy szerokościach 14 do 40 mm, o 2 lub 3 mm przy szerokościach 45 i 7 mm.

Grubość mm.	Szerokość mm										
	46	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90
1	0,359	0,374	0,390	0,429	0,468	0,507	0,546	0,585	0,624	0,663	0,702
2	0,718	0,749	0,780	0,858	0,936	1,014	1,092	1,170	1,248	1,326	1,404
3	1,076	1,123	1,170	1,287	1,404	1,521	1,638	1,755	1,872	1,989	2,106
4	1,435	1,498	1,560	1,716	1,872	2,028	2,184	2,340	2,496	2,652	2,808
5	1,794	1,872	1,950	2,145	2,340	2,535	2,730	2,925	3,120	3,315	3,510
6	2,153	2,246	2,340	2,574	2,808	3,042	3,276	3,510	3,744	3,978	4,212
7	2,512	2,621	2,730	3,003	3,276	3,549	3,822	4,095	4,368	4,641	4,914
8	2,870	2,995	3,120	3,432	3,744	4,056	4,368	4,680	4,992	5,304	5,616
9	3,229	3,370	3,510	3,861	4,212	4,563	4,914	5,265	5,616	5,967	6,318
10	3,588	3,744	3,900	4,290	4,680	5,070	5,460	5,850	6,240	6,630	7,020
11	3,947	4,118	4,290	4,719	5,148	5,577	6,006	6,435	6,864	7,293	7,722
12	4,306	4,493	4,680	5,148	5,616	6,084	6,552	7,020	7,488	7,956	8,424
13	4,664	4,867	5,070	5,577	6,084	6,591	7,098	7,605	8,112	8,619	9,126
14	5,023	5,242	5,460	6,006	6,552	7,098	7,644	8,190	8,736	9,282	9,828
15	5,382	5,616	5,850	6,435	7,020	7,605	8,190	8,775	9,360	9,945	10,530
16	5,741	5,990	6,240	6,864	7,488	8,112	8,736	9,360	9,984	10,608	11,232
17	6,100	6,365	6,630	7,293	7,956	8,619	9,282	9,945	10,608	11,271	11,934
18	6,458	6,739	7,020	7,722	8,424	9,126	9,828	10,530	11,232	11,934	12,636
19	6,817	7,114	7,410	8,131	8,861	9,592	10,323	11,054	11,785	12,516	13,247
20	7,176	7,488	7,800	8,580	9,360	10,140	10,920	11,700	12,480	13,260	14,040
21	7,535	7,862	8,190	9,009	9,828	10,647	11,466	12,285	13,104	13,923	14,742
22	7,894	8,237	8,580	9,438	10,300	11,162	12,024	12,886	13,748	14,610	15,472
23	8,252	8,611	8,970	9,867	10,764	11,661	12,558	13,455	14,352	15,249	16,146
24	8,611	8,986	9,360	10,300	11,247	12,194	13,141	14,088	15,035	15,982	16,929
25	8,970	9,360	9,750	10,722	11,700	12,678	13,656	14,634	15,612	16,590	17,568
26	9,329	9,734	10,140	11,151	12,170	13,189	14,208	15,227	16,246	17,265	18,284
27	9,688	10,111	10,530	11,588	12,646	13,694	14,742	15,790	16,838	17,886	18,934
28	10,047	10,488	10,920	12,012	13,104	14,200	15,292	16,384	17,476	18,568	19,660
29	10,406	10,866	11,330	12,444	13,572	14,700	15,828	16,956	18,084	19,212	20,340
30	10,765	11,237	11,710	12,840	14,000	15,160	16,320	17,480	18,640	19,800	20,960
31	11,124	11,607	12,090	13,230	14,410	15,590	16,770	17,950	19,130	20,310	21,490
32	11,483	11,976	12,480	13,630	14,820	16,010	17,200	18,390	19,580	20,770	21,960
33	11,842	12,345	12,850	14,010	15,210	16,410	17,610	18,810	20,010	21,210	22,410
34	12,201	12,714	13,230	14,390	15,600	16,810	18,020	19,230	20,440	21,650	22,860
35	12,560	13,083	13,610	14,780	16,000	17,220	18,440	19,660	20,880	22,100	23,320
36	12,919	13,452	14,000	15,180	16,410	17,640	18,870	20,100	21,330	22,560	23,790
37	13,278	13,821	14,370	15,560	16,800	18,040	19,280	20,520	21,760	23,000	24,240
38	13,637	14,190	14,750	15,950	17,200	18,450	19,700	20,950	22,200	23,450	24,700
39	13,996	14,560	15,130	16,340	17,600	18,860	20,120	21,380	22,640	23,900	25,160
40	14,355	14,930	15,510	16,730	18,000	19,280	20,560	21,840	23,120	24,400	25,680
41	14,714	15,300	15,890	17,120	18,410	19,700	21,000	22,300	23,600	24,900	26,200
42	15,073	15,670	16,270	17,510	18,810	20,120	21,430	22,740	24,050	25,360	26,670
43	15,432	16,040	16,650	17,900	19,210	20,530	21,850	23,170	24,490	25,810	27,130
44	15,791	16,410	17,030	18,340	19,660	21,000	22,330	23,660	25,000	26,330	27,660
45	16,150	16,780	17,420	18,750	19,990	21,340	22,690	24,040	25,390	26,740	28,090

Uwaga. Podług skali metrycznej związku kuźników niemieckich szerokości płaskownicach od 40 do 70 mm, a od 70 mm począwszy zawsze o 10 mm. Grubości nie mniej

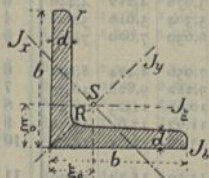
Szerokość mm.											Grubość mm.
95	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	
0,741	0,780	0,858	0,936	1,014	1,092	1,170	1,248	1,326	1,404	1,482	1
1,482	1,560	1,716	1,872	2,028	2,184	2,340	2,496	2,652	2,808	2,964	2
2,223	2,340	2,574	2,808	3,042	3,276	3,510	3,744	3,978	4,212	4,446	3
2,964	3,120	3,432	3,744	4,056	4,368	4,680	4,992	5,304	5,616	5,928	4
3,705	3,900	4,290	4,680	5,070	5,460	5,850	6,240	6,630	7,020	7,410	5
4,446	4,680	5,148	5,616	6,084	6,552	7,020	7,488	7,956	8,424	8,892	6
5,187	5,460	6,006	6,552	7,098	7,644	8,190	8,736	9,282	9,828	10,374	7
5,928	6,240	6,864	7,488	8,112	8,736	9,360	9,984	10,611	11,235	11,860	8
6,669	7,020	7,722	8,424	9,126	9,828	10,531	11,233	11,935	12,637	13,339	9
7,410	7,800	8,580	9,360	10,14	10,92	11,70	12,48	13,26	14,04	14,82	10
8,151	8,580	9,438	10,30	11,15	12,01	12,87	13,73	14,59	15,44	16,30	11
8,892	9,360	10,30	11,23	12,17	13,10	14,04	14,98	15,91	16,85	17,78	12
9,633	10,14	11,15	12,17	13,18	14,20	15,21	16,22	17,24	18,25	19,27	13
10,37	10,92	12,01	13,10	14,20	15,29	16,38	17,47	18,56	19,66	20,75	14
11,11	11,70	12,87	14,04	15,21	16,38	17,55	18,72	19,89	21,06	22,23	15
11,86	12,48	13,73	14,98	16,22	17,47	18,72	19,97	21,22	22,46	23,71	16
12,60	13,26	14,59	15,91	17,24	18,56	19,89	21,22	22,54	23,87	25,19	17
13,34	14,04	15,44	16,85	18,25	19,66	21,06	22,46	23,87	25,27	26,68	18
14,08	14,82	16,30	17,78	19,27	20,75	22,23	23,71	25,19	26,68	28,16	19
14,82	15,60	17,16	18,72	20,28	21,84	23,40	24,96	26,52	28,08	29,64	20
15,56	16,38	18,02	19,66	21,29	22,95	24,57	26,21	27,85	29,48	31,12	21
16,30	17,16	18,88	20,59	22,31	24,02	25,74	27,46	29,17	30,89	32,60	22
17,04	17,94	19,73	21,53	23,32	25,14	26,91	28,70	30,50	32,29	34,09	23
17,78	18,72	20,59	22,46	24,34	26,21	28,08	29,95	31,82	33,70	35,57	24
18,52	19,50	21,45	23,40	25,35	27,30	29,25	31,20	33,15	35,10	37,05	25
19,27	20,28	22,31	24,34	26,36	28,39	30,42	32,45	34,48	36,50	38,53	26
20,01	21,06	23,17	25,27	27,38	29,48	31,59	33,70	35,80	37,91	40,01	27
20,75	21,84	24,02	26,21	28,39	30,58	32,76	34,94	37,13	39,31	41,50	28
21,49	22,62	24,88	27,14	29,41	31,67	33,93	36,19	38,45	40,72	42,98	29
22,23	23,40	25,74	28,08	30,42	32,76	35,10	37,44	39,78	42,12	44,46	30
22,97	24,18	26,60	29,02	31,43	33,85	36,27	38,69	41,11	43,52	45,94	31
23,71	24,96	27,46	29,95	32,45	34,94	37,44	39,94	42,43	44,93	47,42	32
24,45	25,74	28,31	30,89	33,46	36,04	38,61	41,18	43,76	46,33	48,91	33
25,19	26,52	29,17	31,82	34,48	37,13	39,78	42,43	45,08	47,74	50,39	34
25,93	27,30	30,03	32,76	35,49	38,22	40,95	43,68	46,41	49,14	51,87	35
26,68	28,08	30,89	33,70	36,50	39,31	42,12	44,93	47,74	50,54	53,35	36
27,41	28,86	31,75	34,63	37,52	40,40	43,29	46,18	49,06	51,95	54,83	37
28,16	29,64	32,60	35,57	38,53	41,50	44,46	47,42	50,39	53,35	56,32	38
28,90	30,42	33,46	36,50	39,55	42,59	45,63	48,67	51,71	54,76	57,80	39
29,64	31,20	34,32	37,44	40,56	43,68	46,80	49,92	53,04	56,16	59,28	40
30,38	31,98	35,18	38,38	41,57	44,77	47,91	51,17	54,37	57,56	60,71	41
31,12	32,76	36,04	39,31	42,59	45,86	49,14	52,42	55,69	58,97	62,24	42
31,86	33,54	36,89	40,25	43,60	46,96	50,31	53,66	57,02	60,37	63,73	43
32,60	34,32	37,75	41,18	44,62	48,05	51,48	54,91	58,34	61,78	65,21	44
33,34	35,10	38,61	42,12	45,63	49,14	52,65	56,16	59,67	63,18	66,69	45

wników zmieniają się o 2 mm przy szerokościach 14 do 40 mm, o 2 lub 4 mm w grani-
 znie niż 3 mm, wzgl. 4, 5 i 7 mm.

Niemieckie profile normalne kształtowników. *)

Uwaga. Wagi na str. 26 do 37 podano dla żelaza spawalnego (ciężk. właśc. = 7,8); dla żelaza zlewego (ciężk. właśc. = 7,85) wagi te trzeba pomnożyć przez 1,0064.

Rys. 819.



1. Kątowniki równoramienne.

Długość normalna = 4 do 8 m.

Długość największa = 12 m.

Promień zaokrąglenia krawędzi wklęsłej

$$R = 0,5 (d_{\min} + d_{\max}).$$

Promień zaokrąglenia krawędzi ramion $r = 0,5 R$ (na połówce mm zaokrąglone).

Odległość środka ciężkości $\xi_0 \approx \frac{1}{4} b + 0,36 d$.

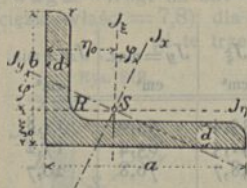
Profile przygotowane, o niezmienionej szerokości ramion, z pogrubieniem ich o 1 mm walcują się również.

Nr. profilu	Szerokość b mm	Grubość d mm	Przekrój cm ²	Waga na mb. kg	Odległość środku cięż- kości ξ_0 mm	Momenty bezwładności			
						J_b cm ⁴	J_{ξ} cm ⁴	$J_y = \max$ cm ⁴	$J_x = \min$ cm ⁴
1	15	3	0,82	0,64	4,8	0,33	0,15	0,24	0,06
		4	1,05	0,82	5,1	0,46	0,18	0,29	0,08
2	20	3	1,12	0,87	6,0	0,78	0,38	0,62	0,15
		4	1,45	1,13	6,4	1,07	0,48	0,77	0,19
2½	25	3	1,42	1,11	7,3	1,53	0,79	1,27	0,31
		4	1,85	1,44	7,6	2,08	1,00	1,61	0,40
3	30	4	2,27	1,77	8,9	3,5	1,80	2,85	0,76
		6	3,27	2,55	9,6	5,5	2,48	3,91	1,06
3½	35	4	2,67	2,08	10,0	5,6	2,96	4,68	1,24
		6	3,87	3,02	10,8	8,6	4,13	6,50	1,77
4	40	4	3,08	2,40	11,2	8,3	4,47	7,09	1,86
		6	4,48	3,49	12,0	12,8	6,35	9,98	2,67
		8	5,80	4,52	12,8	17,4	7,90	12,4	3,38
4½	45	5	4,30	3,36	12,8	14,9	7,85	12,4	3,25
		7	5,86	4,57	13,6	21,2	10,4	16,4	4,39
		9	7,34	5,73	14,4	27,8	12,6	19,8	5,40
5	50	5	4,80	3,75	14,0	20,4	11,0	17,4	4,59
		7	6,56	5,12	14,9	29,0	14,5	23,1	6,02
		9	8,24	6,43	15,6	38,0	17,9	28,1	7,67
5½	55	6	6,31	4,92	15,6	32,8	17,3	27,4	7,24
		8	8,23	6,42	16,4	44,2	22,1	34,8	9,35
		10	10,07	7,85	17,2	56,0	26,3	41,4	11,27
6	60	6	6,91	5,39	16,9	42,5	22,7	36,1	9,43
		8	9,03	7,04	17,7	57,5	29,2	46,1	12,1
		10	11,07	8,63	18,5	72,8	34,8	55,1	14,6

*) Deutsches Normalprofilbuch für Walzeisen, 5 wyd., Akwizgran 1897, Jos. La Ruelle.

Nr. profilu	Szerokość <i>b</i>		Przekrój	Waga na mb.	Odległość środku cięż- kości ξ_0	Moment bezwładności			
	mm	mm				J_b	J_ξ	$J_y = \max.$	$J_x = \min.$
	mm	mm	cm ²	kg	mm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴
6 ₁	65	7	8,7	6,8	18,5	63	33,4	53,0	13,8
		9	11,0	8,6	19,3	82	41,3	65,4	17,2
		11	13,2	10,3	20,0	101	48,7	76,8	20,7
7	70	7	9,4	7,3	19,7	79	42,3	67,1	17,6
		9	11,9	9,3	20,5	102	52,5	83,1	22,0
7 ₁	75	11	14,3	11,1	21,3	126	62,0	97,6	26,0
		8	11,5	8,9	21,3	111	59,0	93,3	24,4
		10	14,1	11,0	22,1	140	71,0	113	29,8
8	80	12	16,7	13,0	22,9	170	82,5	130	34,7
		8	12,3	9,6	22,6	135	72,0	115	29,6
		10	15,1	11,8	23,4	170	87,5	139	35,9
9	90	12	17,9	13,9	24,1	206	102	161	43,0
		9	15,5	12,1	25,4	216	116	184	47,8
		11	18,7	14,6	26,2	266	138	218	57,1
10	100	13	21,8	17,0	27,0	317	158	250	65,9
		10	19,2	14,9	28,2	329	177	280	73,3
		12	22,7	17,7	29,0	398	207	328	86,2
11	110	14	26,2	20,4	29,8	368	235	372	98,3
		10	21,2	16,5	30,7	438	239	379	98,6
		12	25,1	19,6	31,5	529	280	444	116
12	120	14	29,0	22,6	32,1	621	319	505	133
		11	25,4	19,8	33,6	626	340	541	140
		13	29,7	23,2	34,4	745	393	625	162
13	130	15	33,9	26,5	35,1	864	445	705	186
		12	30,0	23,4	36,4	869	472	750	194
		14	34,7	27,0	37,2	1020	540	857	223
14	140	16	39,3	30,6	38,0	1171	604	959	251
		13	35,0	27,3	39,2	1175	638	1014	262
		15	40,0	31,2	40,0	1363	723	1148	298
15	150	17	45,0	35,1	40,8	1554	805	1276	334
		14	40,3	31,4	42	1559	845	1343	347
		16	45,7	35,7	43	1790	949	1507	391
16	160	18	51,0	39,9	44	2023	1052	1665	438
		15	46,1	35,9	45	2027	1099	1745	453
		17	51,8	40,4	46	2308	1225	1945	506
		19	57,5	44,9	47	2590	1348	2137	558

Rys. 820.



2. Kątowniki nierównoramienne.

Długość normalna = 4 do 8 m.

Długość największa = 12 m.

Promień zaokrąglenia krawędzi wklęsłej

$$R = 0,5 (d_{\min} + d_{\max}).$$

Promień zaokrąglenia krawędzi ramion

$$r = 0,5 R \text{ (na połówkę mm zaokrąglony).}$$

Profile przygotowawcze, o nieziennej szerokości ramion, z pogrubieniem ich o 1 mm walcują się również. z (w mm) jest odstępem w świetle między dłuższymi ramionami dwóch kątowników nierównoramiennych **JL**, przy którym obydwa momenty bezwładności stają się sobie równe ($= 2 J_{\xi}$).

Nr. profilu	Rozmiary mm.			Przekrój cm^2	Waga na mb kg	Odległość środka ciężk. mm		$\text{tg } \varphi$	Momenty bezwładności				i mm
	b	a	d			ξ_0	η_0		J_{ξ} cm^4	J_{η} cm^4	J_x cm^4	J_y cm^4	
Stosunek ramion 2 : 3.													
2/3	20	30	3	1,42	1,11	4,9	9,9	0,4216	1,25	0,45	1,42	0,28	5,2
			4	1,85	1,44	5,4	10,3	0,4214	1,60	0,55	1,82	0,33	4,3
3/4½	30	45	4	2,87	2,24	7,4	14,8	0,4334	5,77	2,05	6,63	1,19	8,0
			5	3,53	2,75	7,8	15,2	0,4288	6,99	2,46	8,01	1,44	7,1
4/6	40	60	5	4,79	3,74	9,7	19,5	0,4319	17,3	6,20	19,8	3,66	11,0
			7	6,55	5,11	10,5	20,4	0,4275	22,8	8,10	26,3	4,63	9,0
5/7½	50	75	7	8,33	6,50	12,4	24,7	0,4304	46,3	16,4	53,1	9,58	13,1
			9	10,5	8,20	13,2	25,6	0,4272	57,2	20,1	65,4	11,9	11,2
6½/10	65	100	9	14,2	11,0	15,9	33,1	0,4101	140	46,6	160	26,8	19,5
			11	17,1	13,3	16,7	34,0	0,4074	167	55,3	189	32,9	17,7
8/12	80	120	10	19,1	14,9	19,5	39,2	0,4348	276	97,9	317	56,8	22,1
			12	22,7	17,7	20,2	40,0	0,4304	323	115	370	67,5	20,1
10/15	100	150	12	28,7	22,4	24,2	48,9	0,4361	649	232	747	134	27,8
			14	33,2	25,9	25,0	49,7	0,4339	744	263	854	153	26,1

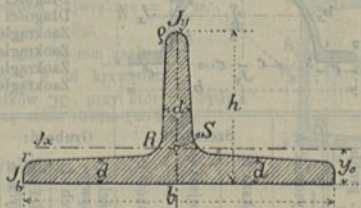
Stosunek ramion 1 : 2.

2/4	20	40	3	1,72	1,34	4,4	14,3	0,2575	2,81	0,46	2,96	0,31	14,6
			4	2,25	1,76	4,8	14,7	0,2528	3,58	0,60	3,78	0,40	13,4
3/6	30	60	5	4,29	3,35	6,8	21,5	0,2544	15,6	2,61	16,5	1,71	21,2
			7	5,85	4,56	7,6	22,4	0,2479	20,6	3,42	21,8	2,28	19,1
4/8	40	80	6	6,89	5,37	8,8	28,5	0,2568	44,9	7,66	47,6	4,99	28,9
			8	9,01	7,03	9,6	29,4	0,2518	57,5	9,70	60,8	6,41	26,9
5/10	50	100	8	11,5	8,93	11,2	35,9	0,2565	116	19,6	123	12,8	35,5
			10	14,1	11,0	12,0	36,7	0,2658	141	23,5	150	14,6	33,7
6½/13	65	130	10	18,6	14,5	14,5	46,5	0,2569	320	54,4	339	35,4	46,6
			12	22,1	17,2	15,3	47,5	0,2549	374	62,8	395	41,3	44,4
8/16	80	160	12	27,5	21,5	17,7	57,2	0,2586	719	122	762	79,4	57,8
			14	31,8	24,8	18,5	58,1	0,2679	822	139	875	86,0	55,7
10/20	100	200	14	40,3	31,4	21,8	71,2	0,2608	1654	282	1754	182	73,1
			16	45,7	35,6	22,6	72,0	0,2586	1863	315	1973	205	71,2

3. Teowniki.

Długość normalna = 4 do 8 m.
 Długość największa = 12 m.
 Promień zaokrąglenia krawędzi wklęsłych $R = d$.
 Promień zaokrąglenia krawędzi pasa $r = 0,5 d$.
 Promień zaokrąglenia krawędzi środka $\rho = 0,25 d$, lecz r i ρ zaokrąglone na połowki mm.
 Pochyłość przy teownikach szerokopasowych:
 Środek po 4%; pas po 2%.
 Pochyłość przy teownikach wysokośrodkowych: Środek i pas po 2%.
 Grubość d mierzą się w oddaleniu $\frac{1}{2} h$, wzgl. $\frac{1}{3} b$, od brzegów.

Rys. 821.

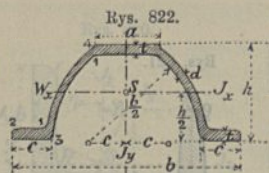


Nr. profilu	Szerokość	Wysokość	Grubość	Przekrój	Waga na mb.	Odległość środka ciężkości y_0	Momenty bezwładności			
	b	h	d	cm ²	kg	mm	J_b	J_x	J_y	
	mm	mm	mm				cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	
Teowniki szerokopasowe. $b : h = 2 : 1$.										
6/3	60	30	5,5	4,64	3,62	6,7	4,69	2,58	8,62	
7/3½	70	35	6	5,94	4,63	7,7	8,00	4,49	15,1	
8/4	80	40	7	7,91	6,17	8,8	13,9	7,81	28,5	
9/4½	90	45	8	10,2	7,93	10,0	22,9	12,7	46,1	
10/5	100	50	8,5	12,0	9,38	10,9	33,0	18,7	67,7	
12/6	120	60	10	17,0	13,2	13,0	66,5	38,0	137	
14/7	140	70	11,5	22,8	17,8	15,1	121	68,9	258	
16/8	160	80	13	29,5	23,0	17,2	204	117	422	
18/9	180	90	14,5	37,0	28,8	19,3	323	185	670	
20/10	200	100	16	45,4	35,4	21,4	486	277	1000	

Teowniki wysokośrodkowe. $b : h = 1 : 1$.

2/2	20	20	3	1,12	0,87	5,8	0,76	0,38	0,20
2½/2½	25	25	3,5	1,64	1,28	7,3	1,74	0,87	0,43
3/3	30	30	4	2,26	1,76	8,5	3,35	1,72	0,87
3½/3½	35	35	4,5	2,97	2,32	9,9	6,01	3,10	1,57
4/4	40	40	5	3,77	2,94	11,2	10,0	5,28	2,58
4½/4½	45	45	5,5	4,67	3,64	12,6	15,5	8,13	4,01
5/5	50	50	6	5,66	4,42	13,9	23,0	12,1	6,06
6/6	60	60	7	7,94	6,19	16,6	45,7	23,8	12,2
7/7	70	70	8	10,6	8,27	19,4	84,4	44,5	22,1
8/8	80	80	9	13,6	10,6	22,2	141	73,7	37,0
9/9	90	90	10	17,1	13,3	24,8	224	119	58,5
10/10	100	100	11	20,9	16,3	27,4	336	179	88,3
12/12	120	120	13	29,6	23,1	32,8	684	366	178
14/14	140	140	15	39,9	31,1	38,0	1236	660	330

Rys. 822.

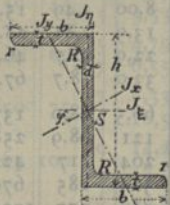


4. Żłobowniki spłaszczone.

- Długości normalne = 4 do 8 m.
 Długości największe = 12 m.
 Zaokrąglenia przy 1 promieniu = t .
 Zaokrąglenia przy 2 promieniu = d .
 Zaokrąglenia przy 3 promieniu = $d - 0,5$ mm.
 Zaokrąglenia przy 4 promieniu = $0,6d + 1,3$ mm.

Nr. profilu	Wysokość h mm	Szerokość:			Grubość:		Przekrój cm ²	Waga na mb. kg	Momenty bezwładności		Moment wytrzymałości W_x cm ³
		większa b mm	mniejsza a mm	paszków c mm	części zakrzywionych d mm	części prostych t mm			J_y cm ⁴	J_x cm ⁴	
5	50	120	33	21	3	5	6,71	5,24	86,4	23,2	9,27
6	60	140	38	24	3,5	6	9,34	7,28	164	47,2	15,8
7	75	170	45,5	28,5	4	7	13,2	10,3	347	105	27,9
9	90	200	53	33	4,5	8	17,9	14,0	651	206	45,8
11	110	240	63	39	5	9	24,1	18,8	1272	421	76,5

Rys. 823.



5. Zetowniki. *)

Długości normalne = 4 do 8 m.

Długości największe = 12 m.

Promień zaokrąglenia krawędzi wklęsłych $R = t$.

Promień zaokrąglenia krawędzi pasów $r = 0,5 t$
 (na połowki mm zaokrąglone).

Nr. profilu	Wysokość h mm	Szerokość b mm	Grubość:		Przekrój cm ²	Waga na mb. kg	tg φ	Momenty bezwładności			
			średnika d mm	pasów t mm				J_{y_0} cm ⁴	J_{η} cm ⁴	$J_x = \max$ cm ⁴	$J_y = \min$ cm ⁴
3	30	38	4	4,5	4,32	3,37	1,655	5,94	13,7	18,1	1,54
4	40	40	4,5	5	5,43	4,23	1,181	13,4	17,6	28,0	3,05
5	50	43	5	5,5	6,77	5,28	0,939	25,7	24,4	44,9	5,23
6	60	45	5	6	7,91	6,17	0,779	44,0	30,8	67,2	7,60
8	80	50	6	7	11,1	8,67	0,588	108	48,7	142	14,7
10	100	55	6,5	8	14,5	11,3	0,492	220	74,5	270	24,6
12	120	60	7	9	18,2	14,2	0,433	400	108	470	37,7
14	140	65	8	10	22,9	17,9	0,385	671	154	768	56,4
16	160	70	8,5	11	27,5	21,5	0,357	1055	209	1184	79,5
18	180	75	9,5	12	33,3	26,0	0,329	1594	275	1759	110
20	200	80	10	13	38,7	30,2	0,313	2289	367	2509	147

*) A. Meyerhof, Naprężenia gnące w zetownikach, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1891, str. 696, podaje szczegółową tablicę momentów wytrzymałości zetowników względem rozmaitych płaszczyzn przeginania.

6. Ceowniki.

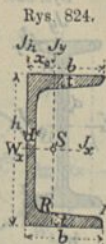
Długości normalne = 4 do 8 m. Długości największe = 12 m.

Pochyłość wewnętrznych powierzchni pasów = 8%.

Promień zaokrąglenia $R = t$ i $r = 0,5 t$ (na $\frac{1}{2}$ mm zaokrągl).

Grubość pasa t mierzy się w odległości $\frac{1}{2} b$ od krawędzi.

i (w mm) odstęp w świetle dwóch ceowników \square , przy którym obydwie główne momenty bezwładności są sobie równe ($= 2 J_x$).



Nowe ceowniki.

Nr. profilu	Wysokość h mm	Szerokość b mm	Grubość:		Przekrój cm ²	Waga na mb. kg	Odległość środkła cięż- kości x_0 mm	Momenty bezwładności			i mm	Moment wy- trzymałości W_x cm ³	Nr. profilu
			środknika d mm	pasów t mm				J_h cm ⁴	J_y cm ⁴	J_x cm ⁴			
3	30	33	5	7	5,44	4,24	13,1	14,7	5,33	6,39		4,3	3
4	40	35	5	7	6,21	4,85	13,3	17,7	6,68	14,1		7,1	4
5	50	38	5	7	7,12	5,55	13,7	22,5	9,12	26,4	3,8	10,6	5
6 _{1/2}	65	42	5,5	7,5	9,03	7,05	14,2	32,3	14,1	57,5	15,4	17,7	6 _{1/2}
8	80	45	6	8	11,0	8,60	14,5	43,2	19,4	106	27,1	26,5	8
10	100	50	6	8,5	13,5	10,5	15,5	61,7	29,3	206	41,4	41,1	10
12	120	55	7	9	17,0	13,3	16,0	86,7	43,2	364	54,9	60,7	12
14	140	60	7	10	20,4	15,9	17,5	125	62,7	605	68,1	86,4	14
16	160	65	7,5	10,5	24,0	18,7	18,4	166	85,3	925	81,5	116	16
18	180	70	8	11	28,0	21,8	19,2	217	114	1354	94,7	150	18
20	200	75	8,5	11,5	32,2	25,1	20,1	278	148	1911	108	191	20
22	220	80	9	12,5	37,4	29,2	21,4	368	197	2690	120	245	22
24	240	85	9,5	13	42,3	33,0	22,3	458	248	3598	133	300	24
26	260	90	10	14	48,3	37,7	23,6	586	317	4823	146	371	26
28	280	95	10	15	53,3	41,6	25,3	740	399	6276	159	450	28
30	300	100	10	16	58,8	45,8	27,0	924	495	8026	172	535	30

Dawniejsze ceowniki (do budowy wagonów dr. żel.).

Nr. profilu	Wysokość h mm	Szerokość b mm	Grubość:		Przekrój cm ²	Waga na mb. kg	Odległość środkła cięż- kości x_0 mm	Momenty bezwładności			i mm	Moment wy- trzymałości W_x cm ³	Nr. profilu
			środknika d mm	pasów t mm				J_h cm ⁴	J_y cm ⁴	J_x cm ⁴			
10 _{1/2}	105	65	8	8	17,3	13,5	18,8	122	61,2	287	34,6	54,7	10 _{1/2}
11 _{1/2}	117,5	65	10	10	22,6	17,6	19,1	160	77,1	447	42,7	76,1	11 _{1/2}
14 _{1/2}	145	60	8	8	19,8	15,4	15,0	98,1	53,6	585	73,6	80,7	14 _{1/2}
23 _{1/2}	235	90	10	12	42,4	33,1	22,8	492	272	3429	127	292	23 _{1/2}
26	260	90	10	10	41,6	32,5	19,7	398	237	3900	148	300	26
30	300	75	10	10	42,8	33,3	15,0	241	145	4925	181	328	30

Rys. 825.



7. Dwuteowniki.

Długości normalne = 4 do 10 m. Długość największa 14 m.

Pochyłość wewnętrznych powierzchni pasów = 14%.

Promień zaokrąglenia krawędzi wklęsłych $R = d$.Promień zaokrąglenia krawędzi pasów $r = 0,8 d$.Grubość pasów t mierzona w odległości $1/4 b$ od krawędzi.

Numera profili złożone z boku nawiasem mają równe nadwyżki cen

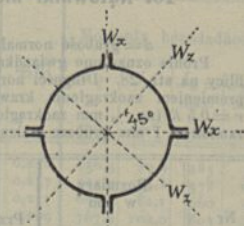
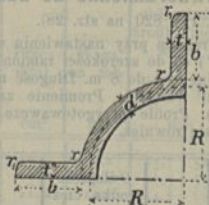
Nr. profilu	Wysokość h mm	Szerokość b mm	Grubość:		Przekrój cm ²	Waga na mb kg	Momenty bezwładności		Momenty wytrzymałości		Nr. profilu
			średnika d mm	pasów t mm			J_y cm ⁴	J_x cm ⁴	W_y cm ³	W_x cm ³	
8	80	42	3,9	5,9	7,57	5,9	6,3	77,7	2,99	19,4	8
9	90	46	4,2	6,3	8,99	7,0	8,8	117	3,81	25,9	9
10	100	50	4,5	6,8	10,6	8,3	12,2	170	4,86	34,1	10
11	110	54	4,8	7,2	12,3	9,6	16,2	238	5,99	43,3	11
12	120	58	5,1	7,7	14,2	11,1	21,4	327	7,38	54,5	12
13	130	62	5,4	8,1	16,1	12,6	27,4	435	8,85	67,0	13
14	140	66	5,7	8,6	18,2	14,2	35,2	572	10,7	81,7	14
15	150	70	6,0	9,0	20,4	15,9	43,7	734	12,5	97,9	15
16	160	74	6,3	9,5	22,8	17,8	54,5	933	14,7	117	16
17	170	78	6,6	9,9	25,2	19,7	66,5	1165	17,1	137	17
18	180	82	6,9	10,4	27,9	21,7	81,3	1444	19,8	161	18
19	190	86	7,2	10,8	30,5	23,8	97,2	1759	22,6	185	19
20	200	90	7,5	11,3	33,4	26,1	117	2139	25,9	214	20
21	210	94	7,8	11,7	36,3	28,3	137	2558	29,3	244	21
22	220	98	8,1	12,2	39,5	30,8	163	3055	33,3	278	22
23	230	102	8,4	12,6	42,6	33,3	188	3605	36,9	314	23
24	240	106	8,7	13,1	46,1	35,9	220	4239	41,6	353	24
25	250	110	9,0	13,6	49,7	38,7	255	4954	46,4	396	25
26	260	113	9,4	14,1	53,3	41,6	287	5735	50,6	441	26
27	270	116	9,7	14,7	57,1	44,5	325	6623	56,0	491	27
28	280	119	10,1	15,2	61,0	47,6	363	7575	60,8	541	28
29	290	122	10,4	15,7	64,8	50,6	403	8619	66,1	594	29
30	300	125	10,8	16,2	69,0	53,8	449	9785	71,9	652	30
32	320	131	11,5	17,3	77,7	60,6	554	12493	84,6	781	32
34	340	137	12,2	18,3	86,7	67,6	672	15670	98,1	922	34
36	360	143	13,0	19,5	97,0	75,7	817	19576	114	1088	36
38	380	149	13,7	20,5	107	83,4	972	23978	131	1262	38
40	400	155	14,4	21,6	118	91,8	1160	29173	150	1459	40
42	425	163	15,3	23,0	132	103	1433	36956	176	1739	42
45	450	170	16,2	24,3	147	115	1722	45888	203	2040	45
47	475	178	17,1	25,6	163	127	2084	56410	234	2375	47
50	500	185	18,0	27,0	179	140	2470	68736	267	2750	50
55	550	200	19,0	30,0	212	166	3486	99054	349	3602	55

8. Ćwierciowniki (słupowniki).

Rys. 826.

Rys. 827.

Długości normalne = 4 do 8 m.
 Długość największa = 12 m.
 Promień zaokrąglenia $r = 0,12 R$.
 Promień zaokrąglenia $r_1 = 0,06 R$.
 Profile przygotowane, grubości o 1 mm większej walcują się również.

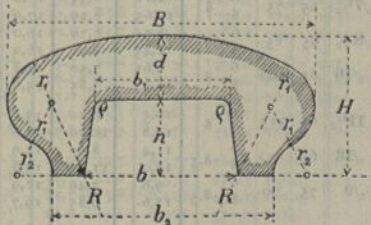


Nr. profilu	Rozmiary w mm.				Przekrój całej rury	Waga całej rury na mb.	Moment bezwładności całej rury	Momenty wytrzymałości całej rury (słupa)	
	R	b	d	t				$W_z = \max.$	$W_x = \min.$
					cm ²	kg	cm ⁴	cm ³	cm ³
5	50	35	4	6	29,8	23,3	576	89,3	66,2
5	50	35	8	8	48,0	37,4	906	135	102
7 _{1/2}	75	40	6	8	54,9	42,8	2068	237	175
7 _{1/2}	75	40	10	10	80,2	62,5	2982	331	248
10	100	45	8	10	88,1	68,7	5511	501	370
10	100	45	12	12	120	94,0	7478	663	495
12 _{1/2}	125	50	10	12	129	101	12161	917	676
12 _{1/2}	125	50	14	14	169	132	15788	1165	867
15	150	55	12	14	179	140	23637	1515	1120
15	150	55	18	17	249	194	32738	2051	1530

Rys. 828.

9. Poręczownik.

Długości normalne = 4 do 8 m.
 Długość największa = 12 m.
 Wierzchnie zaokrąglenie promieniem $R = B$.



Nr. profilu	Rozmiary w mm.											Przekrój	Waga na mb.
	B	H	b	h	R	d	r ₁	r ₂	q	b ₁	b ₂			cm^{2}	kg
4	40	18	20	10	40	8	6	4	2	18	30	4,20	3,28
6	60	27	30	15	60	12	9	6	3	27	45	9,46	7,38
8	80	36	40	20	80	16	12	8	4	36	60	16,8	13,1
10	100	45	50	25	100	20	15	10	5	45	75	26,3	20,5
12	120	54	60	30	120	24	18	12	6	54	90	37,8	29,5

10. Kątowniki nierównoramienne do budowy okrętów.

(p. rys. 820 na str. 28).

 d = grubość normalna ramion przy nastawieniu walcy do 3 mm.

Profile oznaczone gwiazdką (*) co do szerokości ramion zgodne są z profilami tablicy na str. 28. Długości normalne = 4 do 8 m. Długość największa = 12 m. R jest promieniem zaokrąglenia krawędzi wklęsłej. Promienie zaokrąglenia krawędzi ramion $r = 0,5 R$ (na $\frac{1}{2}$ mm zaokrąglenie). Profile przygotowane, o równych szerokościach ramion, a 1 mm grubsze walcują się również.

Nr. profilu	Rozmiary w mm				Prze- krój	Waga na mb.	Odległość środką cię- kości		tg φ	Momenty bezwładności			
	b	a	d	R			ξ_0	η_0		J_ξ	J_η	$J_x =$ max.	$J_y =$ min.
3/4	30	40	3	3,5	2,02	1,58	7,4	12,4	0,556	3,22	1,56	3,92	0,86
*3/4 ^{1/2}	30	45	3	3,5	2,17	1,69	7,0	14,4	0,430	4,46	1,62	4,62	1,46
*3/6	30	60	3	4	2,63	2,05	6,1	20,9	0,261	9,93	1,73	10,51	1,15
3 ^{1/2} /4 ^{1/2}	35	45	3	4	2,33	1,82	8,6	13,6	0,595	4,68	2,53	5,87	1,34
4/5	40	50	3	4	2,63	2,05	9,9	14,8	0,626	6,63	3,77	8,42	1,98
*4/6	40	60	4	5	3,87	3,02	9,4	19,2	0,434	14,27	5,08	16,3	3,05
*4/8	40	80	4	5,5	4,67	3,64	8,1	27,8	0,262	31,23	5,44	33,0	3,67
4 ^{1/2} /5 ^{1/2}	45	55	4	5	3,87	3,02	11,4	16,4	0,651	11,63	7,02	15,0	3,65
4 ^{1/2} /6 ^{1/2}	45	65	4	5	4,27	3,33	10,6	20,4	0,529	18,49	7,30	21,0	4,79
5/6	50	60	5	6,5	5,29	4,13	13,0	17,9	0,670	18,58	11,71	24,1	6,19
*5/6 ^{1/2}	50	65	5	6,5	5,54	4,32	12,5	19,9	0,584	23,22	11,99	29,0	6,21
*5/7 ^{1/2}	50	75	5	6,5	6,04	4,71	11,7	24,0	0,415	35,40	12,43	40,0	7,83
*5/10	50	100	5	7	7,28	5,68	10,1	34,8	0,261	76,31	13,42	80,9	8,83
			7	7	10,04	7,83	10,9	35,7	0,261	103,7	17,97	110	11,66
5 ^{1/2} /6 ^{1/2}	55	65	5	7	5,78	4,51	14,2	19,2	0,606	23,93	15,85	31,7	8,08
			7	7	7,94	6,20	15,0	19,9	0,602	32,22	21,13	42,6	10,75
			7	7	6,28	4,90	13,3	23,2	0,514	35,72	16,39	42,6	9,51
5 ^{1/2} /7 ^{1/2}	55	75	5	7	8,64	6,74	14,1	24,0	0,521	48,03	21,97	57,7	12,3
			7	7	6,78	5,29	12,5	27,3	0,412	50,34	16,96	57,2	10,1
5 ^{1/2} /8 ^{1/2}	55	85	5	7	9,34	7,29	13,3	28,2	0,410	68,37	22,73	77,4	13,7
6 ^{1/2} /7 ^{1/2}	65	75	6	8	8,11	6,33	17,0	21,9	0,732	44,4	31,1	59,9	15,6
			8	8	10,63	8,29	17,9	22,8	0,721	57,3	39,4	76,1	20,6
6 ^{1/2} /8 ^{1/2}	65	85	6	8	8,71	6,79	16,0	25,9	0,564	63,1	32,2	77,2	18,1
			8	8	11,43	8,91	16,9	26,7	0,563	82,7	40,9	99,6	23,0
*6 ^{1/2} /10	65	100	6	8	9,61	7,50	14,8	32,1	0,410	98,7	33,5	112	20,2
			8	8	12,6	9,85	15,6	32,9	0,413	127,4	43,3	145	25,7
6 ^{1/2} /11 ^{1/2}	65	115	6	8	10,5	8,20	13,8	38,5	0,323	144,5	35,0	158	21,5
			8	8	13,8	10,79	14,6	39,7	0,324	186,7	44,6	204	27,3
*6 ^{1/2} /13	65	130	6	8,5	11,4	8,90	12,9	45,0	0,264	202,2	35,5	214	23,7
			8	8,5	15,0	11,72	13,8	45,9	0,261	264,1	45,4	280	29,5
7 ^{1/2} /9	75	90	6	8,5	9,6	7,49	18,9	26,0	0,661	78,4	48,7	101	26,1
			8	8,5	12,6	9,85	19,7	26,8	0,657	101,5	63,1	131	33,6
7 ^{1/2} /10	75	100	7	10	11,9	9,26	18,1	30,6	0,543	119,3	58,5	144	33,8
			10	10	16,6	12,95	19,5	31,9	0,539	162,2	78,9	197	44,1
7 ^{1/2} /11	75	110	7	10	12,6	9,8	17,5	34,7	0,452	154,6	59,4	179	35,0
			10	10	17,6	13,7	18,7	36,0	0,456	209,9	81,0	244	46,9
7 ^{1/2} /12	75	120	8	10,5	15,1	11,8	17,1	39,3	0,382	221,6	68,3	248	41,9
			10	10,5	18,6	14,5	17,9	40,2	0,380	270,5	82,9	303	50,4
7 ^{1/2} /13	75	130	9	10,5	17,7	13,8	16,9	44,0	0,334	310,7	76,9	338	49,6
			11	10,5	21,4	16,7	17,7	44,9	0,329	367,8	91,0	401	57,8
7 ^{1/2} /14	75	140	9	10,5	18,6	14,5	16,3	48,4	0,293	377,7	78,1	406	49,8
			11	10,5	22,5	17,6	17,1	49,4	0,291	451,6	92,7	484	60,3

Nr. profilu	Rozmiary w mm				Prze-krój cm ²	Waga na mb. kg	Odległość środka ciężkości		tg φ	Momenty bezwładności			
	b	a	d	R			ξ ₀	η ₀		J _ξ	J _η	J _x = max.	J _y = min.
7 ^{1/2} /15	75	150	9	10,5	19,5	15,2	15,7	52,8	0,270	456,3	79,9	485	51,2
			11		23,6	18,4	16,5	53,8	0,257	545,7	94,8	578	62,5
7 ^{1/2} /17	75	170	9	11,5	21,4	16,7	14,8	62,1	0,217	632,4	82,1	660	54,5
			11		25,9	20,2	15,6	62,7	0,209	767,9	102,0	803	66,9
8/12	80	120	9	11	17,3	13,5	19,1	38,8	0,436	251,0	93,4	289	52,4
8/16	80	160	9	13	21,0	16,4	16,5	55,8	0,262	554,3	94,8	588	61,1
9/10	90	100	9	12	16,4	12,8	24,2	29,1	0,797	145,6	119,0	219	55,6
			12		21,5	16,8	25,4	30,3	0,793	199,8	152,3	280	72,1
9/11	90	110	9	12	17,3	13,5	23,2	33,0	0,654	224,3	122,4	265	61,7
			12		22,7	17,7	24,4	34,2	0,649	262,8	156,4	339	80,2
9/12	90	120	9	12	18,2	14,2	22,2	37,0	0,524	261,0	125,8	318	68,8
			12		23,9	18,7	23,4	38,3	0,520	334,6	161,6	409	87,2
9/13	90	130	9	12	19,1	14,9	21,4	41,1	0,467	325,7	128,5	381	73,2
			12		25,1	19,6	22,6	42,4	0,465	419,7	164,8	491	93,5
9/14	90	140	9	12	20,0	15,6	20,6	45,3	0,409	399,1	131,1	454	76,2
			12		26,3	20,5	21,9	46,6	0,406	517,1	167,4	586	98,5
9/15	90	150	9	12,5	20,9	16,3	19,9	49,4	0,359	482,9	132,7	535	80,6
			13		25,3	19,8	20,7	50,3	0,358	579,4	158,6	642	96,0
9/16	90	160	9	12,5	20,7	16,3	20,7	50,3	0,357	671,1	182,2	743	110,3
			13		29,7	23,1	21,5	51,2	0,357	671,1	182,2	743	110,3
9/17	90	170	9	12,5	21,8	17,0	19,3	53,7	0,322	578,0	134,3	629	83,3
			13		26,4	20,6	20,1	54,7	0,320	693,1	160,8	754	99,9
9/17	90	170	9	12,5	31,0	24,2	20,9	55,5	0,319	804,4	184,6	874	115,0
			13		22,7	17,7	18,7	58,1	0,291	683,2	136,7	734	85,9
9/20	90	200	9	12,5	27,5	21,5	19,5	59,0	0,288	819,6	163,4	880	103
			13		32,3	25,2	20,3	59,9	0,300	952,1	187,9	1021	119
9/20	90	200	9	12,5	25,4	19,8	17,2	71,4	0,227	1068,9	141,4	1119	91,3
			13		30,8	24,1	18,0	72,4	0,220	1285,8	169,2	1342	113
9/22 ^{1/2}	90	225	9	12,5	36,2	28,2	18,8	73,3	0,219	1494,9	195,1	1561	129
			13		27,7	21,6	16,3	82,8	0,186	1476,4	143,4	1523	96,8
9/25	90	250	9	12,5	33,6	26,2	17,0	83,8	0,181	1775,1	172,9	1830	118
			13		39,4	30,8	17,8	84,7	0,181	2066,8	200,2	2131	136
9/25	90	250	9	12,5	29,9	23,4	15,3	94,4	0,156	1966,0	148,0	2011	103
			13		36,3	28,3	16,1	95,4	0,154	2371,6	177,4	2424	125
10/12	100	120	9	12	42,7	33,3	17,0	96,3	0,154	2759,4	203,6	2821	142
			12		19,1	14,9	25,6	35,5	0,681	270,8	170,3	354	87,1
10/13	100	130	9	12	25,1	19,6	26,8	36,7	0,678	342,3	218,7	452	109
			10		22,1	17,3	25,0	39,7	0,577	367,0	187,9	456	98,9
10/14	100	140	10	13	28,3	22,1	26,2	41,0	0,574	462,3	236,7	574	125
			13		23,1	18,0	24,1	43,8	0,499	451,7	192,3	538	106
*10/15	100	150	10	13	29,6	23,1	25,3	45,1	0,495	571,0	242,0	678	135
			13		24,1	18,8	23,3	47,9	0,437	546,8	196,2	631	112
10/16	100	160	10	13	30,9	24,1	24,5	49,2	0,435	692,0	247,0	798	141
			13		25,1	19,6	22,6	52,2	0,390	656,2	198,8	738	117
*10/20	100	200	10	15	32,2	25,1	23,8	53,3	0,382	836,4	250,6	937	150
			12		29,2	22,8	21,0	69,3	0,263	1202,5	210,5	1279	134
11 ^{1/2} /17	115	170	10	13,5	34,8	27,1	21,0	70,3	0,261	1443,5	246,5	1530	160
			12		27,7	21,6	26,5	53,6	0,451	817,0	305,0	948	174
11 ^{1/2} /17	115	170	12	13,5	32,9	25,7	27,3	54,5	0,448	964,7	359,3	1117	207
			14		38,1	29,7	28,1	55,3	0,447	1106,8	410,2	1280	237

Przynależne tu profile 2/3 ($d=3$ mm), 2/4 ($d=3$ mm), 8/12 ($d=12$ mm), 8/16 ($d=12$ mm) i 10/20 ($d=14$ mm) ze str. 28, łącznie z powyższymi przedstawiają ogólnie 93 profile kątowników nierównoramiennych, do budowy okrętów.

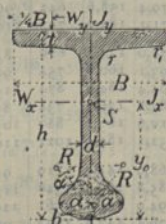
11. Żetowniki do budowy okrętów.

(P. rys. 823 na str. 30).

Długości normalne = 4 do 8 m. Długość największa = 12 m. Promienie zaokrągleń krawędzi wklęsłych $R = d$. Promienie zaokrągleń krawędzi pasów $r = 0,5 d$.

Nr. profilu	Wysokość h mm	Szerokość b mm	Grubość:		Przekrój cm ²	Waga na mb. kg	$\text{tg } \varphi$	Momenty bezwładności			
			średnika d mm	pasów t mm				J_{ξ} cm ⁴	J_{η} cm ⁴	$J_x = \text{max}$ cm ⁴	$J_y = \text{min}$ cm ⁴
9	90	70	8	9,5	19,2	15,0	0,827	242,6	179,6	379	43,2
10	100	70	8	9,5	20,0	15,6	0,705	311,7	179,9	442	48,9
11	110	75	9	11	24,7	19,3	0,684	461,4	253,5	645	70,2
12	120	75	9	11	25,6	20,0	0,600	567,8	253,6	745	76,6
13	130	80	10	12	30,1	23,5	0,584	777,8	332,9	1008	103,1
14	140	80	10	12	31,1	24,3	0,522	928,4	332,9	1151	110,0
15	150	85	11	13,5	36,9	28,8	0,519	1256	446,1	1555	147,3
16 ₁	165	85	11	13,5	38,5	30,0	0,450	1578	446,3	1865	158,7
18	180	90	12	15	45,5	35,5	0,433	2204	585,0	2577	211,3
20	200	90	12	15	47,9	37,3	0,371	2837	585,3	3196	226,8

Rys. 829.



Co do odstępstw powyższej tablicy 11 od str. 40 w „Deutsches Normalprofilbuch“ p. A. Meyerhof, Biegungsspannungen der Z-Eisen zu Schiffbauzwecken, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1899, str. 607.

12. Teowniki łebkowe do budowy okrętów.

Długości normalne = 4 do 8 m. Długość największa = 12 m. Łebek eliptyczny (półosie: $a = 2d$, $b = d$) ze stycznymi pod kątem $\alpha = 50^\circ$.

Pochyłość wewnętrznych powierzchni pasów = 8%; $t = 1,15 d$.
Promienie zaokrągleń: $R = 1,5 d$; $r = d$; $r_1 = 0,5 d$.

Nr. profilu	Wysokość h mm	Szerokość B mm	Grubość:		Przekrój cm ²	Waga na mb. kg	Odległość średnika ciężkości J_0 mm	Momenty bezwładności		Momenty wyrzymałości	
			średnika d mm	pasów t mm				J_y cm ⁴	J_x cm ⁴	W_y cm ³	W_x cm ³
15	150	120	9,5	10,92	30,8	24,0	93	138,8	940	23,1	101
16 ₁	160	120	10	11,5	34,1	26,6	101	153,3	1264	25,6	125
18	180	125	10,5	12,08	38,3	29,8	109	182,4	1684	29,2	154
20	200	130	11	12,65	43,1	33,6	121	215,3	2340	33,1	194
22	220	135	11,5	13,22	48,2	37,6	132	252,6	3159	37,4	240
24	240	140	12	13,8	53,7	41,9	143	294,8	4175	42,1	292
26	260	145	13	14,95	62,0	48,4	154	359,1	5656	49,5	368
28	280	150	14	16,1	71,0	55,4	164	433,2	7447	57,8	454
30	300	160	15	17,25	81,3	63,5	176	563,9	9856	70,5	562
32 ₁	325	165	16	18,4	92,3	72,0	189	666,7	13099	80,8	695
35	350	170	17	19,55	104	81,1	202	783,0	17066	92,1	847
37 ₁	375	175	18	20,7	116	90,8	214	913,3	21860	104,4	1020
40	400	180	19	21,85	129	101	225	1059	27585	117,7	1214

Szczególne dwuteowniki i ceowniki walcowni Burbacher Hütte pod Saarbrücken.

(P. rys. 825 na str. 32, wzgl. rys. 824 na str. 31).

Wagi podano dla żelaza zlewnego (ciężk. własc. = 7.85).

(Wydanie 1897)		Wyso- kość	Szero- kość	Grubość		Prze- krój	Waga na mb.	Moment bezwła- dności	Moment wytrzy- małości
Str.	Nr. profilu	<i>h</i>	<i>b</i>	średnika <i>d</i>	pasów <i>t</i>					J_{x}	W_{x}
		mm	mm	mm	mm	cm ²	kg	cm ⁴	cm ³
Dwuteowniki.									
1	3	80	80/50	8	8	16,0	12,6	198	35,9
	4	80	82/52	10	8	17,6	13,8	200	38,5
	1	78,5	78,5	6,5	8	16,8	13,2	170	43,3
	12,5/7,5	125	75	6	8,25	19,1	15,0	476	76,2
2	15/8	150	80	7	9,5	24,6	19,3	882	117,6
	13/8,5	130	85	8	11,5	28,4	22,3	770	118,5
2	17,6/9,1	176	91	8,5	9,75	31,7	24,9	1480	168
3	20/10	200	100	9	11	38,5	30,2	2390	239
4	23,5/9	235	90	10	11,75	42,5	33,5	3426	292
5	26,2/9,6	262	96	9,5	14	49,6	38,9	5152	393
4	25/14	250	140	10	14,5	64,2	50,4	6536	523
5	25,8/11,2	258	112	14,5	17	70,7	54,9	6860	532
4	24,7/15	247	150	14	18,5	81,0	62,8	8186	662
	24,5/15,8	245	158	14	21	97,9	76,0	9618	785
Ceowniki.									
13	5,6/1,5	56	15	5	8,5	4,5	3,5	17,0	6,07
	6/2,4	60	24	6	6,1	5,3	4,1	23,3	8,1
	6/3	60	30	6	7,5	7,1	5,5	35,7	11,9
	5,7/3,8	57	38	6,5	7,25	8,28	6,4	38,5	13,5
	7,5/3	75	30	7	7,1	8,6	6,7	62,4	16,6
	7,5/3,5	75	35	6	7,5	9,0	7,05	70,8	18,1
	7,5/4	75	40	9	8,25	11,95	9,3	88,9	23,7
	7,5/4,5 a	75	45	8	8,75	12,6	9,8	99,6	26,6
	7,5/4,5 b	75	45	10	10	14,64	11,24	110	29,3
	8/4	80	40	6	7,75	10,18	7,9	94,6	23,7
14	12,2/3,5	122	35	5	5,75	9,68	7,6	190	31
	12/6 · 3	120	60 · 30	12	11	21,7	16,9	.	.
	12/5,8 · 2,8	120	58 · 28	10	11	19,5	15,1	.	.
	12/6,2 · 4,3	120	62 · 43	15/25/11	11,5	27,3	21,0	.	.
	12,5/7,2	125	72	9,75	11,5	26,7	20,7	621	99,4
	13/4,5	130	45	7	8,25	15,45	12,0	361	55,5
15	14/4,5	140	45	7	10,25	17,7	13,7	489	69,8
	14,4/7,8	144	78	12	13,5	35,2	27,3	1060	147
	14,2/8,5	142	85	13	14,75	40,0	31,0	1180	166
	15,1/4,2	151	42	9	12	21,4	16,6	636	84
	15,3/5,8	153	58	7	10,25	21,3	16,5	742	97
	15,1/6,3	151	63	8	10,75	24,2	18,7	817	108
	17,5/6	175	60	7	10	23,2	18,2	1035	118
16	17,6/7,3	176	73	9,75	11,5	31,9	24,7	1429	162
	17,5/7,7	175	77	10,75	12,5	36,0	27,9	1596	183
	19,6/7,8	196	78	13	18	49,3	38,2	2676	273
	21/10	210	100	10	13	44,5	34,5	3045	290
	23,5/7	235	70	10	12,8	39,1	30,7	2890	254
18	23/8	230	80	8	10,25	35,3	37,7	3164	253
	25/8,2	250	82	10	10,25	40,3	31,6	3424	274
19	30/9,8	300	98	12	15,25	62,6	48,6	8053	537
	30/7,8	300	78	10,5	13	49,6	38,7	5979	399

Normalne profile przygotowawcze dwuteowników

walcowni Union, Akt.-Ges. für Bergbau, Eisen- und Stahl-Industrie
w Dortmundzie.

(Skrót. P. rys. 825 na str. 32).

Wagi podano dla żelaza spawalnego (ciężk. właśc. = 7,8).

Nr. profilu	Wy- kość	Sze- ro- kość	Grubość		Przekrój	Waga na mb.	Moment bez- wła- dności	Moment wytrzy- małości
	h	b	śro- dnika	pasów			J_x	J_x
	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg	cm ⁴	cm ⁴
18 b	178	81,5	7,4	11,8	30,7	23,9	1558	175
18 c	176	93,5	9,0	13,8	39,2	30,5	1945	221
19 b	188,5	85,5	7,7	11,0	31,6	24,7	1780	189
19 c	187	95,5	9,0	14,3	41,6	32,4	2338	250
20 b	198	89,5	8,0	13,0	37,0	28,9	2334	236
20 c	196	100,0	9,5	15,0	45,8	35,7	2825	288
21 b	208	93,0	8,3	13,0	39,3	30,6	2719	261
21 c	206	102,0	9,5	15,2	47,7	37,2	3258	316
22 b	218,5	97,5	8,7	13,2	42,4	33,1	3230	296
22 c	216	107,5	9,8	14,5	49,5	38,6	3705	343
23 b	228	101,0	9,0	13,6	45,5	35,5	3769	331
23 c	226	112,0	10,5	16,0	56,2	43,8	4598	467
24 b	238,5	105,5	9,2	14,5	49,9	38,9	4548	381
24 c	235,5	112,5	10,5	16,5	58,4	45,5	5186	441
3 a*)	250	140,0	10,0	15,0	64,0	49,9	6694	536
3 b**)	248,5	139,0	10,5	16,25	67,9	53,0	6983	562
3 c**)	246,5	144,0	11,5	19,25	79,4	61,9	7936	652
26 b	258,5	112,8	9,9	15,4	57,3	44,7	6114	473
26 c	256,5	121,0	11,0	17,9	67,6	52,7	7162	559
28 b	278	118,7	10,6	16,2	64,5	50,3	7907	569
28 c	276	128,0	12,0	18,2	75,3	58,8	9130	662
30 b	298	122,0	10,5	18,0	71,4	55,7	9576	684
30 c	296	128,0	12,0	21,2	84,7	66,1	10452	804
32 b	318	132,0	12,5	19,0	85,2	66,5	13521	850
32 c	316	142,0	14,5	22,3	102,7	80,1	16099	1019
34 b	338	136,5	12,7	19,8	91,9	71,7	16512	977
34 c	336	149,5	14,0	22,5	108,0	84,2	19433	1157
36 b	358	142,5	13,5	21,2	103,0	80,4	20693	1156
36 c	356	156,0	15,0	24,0	121,1	94,4	24323	1366
38 b	378	148,5	14,2	21,5	111,1	86,7	24762	1310
38 c	376	159,0	15,5	23,8	126,6	98,7	28081	1494
40 b	398	154,0	15,0	22,7	122,8	95,8	30129	1514
40 c	396	159,5	16,5	25,2	137,4	107,2	33350	1684
42 ^{1/2} b	425	164,5	16,8	23,0	139,3	108,7	38226	1799
4*)	500	176,0	18,0	26,0	176,6	137,7	64945	2598

*) Niezwykłe profile wykończone.

**) Niezwykłe profile przygotowawcze.

10 m). Największa długość, na jaką walcują dany profil, dotyczy wyłącznie tylko profili składowych (walcowanych na zapas), t. j. wszystkich podanych w tabl. na str. 28 do 39, za wyjątkiem jedynie profili przygotowawczych b i c (str. 39), które walcują tylko w takiej długości, jaka pod względem wagi jest równoważną długości największej przynależnego profilu składowego. (Większe długości można otzymywać za oddzielnym porozumieniem się). Największa zaś długość profili składowych bywa 12 do 16 m, a przy dwuteownikach 14 do 18 m. Długości pośrednie między normalną a największą podlegają nadwyżkom ponad ceny zasadnicze, podobne też dopłaty bywają pobierane za „długość dokładną” (na ± 1 cm) i za „końce obrabiane” (z dokładnością $\pm 0,5$ cm), podczas gdy przy zamówieniach zwykłych pozwala się zwyczajowo chybień w długościach do ± 5 cm.

Rys. 818.



Dość dogodnym będzie nieraz przedstawiany w rys. 818 pomostownik, a mianowicie korytownik rozwarty, Nr. 12/24 Huty Burbach pod Saarbrücken (wydanie 1897, str. 38). Przekrój = 25,1 cm², waga (żel. zlewne) = 19,7 kg/mb, moment bezwładności $J_x = 541$ cm⁴, moment wytrzymałości $W_x = 90$ cm³.

8. **Drut** walcuje się, albo wyciąga z żelaza spawalnego lub zlewne, jako też ze stali zlewnej, w przekroju kołowym, którego średnicę oznacza się zazwyczaj podług pewnej skali na drut (p. str. 16). Wagi drutów podano na str. 14. Jeżeli przekrój drutu nie jest kołowy, lecz półkołowy, owalny, kwadratowy, kańciasty, gwiaździsty i t. p., to drut taki nazywamy kształtowym. Wytrzymałość drutów na ciągnięcie p. T. I, str. 335 i 336. Szczegóły p. w rozdziale niniejszym pod c. V.

1000 mb. telegraficznego drutu żelaznego, cynkowanego waży: 6 mm grub. 215 kg; 5 mm gr. 150 kg; 4 mm gr. 100 kg; 3 mm gr. 55 kg; 2 mm gr. (drut do wiązania) 24 kg; 1,7 mm gr. (drut do obwijania) 18 kg.

9. **Blachy gładkie** (blachy czarne) walcują się z balwanów zlewnych (żelaznych, albo stalowych) lub też z żelaza spawalnego (p. Dział XIII, rozdz. IV). Do 5,5 mm grubości mianują się blachami cienkimi, przy większej grubości zaś blachami grubymi, albo kotłowymi. Szczegóły p. rozdz. niniejszy pod c. II. i d.

Wagi blach cienkich w kg/m²

podług skali niemieckiej i dillingeńskiej (p. str. 16).

Grubość mm	Żelazo spawalne	Żelazo zlewne	Stal	Grubość mm	Żelazo spawalne	Żelazo zlewne	Stal	Grubość mm	Żelazo spawalne	Żelazo zlewne	Stal
0,30	2,34	2,36	2,36	0,90	7,02	7,07	7,07	2,00	15,6	15,7	15,7
0,375	2,93	2,94	2,95	1,00	7,80	7,85	7,86	2,25	17,6	17,7	17,7
0,40	3,12	3,14	3,14	1,10	8,58	8,64	8,65	2,50	19,5	19,6	19,7
0,438	3,42	3,44	3,44	1,125	8,78	8,83	8,84	2,75	21,5	21,6	21,6
0,50	3,90	3,93	3,93	1,25	9,75	9,81	9,83	3,00	23,4	23,6	23,6
0,562	4,38	4,41	4,42	1,30	10,1	10,2	10,2	3,25	25,4	25,5	25,5
0,60	4,68	4,71	4,72	1,375	10,7	10,8	10,8	3,50	27,3	27,5	27,5
0,625	4,88	4,91	4,91	1,40	10,9	11,0	11,0	3,75	29,3	29,4	29,5
0,68	5,30	5,34	5,34	1,50	11,7	11,8	11,8	4,00	31,2	31,4	31,4
0,70	5,46	5,50	5,50	1,55	12,1	12,2	12,2	4,25	33,2	33,4	33,4
0,75	5,85	5,89	5,90	1,70	13,3	13,3	13,4	4,50	35,1	35,3	35,4
0,80	6,24	6,28	6,29	1,75	13,7	13,7	13,8	5,00	39,0	39,3	39,3
0,875	6,83	6,87	6,88	1,85	14,4	14,5	14,5	5,50	42,9	43,2	43,2

Blachy cienkie. Grubość oznacza się podług jednej ze skal podanych na str. 16. Wagi podano w tablicy powyższej. Blachy cienkie, w arkuszach prostokątnych, z dozwolonem uchybieniem w szerokości do 50 mm, a w długości do 150 mm, dostarczają walcownie niemieckie w poniższych wymiarach handlowych:

Nr. 1 do 15 skali niemieckiej, długość = 2500 mm, szerokość = 1250 mm,
 „ 16 „ 22 „ „ „ = 2000 „ „ = 1000 „
 „ 23 „ 27 „ „ „ = 1600 „ „ = 800 „

Cena zasadnicza zależy od numeru blachy. Nadwyżkom ceny zasadniczej podlegają blachy o wymiarach większych, albo przycięte prostokątnie na inne, oznaczone długości i szerokości, albo też przycięte dożądanego kształtu, np. kręgi, półkręgi i t. p., wreszcie blachy wyborowego gatunku. Blachy wiązkowe, czyli centnarowe sprzedają się wiązkami ważącemi po 50 kg w arkuszach: 470 · 630, 470 · 790, 630 · 790 i 630 · 940 mm. Wiązka zawiera w sobie, stosownie do wielkości arkuszy i numeru blachy, od 3 do 60-ciu arkuszy.

Blachy składowe **Huty Bankowej:**

Blachy cienkie liczy Huta od Nr. 22 (0,7 mm) do Nr. 11 (3,0 mm) skali angielskiej, grube zaś od Nr. 10 (3,3 mm) do Nr. 8 (4,0 mm), dalej wyrabia grubości; $\frac{3}{16}$ " (4,7 mm), $\frac{7}{32}$ " (5,5 mm), $\frac{1}{4}$ " (6,2 mm), $\frac{9}{32}$ " (7,0 mm), $\frac{5}{16}$ " (8 mm), $\frac{3}{8}$ " (9,5 mm), $\frac{7}{16}$ " (11 mm), $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm). Nieskładowe blachy walcuje w grubościach dowolnych, aż do 38 mm ($1\frac{1}{2}$ " włącznie).

Formaty blach składowych są następujące:

712 · 1424 mm (1 · 2 arsz.)	} od Nr. 22 (0,7 mm) do $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) grubości.
762 · 1524 „ (2 $\frac{1}{2}$ · 5')	
914 · 1829 „ (3' · 6')	} od Nr. 20 (0,9 mm) do $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) grubości.
1068 · 2136 „ (1 $\frac{1}{2}$ · 3 arsz.)	
1220 · 1829 „ (4' · 6')	} od Nr. 19 (1,0 mm) do $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) grubości.
1220 · 2438 „ (4' · 8')	
1424 · 2136 „ (2 · 3 arsz.)	} od Nr. 18 (1,2 mm) do $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) grubości.
1424 · 2848 „ (2 · 4 arsz.)	
1220 · 3658 „ (4' · 12')	} od Nr. 11 (3,0 mm) do $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) grubości.
1524 · 3048 „ (5' · 10')	
1424 · 3560 „ (2 · 5 arsz.)	
1424 · 4272 „ (2 · 6 arsz.)	} od Nr. 10 (3,3 mm) do $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) grub.

Blachy dziurkowane, są to blachy cienkie, z dziurami okrągłymi, kwadratowymi, prostokątnymi, sześciokątnymi, trójkątnymi, wydłużonemi i t. p., a można je otrzymać we wszystkich numerach blach cienkich, w szerokościach do 2500 mm i długościach do 6000 mm. Służą one do wszelakiego rodzaju przesiewania i przepędzania. Dziurki okrągłe, od 0,5 do 100 mm średnicy. **Blachy wzorzyste**, dziurkowane, wytłaczane, wreszcie równocześnie i dziurkowane i wytłaczane w przeróżne wzory używają się na opony pieców (zwłaszcza parowych i wodnych) na kratki wentylacyjne, osłony przyrządów elektro-technicznych, do wypełniania otworów i t. p. Blachy dziurkowane wyrabiają też i cynkowane, ołowione i przeróżnie galwanizowane.

Blachy grube (zbiornikowe i kotłowe). Szerokość arkuszy prostokątnych, grubości ponad 12 mm, stosownie do długości i wagi, dochodzi do 3000 mm i więcej, średnica blach okrągłych do 2800 mm i wyżej. Grubość do 40 mm (p. Dział VII, rozdz. IV, p. C. I. i rozdz. niniejszy p. III i d. 2.)* Blachy przycięte podług rysunku obliczają się jak prosto-

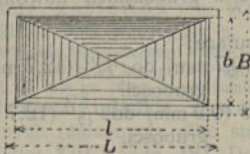
*) Fried. Krupp z Essen wystawił w r. 1993 w Chicago blachę kotłową ze spawalnego żelaza zlewnego, martynowskiego, długości 20 m, szerokości 3,3 m, grubości 32 mm, a ważącą 16200 kg, oraz dno kotłowe, płaskie, z martynowskiego żelaza zlewnego, 3,9 m średnicy, przy 38 mm grubości, ważące 3440 kg.

katne, z którychby je można wyciąć, z potrąceniem wartości surowego materiału (łomu) odcinków. Blachy po nad 26 mm grubości (ramy parowozów, blachy mostowe i okrętowe) podlegają oddzielnym umowom o ceny: wyrabiają je z żelaza spawalnego i zlewne.

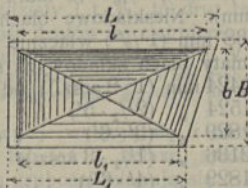
Huta Bankowa rozróżnia 3 gatunki jakościowe: 1) blachy zbiornikowe, z materiału zwykłego, na zbiorniki wodne i t. p.; 2) blachy kotłowe, zwykle, *BB*, miękkie, kowalne na gorąco i na zimno, na kotły, zwłaszcza na płaszczki i t. p.; 3) blachy kotłowe, przewyborne, *BBB*, bardzo miękkie i bardzo łatwo kowalne na zimno i na gorąco, na dna kotłowe z wyginanymi kołnierzami i t. p. Materiał wszystkich tych blach: żelazo zlewne.

10) **Płyty nieckowate (wypuklaste)** p. rozdz. niniejszy, II., 1., wytłaczają się z żelaza spawalnego, lub lepiej zlewne, w postaci sklepienia klasztorne, o strzałce $\frac{1}{10}$ do $\frac{1}{15}$, z płaskim brzegiem wokół, szerokim 60 do 80 mm. Rozmiary dowolne, w granicach od 500 do 2000 mm długości boków, a kształt kwadratowy, prostokątny lub trapezowy. Służą one przeważnie na pomosty mostowe, a nośność ich najlepiej oznaczać przez obciążenie próbne.

Rys. 832.



Rys. 833.



Jeżeli strzałkę wypukłości oznaczymy przez h , to powierzchnia miarodajna do obliczenia wagi będzie:

dla płyty prostokątnej (rys. 832):

$$F = LB + 2 \frac{l^2 + b^2}{lb} h^2,$$

dla płyty kwadratowej, gdy $L = B$ i $l = h$:

$$F = L^2 + 4h^2,$$

dla płyty trapezowej (rys. 833):

$$F = \frac{L + L_1}{2} B + \frac{(L + L_1)(l^2 + l_1^2 + 2b^2)}{2ll_1b} h^2.$$

11. **Blachy gładkie, sklepieniaste** (p. rozdz. niniejszy, II. 1.) (łukowe) na pomosty mostowe, w postaci sklepień kolebkowych, o strzałce $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{12}$, z płaskimi brzegami szerokimi na 60 do 80 mm po dłuższych bokach prostych. Wyrabiają je z żelaza spawalnego lub zlewne, w dowolnych wymiarach, w granicach: długości 500 do 3000 mm, szerokości 500 do 2000 mm, przy planie prostokątnym i grubości 5 do 10 mm. Wagę oznaczamy z długości i przekroju. Brzegi płaskie

przytwierdzają się do dźwigarów nitami 16 mm średnicy, w odstępach 100 do 110 mm.

12. **Blachy karbowane** z żelaza spawalnego lub zlewego, gatunku handlowego (p. powyżej). Karby przechodzą ukośnie na krzyż, pozostawiając między sobą 1,5 do 3 mm wysokie, a 4 do 5 mm szerokie ukośniki (romby); naodwrot zaś blachy **na krzyż żeberkowane** (wafłaste) mają podobnie ukośnie się krzyżujące żebra wystające, między którymi pozostają zagłębienia w postaci ukośników. Stosunek przekątni ukośników tych bywa zazwyczaj jak 2:3. Blachy takie walcują w grubościach 4 do 25 mm (nie licząc wysokości żeberka), szerokości do 1350 mm i do długości odpowiadającej wadze arkusza 450 kg. Stosujemy blachy te na pomosty, posadzki, pokrycia rynsztoków, na stopnie schodów i t. p.

13. Do rozmaitych zastosowań powleka się cienka blacha czarna trudniej utleniającą się warstwą innego metalu, a więc cynuje się blachę, cynkuje, ołowi, nikluje lub wreszcie powleka się ją warstwą miedzi, bądź to na gorąco, bądź też sposobem galwanicznym. Powłoka taka powinna zupełnie i równomiernie pokrywać żelazo i trwale z niem się zespolić.

Blacha biała jest równo grubo pocynowaną blachą czarną, wyborowego gatunku. Arkusze 380·265 mm dla blach cieńszych, a 430·330 mm dla grubszych, albo też arkusze podwójnej szerokości i długości, pakują się w skrzynie. Grubość blach: 0,4 do 2,5 mm, lecz gatunki cieńsze są więcej w użyciu.

Blachy cynkowane i ołowione w dowolnych rozmiarach używanych dla blach cienkich; na obustronną powłokę jednego m² blachy liczy się średnio 0,5 kg cynku, a 0,8 do 1,0 kg ołowiu.

Blachy powleczone miedzią galwanicznie, jedno lub obustronnie. Waga powłoki: 0,5 do 0,1 wagi żelaza; długość arkuszy do 1,0 m, szerokość do 0,6 m.

Blachy ponikłone: *) Na jedną lub na obydwie strony blachy żelaznej nakłada się cieniutkie blachy nikłowe i spawa je z blachą żelazną, a całość przechodzi jeszcze przez walce. Powłoka nikłowa wynosi 5 do 10⁰/₀ wagi żelaza.

14. **Blachy faliste.** Kształty przekrojów, momenty bezwładności i wytrzymałości dla jednej fali podano w tomie I, str. 365 Nr. 28 i 29. Chcąc otrzymać (wszystko w cm, cm², cm³, cm⁴) *J* i *W* pasa 100 cm szerokiego, wypada podane tam wzory pomnożyć przez 100: *B*.

Jeżeli zaś dla wzorów powyżej wspomnianych mamy *H*, *B* i δ w mm, to otrzymamy przybliżone wartości dla pasa 1 m szerokiego:

$$J = 0,1 [0,103 + 0,186 (H : B)] H^2 \delta \text{ w cm}^4, \text{ oraz}$$

$$W = [0,196 + 0,354 (H : B)] H \delta \text{ w cm}^3,$$

p. też Dział X., rozdz. III. B. b. 3.

*) Blachy powyższe nazywamy ponikłonami; przedmioty zaś galwanicznie powleczone niklem zwad będziemy nikłowanymi, albo ponikłowanymi, stopy zaś o małej domieszce niklu, nanikłonami. np. stal nanikłona, wreszcie gdyby nikiel stanowił zasadniczą, stosunkowo znaczną część jakiego stopu, np. bronzu, bronz taki musielibyśmy nazwać: bronzem nikłowym.

Falują przeważnie cienkie blachy żelazne, zlewne, wszelkich wielkości arkuszy, a blacha sfalowana idzie w handel, bądź to jako czarna, bądź też jako powleczona, a mianowicie: malowana, ołowiona, ponajczęściej jednak cynkowana. Obustronne pocynkowanie zwiększa wagę blachy średnio o $z = 0,6 \text{ kg/m}^2$ blachy płaskiej (w rozwinięciu). Jeżeli zatem 1 m^2 gotowej blachy falistej, niecynkowanej, o grubości $n \text{ mm}$, waży $w \text{ kg}$, to ocynkowanie jej będzie ważyło: $z (w : 7,85) \text{ kg/m}^2$ gotowej blachy falistej. W zależności od stosunku wysokości fali H do jej szerokości B rozróżniamy:

- a) Blachę falistą na żaluzje: $H : B \geq 0,5$, a $B = 25$ do 60 mm .
 β) Blachę płytkofalistą: $H : B \geq 0,5$, lecz $B = 60$ do 300 mm .
 γ) Blachę głębokofalistą (dźwigarową) $H : B > 0,5$, a $B = 60$ do 180 mm .

α) **Blacha falista na żaluzje** wyrabia się z blachy zlewnej (żelaznej lub stalowej) Nr. 19 do 26 niemieckiej skali blach cienkich (p. str. 16). Sposób obliczenia patrz poniżej pod β). Wymiary używane zestawiamy w tablicy poniższej:

Szerokość fali B mm	Głębokość fali H mm	Przekrój	Waga	Moment wytrzymałości
		na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy		
		cm ²	kg	cm ⁴
25	10	13,8	10,8	3,4
30	15	15,7	12,3	5,7
40	20	15,7	12,3	7,6
50	20	13,8	10,8	6,9
50	25	15,7	12,3	9,5

β) **Blacha płytkofalista** faluje się z blach cienkich, Nr. 17 do 24 podług skali niemieckiej (p. str. 16). Szerokość blach gotowych (0,65 do 0,95 m przy długości 2 do 3 m) zależy od szerokości arkusza blachy surowej.

Profile bardziej używane zestawiamy w poniższej tablicy, nadmieniając, że przekroje, wagi i momenty wytrzymałości blach dowolnej grubości w mm otrzymamy, mnożąc odpowiednie liczby tablicy przez grubość δ wyrażoną w mm; dokładniejszy wynik obliczenia momentu wytrzymałości otrzymamy, mnożąc nie przez δ , lecz przez iloczyn $\delta H : (H + \delta)$. Wagi w tablicy podano dla blachy czarnej, zlewno-żelaznej, niczem niepewleczonej.

Blachy płytkofaliste.

Szerokość fali B mm	Głębokość fali H mm	Przekrój	Waga	Moment wytrzymałości	Szerokość fali B mm	Głębokość fali H mm	Przekrój	Waga	Moment wytrzymałości
		na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy					na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy		
		cm ²	kg	cm ⁴			cm ²	kg	cm ⁴
60	30	15,7	12,3	11,4	70	35	15,7	12,3	13,3
60	25	14,1	11,1	8,9	75	30	13,8	10,8	10,3

(Ciąg dalszy na str. 45).

Szerokość fali <i>B</i> mm	Głębokość fali <i>H</i> mm	Przekrój			Przekrój			Przekrój		
		na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy			na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy			na 1 m szerokości i 1 mm grubości blachy		
		cm ²	kg	cm ³	cm ²	kg	cm ³	cm ²	kg	cm ³
80	40	15,7	12,3	15,2	150	75	15,7	12,3	28,6	
85	35	14,0	11,0	12,4	160	65	13,9	10,9	22,6	
90	45	15,7	12,3	17,1	160	80	15,7	12,3	30,5	
100	40	13,8	10,8	13,8	170	85	15,7	12,3	32,4	
100	50	15,7	12,3	19,0	175	70	13,8	10,8	24,0	
110	45	14,0	11,0	15,8	180	90	15,7	12,3	34,4	
110	55	15,7	12,3	20,9	185	75	13,9	10,9	26,1	
120	60	15,7	12,3	22,9	190	95	15,7	12,3	36,3	
125	50	13,8	10,8	17,2	200	80	13,8	10,8	27,5	
130	65	15,7	12,3	24,8	200	100	15,7	12,3	38,2	
135	55	13,9	10,9	19,2	220	110	15,7	12,3	42,0	
140	70	15,7	12,3	26,7	240	120	15,7	12,3	45,8	
150	60	13,8	10,8	20,6	250	100	13,8	10,8	34,4	

Przykład. Blacha płytkofalista dachu żelaznego wspiera się końcami na płatwiach z kątowników, odległych od siebie na 2 m w planie. Obciążenie pełne (t. j. ciężar własny, śniegu i parcie wiatru razem wzięte) niechaj będzie 135 kg/m² planu, czyli na pas blachy falistej, szerokości 1 m, będzie ono: $2,0 \cdot 135 = 270$ kg. Potrzeba zatem:

$$W = \frac{270 \cdot 200}{8 \cdot 750} = 9,0 \text{ cm}^3.$$

Podług tablicy powyższej starczy blacha: $B = 75$ mm, $H = 30$ mm, dla której $W = 10,3$ cm³. Grubość $\delta = 1$ mm będzie również dostateczną tembardziej, ponieważ blacha falista jest w danym razie tylko pokryciem dachu.

γ) **Blacha głębokofalista, czyli dźwigarowa**, faluje się przeważnie z blach zlewnożelaznych, Nr. 2 do 19 niemieckiej skali dla blach cienkich (p. str. 16). Używa się na dachy, stropy, pomosty mostowe i t. p., jako blacha prosta, albo też w kierunku fali wygięta (sklepieniasta). Blacha falista, sklepieniasta, ze strzałką $\frac{1}{12}$ do $\frac{1}{10}$ posiada dla równomiernie rozłożonego obciążenia spokojnego nośność 8 do 10-cio krotną, a dla obciążeń jednostronnych i ruchomych nośność 4 do 6-cio krotną w porównaniu z blachą falistą prostą, niewygiętą.

Zwykłe długości blach bywają 3 do 4 m, największe 6 m, szerokość natomiast zależy od profilu i szerokości arkusza surowego i bywa 0,45 do 0,90 m. Użytkowa szerokość blachy falistej równa się jej szerokości istotnej, zmniejszonej o szerokość półfali. Uwzględniając zakładki na stykach w kierunku tak długości, jako też i szerokości, wypada, stosownie do obranego profilu, doliczać po 7 do 9%, a łącznie z materiałem do przytwierdzenia blachy na dźwigarach itp. 12% wagi. (P. Dział X., rozdz. III, B. b. 3.) Co do obliczeń podług tablicy poniższej porównaj uwagi pod β).

Blachy głębokofaliste (dźwigarowe).

Szerokość fali B mm	Głębokość fali H mm	Przekrój	Waga	Moment wytrzymałości	Szerokość fali B mm	Głębokość fali H mm	Przekrój	Waga	Moment wytrzymałości
		cm ²	kg	cm ³			cm ²	kg	cm ³
60	40	19,0	14,9	18,0	100	100	25,7	20,2	56,0
60	60	25,7	20,2	34,6	100	120	29,7	23,3	78,5
70	70	25,7	20,2	40,4	105	70	19,0	14,9	31,7
75	50	19,0	14,9	22,6	110	110	25,7	20,2	62,9
75	75	25,7	20,2	43,2	120	80	19,0	14,9	36,3
75	90	29,7	23,3	58,9	120	120	25,7	20,2	69,7
80	80	25,7	20,2	46,3	135	90	19,0	14,9	40,8
90	60	19,0	14,9	27,2	150	100	19,0	14,9	45,3
90	90	25,7	20,2	52,2	165	110	19,0	14,9	49,9
90	110	30,2	23,7	72,6	180	120	19,0	14,9	54,4

Przykład. Blacha falista dźwigarowa pod balkonem niechaj ma rozpiętość 1,35 m, a łącznie z ciężarem użytkowym i własnym, z nadmurowaniem, posadzką i podbitką od spodu, niechaj znosi obciążenie pełne 750 kg/m², przyczem ciężar kutej poręczy żelaznej zaniedbujemy. Obciążenie pasa szerokości 1 m będzie zatem: 1,35 · 750 = 1000 kg. Potrzeba więc:

$$W = \frac{1000 \cdot 135}{8 \cdot 750} = 22,5 \text{ cm}^3.$$

Z tablicy powyższej dla B = 75 mm i H = 50 mm mamy W = 22,6 cm³. Na zerzewienie przepisy berlińskie wymagają pogrubienia blach falistych dźwigarowych o 1 mm, stosując się zatem do tego przepisu, wypadaloby użyć blachy 2 mm grubiej.

15. Stal narzędziowa. Do zwykłych narzędzi używa się stali besemerowskiej lub martynowskiej, do lepszych stali tyglowej, a do nastalania wreszcie stali spawalnej. Stal nawolfracona, t. j. stal tyglowa z domieszką wolframu, jest bardzo twarda, lecz droga i nie łatwo się obrabia. Stal narzędziowa powinna być silnie spoista i jednolita, a przez hartowanie nabierać twardości szkła, mimo to nie powinna podlegać rysowaniu się. Przez powrotne, a ostrożne zagrzanie, aż do pojawienia się pożądanej barwy naleciałej (p. str. 18), stal taka powinna nabrać dostatecznej wisności. Stosownie do przeznaczenia hart i wisność bywają rozmaite, a zależą od zawartości węgla; stosownie też do danego przeznaczenia zamawia się pręty stalowe, potrzebnego profilu i wymiarów.

Nr.	Przeznaczenie na:	Profil	Wymiary mm	Stopień twardości i rodzaj ziarna	Zawartość węgla %	Dozwolony stopień zagrzania (barwa)	Barwa nalepianej karty firmowej z oznaczeniem przeznaczenia
1.	noże tokarskie i heblarskie.	kwadratowy.	15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50.	bardzo twarda i bardzo miałkoziarna.	1,3	ciemno- wiśniowa.	jasno- żółta.

(Ciąg dalszy na str. 47).

Nr.	Przeznaczenie na:	Profil	Wymiary	Stopień twardości i rodzaj ziarna.	Zawartość węgla	Dozwolony stopień zagrzybienia (barwa)	Barwa nalepianej kartki firmowej z oznaczeniem przeznaczenia
					‰		
2.	gwintniki o miękkim rdzeniu	okrągły.	10, 12, 15, 18, 20, 23, 25, 28, 30, 35, 40, 45, 50.	twarda i drobnoziarnista, wewnątrz miękka.	1,2	wiśniowa.	jasnobłękitna.
3.	świdry, wiertła, frezy	okrągły.	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50.	twarda i drobnoziarnista.	1,2	wiśniowa.	ciemnożółta.
4.	dluta i doszczelniki (ślusarskie)	płaski, z krawędziami zaokrąglonemi.	13 · 25, 15 · 30.	średnio-twarda.	1,0	jaskrawo-wiśniowa.	karminowa.
5.	przecinaki (kowalskie)	kwadratowy, krawędzie ścięte.	30, 35, 40, 45, 50, 55.	miękka i nie- zbyt drobnoziarnista.	0,9	jaskrawo-wiśniowa.	jasnofioletkowa.
6.	młoty, babki i pobijaki.	ośmiokąt prawidłowy.	30, 35, 40, 45, 50, 55.	miękka i gruboziarnista.	0,8	ciemnopomarańczowa.	ciemnoniebieska.
7.	Spawalna stal tyglowa.	według potrzeby.		bardzo miękka i gruboziarnista.	0,7	zar potrzebny do spawania.	—

Uwaga: Dla zahartowania zanurza się stal rozżarzona w czystą wodę studzienną lub źródlaną i odpuszcza potem do koloru odpowiedniego twardości obrabianego materiału, t. j. między kolorem żółtym a niebieskim. Twardą stal zagrzewa się powoli, zaostrza ostrożnie.

16. Materiały dróg żelaznych; p. str. 48 i nast.

c. Przepisy dotyczące dostaw żelaza i stali.

α) Przepisy przyjęte przez Związek hutników niemieckich, z 17 marca 1889, zmienione w lutym 1893.

(Streszczenie).

R_g = naprężenie rozrywające, czyli w skróceniu rozerwanie w kg cm^2 , p. T. I.
 q = rozciągnięcie aż do chwili rozerwania w ‰ długości pierwotnej, f str. 328.

Rodzaje prób. Do sprawdzenia przydatności materiałów żelaznych i stalowych stosują się próby następujące:

A. Próby z całą sztuką przeznaczoną do użytku:

Próby na zimno: 1. Oględziny zewnętrzne, 2. uderzenia, 3. przeginanie.

B. Próby z kawałkami wyciętymi z całości:

a) Próby na zimno: 1. Wygięcie, 2. powtarzające się przeginanie w obydwa strony, 3. przebijanie, 4. rozłamanie, 5. rozerwanie, 6. skęcenie i ukrecenie.

b) Próby na gorąco: 1. Wygięcie, 2. hartowanie i wygięcie (tylko dla zel. zlew- nego), 3) przebijanie, 4. rozkuwanie, 5. spęczanie (stachowanie).

Postępowanie przy próbach. Prętów próbnych, które już na oko okazują się wadliwymi, do prób używać nie wolno.

Próbki na rozerwanie odcinają się z całego przedmiotu na zimno i obrabiają też na zimno. Skutki spowodowane cięciem nożyc, przebijaniem lub wycinaniem (rysy i t. p.) trzeba usunąć starannie. Wyżarzać próbek nie trzeba, jeżeli sam przedmiot nie ma być wyżarzany przed użyciem.

Naskórek walcowniczy pozostawia się wedle możliwości na próbce. Próbki powinny mieć długość pomiarową 200 mm, przy przekroju 200 do 500 mm². Przy próbkach okrągłych, cieńszych niż 20 mm, długość pomiarowa powinna równać się 10-cio krotniej średnicy.*)

Poza długością pomiarową, w obydwie strony, jeszcze na 10 mm posiadają pręty próbne (okrągłe lub płaskie) ten sam przekrój.

O ileby próbka rozerwała się poza środkową, trzecią częścią długości pomiarowej, a rozciągnięcie przytem okazać się miało niedostatecznym, to wypada powtórzyć doświadczenie.

Dokładność maszyn rozrywających powinna dawać się sprawdzać ściśle i bez trudu.

Do prób na wygięcie biorą się paski 30 do 50 mm szerokie, albo pręty okrągłe, grubości przystosowanej do przeznaczenia materiału. Próbki odcinają się i obrabiają na zimno, a ich krawędzie zaokrąglają.

I. Materiały kolejowe. **)

Zamawiający przesyła walcowni miarodajne wzorniki (szablony) profili szyn, podkładów, łubek, podkładek i obręczy. Próby i odbiór ostateczny materiałów odbywa się w walcowni.

1. Szyny zlewne (żelazne lub stalowe).

Profil. Dozwala się uchybienie w szerokości podstawy do ± 1 mm, w pozostałych zaś wymiarach, niewyłączając wysokości, do $\pm 0,5$ mm

Uwaga. Szyny ważące do 2% poniżej normy lub do 3%, ponad normę przyjmują się. Wagę normalną oznaczamy, przeważając 50 dokładnie wywalcowanych szyn i biorąc ich wagę średnią.

Waga średnia metra bież., albo jednej szyny, oznacza się po odbiorze całej dostawy z wagi ogólnej wszystkich szyn. O ileby ta waga średnia przekraczała normę na więcej niż 1%, to płaci się tylko za 1% nadwagi.

Długość. Warunki dostawy określają długość normalną, co do której pozwalają się uchybienia ± 2 mm przy szynach długości normalnej do 7,5 m, a ± 3 mm przy szynach dłuższych. Do 5% całej ilości wolno dostarczyć szyn o 1 m krótszych niż normalne.

Dziury. Dziury na śruby łubkowe wiercą się podług rysunku, a uchybienia do ± 1 mm w położeniu i rozmiarach dziur pozwalają się.

*) Postanowienie to opiera się na prawie Barby i Kick'a, stwierdzonem licznemi doświadczeniami, a streszczającym się w sposób następujący:

Ciała geometrycznie podobne i z tego samego materiału, podlegając równym naprężeniom w równych warunkach, ulegają też odkształceniom geometrycznie podobnym; a zatem dwie próbki rozrywane, wycięte z tego samego pręta, będą tylko wtedy miały równe rozciągnięcia procentowe przy równych naprężeniach, gdy wszystkie ich wymiary wśród długości pomiarowych i poza niemi, jako też i same te długości będą nawzajem sobie proporcjonalne.

Biorąc zatem za podstawę pręt normalny (międzynarodowy), 20 mm średnicy, 200 mm długości pomiarowej, a 220 mm długości użytkowej, i polegając na doświadczeniach, które wykazały bezwplywowość kształtu przekroju, otrzymujemy z prawa powyższego dla przekrojów innej wielkości:

$$\text{długość pomiarowa: } l = 11,3 \sqrt{F} \quad \text{i} \quad \text{długość użytkowa: } l_g = 12,5 \sqrt{F},$$

jeżeli przez F oznaczymy przekrój próbki. Dobrwszy takie wymiary, otrzymamy te same liczby na rozciągnięcie procentowe, jak przy próbce normalnej.

Wśród długości pomiarowych dowolne, lecz podobnie położone kresy dwóch próbek wykazą nam w przybliżeniu równe rozciągnięcia procentowe, jeżeli podziałki tych długości dobierzemy proporcjonalne do \sqrt{F} .

***) Warunki dostawy podkładów, łubek, podkładek i obręczy (bandaży) z żelaza spawalnego i stali spawalnej podlegają oddzielnemu porozumieniu się.

Prostość. Uchybienia od prostej do ± 3 mm na 9 m długości są dozwolone tak w kierunku pionowym, jako i poziomym, natomiast można odrzucić szyny wchrowate, o ile skreślenie przekracza $\pm 1,5$ mm.

Wygląd zewnętrzny. Drobne usterki zewnętrzne, niezmniejszające trwałości, nie mogą być powodem odrzucenia szyn, a pozwala się też odcinanie zader i odłuszczeń (łuszczy).

Próby. Odbiorca ma prawo żądać na próbki do $\frac{1}{2}\%$ całej ilości szyn dostarczanych, powinien jednak wedle możliwości zużywać na ten cel krótsze odcinki pozostające przy przycinaniu szyn na miarę.

Próbki na rozerwanie obrabiają się na średnicę 20 mm i na prostą długość pomiarową 200 mm, a próby powinny wykazać K_s nie mniejsze niż 4500 kg/cm².

Próby na uderzenia skutecznie się na kawałkach nie ponad 2 m długich i nieosłabionych ani dziurami, ani nacięciami, z pomocą przyrządów (kafarów) wzorcowanych, bijących w szynę ułożoną na 1 m rozpiętości. Praca rozpędu pierwszego uderzenia ma wynosić, dla szyn nie niższych niż:

130 mm i nie ważących mniej niż 30 kg/mb:	3000 kgm.
120 " " " " " "	27,5 " 2000 "
110 " " " " " "	23 " 1500 "
100 " " " " " "	20 " 1200 "

poczem powinny następować uderzenia o pracy rozpędu 1200 kgm tak długą, dopóki ugięcie szyn 130 mm wysokich nie osiągnie 110 mm. Ostateczne to ugięcie przy szynach innej wysokości ma być ustosunkowane odwrotnie do tychże wysokości. Jeżeli szyna, przed osiągnięciem powyżej oznaczonego ugięcia, wygnie się w bok na tyle, że doświadczenia nie możnaby uważać za prawidłowo przeprowadzone, to wypada je przerwać zawczasu.

Dla szyn tramwajowych przepisy powyższe ulegają pewnym zmianom, a mianowicie:

Profil. Dozwolone uchybienia w wymiarach profilu, przy szynach o podstawie nie szerszej niż 125 mm, takie same jak powyżej; przy szynach o podstawie szerszej, dwa razy większe.

Waga. Przyjmują się jeszcze szyny ważące do 3% niżej normy, lub do 4% ponad normę.

2. Podkłady z żelaza zlewne.

Profil. Dozwalają się uchybienia w grubościach do $\pm 0,5$ mm, a w szerokości i wysokości do ± 2 mm.

Waga. Przyjmują się jeszcze podkłady chybujące co do wagi na $\pm 3\%$. Paci się podług wagi rzeczywistej, lecz nie więcej niż za 2% ponad wagę normalną, określoną w sposób podobny jak dla szyn.

Długości mogą chybiać do ± 25 mm.

Jeżeli się końce podkładów zamykają przez zagięcie w dół, to długości tych ścianek wygiętych mogą chybiać przy podkładach zwykłych do ± 20 mm, wzgl. — 5 mm, a przy podkładach wylączanych do ± 50 mm, wzgl. — 5 mm.

Prostość. Podkłady podłużne mogą chybiać do ± 3 mm tak w kierunku poziomym jak i pionowym na całą swą długość. Wchrowate podkłady, których skreślenie przekracza 1,5 mm, można odrzucać.

Dziury wykonują się podług rysunku, uchybienia w ich położeniu do ± 1 mm i w wielkości do 0,5 mm uważają się za dozwolone.

Wygląd zewnętrzny jak przy szynach.

Próby. Materiał do prób jak przy szynach; rozrywają się pręty płaskie, proste, 200 mm długości pomiarowej, a $K_s \geq 4000$ kg/cm².

Przy próbie na wygięcie spłaszcza się nasamprzód podkład lekkiemi uderzeniami młota parowego i wygina potem (przez grzbiet) tak, aby średnica łuku krzywości (koła) w zagięciu nie przekraczała 75 mm, przyczem jeszcze podkład nie powinien się nadłamywać lub pękać. Do prób tych można brać tylko kawałki nie dziurowane i nie nacinane.

3. Łubki z żelaza zlewne.

Profil. Dozwalają się uchybienia wymiarów: w powierzchniach przylegania do $\pm 0,25$ mm, w grubościach do $\pm 0,5$ mm, w pozostałych wymiarach do ± 1 mm. Oznaczenie wagi jak dla podkładów (p. powyżej).

Długości mogą chybiać do ± 3 mm.

2) Żelazo na nity.

a) Wygięcie. Pręt okrągły zbijamy młotem na zimno w pętlicę o średnicy w świetle, równającej się połowie grubości pręta, który przytem nie powinien okazać nawet śladów rozspojenia żelaza.

b) Pęczenie. Kawałek pręta, długości podwójnej średnicy, zagrzany do żaru, jaki się ma stosować przy nitowaniu, powinien dozwolnić się spęczyć do $\frac{1}{3}$ pierwotnej długości bez wykazania rysów.

c) Dozwolone uchybienia w wymiarach i wadze. W zamówieniach na dokładną miarę dozwala się:

a) przy płaskownikach, kątownikach, krągownikach i kratownikach nadwyżkę długości do 20 mm,

b) przy blachach nadwyżki długości i szerokości do 20 mm,

c) przy dźwigarownikach nadwyżkę długości do 50 mm.

Wagi normalne oblicza się z wymiarów i ciężkości właściwej, a od tej wagi normalnej dozwala się uchybienia następujące:

ad a) nadwyżka ogólna do 3%, pręty poszczególne zaś mogą przeważać do 5%, a niedoważać do 3%,

ad b) blachy ogółem $\pm 3\%$, oddzielne arkusze $\pm 5\%$,

ad c) dźwigarowniki $\pm 6\%$, jednakże zamawiając większe ilości jednego profilu, można wymówić sobie większą dokładność.

Przekroczenie powyżej określonych granic uchybień jest dostatecznym powodem do odrzucenia sztuk przekraczających owe granice.

2. Zlewne żelazo mostowe.

Żelazo zlewne powinno posiadać gładką powierzchnię, bez zader, bąbli, pęcherzy, rysów w krawędziach i wogóle miejsc niewypełnionych.

Ilość prób i zasady ogólne. Jeżeli umówiono odbiór partiami, to każda sztuka powinna być naznaczona numerem partii, do której należy. Z każdej partii urzędnik może wybrać do prób poniżej opisanych 3 sztuki, nie więcej jednak, niż po jednej sztuce z każdej dwudziestki, przyczem dwudziestka rozpoczęta liczy się za całą.

Jeżeli zaś nie wymówiono sobie odbioru partiami, to z każdej setki można wybrać 5 sztuk do prób poniżej opisanych, nie więcej jednak, niż po jednej na każde 2000 kg tego samego profilu, licząc znów rozpoczęte 2000 kg za całe.

W obydwóch przypadkach wypada brać na próbki wedle możności odcinki.

Gdy wszystkie próbki dadzą wyniki prawidłowe, to materiał odnośny uważa się za odebrany. Za każdą próbkę o wynikach niedostatecznych można wziąć dwie nowe próbki, a jeżeli jedna z nich znów zawiedzie, to można cały materiał odrzucić.

Postanowienia poniższe obowiązują tylko dla wyrobów grubości 7 do 28 mm, a przy grubościach odmiennych trzeba się umówić o warunki szczegółowe.

A. Zerwanie i rozciągnięcie powinny wykazać:

w kierunku walcowania: $3700 \text{ kg/cm}^2 \leq K_z \leq 4000 \text{ kg/cm}^2$, $\varphi \geq 20\%$;

w kierunku poprzecznym: $3600 \text{ kg/cm}^2 \leq K_z \leq 4500 \text{ kg/cm}^2$, $\varphi \geq 17\%$;

na nity i śruby: $3600 \text{ kg/cm}^2 \leq K_z \leq 4200 \text{ kg/cm}^2$, $\varphi \geq 22\%$.

B. Inne próby.

1. Płaskowniki i inne kształtowniki, oraz blachy.

a) Wygięcie. Paski wycięte wzdłuż i wpoprzek kierunku walcowania zagrzewają się do jasnej czerwoności i zanurzają w wodzie około 28° C , poczem się każdy pasek zwiija w pętlicę średnicy w świetle równającej się grubości paska podłużnego, a podwójnej grubości paska poprzecznego. Paski podłużne niepowinny okazać wogóle żadnych rysów, paski poprzeczne zaś tylko co najwyżej mało znaczące rysy powierzchniowe.

b) Próba ogniokruchości. Odkuwamy z danego materiału pasek 6 mm grubości, a około 40 mm szeroki i w stanie żaru czerwonego przebijamy w nim dziurę 20 mm średnicy przebijakiem 80 mm długim, o średnicy w dolnym końcu 20 mm, a w górnym 30 mm, poczem przebitą dziurę rozszerzamy do 30 mm: pasek próbny nie powinien się ani zdrześć, ani zarysować.

2. Materiał na nity i śruby.

a) Wygięcie. Pręt okrągły zagrzewa się do jasnej czerwoności, zanurza w wodzie około 28° C , poczem się z niego wygina pętlicę średnicy w świetle równającej się połowie grubości pręta: żadne rysy nie powinny się pojawić.

b) Pęczenie. Jak dla żelaza spawalnego na nity i śruby, por. powyżej pod 1.

c) Dozwolone uchybienia w wymiarach i wagach dokładnie jak dla żelaza spawalnego, por. powyżej pod 1.

III Blachy.

Uwagi ogólne.

Dozwolone uchybienia w wymiarach i wadze blach grubych, t. j. wyżej 5 mm grubości, por. Dział VII, rozdz. IV, C. 1. a. 3. Dla blach cienkich, t. j. niżej 5 mm grubości, dozwala się uchybienia w grubości i wadze do $\pm 5\%$ dla blach od 5 do 2 mm grubych, do $\pm 7\%$ dla blach 2 do 1 mm grubych, wreszcie do $\pm 9\%$ dla blach 1 do 0,5 grubych, o ile długości i szerokości arkuszy nie przekroczą granic poniżej zakreślonych.

Największa szerokość	przy grubości:	i przy szerokości:	Długość największa będzie:
mm	mm	mm	mm
1000	od 0,5 do 0,75 włącznie.	niżej 800 od 800 do 1000	2000 1800
1150	" 0,875 " 1,0 "	niżej 900 " 900 do 1150	2500 2250
1400	" 1,125 " 1,375 "	niżej 1000 " 1000 do 1250 " 1250 do 1400	3000 2600 2300
1500	" 1,5 " 2,0 "	niżej 1000 " 1000 do 1300 " 1300 do 1500	3800 2800 2500
1700	" 2,25 " 3,0 "	niżej 1000 " 1000 do 1250 " 1250 do 1400 " 1400 do 1700	4000 3500 3200 2800
1700	" 3,25 " 4,9 "	dowolnej do 1700	4000

Przy wymiarach większych, niż oznaczono w tablicy powyższej trzeba blachy brać jak wypadną, jeżeli tylko miejsce najcieńsze stosuje się z grubością zamówioną. Grubość blach mierzy się skalą mikrometryczną w oddaleniu nie mniejszem, niż 40 mm od brzegu i niż 100 mm od rogu.

Próby. By ocenić przydatność blachy z żelaza zlewne lub spawalnego, robią się próby następujące: 1. Zerwanie i rozciągnięcie, 2. wygięcie zwykłe i po uprzednim twarżeniu, 3. rozkuwanie i przebijanie.

Przyrządzenie próbek. Paski, które mają podlegać zerwaniu, rozciągnięciu lub wygięciu, należy wyprostować na gorąco i ostrożnie wyzarzyć. Tylko paski bez skaz nadają się do prób. Bierzemy paski około 400 mm długie, a w surowym stanie przynajmniej 50 mm szerokie. Brzegi i krawędzie pasków próbnych obrabia się maszynowo lub ręcznie tak, aby doszczętnie usunąć szkodliwy wpływ cięć nożycami, przebijań, wycinań i t. p. Naskórek walcowniczy powinien koniecznie pozostać na próbce. Paski, mające się rozrywać, wypada obróbić czysto w krawędziach, na długość pomiarową 200 mm i na taką szerokość, aby przekrój rozrywany wynosił 300 do 600 mm². Paski przeznaczone na wygięcie zaokrąglają się nieco w krawędziach, a przy wyginaniu nie powinny szerokością swą wystawać poza wałek, około którego się wyginają.

Odbiór. Blachy powinny być wywalcowane bez wad i bez uszkodzeń miejscowych. Należy obejrzeć je w walcowni w stanie nieobciążonym i wybrać próbki od brzegów. Odbiorca ma prawo wyboru sztuk, z których się próbki mają wyciąć. Jeżeli po dokonanej próbie okażą się miejsca wadliwe, których uprzednio tylko nie dostrzeżono, to wyniki takich próbek nie biorą się wcale w rachubę przy ocenie, czy dotrzymano warunków dostawy. Rozciągnięcie g w % oznacza się na podstawie długości pomiarowej 200 mm. Kąt wygięcia mierzy się w stopniach. Próbka wygięta uważa się za złamaną, jeżeli na zgięciu, po stronie wypukłej okaże się widoczne pęknięcie lub zerwanie.

Na gorąco wygina się próbki rozżarzone do wiśniowej czerwoności, opierając je na podporze o krawędzi ściętej, przyczem materiał nie powinien ani się złamać, ani pękać, ani też strzępić.

Na zimno wygina się próbki naokoło wałka 25 mm średnicy, z blach grubszych niż 25 mm, około wałka o średnicy równającej się grubości blachy.

Przy wyginaniu z uprzednim twarżeniem (żelaza zlewne) wycina się paski w kierunku walcowania i wpoprzek, zagrzewa je do ciemno wiśniowego żaru, ochładza w wodzie 28° C. i wygina naokoło wałka oznaczonej średnicy.

1. Blachy z żelaza spawalnego.

a) Blachy okrętowe.

Rozróżniamy blachy dwójakiej jakości, które oznaczają jako gatunek I i II. Przy zrywaniu powinno być:

	Gatunek I	Gatunek II
Wzdłuż włókien:	$K_g = 3500 \text{ kg/cm}^2$, $\varphi = 7\%$	$K_g = 3150 \text{ kg/cm}^2$, $\varphi = 5\%$
Wpoprzek włókien:	$K_g = 2850$ „ $\varphi = 5\%$	$K_g = 2750$ „ $\varphi = 3\%$

Przy wygięciu na gorąco próbki, zanim się złamią, powinny znieść wygięcie o kąt:

wzdłuż włókien: $\alpha = 125^\circ$ dla gat. I i $\alpha = 90^\circ$ dla gat. II;

wpoprzek włókien: $\alpha = 90^\circ$ „ „ I i $\alpha = 60^\circ$ „ „ II.

Przy wygięciu na zimno kąty te powinny być:

Przy grubości blachy mm	Gatunek I		Gatunek II		Przy grubości blachy mm	Gatunek I		Gatunek II	
	wzdłuż	wpoprzek	wzdłuż	wpoprzek		wzdłuż	wpoprzek	wzdłuż	wpoprzek
Od 5 w dół	90°	40°	75°	30°	od 17 do 19	25°	10°	20°	5°
„ 6 do 8	70	30	55	20	„ 20 „ 22	20	5	15	—
„ 9 „ 11	50	20	45	15	„ 23 „ 25	15	5	10	—
„ 12 „ 16	35	15	30	10					

β) Blachy kotłowe.

Wyrabiają je w trzech gatunkach: 1. blacha ogniowa, 2. blacha wywjalna, 3. blacha płaszczowa.

Z blachy ogniowej powinny się wyrabiać wszystkie części ścianek kotłowych, wystawione na pierwszy, bezpośredni żar promieniujący paleniska; dalsze części rur płomiennych i wszystkie części, których brzegi trzeba wywijać, albo które same trzeba wyłaczać lub wypuklać, jak dna kotłowe, zbiorniki pary, odnogi i t. p. robią się z blachy wywjalnej; pozostałe zaś części kotła można wykonywać z blach płaszczowych.

Zrywanie i rozciągnięcie próbne. Dla wszystkich trzech gatunków K_g nie powinno przekraczać 40 kg/mm². Próby z blachami do 25 mm grubości powinny dać wyniki nie mniejsze niż:

Gatunek blachy:	ogniowa		wywjalna		płaszczowa	
	wzdłuż	wpoprzek	wzdłuż	wpoprzek	wzdłuż	wpoprzek
K_g w kg/mm ²	36	34	35	33	33	30
φ w %	18	12	12	8	7	5

Każda z liczb powyższych (zerwania lub rozciągnięcia) może być mniejsza, o ile przynależna druga liczba będzie równocześnie przynajmniej o tyleż większą, z warunkiem jednakże, aby zmniejszanie to nie przekraczało jednostki (kg/mm², wzgl. %).

Dla blach grubszych niż 25 mm, na każdą przewyżkę grubości o 2 mm, podane powyżej wartości najmniejsze na K_g mogą się zmniejszać o 0,5 kg/mm² (np. blacha płaszczowa, 26 do 28 mm gruba, może mieć, wzdłuż $K_g = 32,5 \text{ kg/mm}^2$; wpoprzek $K_g = 29,5 \text{ kg/mm}^2$). Stosując zatem takie blachy, trzeba obniżyć wytrzymałości równoważyć bądźto dobraniem lepszego gatunku, bądź też stosownym pogrubieniem blachy.

Wygięcie. Paski blachy powinny dać się wygiąć (na zimno, wzgl. na gorąco) o kąty poniżej podane:

to wypada przez kucie lub walcowanie doprowadzić je do grubości powyższych. Wartości K_z i φ podano minimalne. Spostrzeżeń nad rozciąganiem trzeba dokonywać na podstawie długości pomiarowej 200 mm.

Rozróżniamy trzy gatunki: 1. gatunek żelaza na nity (wyborny, best-best), 2. gatunek żelaza na podkowy (przedni, best), 3. zwykły gatunek handlowy i belki żelazne.

1. Gatunek wyborny (na nity) wymaga $K_z = 3700 \text{ kg/cm}^2$, $\varphi = 15\%$.

Kawałki 30 do 50 mm szerokie, a nie grubsze niż 16 mm, wycięte z płaskowników lub kątowników, oraz krągowniki i kratowniki do 25 mm grubości, po zaokrągleniu krawędzi pilnikiem, powinny dać się wygiąć na zimno w petlicę o średnicy równąjącej się grubości próbki, nie okazując śladów pęknięć.

Na gorąco takie same próbki powinny się dać wygiąć o 180° i złożone zupełnie na siebie; okrągły kawałek o długości równąjącej się podwójnej średnicy powinien dać się spęczyć na połowę pierwotnej długości, bez okazania rysów.

2. Gatunek przedni (na podkowy) wymaga $K_z = 3600 \text{ kg/cm}^2$, $\varphi = 12\%$.

Próby wykonywamy w sposób podobny jak pod 1., jednakże średnica petlicy równa się podwójnej grubości paska przy wygięciu na zimno, a na gorąco wyginamy pasek również w petlicę, lecz średnicy równąjącej się grubości blachy.

3. Zwykłe żelazo handlowe i belki żelazne. Próby i gwarancja dla tego gatunku nie są w zwyczaju i byłyby też zbędne.

2. Żelazo zlewne.

1. Gatunek przedni (na nity i na podkowy). Żelazo powinno być gładko walcowane, bez łuszczy i pecherzy, nie powinno mieć ani rysów ani też miejsc niewypełnionych. Wymaga się: $K_z = 3400$ do 4400 kg/cm^2 , $\varphi = 20\%$.

2. Zwykłe żelazo handlowe i belki żelazne. Jak powyżej dla żelaza spawalnego.

V. Drut.

Wobec najróżnorodniejszego przeznaczenia drutów, nie byłoby ani możliwym, ani też celowym ustanawiać warunki jakościowe dla wszelkich drutów z żelaza spawalnego i ze zlewego żelaza lub stali.

1. Druty wyciągane, na wyrób druciaków, na ogrodzenia i t. p. Ścisłość: Drut ma być bez rysów podłużnych i bez zader. Miękkosć lub twardosć pożądana zależy od przeznaczenia. Grubość: pozwala się uchylenie do $\pm 2,5\%$.

2. Wyżarzony, cynkowany drut telegraficzny (żel. zlewne).*) (Drutów niecynkowanych używa się już tylko rzadko na przewodniki telegraficzne). Wymaga się: $K_z \geq 4000 \text{ kg/cm}^2$ przy powolnem obciążaniu i 15-tu cm swobodnej długości zrywania.

Próba ukręcenia. Przy długości swobodnej 15 cm próbuje się drut na ukręcenie w stosownym przyrządzie, przyczem:

drut średnicy	6	5	4	3	2,5	2	1,7 mm
ma wytrzymać	16	19	23	28	30	32	38 skrętów.

Próba przeginania. W stosownym przyrządzie, zakleszczony drut w imadłko o szczękach zaokrąglonych promieniem 10 wzgl. 5 mm, zapomocą dźwigni przeginamy go wielokrotnie w jedną i drugą stronę, za każdym razem o 180° , aż do złamania. Za jedno przecięcie o 180° uważamy wygięcie drutu o 90° w jedną stronę i powrót w położenie pierwotne.

Drut średnicy	6	5	4	3	2,5	2	1,7	mm
ma wytrzymać	6	7	8	8	11	14	16	przecięć.
w szczękach o	10			5			mm promienia.	

Próby cynkowania p. str. 67. Dozwolony opór przewodników p. Dział XVI rozdz. I c. 2.

3. Cynkowany drut telefoniczny, ze stali zlewnej. (Do celów telefonicznych właściwszym jest drut brązowy p. str. 67). Wymaga się: $K_z = 13000$ do 14000 kg/cm^2 , $\varphi = 5\%$ przy swobodnej długości rozrywania 500 mm.

Próba przeginania jak powyżej pod 2. w szczękach o promieniu 5 mm:

Drut średnicy	2,5	2,2	2	1,8	1,6 mm
ma wytrzymać	4	6	7	8	10 przecięć.

*) Podług warunków niemieckiego Zarządu Poczty i Telegrafów.

VI. Żelazo lane.

Przepisy te obowiązują dla odlewów budowlanych, maszynowych i dla rur.

O ile wyraźnie nie żądano odlewu twardego lub odmiennych gatunków surówki, to odlewy powinny być z miękkiej surówki szarej, a odlane czysto i bez wad. Odlew ma być tak miękki, aby uderzenie młotka w krawędź prostokątną odlewu mogło ją przytępić, nieodkruszając jej. Żelazo na rury powinno być drobnoziarniste i wisne i dać się łatwo obrabiać dłutem i pilnikiem.

Wymaga się $K_g \geq 1200 \text{ kg/cm}^2$. Nieobrobiony pręt kwadratowy, 30 · 30 mm przekroju, wsparty na dwóch podporach w odległości 1 m, przy powolnie wzrastającym obciążeniu, powinien, zanim się złamie, znieść w pośrodku swej rozpiętości ciężar 450 kg, co odpowiada wartości $K_b \geq 2500 \text{ kg/cm}^2$.

1. **Stupy.** Uchybienie w grubości ścianek słupów do 400 mm średnicy zewnętrznej i do 4 m wysokości ma nie przekraczać 5 mm z warunkiem jednakże, aby całe pole przekroju nie było mniejsze od żądanego. Przy słupach dłuższych lub większej średnicy uchybienie może wzrastać o 0,5 mm na każdy m zwiększenia długości i na każde 100 mm zwiększenia średnicy.

Ścianka nigdzie nie powinna być cieńszą niż 10 mm.

Jeżeli stupy mają odlewać się pionowo, to trzeba sobie wyraźnie to wymówić.

2. **Rury.** Lanożelazne rury mufowe i kotłownicze odlewają się zgodnie z niemieckimi normami na rury lane (p. Dział V, rozdz. VII B. b. Tamże podano też normy dla wag rur i kształtek rurowych). Uchybienia w wadze prostych rur normalnych, zamiast przewidzianych w normach $\pm 3\%$, dozwala się jednak do $\pm 5\%$. Proste rury normalne powinny się odlewać stojąco, w formach wysuszonych, bez podpinek rdzenia; kształtki przynależne można natomiast łąć w sposób zwykły.

VII. Odlewy zlewne (stalowe).

Odlewy stalowe, zlewne powinny odlewać się w formach ogniotrwałych, czysto, jednolicie ściśło, a złom ich ma być zupełnie równomierny.

Do sztuk, mających podlegać próbom, dodaje się nadlewy, z których, po odcięciu i wyźarzeniu, obrabia się próty próbne i poddaje rozerwaniu. Próbkę nieprzekuwane powinny dać wyniki: $K_g = 4500$ do 6000 kg/cm^2 i $\varphi = 8$ do 10% .

Uchybienia w wadze mogą osiągać $\pm 5\%$. W miejscach przeznaczonych do obróbki dodaje się przy odlewach lżejszych 5 mm, przy cięższych sztukach 10 mm grubości.

β) Przepisy rosyjskie.

Uwaga: W rozdziale niniejszym i następnym naprężenia wyrażono w kg/mm^2 .

1. Warunki techniczne

na wyrób i dostawę materiałów na wierzchnią budowę i mosty Dróg Żelaznych.*

(Streszczenie).

I. Warunki te obowiązują wszystkie rosyjskie drogi żelazne, tak rządowe jak i prywatne, pozostające w zarządzie Minist. dr. i kom., a odstępstwo od nich dozwala się jedynie za oddzielnym pozwoleniem.

Próbki wycinane nożycami, przebijane na przebijkach i t. p. należy na krawędziach opiłować przed poddaniem ich próbie.

II. Warunki czasowe na dostawy szyn stalowych. Z szyny gotowej, wychodzącej z walców, odcina się przynajmniej 0,76 m ($2\frac{1}{4}$ st.) z końca odpowiadającego wierzchniej stronie balwana, a 0,23 m ($\frac{3}{4}$ st.) z drugiego końca.

Wymiary. Szyny walcują się podług zatwierdzonych wzorników profili, a uchybienia w rozmiarach profili nie powinny przekraczać 0,5 mm, jedynie szerokość podstawy może chybiać do 1 mm; względem pionowej osi symetrii uchybienia w każdą stro-

* Zbranie rozporządzeń Ministerjum Dróg i Komunikacji, dotyczące służby drogowej dróg żelaznych. Tom III str. 15 i nast. Petersburg 1900, w drukarni A. G. Farbera. Dalsze przepisy rosyjskie, dotyczące żelaza i stali, zaczerpnięto z tego samego źródła.

nę mogą wynosić tylko połowę granic powyższych. Dla profili niesymetrycznych ustanawiają się granice te dla każdego profilu oddzielnie. Końce szyny powinny być obcięte prostopadłe do osi, a profil całej szyny ma być równomierny. Dziury na sworznie mają być wiercone z krawędziami bez zadzier, a uchybienia w średnicach dziur, oraz ich odstępach wzajemnych, jako też od końca szyny nie powinny przekraczać 1 mm. Długość szyn do 8,54 m (28 st.) może chybiać na 3 mm, a od 8,54 do 10,68 m (28 — 35 st.) na 4 mm. Pochylenie płaszczyzn stykających się z łubkami powinno być zachowane z pełną dokładnością.

Waga normalna oznacza się przez przeważenie 50 sztuk szyn możliwie dokładnie walcowanych, waga każdego tysiąca sztuk przez ważenie przynajmniej 20 sztuk, a uchybienie wag względem normalnej nie ma przekraczać $\pm 2,5\%$.

Nazwa walcowni, rok i miesiąc wyrobu mają być wywalcowane na szynie wypukłymi literami 20 mm ($\frac{3}{8}$ cala) wysokości, wystającymi na 1 mm ponad powierzchnię.

Wygląd zewnętrzny. Szyna ma być prosta, gładka, bez rysów, zędry, łuszczeń i t. p.; spilowanie miejscowych wypukłości pozwala się tylko na zimno i za zgodą odbierającego.

Próby. Z każdej partii 250-ciu sztuk bierze się jedna do próby, rozcina na 5 kawałków: 4 nie krótsze niż 1,53 m (5 st.), z końca zaś bierze się próbka na rozerwanie *).

Wygięcie obciążeniem spokojnem. A, zawieszonem w środku rozpiętości 1,07 m ($3\frac{1}{2}$ st.) szyny nie krótszej niż 1,53 m (5 st.), a spoczywającej na dwóch podporach. Po 5-ciu minutach odciąża się szynę, która nie powinna zatrzymać dostrzegalnego wygięcia. Powtórnie obciążamy szynę o 75% więcej i przez dalsze, powolne powiększanie obciążenia jeszcze o 25%, doprowadzamy ją do złamania. Przy próbach mierzymy ugięcia (czasowe) i wygięcia (trwałe), które jednak nie stanowią o odrzuceniu szyn. Wielkość obciążenia A podano w tablicy poniższej dla różnych profili szyn:

Profil: Waga szyny:		Wy- so- kość cm	Moment wytrzy- małości cm ³	Moment bezwał- dności cm ⁴	Spokojne obciążenie I**)		Uderzenia babą z wysokości H**)	
kg/mb	funt/stop. b.				kg	puł.	m	st.
24,2	18	10,7	87,39	468,6	11466	700	4,27	14
26,9	20	10,8	95,80	528,9	12613	770	4,57	15
29,1	21 $\frac{2}{3}$	11,4	109,25	626,0	14333	875	4,88	16
30,2	22 $\frac{1}{2}$	11,925	118,11	707,0	15479	945	5,18	17
32,3	24	11,925	119,13	736,5	15643	955	5,18	17
32,3	24	12,4	124,80	793,5	16380	1000	5,18	17
32,9	24 $\frac{1}{2}$	12,7	137,19	884,8	18018	1100	5,49	18
32,9	24 $\frac{1}{2}$	12,7	140,25	906,5	18428	1125	5,79	19

Próby uderzeniowe. Baba ważąca 491,4 kg (30 pudów), spadając na kawałek szyny (ułożonej jak dla próby poprzedniej) może ją wygiąć, lecz uderzenie nie powinno spowodować żadnych znaków nadłamania się szyny. Wysokości spadku baby dla różnych profili szyn zestawiono w tablicy powyższej. Konstrukcja taranu podług rysunków zatwierdzonych przez ministerium. Lanożelazna podpora szyny ma ważyć przynajmniej 12285 kg (750 pud.) i spoczywać na podmurowaniu zagłębionem na 1,42 m ($\frac{2}{3}$ sażenia) w ziemię.

Rozrywanie. Z łubka szyny wycina się próbkę około 20 mm średnicy i obrabia podług normalnego wzoru próbek. Ciągnięcie zrywające K_g kg/mm², wraz z podwójnym rozciągnięciem procentowem 2φ , wyraża liczbę jakości $K_g + 2\varphi$, która ma być ≥ 82 , oddzielnie zaś $K_g \geq 65$ kg/mm², $\varphi \geq 6\%$.

Ogólne zasady odbioru. Jeżeli jakiegokolwiek dwie próby z pewnej partii (250 szt.) wypadły niepomysłnie, to partję tę dzieli się na 2 połowy, (po 125 szt.) a z każdej poddaje próbom jedną szynę. Gdy chociaż jedna z tych prób powtórnych da wyniki niedostateczne, to odnośna połowa partii (125 szt.) odrzuca się ostatecznie. Jeżeli zaś z całej partii (250 szt.) tylko jedna próba była niepomysłną, to poddaje się takież próbie 5-ty kawałek tejże szyny, jaki pozostał swobodnym po dokonaniu prób;

*) Szyny krótsze niż 4,88 m (16 st.) próbują się podług oddzielnych przepisów.

** Dla profili nieobjętych tablicą powyższą ministerium określa za każdym razem wielkości A i H.

gdy próba ta okaże się pomyślną, cała partya się przyjmuje, w przeciwnym razie dzieli się partye na dwie połowy i postępuje jak powyżej wskazano.

Szyny pocięte przy próbach nie zaliczają się do dostawy, a szyny przyjęte stempluje odbiorca; z szyn odrzuconych zaś robotnicy pod dozorem odbiorcy usuwają ze wszystkich stempli oznaczenie miesiąca walcowania.

Chemiczny rozbiór ilościowy (na zawartość węgla, krzemu, manganu, fosforu i siarki) każdej przyjętej partyi z 2000 sztuk (mniejsza liczy się za całą) dostarcza walcownia nie później niż w miesiąc po spisaniu aktu przyjęcia. Wynik tego rozbioru pozostaje bez wpływu na odbiór partyi.

2. Normalne warunki techniczne na wyrób i dostawę śrub, naśrubków (mutter) i wkrętów (tirefond) szynowych.

Wygląd zewnętrzny i wymiary. Śruby i wkręty mogą chybiać w długości co najwyżej 3 mm, w pozostałych zaś wymiarach 0,5 mm. Łby nie powinny być przyspawane, lecz wykuwane lub wytłaczane z pełnego sworznia. Gwint śrub i naśrubków prawy, Whitworth'a, gwint wkrętów podług rysunku, a krawędzie gwintów czysto obrabione. Gwinty powinny być współosiowe z osią sworznia, względnie naśrubka, którego oś ma być prostopadła do spodniej płaszczyzny. Gwinty śruby i naśrubka mają być ze sobą zgodne; naśrubek powinien się lekko, bez zacinania dać wkręcać kłuczem na dowolną śrubę do samego końca gwintu śruby, a naśrubek nakręcony na 6 nitów śruby powinien na niej siedzieć już mocno. Gotowe śruby, naśrubki i wkręty mają się niezwłocznie zanurzać w łożu roztopionym lub t. p. w celu ochrony od rdzewienia.

Z każdej partyi mierzy się i ogląda przynajmniej 10%, sztuka w sztuce, a jeżeli przetem ilość wybrakowanych nie przekroczy 2% ilości sztuk badanych, to partya (po usunięciu owych 2%) podlega dalszym próbom; jeżeli natomiast ilość wybrakowana wyniesie więcej niż 2%, lecz nie więcej niż 10%, to fabryka może przebrać partye i ponownie przedstawić do przyjęcia; gdy wreszcie braki wynoszą przeszło 10%, cała partya się odrzuca.

Próby. Oddzielne gatunki dzielą się na partye, a mianowicie: pierwsze 10000 na 5, w przybliżeniu równych partyi, następne do 100000 na partye około pięciotysięczne, dalsze zaś na partye około ośmiotysięczne. Reszta stanowi partye oddzielne. Z każdej partyi bierze się po 3 próbki (t. j. po 3 śruby, 3 naśrubki, 3 wkręty). Śruby i wkręty poddają się przed nagwintowaniem wyginaniu na zimno i niepowinny okazać uszkodzeń metalu przy wygięciu na kowadło o krawędzi zaokrąglonej: dla żelaza spawalnego o 90°, zlewne o 60°, a jeśli próba odbywa się już po nagwintowaniu o 45°. Naśrubki pod młotem powinny rozszerzyć o 20% swe średnice, bez oznak pęknięć w żelazie.

Gdy z danej partyi chociaż jedna próbka nie wytrzyma próby, dzieli się tę partye na 4 części, które próbujemy jak oddzielne partye, odrzucając każdą z tych części, z której chociażby jedna próbka dała wyniki niezadawalniające.

Wagę normalną oznacza odbiorca na początku wyrobu, wybierając 200 sztuk, możliwie zbliżonych do normy w swych wymiarach, których uchybienia, rozumie się, nie mogą przekraczać granic dozwolonych. Po przyjęciu co najwyżej każdych 10000-cy sztuk jednego gatunku, oznacza się ponownie wagę normalną.

Wagę istotną oznacza się dla każdej partyi do 3000 sztuk jednego gatunku przez wyważenie przynajmniej 2/3 danej partyi. Uchybienie w wadze tej niema przekraczać $\pm 2\%$ względnie do wagi normalnej; wagę zaś, mającą stanowić podstawę obrachunku wzajemnego, określa się w umowie.

3. Normalne warunki techniczne na dostawę haków (żabek).

Wymiary. Długość może chybiać do ± 3 mm, szerokość i grubość do $\pm 0,5$ mm; w górnym końcu, na długości 10 mm, pogrubienie może przekraczać nawet 0,5 mm. Pozostałe wymiary mogą być większe, lecz nie mniejsze od normalnych, a powierzchnia podbródka, dotykająca szyny, ma być zupełnie dokładnie odrobiona i sprawdza się zapomocą wzornika.

Wygląd zewnętrzny. Łby mają być odkuwane z jednej sztuki z pozostałą częścią, cały hak (żabka) ma być czysty, bez zędry, łuszczeń, przerdzewień lub pęcherzy, lecz ostryść krawędzi nie jest nieodzowna, podobnie też powierzchniowe tylko fałdy pod łbem, nie sięgające wgląd, nie są jeszcze wadliwością. Haki zlewne powinny się ochładzać powoli; po odkuciu należy je zatem składać we większe stosy.

Odbiór. Rozdział na partye, sposób przebiegania, procenty wybrakowań przy przebieganiu i wyniki jego zupełnie jak powyżej pod 2. dla śrub i t. p. Z 3-ch próbek

każdej partii dwie wyginają się na zimno, a mianowicie: z żelaza spawalnego o 45° i z powrotem, z żelaza zlewne go zwi ją się hak w kabląk. dopóki bródka nie dotknie trzona. Trzeci hak (żabka) próbny wbija się 6 razy w podkład dębowy. Przy tych próbach nie powinny się pojawić żadne oznaki rysów i t. p. Dalsze postępowanie i skutki prób, a również sposoby oznaczenia wag normalnych i istotnych, oraz podlegających zapłacie dokładnie jak opisano powyżej pod 2. dla śrub, naśrubków i wkretów, z tą tylko różnicą, że już dwie próbki niedostateczne od razu powodują odrzucenie całej partii.

4. Normalne warunki techniczne na wyrób i dostawę łubek i podkładek kolejowych.

Wymiary. Uchybienia dozwolone w łubkach: długość ± 2 mm, oddalenia dziur ± 1 mm, średnica dziur i inne wymiary do ± 0.5 mm; w podkładkach: długość i szerokość ± 2 mm, grubość podkładki, oraz oddalenia i rozmiary dziur ± 0.5 mm.

Wygląd zewnętrzny ma być czysty, bez pęcherzy, rysów, zędry i t. p., a wad takich usuwać przez poprawki nie dozwala się, wolno tylko na zimno ścinać lub spłowywać nieznacznie wypukłości na powierzchni. Powierzchnie boczne wyskoków, przylegające do boków podstawy szyn, powinny posiadać dokładne pochylenia przepisane. Podkładki powinny być obcięte prostopadłe do osi podłużnej, a dziury mają być prostopadłe do krawędzi wyskoków.

Odbiór. Sposób przebiegania, procenty wybrakowań przy przebieganiu i wyniki jego zupełnie te same jak powyżej podano pod 2. dla śrub i t. d. Podobnie też dziela się łubki na partje do prób. partje podkładek są jednak ilościowo 3 razy większe.

Z każdej takiej partii wybiera się po 3 łubki z żelaza spawalnego, względnie po 5 z żelaza zlewne go, po 3 też podkładki z każdej partii podkładek, poczem po 3 łubki z żelaza spawalnego, lub 3 podkładki, wygina się na zimno, łoczeniem stopniowo wzrastającym, a mianowicie: podkładki tak ziewne, jak i spawalne o 90°, łubki spawalne o 60°. Łubki kątowe rozcina się wzdłuż i próbuje jak płaskie, po opiłowaniu krawędzi: Żelazo spawalne wygina się w kierunku włókien, w którym jest najwytrzymalsze. Zgięcie nie powinno przechodzić przez dziurę.

Rozrywanie. Jedna łubka zlewna przed jej dziurowaniem podlega rozerwaniu, w którym to celu wycina się z niej próbka wzdłuż, szerokości około 30 mm, grubości samej łubki, a wynik powinien być: $K_s \geq 42$ kg/mm², a $K_s + 2\varphi \geq 75$.

Z pozostałych dwóch par łubek (4 sztuk) i dwóch par odcinków szynowych, długich po 0.91 m (3 st), wytwarzamy dwa normalne złączenia szynowe, mocno skręcone śrubami. Każdą parę tak złączonych odcinków próbujemy osobno, układając ją na podporach w rozpiętości 1.07 m (3½ st.) i uderzając ją dwukrotnie babą ważącą 491.4 kg, (30 pudów) z wysokości $\frac{H}{2}$, t. j. z połowy wysokości określonej dla szyn w tabl. na str. 58, o ile umowa nie określa oddzielnej wysokości uderzenia dla próby łubek. Skutki prób niedostatecznych i dalsze postępowanie dokładnie takie same, jak pod 3. dla haków (żabek).

Uwaga: Podkładki spawalne wygina się wpoprzek włókien, a jeżeli wyskoki stają temu na przeszkodzie, to można je ścinać. Podkładki wygina się wogóle w stanie wykończonym, a więc z przebitymi już dziurami. U próbek podkładek zlewnych krawędzie powinno się przed próbą starannie opiłować.

Waga normalna wyważa się ze 100 łubek, wzgl. 200-tu podkładek wybranych w sposób podobny, jak opisano dla śrub i t. p. pod 2. Oznaczenie tej wagi powtarza się przynajmniej po przyjęciu każdego 10000 pudów.

Waga istotna oznacza się przez przeważanie co najmniej 2% każdej partii niezawierającej ponad 1000 sztuk jednego gatunku. Uchybienie w wadze dozwala się do $\pm 2\%$. Płaci się zaś za wagę określoną warunkami umowy.

5. Normalne warunki techniczne na wyrób i dostawę żelaza zlewne go i lanego, oraz stali na mosty.

Żelazo zlewn e. Wygląd zewnętrzny czysty, bez rysów i skaz, zędry, łuszczeń i miejsc niewypełnionych, mogących szkodzić trwałości lub wytrzymałości; krawędzie powinny być całe. Żelazo po wyjściu z walców ma się ochładzać powoli.

Wymiary: Grubości do 13 mm mogą chybiać na ± 0.5 mm, większe do ± 1 mm, szerokości do ± 3 mm, a długości ± 10 mm i więcej, stosownie do umowy tak jednak, aby waga sztuki nie chybiała więcej niż $\pm 5\%$.

Wymiary: Pręty 9 do 20 mm powinny bez rysów i pęknięć dać się zbić młotem na zimno we dwoje, o 180° tak, aby jedna połowa leżała wprost na drugiej; przy grubościach niżej 9 mm i od 20 do 30 mm obie połowy mogą odstawać od siebie o odstęp równy ich grubości — a przy grubościach ponad 30 mm odstęp ten równa się podwójnej grubości. Żelazo nie powinno być hartownem; po zagrzaniu do barwy wiśniowo-czerwonej i ochłodzeniu w zimnej wodzie ma się ono zatem dać wyginać tak samo, jak powyżej opisano.

Rozrywanie: $K_z = 35$ do 45 kg/mm², $\varphi \geq 20\%$, $K_z + 2\varphi \geq 85$ przy grubościach 8 mm i wyżej. Natomiast dla prętów cieńszych, K_z jak wyżej = 35 do 45 kg/mm² a $\varphi \geq 18\%$ przy grubości 7 mm; 17% przy 6 mm; 16% przy 5 mm; 15% przy 4 mm grubości — cieńsze pręty nie podlegają próbie rozrywania. Gdy próba wykaże $34 < K_z < 35$, to z tej samej sztuki wykrawa się drugą próbkę i jeżeli $K_z > 35$, to wynik taki uznaje się za dostateczny.

Odbiór: Dostawa dzieli się na partye (blachy, płaskowniki, kątowniki i t. p. w oddzielne partye) sztuk nieróżniących się od siebie w grubości na więcej niż 2,5 mm, w szerokości niż 25 mm (blachy do 75 mm). Do 300 sztuk każda partya po 100 sztuk dalsze ilości w partjach nieprzekraczających 300 sztuk.

Gdy chociaż jedna próba okaże się niezadawalną, bierze się z danej partyi jeszcze dwie sztuki, powtarza na nich te rodzaje prób, które poprzednio okazały się nieudatnymi i jeśli chociaż jedna z nich znów zawiedzie, to odrzuca się całą partye.

Próbki biorą się z odcinków, z obydwu końcy, a o ile szerokość pozwala, i z boków sztuk mających pracować wpoprzek kierunku walcowania. Ilość pozostawionych odcinków przynajmniej 5% ilości sztuk danej partyi, odbiorca ma jednak prawo brać próbki ze sztuk gotowych (patrz powyżej). Probki wycinają się na zimno wierceniem, nożem heblarki i t. p. bez zginania, uderzeń lub przecinań nożycami.

Rozbiory chemiczne na zawartość węgla, fosforu i siarki, przy stosowaniu tych samych gatunków surowki z każdego 10-go naboju — a przy zmiennej surowce z każdego 5-go — dostarcza kuźnica, chociaż wynik rozbioru na odbiór nie wpływa.

Żelazo lane (żeliwo) na poduszki mostowe i t. p. ma być z kopulaka (żeliwiaka) miękkie, o złomie drobnoziarnistym, bez wszelkich pęcherzy i dziurek i t. p., zmniejszających wytrzymałość. Krawędź odlewu pod uderzeniem młotka ma się stępić, lecz nie wykruszyć.

Rozrywanie. $K_z \geq 10$ kg/mm². Próbka 20 mm średnicy, 200 mm długa, z łbami normalnymi jak dla żelaznych próbek okrągłych. Probki odlewają się z tego samego naboju, 1 m długie, 32 mm średnicy, z dwóch lejów rozłożonych w oddaleniach po $\frac{1}{3}$ od końców.

Stal stosowana w podporach mostów ma być drobnoziarnista, bez pęcherzy i t. p. z powierzchnią zupełnie gładką po otoczeniu. Stal kuta: $K_z = 50$ do 60 kg/mm², $\varphi \geq 12\%$; odlewy stalowe zaś: $K_z \geq 45$ kg/mm², $\varphi \geq 8\%$. Probki przyspasabiają się jak dla żelaza lanego.

Ciężkość właściwa: żelaza zlewnego i stali ma być 7,85, a żelaza lanego 7,2; te też ciężkości są podstawą do obliczeń wagi.

6. Normalne warunki techniczne na wyrób i dostawę żelaza spawalnego, lanego i stali na mosty.

Żelazo spawalne ma być spoiste i miękkie na zimno i gorąco, w złomie włókniste, a napręzać się powinno możliwie w kierunku włókien (walcowania). Powierzchnie mają być gładkie i czyste, bez niedostatków mogących szkodzić wytrzymałości. Uchybienia wymiarów jak dla żelaza zlewnego, p. pow. pod 5.

Wygięcie. Blachy na zimno mają dać się wygiąć bez rysów (na wałku średnicy 25 mm) przy grubości 20 do 16 mm o kąta 25° wzdłuż, a 10° wpoprzek włókien; przy grubości 15 do 12 mm o 35°, wzgl. 15°; przy grubości 11 do 7 mm o 50°, wzgl. 20°. Dziury 20 do 25 mm średnicy ($\frac{1}{4}$ do 1 cala) wybite na zimno w blasze tak, aby oddalenie krawędzi dziury równało się średnicy dziury, nie powinny powodować rysów, a krawędzi wypadające mają być całe i z boku gładkie, niewłókniste. Kształtowniki próbują się na wygięciu jak blachy w kierunku włókien, przyczem kątowniki i t. p. przecina się wzdłuż. Rozżarzone do barwy ciemno-czerwonej próbki te powinny dać się składać we dwoje, a mianowicie: do 20 mm grube, jedna połówka na drugą, grubsze zaś naokoło wałka tejże samej grubości, co próbka. Żelazo powinno spawać się należycie, a dla próbek wykazujących $K_z > 41$, przy $\varphi \approx 12\%$, dokonywa się obowiązkowo

próba spawania: w razie jej nieudatności cała partya podlega ponownym próbom, które, gdy znów wykażą wyniki niewłaściwe, stanowią o ostatecznem odrzuceniu partyi.

Rozrywanie: $K_z \geq 34 \text{ kg/mm}^2$ wzdłuż, a $\geq 28 \text{ kg/mm}^2$ wpoprzek włókien, $\varphi \geq 12\%$, względnie $2\frac{1}{2}\%$, jednakże części pomostowe, oraz pasów i węzłów, jakoteż przekątni muszą mieć wpoprzek włókien $\varphi \geq 3\%$. Płyty gwiazdziste łączące krzyżujące się przekątnie powinny w obydwu kierunkach posiadać: $K_z \geq 34 \text{ kg/mm}^2$ i $\varphi \geq 12\%$.

Odbiór: Jak dla żelaza zlewego (p. pod 5) dozwala się jednak partye do 500 sztuk, a różnica w szerokościach blach jednej partyi może dochodzić do 150 mm.

Żelazo lane i stal dokładnie jak pod 5 (p. powyżej).

Ciężkość właściwa: żelaza spawalnego 7,7, lanego 7,2, stali 7,85.

7. Normalne warunki techniczne na wyrób i dostawę kształtowników.

Uchybienia wymiarów dozwalają się dla płaskowników w grubości do 18 mm: 15 mm na długości i 10 mm na szerokości, dla grubszych zaś 25 wzgl. 20 mm. Grubości mogą chybiać na 0,25 mm, 0,5 mm i 1 mm przy grubościach płaskowników: do 7 mm, względnie od 7 do 13 mm, wzgl. 13 mm i więcej. Grubość mierzy się w oddaleniu 40 mm od brzegu i nie bliżej niż 100 mm od narożnika, a płaskowniki niżej 7 mm grubości uważa się za prawidłowe, jeżeli jeden brzeg posiada grubość niechybiającą w więcej niż na $\pm 0,25$ mm. Krągowniki i kratowniki grubości do 18 mm mogą chybiać w długości do ± 10 mm, w rozmiarach przekroju do $\pm 0,5$ mm, grubsze zaś ± 25 mm w długości, a ± 1 mm w rozmiarach poprzecznych. Pozostałe kształtowniki przy szerokości pasów do 70 mm wyłącznie: ± 10 mm na długości, $\pm 0,5$ mm na szerokości i $\pm 0,25$ mm na grubości. Przy większej grubości pasów dozwolone uchybienia są: na długości ± 50 mm, szerokość ± 3 mm, a na grubości $\pm 1,5$ mm. Sztuki, które na wygląd okazały się odpowiedniami, dziela się na partye po 100 sztuk. Przy dostawach większych, wyżej 300, odbiorca może dzielić dostawę naprzód na 3 partye po 100 sztuk, resztę zaś na partye po 300 do 500 sztuk. Dla każdego rodzaju kształtowników wytwarzają się oddzielne partye ze sztuk różniących się między sobą w szerokości nie ponad 25 mm, w grubości zaś nie ponad 5 mm. Wszystko powyższe stosuje się tak do żelaza zlewego, jak i do spawalnego.

Z każdej partyi żelaza zlewego odbiorca bierze 4 próbki, które powinny dać przynajmniej wyniki poniższe:

Kształtowniki 4 do 20 mm grube: $K_z \geq 33 \text{ kg/mm}^2$, $\varphi \geq 20\%$, $K_z + 2\varphi \geq 76$; na zimno próbki powinny dać się owinać o 180° na wałku średnicy równej grubości próbki, na gorąco zaś dać się złożyć wpół i zbić zupełnie na siebie. Kształtowniki od 20 do 35 mm grube (krągowniki i kratowniki nawet do 100 mm grubości) mają mieć: $K_z \geq 31 \text{ kg/mm}^2$, $\varphi \geq 16\%$, $K_z + 2\varphi \geq 66$, na zimno mają dać się wygiąć o 120° , na gorąco zaś owinać o 180° około wałka średnicy równej grubości próbki. Wszystkie próbki zaś, zagrzane do wiśniowego żaru i ochłodzone w wodzie, powinny bez zarysowania wytrzymać te same wygięcia, jak powyżej na zimno.

Dla żelaza spawalnego: do 30 mm gr. włącznie: I gatunek: $K_z \geq 38 \text{ kg/mm}^2$, $\varphi \geq 18\%$; II gatunek: $K_z \geq 34 \text{ kg/mm}^2$, $\varphi \geq 12\%$. Grubsze niż 30 mm: I gatunek: $K_z \geq 34 \text{ kg/mm}^2$, $\varphi \geq 14\%$; II gatunek: $K_z \geq 32 \text{ kg/mm}^2$, $\varphi \geq 10\%$. Wygięcie na zimno: I gatunek do 18 mm grub. ma się dać złożyć wpół i zbić na siebie, od 18 do 43 mm grub. obwinąć o 180° około wałka równej grubości; przy grubościach wyżej 43 mm, oraz II i III gatunek wszelkiej grubości, około wałka podwójnej grubości. Na gorąco: I gatunek do 13 i wyżej 38 mm grubości składa się we dwoje i zbija połówką na siebie, II i III gatunek dowolnej grubości owija się o 180° około wałka równej grubości. W próbkach I gatunku, od 13 do 38 mm grubych, rozżarzonych do jasno-czerwonej barwy, rozłącza się na osi paska stożkowatym przebijakiem dwie dziury o średnicy równej połowie szerokości paska. Krawędź pierwszej dziury 25 mm od końca paska, a 13 mm od krawędzi drugiej dziury. Przeciawszy po osi koniec paska aż do pierwszej dziury, odwijamy (w płaszczyźnie paska) obydwie połówki, zaginając każdą z nich 2 razy po 90° , t. j. tak daleko, aby każda z dwóch bocznych ścianek paska złożyła się we dwoje prawie na siebie, t. j. w kształt litery T (z drugą dziurą w środku). Żelazo spawalne wszystkich trzech gatunków powinno spawać się należycie. Jeżeli K_z okaże się mniejszem niż powyżej oznaczone, lecz nie mniejszem niż 33 kg/mm^2 przy grubości do 30 mm, lub niż 32 kg/mm^2 przy większej grubości żelaza I gatunku, a dla

II gatunku nie mniejsze niż 31, względnie 30 kg/mm², a równocześnie φ okaże się większym niż norma najmniejsza, to można każdą nadmierną jednostkę ilości φ uważać za równoważną 0.5 kg/mm² dla powiększenia ilości K_z .

Dla obydwóch rodzajów żelaza (zlewne go i spawalnego) zrywanie wykonywa się podług wydanej instrukcji ogólnej. Profile zbyt grube można rozkuć lub rozwałcować do grubości nie mniejszej niż 30 mm, albo rozdzielić na zimno i wyginać zgodnie z normami dla grubych profili. Kątowniki i t. p. przecinamy wzdłuż na paski płaskie i te poddajemy próbom.

Jeżeli chociaż jedna próba z danej partii da wynik nienależyty, to powtarzamy wszystkie próby z podwójną ilością próbek, przy czem partye ponad 300 rozdzielają się na części, próbowane jak oddzielne partye. Gdy i próba powtórna nie da wyników bez zarzutu, partya odrzuca się ostatecznie. Kształtowniki płaci się podług wagi rzeczywistej.

8. Warunki techniczne dla krągowników na nity mostowe.

Żelazo zlewne, czy spawalne powinno być miękkie, wyborowe, a średnica może być do 5% mniejszą, co najwyżej jednak o 1 mm, od zamówionej, nie powinna jednak być większą. Krągowniki dzielą się na partye po 100 sztuk (prętów), a różnice średnic w jednej partii nie mają przekraczać 3 mm. Z każdej partii wybiera się pręt i odcina z niego 4 próbki, lecz niezależnie od ilości partii, liczba prętów, z których odcina się próbki, nie ma być mniejsza niż 3. Wygięcie na zimno o 180° tak, aby połówki próbki były do siebie równoległe, a odstęp między nimi równał się grubości próbki; na gorąco zaś obydwie połówki powinny dać się zupełnie złożyć na siebie. Leb nita wyrobiony powinien być czysty i gładki, a wszystkie te próby nie powinny spowodować najmniejszych rysów.

Rozerwanie żelaza spawalnego powinno wykazać: $K_z \geq 36$ kg/mm² i $\varphi \geq 18\%$, zlewne natomiast: $K_z = 34$ do 40 kg/mm² i $\varphi \geq 25\%$, a $K_z + 2\varphi \geq 90$. Jeżeli walcownia dostarcza tylko krągowniki, a inna fabryka wyrabia z nich nity, to w walcowni robią się próby materiału, w fabryce zaś próby nitów wykończonych.

Gdy chociaż jedna próba zawiedzie, to z danej partii wybiera się 2 pręty i powtarza próby w ilości zdwojonej, a cała partya odrzuca się, jeżeli chociażby jedna z tych prób powtórnych miała wypaść nienależyte.

d. Zasady prób materiałów na kotły.

(Zmienione normy wyrzburg'skie, przyjęte przez Międzynarodowy Związek Towarzystw Kotlewych 25 czerwca 1881, a zmienione 27 czerwca 1895 w Kilonii.)

[Skrócenie.]

1. Zasady ogólne.

Sposób przyrządzania próbek i dokonywania prób zgodny z podanym na str. 53, a próby rur kotlewych opisano pod 6, str. 66.

Ustroju maszyn do prób nie określono, ustanowiono jednak poniższe warunki:

Obciążenie próbki przy zrywaniu, rozciąganiu i wyginaniu powinno bez uderzeń wznosić się powoli i ciągle, a tem wolniej, im bliżej końca próby.

Sprawdzenie prawidłowego działania maszyn ma być łatwe. Jeżeli zaś odbiorca nie miałby możności prędkiego, a łatwego jej sprawdzenia, to maszynę taką powinien sprawdzać szczegółowo specjalista, przynajmniej co 3 miesiące: świadectwa przez niego wystawiane powinny przedstawiać się na żądanie odbierającemu.

Jakość materiału oznacza się liczbą jakości, która jest sumą dwóch wartości, t. j. wytrzymałości na zerwanie K_z w kg/mm² i rozciągnięcia φ w %. Każda z tych dwóch wartości, oddzielnie wzięta, może być mniejsza, od swej normy (lecz co najwyżej o 1), jeżeli równocześnie druga zwiększy się przynajmniej o tę samą ilość ponad swą normę tak, aby suma ich zawsze była przynajmniej równa ustanowionej liczbie jakości.

2. Blachy kotlewe z żelaza spawalnego.

Rozróżniamy 3 gatunki: 1. Blachy ogniowe, 2. blachy wywijalne, 3. blachy płaszczowe, jak opisano na str. 54 i 55. Walcownia oprócz swej firmy powinna blachy stemplować znakami: SI (ogniowe), SII (wywijalne) i SIII (płaszczowe). Kształt i wielkość

stempla jakościowego są przepisane. (Litery 7 mm wysokie w obwódce eliptycznej, 15 mm szerokiej, 12,5 mm wysokiej).

Odbiór: Zasady zgodne z podaniami na str. 54, nadto postanowiono:

Każdy arkusz przy odbiorze ma się stemplować w dwóch miejscach, w oddaleniu około 200 mm od brzegu, stemplem odbiorcy z numerem bieżącym.

Z blach zamówionych biorą się próbki: 1. z wszystkich blach ogniowych, 2. z 50% blach wywijalnych, 3. z 25% blach płaszczowych, nie mniej jednak, jak z trzech blach, przyczem dla blach z pod 1. i 2. z każdego wybranego arkusza robią się próby na rozrywanie i wygięcie tak wzdłuż, jak i wpoprzek włókna, a dla blach z pod 3. z połowy arkuszy wybranych próby na rozrywanie, z drugiej połowy na wygięcie, lecz z każdego arkusza próby wzdłuż i wpoprzek włókna.

Próby na zrywanie i rozciągnięcie. Dla wszystkich trzech gatunków K_z nie ma przekraczać 46 kg mm². Wyniki prób powinny wykazać przynajmniej wartości poniższe (dla blach do 25 mm grubości, do grubszych zaś stosują się zasady podane na str. 54).

Gatunek blach:	Ogniowe		Wywijalne		Płaszczowe	
	wzdłuż	wpo-przek	wzdłuż	wpo-przek	wzdłuż	wpo-przek
Wytrzymałość na rozerwanie K_z w kg/mm ²	36	34	35	33	33	30
Rozciągnięcie φ . . . w %	20	15	15	12	10	8
Liczba jakości: ($K_z + \varphi$) .	56	49	50	45	43	38

Próby na wygięcie. Paski blach powinny się zgiąć na zimno, względnie na gorąco do kątów zestawionych w tablicy poniższej:

Rodzaj próby	Grubość blachy: mm	Blachy:						Rodzaj próby	Grubość blachy: mm	Blachy:					
		ogniowe		wywijalne		płaszczowe				ogniowe		wywijalne		płaszczowe	
		wzdłuż	wpo-przek	wzdłuż	wpo-przek	wzdłuż	wpo-przek			wzdłuż	wpo-przek	wzdłuż	wpo-przek	wzdłuż	wpo-przek
na zimno	6 do 8	160°	140°	135°	120°	90°	66°	na zimno	26 do 28	120°	100°	100°	60°	40°	26
"	8 " 10	160	140	135	120	85	62	"	28 " 30	115	95	90	55	35	22
"	10 " 12	160	140	135	120	80	58	"	30 " 32	110	85	80	50	30	18
"	12 " 14	155	135	135	120	75	54	"	32 " 34	100	75	70	45	25	14
"	14 " 16	150	130	130	110	70	50	"	34 " 36	90	65	60	40	20	10
"	16 " 18	145	125	125	100	65	46	"	36 " 38	80	55	50	30	15	7
"	18 " 20	140	120	120	95	60	42	"	38 " 40	70	45	40	20	10	5
"	20 " 22	135	115	115	85	55	38	"							
"	22 " 24	130	110	110	75	50	34	na gorąco	dowolna	180	180	180	180	160	140
"	24 " 26	125	105	105	65	45	30								

Próby rozkuwania i przebijania. Dla blach kotłowych, z żelaza spawalnego, jak podano na str. 55.

3. Blachy kotłowe z żelaza zlewne.

Żelazo zlewne na kotły (do czasu zmiany przepisów) musi być wyrabiane w płomieniakach *) por. Dział XIII, rozdz. III. c. a dla kotłów parowozowych: Dział XI, rozdz. II. B. b. 3.

Rozróżniamy 3 gatunki: ogniowe, płaszczowe I, płaszczowe II. Podobnie jak zaznaczono na 55 pod 2., znaki stemplowe dla blach zlewnych są: FI (ogniowa), FII (płaszczowa I), FIII (płaszczowa II); kształt stempla i wielkość jak dla żelaza spawalnego.

*) Orzeczenie Związku pruskich Tow. Kotłowych (p. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1897, str. 607) brzmi: Miękkie, wisne, niehartowne żelazo zlewne, zasadowe, wyrobione w płomieniaku martynowskim, okazało się dobrym materyałem na kotły, natomiast wytrzymałe, twarde żelazo zlewne, besemerowskie niedobrym.

Z blachy płaszczowej II można wyrabiać tylko te części kotła, które z gazami spalania wcale się nie stykają, np. płaszcze kotłów okrętowych. Blachy płaszczowej I nie można stosować w pierwszym kanale ogniowym. Wszystkie inne części, oraz części z brzegami wywijanymi, wytłaczane i t. p. jak dna, odnogi, zbiorniki parowe i t. d. powinny być z blachy ogniowej.

Odbiór: Zasady jak pod 2. z tą jednakże różnicą, że próbowane być mają: 1. wszystkie blachy ogniowe na rozrywanie i wygięcie wzdłuż i wpoprzek włókien, 2. 50% wszystkich blach płaszczowych, połowa tej ilości na rozrywanie, druga połowa na wygięcie, a każda próba wzdłuż i wpoprzek włókien. Nadto wszystkie blachy powinny podlegać próbom wzdłuż i wpoprzek włókien na wygięcie z uprzednim stwardzeniem, podług str. 54.

Przy rozerwaniu ma być:	Dla blach ogniowych wzdłuż i wpoprzek		Dla blach płaszczowych I wzdłuż i wpoprzek		Dla blach płaszczowych II wzdłuż i wpoprzek, przy grubości < 24 mm grubości > 24 mm	
	K_g w kg/mm ² . .	34—40	36—42	39—45	38—44	
φ w % \geq . . .	25 ^o / ₁₀	22 ^o / ₁₀	20 ^o / ₁₀	20 ^o / ₁₀		
Liczba jakości . .	62	61	60	60		

Wyniki prób, dla każdej blachy oddzielnie brane, powinny osiągnąć liczby jakości (p. str. 64) i nie przekroczyć podanej wytrzymałości największej. Jeżeli, np. dla blachy ogniowej, będzie $K_g = 34$ kg/mm², to równocześnie powinno być: $\varphi \geq 28^{\circ}/_{10}$.

Wygięcie na gorąco: dla każdej grubości, wzdłuż i wpoprzek włókien, kąt $\alpha = 180^{\circ}$.

Wygięcie próbek twardzonych Wygięcie około sworznia o 180° , średnica sworznia dla blach ogniowych: płaszczowych I równa podwójnej, dla blach płaszczowych II potrójnej grubości blachy.

Próba przekuwania i przebijania jak dla blach kotłowych z żelaza spawalnego (str. 55).

4. Kątowniki.

Uwaga. W odstępach 4, 5 i 6 tekst właściwy odnosi się do żelaza spawalnego; te same przepisy stosują się i do żelaza zlewego, jednakże ze zmianami ujętymi w nawiasy proste [].

Dla kątowników ustanowiono tylko jedną jakość. Zazwyczaj bierze się próbki z 25% ilości sztuk dostarczonych. Zasady odbioru te same, jak na str. 53. Wzdłuż włókna ma być: $K_g \geq 36$ [= 37 do 44] kg/mm², $\varphi \geq 16$ [20^o/₁₀]; liczba jakości (p. str. 63) przynajmniej = 52 [60].

Wygięcie na gorąco: Ramiona kątownika powinny dać się zupełnie zgiąć na siebie, a również i rozgiąć zupełnie do jednej płaszczyzny; [zlewne tak samo].

Wygięcie na zimno: Ramiona kątownika powinny pod prasą dać się odgiąć od siebie o 18° [40^o]. Paski wycięte wzdłuż mają dać się wygiąć o kąt: $\alpha = 50^{\circ}$ przy grubości 8 do 12 mm, $\alpha = 35^{\circ}$ przy grubości 12 do 16 mm, $\alpha = 25^{\circ}$ przy grubości 16 do 21 mm, wreszcie $\alpha = 15^{\circ}$ przy grubości 21 do 25 mm; [dla zlewnych $\alpha = 180^{\circ}$ bez względu na grubość paska].

Przy wszelkich tych próbach na wygięcie [a więc i próbek twardzonych] w krawędzi wklęsłej i na ramionach kątowników mogą się pojawić zaledwie początki rysów.

Przekuwanie i przebijanie pasków z ramion kątowników, jak dla pasków blach, p. str. 55; [to samo dotyczy i żelaza zlewego].

5. Nity i żelazo na nie; (p. uwagę pod 4).

Z żelaza spawalnego [i zlewego]; ustanowiono na nie tylko jedną jakość. Zazwyczaj bierze się próbki z 4% żelaza dostawianego. Zasady odbioru, jak na str. 53. Wymaga się: $K_g \geq 38$ [= 30 do 40] kg/mm², $\varphi \geq 20$ [25^o/₁₀], liczbę jakości przynajmniej (p. str. 63) = 58 [62].

Próby wygięcia i pęcznienia [i dla żelaza zlewego]: Na zimno żelazo na nity ma się dać zgiąć we dwoje i tak zbić, aby obie połowy leżały na sobie, a kawałek o wysokości dwóch średnic powinien dać się spęczyć do połowy wysokości,

bez rysów na powierzchni. Na gorąco kawałek tej samej wysokości nie tylko ma się dać spęczyć do $\frac{1}{3}$, a nawet $\frac{1}{4}$ wysokości, lecz następnie jeszcze przebicie w nim dziury nie powinno spowodować rysów (por. str. 54).

[Wygięcie próbki twardzonej o 180° , naokoło sworznia o średnicy, równającej się pod wójnej grubości żelaza nitowego].

6. Rury. (p. uwagę pod 4).

Z żelaza spawalnego [i zlewego]; ustanowiono tylko jedną jakość.

Odbiór: Zazwyczaj bierze się próbki z 2% zamówionych sztuk, nie mniej wszakże niż z dwóch rur. Przy odbiorze w walcowni każda rura znaczy się dwa razy, w oddaleniu około 200 mm od końca, stemplem odbiorcy, z dodaniem numeru bieżącego. Próbki wybiera odbiorca z końca rur. Nie uwzględnia się wyników prób z takimi próbkami, w których miejsca wadliwe dostrzeżono dopiero po lub w czasie próby.

Rury mają być proste, dokładnej miary zewnętrznej i wewnętrznej, bez zędry, blizn, rysów i innych, w użyciu szkodliwych wad, przycięte mają one być prostopadle do osi i gładko. Zakładka w szwie spawanym ma być przynajmniej 10 mm.

Próba rozszerzenia. Końce rur, na długości 30 mm, powinny się dać rozszerzyć na zimno, a mianowicie:

przy grubości ścianek do 4 mm	o 3	[5%]	średnicy,
"	"	"	6 " " 2 [3%]
"	"	"	ponad 6 " " 1 [2%]

Rozszerzenie końcy skutecznie się rozklepywaniem ich na rogu stalowym.

Próba wywinięcia. Końce rury ma się na zimno dać wywinąć na zewnątrz, a mianowicie: rury do 76 mm średnicy, przy 3 mm grubości, o 60° , na szerokość równającą się 12% średnicy, a rury ponad 76 mm średnicy i do 4 mm grube o 30° na szerokość równającą się 8% średnicy; [rury z żelaza zlewego, wszelkich średnic i grubości, o 90° , z szerokością wywinięcia równą 12% średnicy].

Próba wygięcia. Odcinki rur, 100 mm długie, mają na zimno dać się zduś do połowy średnicy [z żelaza zlewego zupełnie spłaszczyć], przyczem jednakże szew rury nie powinien być na zgięciu.

Próba na ciśnienie wodne. Rury powinny wytrzymać ciśnienie próbne, 3 razy większe od tego, pod jakim mają pracować, co najmniej jednakże 30 atm. ciśnienia, bez wszelkiej zmiany kształtu i bez okazania jakiegobądź nieszczelności. Gdy rury pozostają pod ciśnieniem, poklepuje się je młotkiem. [Tak samo i dla żelaza zlewego].

e. Ochrona żelaza od rdzewienia. *)

1. **Rdzewienie**, czyli utlenianie się żelaza, jest to przemienianie się żelaza w wodorotlenek żelazowy, przez łączne oddziaływanie powietrza (czynnymi są tu tlen i bezwodnik węglowy) i wody, a szybciej następuje ono pod działaniem kwasów lub rozczyńców solnych; w wodzie morskiej chlorek magnezowy przyspiesza najbardziej rdzewienie. W suchym powietrzu, nie zawierającym w sobie wody, a również i w wodzie, nie zawierającej w sobie tlenu, żelazo nie rdzewieje. Żelazo kute rdzewieje mniej, niż walcowane; zasobne w węgiel (surówka i lane żelazo) mniej, niż posiadające mały % węgla; stal twardzona mniej, niż nietwardzona; żelazo spawalne mniej, niż zlewne, zwłaszcza tomasowskie. Rdza zajmuje więcej przestrzeni, niż żelazo, z którego powstała, a ciężkość jej właściwa jest około 4. Na szynach kolejowych zauważono, że w przeciągu 7 lat warstwa metalu, 1,6 mm gruba, przemieniła się na 3 mm grubą warstwę rdzy.

*) G. Mehrrens, Eisen u. Eisenkonstruktionen, str. 345, Berlin 1887. E. Glinzer Baustoffkunde, 2 wydanie, str. 163, Drezno 1899, u Gerh. Kühlmanna'a, Treumann, Zeitschr. d. hannov. Arch.-u. Ing., V. 1879, str. 379. J. Spannath, Untersuchung der gebräuchlichen Eisenanstriche, Verhandl. d. V. z. Beförd. d. Gewerbl. 1895, oraz Zeitschr. d. V. d. Ing. 1895, str. 1334.

2. Środki chroniące od rdzy. Stosownie do okoliczności wypada z pomiędzy nich wybierać troskliwie najwłaściwszy. Wypróbowane środki są:

1. Ostonięcie żelaza ciałami wchłaniającymi w siebie lub wiążącymi wodę i kwasy. W marynarce niemieckiej dodają w tym celu do wody zasilającej kotły parowe cynkary (roztworu tlenku cynku z tlenkiem sodu) albo stałego węglanu cynku, a kotły nie pracujące napełniają mlekiem wapiennym, albo roztworem sody; lepiej jeszcze skutkuje chlorek wapnia, wrzucony w kawałkach wielkości orzecha do kotła, uprzednio ogniem starannie wysuszonego, a potem szczerze zamkniętego. W tunelach stosują balast z wapieni, albo smarowanie części żelaznych (szyn i t. p.) mlekiem wapiennym, które wiąże chemicznie najniebezpieczniejszy czynnik rdzy, t. j. kwas siarczany dymu parowozowego. Naśrubki zaś, by umożliwić ich dokręcanie, zamiast wapnem, smarują smołą.

2. Brunirowanie (nadtlenianie), t. j. wytworzenie cienkiej, czarnej, ściśle do żelaza przylegającej powłoki tlenku żelazawo-żelazowego, dokonywa się przez wystawienie żelaza, w przestrzeni wypełnionej parą wodną, przez kilka godzin, na zwolna się wzmagający żar, który w końcu zagrzewa do czerwoności żelazo, otoczone natenczas parą, silnie się przegrzewającą. Powstała przytem warstewka tlenku żelazawo-żelazowego nie przedstawia ochrony trwałej, a służy raczej do zdobienia przedmiotów.

3. **Powłoki metalowe** nakładają się najczęściej w ten sposób, że oczyszczone jak najdokładniej (z pomocą kwasów i t. p.) żelazo zanurza się (po szybkim wysuszeniu i jeszcze gorące) w metal roztopiony. Cynk jest wymienioną ochroną nawet przeciw wodzie słonej, ponieważ w kąpeli cynkowej wytwarza się na powierzchni żelaza stop żelazno-cynkowy; (p. str. 43. Żelazo w ten sposób cynkowane nazywają w handlu często, aczkolwiek niewłaściwie, „galwanizowaniem“). Cyna ochrania słabo i tylko dopóki się powłoka nigdzie nie uszkodzi; p. blacha biała str. 43. Ołów tworzy powłokę oporną nawet na kwasy (siarczany, solny). Poolowione, żelazne blachy cynkowane używają do krycia dachów fabryk chemicznych, zakładów gazowych i t. p. Miedź (galwanicznie) i nikiel chronią tylko należycie, gdy się je nałoży w warstwie grubszej; p. str. 43.

Niemiecki Zarząd poczt i telegrafów wymaga od powłoki cynkowej, żelaznych drutów telegraficznych, aby posiadała zwięzłą i gładką powierzchnię i aby się nie odłuszczała, ani rysowała, gdy z drutu nawija się zwoj na walec o średnicy 10 razy większej od średnicy drutu. Próba dostatecznej grubości powłoki polega na zanurzeniu drutu w roztwór 1 części na wagę wityriolu niebieskiego (siarczaniu miedziowego pięciowodnego) w 5-ciu częściach wody, przyczem niema się wytwarzać spójny naskórek miedziany, jeżeli zanurzać będziemy, za każdym razem po minucie: 8 razy drut 6 i 5 mm gruby, 7 razy drut 4 i 3 mm gruby, a 6 razy drut 2 i 1,7 mm gruby.

4. **Emaliowanie.** Dokładnie oczyszczoną (wytrawioną i wysuszoną) powierzchnię odlewu żelaznego powlekamy sproszkowaną podlewą (ze spatu polnego, kwarcu, boraksu i czystej gliny), którą przez wypalenie doprowadzamy do zeszkwarzenia się, poczem dopiero nakładamy właściwą polewę (krzemiany z tlenkiem cynowym) i zagrzewamy do zupełnego zlania się.

5. **Tłuszcze** stałe i płynne używają się jako powłoki na świecające się części metalowe przed ich zestawianiem (montażem) i t. p., pod otwartym niebem jednakże żar słoneczny stapia, a deszcze splukują je. Łój (nawet z domieszką 50 do 100% bieli ołowiowej) jelczeje, a powstające przytem kwasy tłuszczowe nagryzają żelazo. W ostatnich latach zaczęto stosować z powodzeniem tłuszcze mineralne, rozpuszczone w olejku terpentynowym lub w rzadkoplłynnych destylatach naftowych.

6. **Cement portlandzki** (zaprawa i beton) nietylko że chroni żelazo od rdzewienia, lecz wchłania nawet w siebie rdzę na żelazie już wytworzoną (porówn. zestroje żelazno-betonowe, np. monierowskie). Wyborny to środek ochronny dla odlewów, a nawet dla całych konstrukcyi żelaznych: rzadkim rozczyntem czystego cementu w wodzie powlekamy pędzlem metalicznie czyste powierzchnie, powtarzając to 4 do 5-ciu razy, zawsze, gdy poprzednio nałożona warstewka już zupełnie stężała. Powierzchnie żelazne mające się stale stykać z wodą (np. w jazach, przepustach, dnach okrętów i t. p.) ochraniają powłoką z bardzo miękko mielonego cementu, zaczynianego mlekiem zbieranem.

7. **Smola płynna** (właściwie: **maź**), **asfalt** (smola ziemna) i **smoła twarda**, czyli właściwa smoła, o ile czyste i bez wody, w stanie gorącym na żelazo gorące nasmarowane, dają wyborną powłokę ochronną, zwłaszcza dla rur lanożelaznych (p. Dział V, rozdz. VII, B. b.). Zaleca się też trzykrotne pomalowanie mieszaniną: 8 części na wagę mazi (smoły płynnej), 2 części mielonego wapna palonego i 1 część olejku terpentynowego; albo też: 1 część na wagę siarki, na 2 części ciężkiego oleju smolanego, w tem rozpuścić: 5 części smoły zwykłej, twardej, albo ziemnej (asfaltu), i nieco wosku.

8. **Powłoki z olejków żywicznych.** Niemiecka marynarka używa: olej kauczukowy, t. j. kauczuk rozpuszczony w terpentynie, i „Antioxyd,” t. j. gutaperkę rozpuszczoną w benzynie.

9. **Farby olejne** są najbardziej używane na powłokę chroniącą od rdzewienia. Sam pokost lniany odtłuszcza się łatwo, lepiej zatem używać na podmalowanie rzadkoplłynnego pokostu lnianego, zmieszanego (startego) z dobrze kryjącymi barwnikami, jako to grafitem, okrą, minią żelazową (co najwyżej z 20% gliny czystej), najlepiej zaś z minią ołowiową ($Pb_2 O_4$). Na podmalowaniu maluje się na kolor właściwy, do czego (ze względów ochrony od rdzy) najpodatniejszymi okazały się farby poniższe, starte z czystym pokostem lnianym, a mianowicie: biel ołowiowa:—lecz nie cynkowa, — grafit, proszek cynkowy, niekiedy i z dodatkiem kredy.

Aby zapobiedz tworzeniu się pęcherzy, trzeba baczyć pilnie na to, iżby warstwa farby nałożona dobrze wyschła i stwardniała, zanim się nałoży następną. — J. Spennrath twierdzi na zasadzie doświadczenia, co następuje:

Rozrzedzone kwasy: solny (chlorowodorowy) i azotowy, oraz ich pary, bezwodnik siarkawy i kwas octowy niszczą malowanie olejne, przyczem działanie tych kwasów w postaci gazów lub par jest silniejsze, niż w słabych rozczyntach wodnych.

Rozrzedzony kwas siarczany natomiast szkody nie przyczynia. Zasady (alkalia) żrące, ciecie i gazy zasadowe, amoniak, siarczek amonowy, i roztwór sody niszczą szybko

wszelkie malowanie olejne; zasady żrące wytrawiają szybko stare nawet malowanie olejne i stosują się do ich usuwania.

Woda czysta oddziaływa silniej od morskiej i silniej nawet niż roztwory soli kuchennej, salamoniaku i chlorku magnezowego, które tak silnie rdzewią żelazo nieosłonięte; dodając soli zmniejszamy szkodliwy wpływ wody na farbę olejną. Niszczący wpływ wody morskiej na malowania olejne wypadaloby zatem przypisać raczej oddziaływaniu mechanicznemu fali (i poruszanych przez nią części stałych, np. piasku).

Woda gorąca niszczy w krótkim czasie malowanie olejne, działa bowiem znacznie silniej niż woda chłodna.

Części zasadowe, jakie woda wylugować może z popiołu, niszczą malowania olejne; a zatem mialki popiołu, porywany ciągiem kominów i osadzający się na zewnątrz, na powierzchniach olejno malowanych, oddziałują na nie szkodliwie.

Wszelkie powłoki farb, schnąc przy zagrzaniu, tracą na ciężkości właściwej, kurczą się, a stając się jednocześnie kruchemi, pękają. Woda deszczowa, wsiąkając w te szczelinki, szerzy dalsze zniszczenie. Im ciężar barwnika jest mniejszy, tem trwalszą na działanie ciepła będzie powłoka z tego barwnika.

Z powyższego wynika, że nie znamy jeszcze środków zaradczych przeciw szkodliwym czynnikom, które niszczą spoiwo farby, t. j. olej lniany.

Czyszczenie malowania na konstrukcjach żelaznych.

(Streszczenie § 7 warunków normalnych na dostawy konstrukcyi żelaznych*).

Przed złożeniem trzeba oczyścić wszelkie części składowe z nieczystości, rdzy i żędry. Przedsiębiorca powinien w ofercie swej podać zamierzony sposób czyszczenia, jeżeli już w samych warunkach nie określono pewnego sposobu, a również i wtenczas, gdyby zamierzał stosować sposób odmienny od przepisanego. Jeżeli czyszczenie odbywa się z pomocą kwasów lub t. p., to przedsiębiorca odpowiada za niedostateczne ich usunięcie i za rdzewienie, jakie skutkiem tego mogłoby się okazać w przyszłości.

Chemicznie czyszczone sztuki (pręty, płyty i t. p.) trzeba bezpośrednio po oczyszczeniu i w stanie gorącym powlec pokostem lniwym, rzadko płynnym, a szybko schnącym. Do czasu dostatecznego wyschnięcia pokostu, powleczone nim części żelazne trzeba chronić należycie. Przed pomalowaniem farbą kryjącą trzeba zawiadomić zamawiającego, aby mógł zbadać części jeszcze niepodmalowane. Dopiero po dokonaniu poprawek przy tej sposobności zażądanych i po ponowniu uszkodzonej powłoki pokostowej, można rozpocząć podmalowanie. Przed złożeniem wypadła pomalować te części, które potem będą albo zastąpione przez inne, albo dla pendzla niedostępne. Gdzie tylko woda mogłaby się zbierać w zagłębieniach, trzeba nie tylko malować nadzwyczaj starannie, lecz nadto wedle możności umożliwić ściek wody przez stosownie powiercone dziurki. Jeżeli zaś to miałyby się okazać niewłaściwem, to zagłębienia takie wypadła wypełnić kitem asfaltowym lub t. p., rozumie się, o ile to nie sprzeciwia się celowi danego zagłębienia.

Po ustawieniu konstrukcyi żelaznej, trzeba przedewszystkiem oczyścić ze rdzy łebki i nakówki nitów zabitych na miejscu ustawiania i podmalować, a wszystkie szczeliny i t. p. starannie wykitować.

f. Skala twardości żelaza i stali martynowskiej

(używana w jednej z fabryk niemieckich).

Oznaczenie	Nazwa, przymioty i przeznaczenie	Zerwanie ciągnięciem spokojnym kg/mm ²	Rozciągnięcie φ %	Przybliżona wartość węgla %
Nr.		kg/mm ²	%	%
000	Nader miękkie żelazo zlewne, niehartowne, dobrze spawalne, na blachy kotłowe, podkowiaki, nity, drut	32—36	25—35	0,05
00	Miękkie żelazo zlewne, niehartowne, spawalne, na blachy kotłowe, okrętowe i cienkie, na druciaki, prętowniki i nity.	36—39	23—30	0,10
1/0	Żelazo zlewne, niehartowne, spawalne, na blachy, prętowniki i blachy do wybijania	39—42	21—28	0,12

*) Wszystkie ważniejsze towarzystwa budowniczych i inżynierów niemieckich uznają warunki te za obowiązujące.

Oznaczenie Nr.	Nazwa, przymioty i przeznaczenie	Zerwanie	Rozciągnięcie	Przybliżona
		ciąganiem spokojnem K_2 kg/mm ²	φ %	zawartość węgla %
1	Stal nader miękka, prawie niehartowna, na blachy, wały walcowane, sztuki kute	41—44	20—27	0,15
1 ^{1/2}	Stal miękka, bardzo mało hartowna, na osie, sztuki kute, łopaty, szufle	43—47	20—26	0,17
2	Stal miękka, bardzo mało hartowna, na osie, sztuki kute, drut zwykły	46—50	20—25	0,20
2 ^{1/2}	Stal średnio miękka, mało hartowna, na osie, sztuki kute, drut zwykły	48—52	20—24	0,22
3	Stal średnio miękka, mało hartowna, na szyny, obręcze kół, osie, sztuki kute	50—54	19—23	0,25
3 ^{1/2}	Stal średnio miękka, mało hartowna, na osie, sztuki kute, obręcze kół	52—56	18—22	0,28
4	Stal średnio twarda, hartowna, na osie, sztuki kute, obręcze kół, lufy strzelb, widły	55—60	17—21	0,32
4 ^{1/2}	Stal średnio twarda, hartowna, na widły, tarniki (raszple), sprężyny	60—65	16—20	0,35
5	Stal twarda, dobrze hartowna, na sprężyny, lemieszce, kosy, noże	65—70	15—19	0,40
5 ^{1/2}	Stal twarda, dobrze hartowna, na sprężyny, pilniki, młoty, brzeszczoty (klingi)	70—75	14—18	0,45
6	Stal twarda, dobrze hartowna, na sprężyny, pilniki, młoty, brzeszczoty, drut twardy	75—80	11—16	0,50
6 ^{1/2}	Stal twarda, dobrze hartowna, na sprężyny, świdry kamieniarskie, piły, drut twardy, stalki gors-towe	80—85	9—15	0,55
7	Stal bardzo twarda, na dłuta, drut twardy, pilniki, piły, na pręty do parasoli	85—90	7—13	0,60
8	Stal bardzo twarda, na walce hartowane, dłuta, drut twardy, igły	95—100	1—6	0,7—0,8

B. Cynk.

Wyrabia się przeważnie z galmanu, a w handlu pojawia się w postaci blachy i cynku odlewnego (z okregu dąbrowieckiego, belgijski i śląski). Złom kryształiczny, ziarnisty albo łuskowaty, niebieskawobiały. Ciężkość właściwa lanego 6,86, walcowanego 7,13 — 7,20, roztopionego 6,48. Między 100° a 175° giętki i dający się przera-biać, pozatem kruchy; topi się (przed rozżarzeniem się) przy 412°, wypełnia dobrze formy, bo jest rzadkoplłynny. Cynk handlowy za-nieczyszczają: ołów i kadm. W żarze jasnoczerwonym paruje, a przy dostępie powietrza pali się płomieniem niebieskawym, a spa-la się na tlenek cynku (biel cynkową).

1. Gładka blacha cynkowa, walcuje się w 26-ciu grubościach, podług skali poniższej, a używa się do krycia dachów i zymsów, na rynny i rury deszczowe, (Nr. 13 do 15), na płytki do pokrycia ścian i sufitów, na wybijane ozdoby budowlane i t. p. Na cele bu-dowlane stosują przeważnie Nr. 12 do 16. Cynk jest odporny na wpływy atmosfery, staje się jeszcze odporniejszy przez powłoki krze-mowe, jest lekki i względnie nie drogi.

Przy 16° jest wzdłuż włókien: $K_s = 1900 \text{ kg/cm}^2$, a rozciągnięcie $\varphi = 18$, wzgl. 15% . Przy 155° staje się φ największem: wzdłuż 100% , w poprzek 80% ; rozciągnięcie podłużne od 155° do 100° , a również od 155° do 175° zmniejsza się stopniowo do $\varphi = 40\%$, poprzeczne zaś do $\varphi = 20$, wzgl. 26% . Arkusze najczęściej używane do krycia dachów są $1,0 \cdot 2,0 \text{ m}$, można jednak otrzymywać i arkusze $0,65 \cdot 2,0 \text{ m}$, $0,8 \cdot 2,0 \text{ m}$, $1,0 \cdot 2,25 \text{ m}$, $1,0 \cdot 2,5 \text{ m}$, największa zaś długość arkuszy $3,0$, szerokość $1,65 \text{ m}$.

Ślązka skala blachy cynkowej.

Nr. skali . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Grubość mm . .	0,10	0,143	0,186	0,228	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,58	0,66	0,74
1 m ² waży kg	0,72	1,03	1,34	1,64	1,80	2,16	2,52	2,88	3,24	3,60	4,18	4,75	5,33
Nr. skali . . .	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Grubość mm . .	0,82	0,95	1,08	1,21	1,34	1,47	1,60	1,78	1,96	2,14	2,32	2,50	2,68
1 m ² waży kg	5,90	6,84	7,78	8,71	9,65	10,6	11,5	12,8	14,1	15,4	16,7	18,0	19,3

Uwaga. Skala belgijska różni się jedynie w numerach 1 do 4 od śląskiej. (Nr. 1 = 0,05, Nr. 2 = 0,10, Nr. 3 = 0,15, Nr. 4 = 0,20 mm grubości) poza tem jest z nią zgodna.

2. Falistą blachę cynkową na pokrycia dachów wyrabiają huty śląskie w poniżej wyszczególnionych 5-ciu profilach, z których A do D w grubościach do Nr. 16 włącznie, natomiast E tylko do Nr. 12. Profil E można układać tylko na podbiciu, albo na łączeniu, zakładając przytem na szwie podłużnym po 2 fale na siebie. Przy profilach A do D dolicza się na zakładki podłużne i poprzeczne, wraz z częściami przytwierdzającymi do platew, 15 do 18% wagi. Wymiary arkuszy falowanych są: dla profilu A: $0,62 \cdot 2,0 \text{ m}$, $0,89 \cdot 3,0 \text{ m}$, $1,12 \cdot 3,0 \text{ m}$; dla B: $0,84 \cdot 2,0 \text{ m}$, $1,08 \cdot 3,0 \text{ m}$, $1,30 \cdot 3,0 \text{ m}$; dla C: $0,8 \cdot 3,0 \text{ m}$; dla D: $1,0 \cdot 1,78 \text{ m}$, $1,5 \cdot 2,67 \text{ m}$; dla E: $1,6 \cdot 2,64 \text{ m}$. Fale profili A, B i C idą w kierunku długości, a profili D i E w kierunku szerokości. Profil A wyrabiają też w kształcie sklepieniastym (łukowym), o promieniu $1,5 \text{ m}$ i wyżej, na dachy sklepieniaste przy dwumetrowych odstępach między płatwiami, p. Dział X, rozdz. III. B. b. 4. 6.

Skala ślązka falistej blachy cynkowej.

Oznaczenie	Fala			Dla blach 1 mm grubych			Uwagi
	szeroka B	głęboka H	w rozwi- nięciu l	przekrój na 1 m szerokości arkusza	waga na 1 m ² blachy falistej	moment wytrzyma- łości na 1 m szerokości arkusza.	
Nr.	mm	mm	mm	cm ²	kg	cm	
A	117	55	175	15,0	10,8	19,9	Przekroje, wagi i momenty wytrzymałości dla blach innych grubości jak 1 mm otrzymamy w przybliżeniu, mnożąc wartości tablicy przez grubość w mm.
B	100	32	123	12,3	8,86	9,9	
C	110	32	135	12,3	8,86	9,6	
D	60	14	68	11,3	8,14	3,9	
E	20	6	24,8	12,4	8,93	1,8	

3. Cynk odlewny idzie w handel przeważnie w małych płytach, grubości 4 cm, a używa się do cynkowania blach i drutów żelaznych, do stopów (p. str. 75), na odlewy cynkowe, stopy elektryczne, (p. Dział XVI, rozdz. II. a.) i t. p. Oznaczenie wagi odlewu p. tablicę Dział XIII, rozdz. II. D. b. Odlewy cynkowe chronią się od utleniania przez pomalowanie, albo galwanizowanie, t. j. przez powłokę metaliczną, np. miedzianą.

C. Miedź.

Rudy miedziane, zawierające w sobie ponajczęściej siarkę, przez prażenie i wytapianie odtleniające wydają zanieczyszczoną i kruchą miedź surową, czyli czarną. Surowiec ten przez przetopienie utleniające w dymarkach, w szybakach (piecach szybowych) lub w płomieniakach przetwarza się na miedź rozetową, w cienkich płytach, albo też na miedź odlewną, w balwankach wagi 5 do 6-ciu kg i w tej postaci miedź idzie już w handel. Miedź ta przerabia się na kowalną przez jeszczezrowe oczyszczenie. Ciężkość właściwa p. str. 6 i 10. Punkt topnienia 1054° . Im miedź jest czystsza, tem też staje się bardziej miękka i ciągliwa, tak na zimno jak i na gorąco (rozżarzona); zanieczyszczoną bywa przez ołów, arsen, bizmut, cynk, nikiel, srebro. Drobna domieszka bizmutu ($0,1^{\circ}/_{0}$) czyni już miedź kruchą, natomiast domieszka arsenu do $0,5^{\circ}/_{0}$ zwiększa jej wytrzymałość. Miedź twardnieje przez walcowanie i klepanie, a zmiękcza się z powrotem przez wyżarzenie, bez względu na sposób ochłodzenia. Miedź nie jest spawalna, ani też przydatna na odlewy, które byłyby dziurkowane i pełne pęcherzy. Przewodnictwo ciepła i elektryczności posiada miedź wysokie p. Dział XVI, rozdz. I. c. 2. i rozdz. VII. B.

Miedź czysta, elektrolityczna, klepana, walcowana i zwolna ochłodzona posiada wytrzymałość na zerwanie $K_z = 2100 \text{ kg/cm}^2$ przy 15° do 150° ; między 150° a 470° K_z zmniejsza się zwolna do 1500 kg/cm^2 . Rozciągnięcie przy zerwaniu 37 do $15^{\circ}/_{0}$ przy 15° do 470° ; złom przy zerwaniu na zimno włóknisty, w miarę zwiększającego nagrzewania przechodzi w ziarnisty*), p. T. I, str. 332. Z miedzi wyrabiają się: drut, blacha, pręty i rury, a nadto używa się jej do stopów i na wyrób farb.

1. Drut miedziany. Wagi p. str. 14 i Dział XVI, rozdz. VII. A. b., wytrzymałość p. T. I, str. 335. $K_z = 3300 \text{ kg/cm}^2$ dla drutu z miedzi czystej, elektrolitycznej; przy zawartości $0,351^{\circ}/_{0}$, wzgl. $0,808^{\circ}/_{0}$ arsenu: $K_z = 5100$, wzgl. 4700 kg/cm^2 ; przy zawartości $0,26$, wzgl. $0,529^{\circ}/_{0}$ antymonu: $K_z = 5200$, wzgl. 5500 kg/cm^2 **). Drut miedziany dostarcza się zwykle w postaci, w jakiej wychodzi z wyciągarek, a więc niewyżarzony i z połyskiem, w wielkich zwojach pierścieniowatych. Do telefonów drut miedziany cynkowany. Drut mie-

*) Rudeloff, Badania Robert'a-Austen'a nad przymiotami stopów. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1894, str. 766.

**) Hempe, Chemiker-Ztg. 1892, str. 792.

dziany powinien być bardzo giętki i gładki, o przekroju równomiernie okrągłym.

2. Blachy miedziane. Wagi p. str. 15. Dobra blacha miedziana ma posiadać powierzchnię czystą i gładką, a złom jednolity; blacha powinna być bardzo wisna i dać się łatwo wyginać; przy grubościach ponad 5 mm powinno $K_s \geq 2000$ do 2300 kg/cm², a $\varphi \geq 380/0$. Zastosowania: do krycia dachów (arkusze 0,8 do 2 m², przy szerokościach do 1 m i grubościach 0,5 do 1 mm) do rynien dachowych i rur deszczowych (deszczówek), do rzeźb wyklepływanych i wybijanych, do osłony okrętów (arkusze 1,9 do 2,5 m na 0,8 m), do naczyń, rondli, kotłów i t. p. Blachy cieńsze walcują do 2,4 m szer. i do 10 m długości. Blachy składowe: 1,0 · 2,0 m, przy grubościach 0,73 do 1 mm; 1,0 · 3,0 m przy 1 do 2 mm gr.; 1,0 · 4,0 m przy grubościach 2 mm i więcej. Grube płyty, np. na blachy skrzyń paleniskowych, klepie się w szerokościach 1,0 do 2,4 m, długościach 2 do 4 m i grubościach do 26 mm.

3. Pręty miedziane walcują się, wyciągają lub klepią z mniejszych bałwanek; powinny one dać się pęczyć i wyginać bez zarysowania. $K_s > 2300$ kg/cm², przy $\varphi = 600/0$. Kratowniki o przekroju niżej 2,25 cm², a krągowniki niżej 1,5 cm średnicy, uważa się jeszcze za drut miedziany.

4. Rury miedziane wyrabiają się albo bez szwu, bądź to na walcach systemu Mannesmann'a, bądź też przez wyciąganie ich z pełnego bałwanka, albo też ze szwem przez wygięcie pasa blachy naokoło krągownika żelaznego, zlutowanie szwu lutem twardym i przeciągnięcie dodatkowe całej rury dla jej wygładzenia. Rury miedziane powinny dać się bez zarysowania owinać około wałka o średnicy trzy razy większej niż własna ich średnica. Dalsze szczegóły podano w Dziale V, rozdz. VII. B. g.

D. Ołów.

Otrzymuje się w postaci ołowiu surowego, przeważnie z blyszczu ołowianego (siarczku ołowiowego); przez oczyszczenie surowego otrzymujemy zwykły ołów handlowy. Ciężkość właściwa ołowiu nie zbyt zanieczyszczonego: 11,25 do 11,37. Ołów topi się przy 326°, odlewa się dobrze, jest bardzo ciągliwy i dają się dobrze wyginać i krajać; jest on odporny na wpływy atmosfery, a paruje w żarze czerwonym.

Blachy ołowiane (walcowane) stosują się do krycia dachów (arkusze w rolkach, 0,8 do 1,0 m szer., 10 do 15 m dług., 1,5 do 2,0 mm grub.) do osłaniania ścian wilgotnych, na warstwy odosabiające (izolacyjne) (p. Dział X, rozdz. II. g.), do uszczelniania połączeń kołnierzy rurowych, na komory ołowiane, kotły i t. p. dla kwasów w fabrykach chemicznych. Ołów sam używa się do stopów, do mocowania metali w kamieniach, do uszczelnienia połączeń rur mufowych, do akumulatorów elektrycznych i t. p. Z ołowiu wytłaczają

*) Kuźnice królewskie, saskie wyrabiają blachy ołowiane 0,5 do 12 mm grube, 1,5 do 3 m szer. i 3,0 do 10 m długie, przy ograniczeniu wagi do 1200 kg na jedną blachę.

rury dla gazu, pary i wody — wyrabiają papier ołowiany do owijania herbaty i t. p., wyciągają drut, wyrabiają farby (biel ołowiowa, minia ołowiowa), używają do fabrykacji szkła, a również na szkleny oszklenia (kościelnego i t. p.).

Ołów twardy (przez dodanie antymonu) używa się na czcionki, panewki łożyskowe, rury do podlewania płyt podstawowych u słupów żelaznych (5 do 10% antymonu) i t. p. Rury ołowiane osłaniają się z wewnątrz i zewnątrz przeciw oddziaływaniu wody powłoką cyny lub siarczku ołowiawego. Rury ołowiane, miękkie i twarde p. Dział V, rozdz. VII B. f. Wytrzymałość p. tamże, oraz T. I, str. 333 do 335.

Drut ołowiany.

Grubość mm	Waga 100 mb kg	Grubość mm	Waga 100 mb kg	Grubość mm	Waga 100 mb kg	Grubość mm	Waga 100 mb kg
1,0	0,9	3,5	10,9	6	32,2	11	107,5
1,5	2,0	4,0	14,2	7	43,5	12	128,0
2,0	3,6	4,5	18,0	8	57,0	13	150,0
2,5	5,6	5,0	22,2	9	72,5	14	174,0
3,0	8,0	5,5	26,8	10	89,0	15	200,0

Uwaga. Drut z ołowiu miękkiego wyrabia się nadto w dowolnych grubościach powyżej 0,5 mm, tak okrągły, jako też o przekrojach odmiennych.

E. Cyna.

Materiałem surowym jest przeważnie cyniak (ruda cynowa). Cyna topi się przy 230°, ciężkość właściwa p. str. 7. Cyna jest miękka, a przytem bardzo wisna, bardzo wyciągalna, twardsza niż ołów, o złomie krystalicznym, wskutek którego to układu wydaje z siebie dźwięki. Cynfolia, czyli staniol, walcuje się z całej wiązki blach cynowych (rozdzielonych od siebie warstewkami nafty) do grubości 0,2 do 0,008 mm. Dobra cyna powinna być wolną od zanieczyszczeń (arsenem, ołowiem, żelazem, miedzią, bizmutem) i zatrzymywać połysk na powietrzu.

W handlu znajduje się cyna w postaci bałwanków (60 kg), prętów, w rolkach (5 do 6 kg) i w ziarnach, a nazwy swe bierze od miejsca pochodzenia, a więc: cyna Banka, Billiton, Malakka, australaska i angielska. Cyna Banka jest najlepsza i bardzo czysta. Cyna saska, czeska i peruańska jest bardzo nieczysta. Używa się na stopy, na luty miękkie i na rury (p. Dział V, rozdz. VII B. f.

F. Stopy. *)

Uwaga: Skład stopów podajemy poniżej wszędzie w częściach na wagę (cz. w.).

1. Mosiądz: 2 do 4 cz. miedzi, 1 cynku. Mosiądz Stolberg'ski: 64,8 miedzi, 32,8 cynku, 2,0 ołowiu i 0,4 cyny. Mosiądz angielski:

*) Stopy żelaza z niklem p. Verhandl. d. V. z. Beförderung d. Gewerbfl. 1896. str. 65 i nast., oraz Zeitschr. d. V. d. Ing. 1896, str. 331. Stopy zmniejszające tarcie p. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1898, str. 1300, 1330, 1350 i nast.

66,7 miedzi, 33,3 cynku. Mosiądz jest twardszy od miedzi, a przytem bardzo wyciągliwy. Twardość i wytrzymałość zwiększa się wraz z zawartością cynku, lecz twardość tylko do 50%, a wytrzymałość do 45% cynku, poczem znów się zmniejszają. Zaleca się 30 do 43% cynku. Ciagliwość wzrasta z zawartością miedzi. Średnio $K_2 = 1500 \text{ kg/cm}^2$.

Mosiądz w żarze czerwonym jest kruchy, na zimno można go obrabiać jak miedź i walcować z niego bardzo cienkie blachy. (Wagi p. str. 15). Blachy w handlu bywają: czarne, wytrawiane, jedno lub dwustronnie skrobane, wreszcie polerowane. Arkusze przeważnie $0,5 \cdot 2,0 \text{ m}$ i $1,0$ do 10 mm grube. Drut mosiężny (wagę p. str. 14) nieżarzony i wyżarzony; wytrzymałość p. T. I, str. 332. Mosiądz jako rzadkoplłynny daje gładki odlew bez pęcherzy (często 1 do 2% dodatku ołowiu), który można łatwo obrabiać. Rury mosiężne p. Dział V, rozdz. VII B. f.

Podobne do mosiądzu są: **tombak** (85 miedzi, 15 cynku) czerwony, oraz t zw. **mosiądz biały**, barwy żółtawo-białej, zawierający 50 do 80% cynku.

2. Bronz (rotgus) jest stopem miedzi i cyny; jest on ściślejszy, twardszy i łatwiej płynny niż miedź. Na panewki łożyskowe podatny bronz: 83 miedzi i 17 cyny lub też 82 miedzi, 16 cyny i 2 cynku. Twardość wzrasta do 28% cyny, dalej się znów zmniejsza; wytrzymałość zaś największa przy 17,5% cyny. Bronz, zawierający mniej niż 5% cyny, można wyciągać na zimno. Dodatek ołowiu zwiększa łamliwość (kruchość), zmniejsza wytrzymałość i obniża punkt topnienia; dodatek cynku zmniejsza wytrzymałość i twardość. Bronz z dodatkiem 0,5 do 1% fosforu (stosownie do przeznaczenia) zwie się **bronzem nafosforzonym** i jest bardzo wisny, wytrzymały, drobnoziarnisty i rzadkoplłynny, walcuje, wyciąga i przekuwa się dobrze. Na części maszyn: 90,34 miedzi, 8,90 cyny i 0,76 fosforu. Bronz nafosforzony używa się na łożyska i panewki, suwaki parowe, koła zębate, cylindry tłocznic, armatury, rury bez szwu i t. p. może on być miękki, albo sprężyste twardy. Blacha i drut telefonowy nieżarzony: $K_2 = 14000 \text{ kg/cm}^2$ i $\varphi = 1\%$, wyżarzony natomiast: $K_2 = 6300 \text{ kg/cm}^2$ i $\varphi = 72\%$.

Spisz na dzwony jest rodzajem bronzu, zawierającym do 25% cyny, czerwono-szarawy, bardzo łamliwy i trudno obrabialny. **Spisz na działa** zawiera do 10% cyny, jest żółtawo-czerwony, mało ciągliwy, dosyć twardy i bardzo wytrzymały. Używa się na lufy działowe, na kurki i zawory (wentyle) parowe, i do wielu odlewów bronzowych. Staje się on miękkim przez szybkie ochłodzenie, przez wolne zaś twardym i kruchym.

Spisz na posągi zawiera nadto dodatki cynku i ołowiu, wypełnia dobrze formę i powleka się dość szybko patyną (półwęglan miedzi). Skład jego bardzo rozmaity. Jeżeli się na otwartem powietrzu ma wytwarzać patyna, to spisz powinien być bez cynku (90 do 95% miedzi, a 10 do 5% cyny). Spisz na posągi podług Elster'a: 86,7 miedzi, 6,7 cyny, 3,3 ołowiu i 3,3 cyny.

Bronz na medale zawiera tylko 2% cyny.

Bronzowy drut telegraficzny i telefonowy

Jednej z większych fabryk niemieckich.

Grubość drutu w mm	4,5	4,0	3,0	2,7	2,5	2,2	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,9
Waga 1000 mb. drutu kg	143	113	63	51	44	34	28	23	18	10	7,0	4,5

(Tabelicę powyższą obliczono podług ciężkości właściwej = 9,0. C. Heckmann podaje jednak ciężkość właściwą drutu brązowego na 9,066).

Drut brązowy na wielkie rozpiętości *) i oddalenia o 60 do 98% elektrycznego przewodnictwa miedzi:

$K_g = 6800$ do 4600 kg/cm² przy grubości 3,0 mm,

$K_g = 7100$ do 4800 " " " " 0,9 " .

Drut z brązu nakrzemionego dla sieci miejskich, o 30 do 40% przewodnictwa miedzi i

$K_g = 7800$ do 6500 kg/cm² przy grubości 3,0 mm,

$K_g = 8500$ do 8000 " " " " 0,9 " .

Drut z brązu nakrzemionego używa się na rdzenie kabli podmorskich. **)

Drut z brązu naglinionego, z powłoką miedzianą, ma $K_g = 7600$ kg/cm² i 69% przewodnictwa miedzi. ***)

Drut stalowy, z powłoką brązową, 3 mm średnicy, posiada 2,87 mm² przekroju stali i 4,20 mm² miedzi.

Niemiecki Zarząd Poczty i Telegrafów wymaga od brązowych drutów telefonicznych (p. str. 56):

dla drutu średnicy	4,5	4	3	2	1,5	mm
ma być $K_g >$	5000	5100	5260	5260	7000	kg/cm ² ,
drut ma wytrzymać	6	7	7	7	11	przebieg,
w szczykach o promieniu	10		5			mm.

Próby na zrywanie przy 10 do 15° ciepła powinny wykazać dla drutu 1,5 mm średn. $\varphi = 1\%$, dla pozostałych: $\varphi = 1,5\%$. O przewodnictwie drutów p. Dział XVI, rozdz. I, c. 2.

3. Metal biały jest stopem o znacznej zawartości cyny z antymonem, ołowiem lub miedzią. (Metal antyfrycyjny (przeciwcierny) zawiera w sobie oprócz wszystkich tych czterech metali jeszcze i cynk). Metal biały na panewki łożyskowe: 85 cyny, 10 antym. i 5 miedzi, albo też 90 cyny, 7 antymonu i 3 miedzi; na wyłożenia łożysk osi parowozowych i brankardowych: 78,4 cyny, 12,6 antymonu i 9 miedzi, albo 15 cyny, 2 antym. i 1 miedzi; dla mimośrodków 83 cyny, 11 antym. i 6 miedzi, na dławnice: 45 cyny, 10 antym. i 45 ołowiu. Bardzo twardy i tani metal łożyskowy jest: 75 do 85 ołowiu i 25 do 15 antymonu (olów naantymoniony).

4. Metal Delta jest stopem miedzi, cynku i żelaza, barwy złotozółtej, dozwala się walcować na zimno i gorąco, również i wyciągać na drut. W żarze ciemno-czerwonym można go kuć, wybijać i wy-

*) W Szwajcaryi rozciągnięto nad jeziorem Wallensee (między Quinten i Murg) brązowy drut telefonowy, 3 mm średnicy, na rozpiętość 2400 m. Przewiesza się on latem ∞ 50 m, zimą ∞ 40 m.

**) Centralbl. d. Bauverw. 1886, str. 308.

**) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, str. 1319.

tlaczać; po stopieniu rzadkoplłynny, odlewy zaś z niego zupełnie ściste, a przytem wytrzymałe i wyciągliwe (przy 500 do 600 atm. ciśnienia cylindry tłoczni jeszcze się nie poca). Wytrzymałość p. T. I. str. 332. Odporniejszy niż żelazo na działanie wody morskiej lub kwaśnej, używa się zatem do budowy okrętów i w górnictwie. Dostarczają go w kłodach, blachach, pretach, jako drut, odlewy, sztuki kute lub wytłaczane. Zastosowania: na śruby parowców i inne części statków, na części pomp, kół łopatkowych, dla pomp odśrodkowych, na tłoczyska, zębnice, panewki, młoty, klucze do naśrubków i t. p.

5. Luty. Części metaliczne przed ich zlutowaniem trzeba na spoinach oczyścić pilnikiem lub wytrawą, a potem (w celu utrzymania metalicznie czystej powierzchni w żarze lutowania) posmarować lub posypać: kalafonią, stearyną lub salamoniakiem przy lutowaniu miękkim; a boraksem lub szkłem sproszkowanym przy lutowaniu twardem. Wytrawy: kwas solny; płyn lutowniczy (cynk rozpuszczony w kwasie solnym); sól lutownicza, t. j. pozostałość po wyparowaniu płynu lutowniczego, w którym rozpuszczono jeszcze salamoniak; wreszcie małą sproszkowaną kalafonia zaczyniona nasyconym roztworem amoniaku.

1. Lut miękki z cyny i ołowiu, czasem z dodatkiem bizmutu (luty bizmutowe). Ciężkość właściwa 8,1 do 9,7.

Luty bizmutowe do łatwo topliwej cyny zawierającej ołów; części na wagę:	}	15,5 cyny 32 ołowiu 52,5 bizmutu; punkt topnienia	96°.
		20 " 26 " 54 " ; " "	101°.
		20,6 " 26,8 " 52,6 " ; " "	103°.
		21,4 " 27,8 " 50,8 " ; " "	107°.
		24,8 " 22,1 " 53,1 " ; " "	114°.
Luty miękkie do żelaznej blachy cyn- kowanej, miedzi, mosią- dzu, cyny, cynku, oło- wiu i t. p. Części na wagę:	}	63,2 cyny 36,8 ołowiu; punkt topnienia	183°.
		60 " 40 " ; " "	189°.
		70 " 30 " ; " "	194°.
	}	85 " 15 " ; " "	212°.
		50 " 50 " ; " "	213°.
		49,2 " 59,8 " ; " "	232°.
		30 " 70 " ; " "	257°.

2. Luty twarde (szlagluty).

Lut twardy do lutowa- nia:	Skład, części na wagę:				Uwagi
	cyny	cynku	mosiądzu	miedzi	
Mosiądzu, miedzi, żelaza i stali.	.	1	7	.	bardzo gęstoplłynny gęstoplłynny podatny do mosiądzu
	.	1	3—4	.	
	.	1	2—2,5	.	} białawe
	1	4—7	12	.	
	1	10	22	.	
	4	1	20	.	} białe
	2	1	11	.	
1	.	4	.		
10	.	4	6		

6. Inne stopy.

Nazwa	Skład części na wagę:				Z dodatkiem części na wagę
	miedzi	cyny	cynku	antymonu	
Stop na czcionki . . . . .	.	.	.	16 do 25	84 do 75 ołowiu (dodają też 5—15% glinu).
Stop na czcionki Ehrhardt'a	4 do 2	4 do 3	89 do 93	.	3 do 2 ołowiu.
Twarde stopy na czcionki John-son'a {	.	59	33	.	80 ołowiu.
	.	75	.	25	
	.	.	.	20	
Metal „Britannia“ {	1,85	81,9	.	16,25	20 do 15 niklu.
	.	90	.	10	
Nowe srebro (argentan) {	50 do 65	.	30 do 20	.	20 do 15 „
	55	.	25	.	20 „
Alfénide	59	.	30	.	10 „
Bronz glinowy *)	85 do 95	.	.	.	15 do 5 glinu.
Mosiądz glinowy	96,7	.	.	.	3,3 „

Podlewa zwierciadłowa (amalgamat) 1 cyny, 1 ołowiu i 2 bizmutu stapiają się razem (punkt topnienia 110°), dolewa się 4 cz. rtęci zagrzanej do 100° .

Stopy łatwo-topliwe. **Metal Rose'go**: 1 cyny, 1 ołowiu, 2 bizmutu, topi się przy 110° . **Stop na klisze**: 2 cyny, 2 ołowiu, 5 bizmutu, topi się przy 105° . **Metal Wood'a**: 4 cyny, 8 ołowiu, 15 bizmutu i 4 kadmu, topi się przy 70° . **Metal Lipowicza**: 4 cyny, 8 ołowiu, 15 bizmutu i 3 kadmu, topi się przy 60° .

III. KAMIEŃ NATURALNE I ZIEMIE. **)

Mineralogiczna skala twardości Mohs'a: 1. łojek (talkum), 2. gips (albo sól kamienna), 3. spat wapienny, 4. fluspat (topnik), 5. mylnik (apatyt), 6. feldspat (spat polny), 7. kwarciec (kwarc), 8. topaz, 9. korund (szmyrgiel), 10. dyament.

Ciśnienia rozgniatające i dozwolone p. T. I str. 334 i 339, ciężkości właściwe p. str. 6 i nast.

a) Skąły pierwotne, bez skamieniałości.

I. Skąły zbite.

a. Skąły plutoniczne.

1. **Granit** [spat polny, kwarciec i łyszczyk (mika)]; krystaliczno-ziarnisty. Spat polny (feldspat) warunkuje barwę: żółtawo-szarą

*) O stopach glinu p. Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892, str. 1314.

**) Hugo Koch, Die natürlichen Bausteine Deutschlands, Berlin 1882. Ernst Toeche. E. Glinzer, Lehrbuch der Baustoffkunde, 2 wyd., Drezno 1899, G. Kühtmann.

(warstwy wierzchnie), szarą do czarnawej, barwę mięsa, czerwoną do brunatnej, wreszcie i zieloną.

2. **Syenit** (siniec) [spat polny z hornblendą]; krystaliczno-ziarnisty. Czarno i biało nakrapiany.

3. **Dyoryt** [spat polny ze sklistynem (augitem), oraz przypadkową domieszką iskrzyka]. Ponajczęściej czarno-biały.

4. **Dyabaz** [spat polny ze sklistynem]. Czarnawy do zielonego, stąd też i zielenicem zwany.

5. **Gabbro**, czyli eufotyt [labrador, albo sausuryt, z mignikiem, albo szmaragdytem]. Ciemnoszary i zielony.

6. **Wężowiec** (serpentyt) prawdopodobnie powstały z gabbro. Przeważnie zielony, lecz bywa i czerwony, jasno żyłkowany.

7. **Porfir** (zbity, drobnoziarnisty podkład ze spatu polnego i kwarcu, w którym to podkładzie rozsiane wyraźne kryształy spatu polnego, niekiedy kwarcu, hornblendy, sklistynu i t. p.). Ważniejsze gatunki: **porfir felzytowy** (skaleniowy) czerwono-brunatny, żółtawy, szary, zielonawy albo niebieskawy, i **porfir czarny** (melafor), czarny przeważnie od sklistynu.

β. Skąły wulkaniczne.

1. **Skąły trachytowe** [zbity, nieraz jednak i dziurkowaty podkład spatu polnego z rozsianymi kryształami hornblendy, czarnego łuszczyku, magnetytu nieraz i sanidynu]. Szary. Przynależne są: **pumeks** (gąbczak), **obsydyan**, **dźwiękowiec** (fonolit) i t. p.

2. **Skąły sklistynowe**: Między nimi: **Doleryt** (szaroskał) [białawy spat polny z kryształami sklistynowymi], czarnawo-szary. **Bazalt**. [Pozornie jednolity, złożony jednak ze sklistynu i labradoru], ciemnoszary do czarnego, pojawia się w prawidłowych słupach graniastych stąd i słupieniem zwany, lecz również w innych kształtach, np. kulistych. Stosuje się do budowy dróg, murów oporowych i fundamentowych, do oskaławania brzegów i t. p. **Lawa**, (skrzepnięty wypływ wulkanów) jest dziurkowaną mieszaniną spatu polnego, sklistynu, magnetytu i t. p. Barwa i twardość rozmaita. Rozróżniamy: **lawy trachytowe** i **lawy bazaltowe**, ciemnoszare i czarnawe.

2. Łupki krystaliczne.

1. **Gnejs** (żabica) jest łupkową odmianą granitu, wietrzeje też łatwiej.

2. **Kwarcyt** [kwarzec czysty, albo prawie czysty]. Krystaliczny lub zeszkłony. Używa się do wyrobu szkła, jako żwir do budowy dróg, na beton i t. p. Przynależne są: **krzemień** (skałka), **jaspis** i t. p.

3. **Łupek łuszczykowy**. Między silnie połyskującymi warstwami łuszczyku leży kwarzec w warstwach lub w równomiernie rozrzuconych ziarnach.

4. **Pierwotny łupek gliniany**, czyli **fylit**. Ciemny, mięłkoziarnisty z połyskiem perłowej macicy lub jedwabiu.

obnowa. b. Skąły warstwowe, ze skamieniałościami.

1. **Łupek gliniany** [głina (p. str. 82) i kwarczec, często z łuskami łyszczyku]. Niebieskawo-szary do czarnawego, lecz i czerwony; cienko-łupliwy, a zatem podatny do krycia dachów. Przymieszki szkodziwe: iskrzyk, węgiel, wapień.

2. **Wapień** (węgiel wapnia). Gdy daje się polerować, nosi miano **marmuru**. Barwy przeróżne, w zależności od postronnych domieszek: tlenku żelazowego, miedziowego i t p, a więc: biała do szarej i czarnej, żółta, czerwona, brunatna; bywa jednobarwny, albo naplamiany, żyłkowany, z plamami rozlewającymi się i t p. Przez wypalanie usuwa się bezwodnik węglowy, a pozostaje wapno palone (żrące). **Wapień krystaliczny**, przeświecający: marmury szlachetne (kararyjski, kielecki, tyrolski, śląski, norwecki). **Wapień zbity** (pospolity), często zmieszany z piaskiem i gliną, tworzy się jeszcze obecnie w postaci stalaktytów i stalagmitów. Gatunki jego są: **wapień przejściowy** (wakowy) biały, szary, żółty, czerwony i t. d., ma nieraz w sobie puste miejsca, które łatwo się wydeptują; **wapień węglowy**, ciemno-szary do czarnego; t. zw. granit belgijski jest tylko jego odmianą, lecz wybornym kamieniem budowlanym; **cechstejn** ciemno-szary, smolnawy (bitumiczny), zawiera w sobie glinę; **wapień muszłowy**, żółtawy i niebieskawo-szary do czarnawego, lecz i czerwony; **wapień liasowy**, ciemno-szary i brunatny; **ikrowiec** (oolit) składa się z małych kulek lub ziarenek jajkowatych, szary do czerwono-brunatnego; **wapień jurański**, szary, żółtawy albo czerwono-biały; **wapień alpejski**, żółtawy, czerwony, brunatny i t. d., najbardziej znanym jest t. zw. marmur unterbergski. **Kreda** jestto biały, ziemisty wapień pizący, składający się z przedpotopowych skorupki zwierzęcych. Do niej przynależy: **wapień kredowy**. **Wapień gruby** jestto piaszczysty, w stanie świeżym (z łomu) miękki, na powietrzu jednak twardniejący wapień wypełniony niezliczonemi skorupkami skorupiaków; jest on białawy do żółtego (wapień paryski). **Wapień krzemionkowy**, jasno-szary i brunatnawy, z silną domieszką krzemionki. Okruchowce z większymi, ostro-krawędziowymi odłamami i okruchami; marmur brokatelowy z takimiż mniejszymi; małżowiec (lumachella) ze skamieniałościami muszłowemi.

3. **Margiel** jest ścisłą, ziemistą lub łupkowatą, rozmaicie ubarwioną mieszaniną węglanu wapnia z gliną. Stosownie do tego, który z tych składników przeważa, rozróżniamy: margiel wapieniowy i gliniasty; z domieszką krzemionki (krzemionkowy), dolomitu (dolomitowy) i t p. Niektóre gatunki marglu nadają się doskonale do wyrobu cementu.

4. **Dolomit** (węgiel wapniowy i magnezowy). Białawy, żółty, szary do brunatnego. Krystaliczny, ścisły lub ikrowaty. Z dobrych łomów jest wyśmienitym kamieniem budowlanym.

5. **Gips** jest siarczanem wapniowym dwuwodnym, przeważnie białawy, żółtawy do różowego, szary lub czarnawy, często naplamiany, żyłkowany, obłoczkowaty i t. p. Gatunki szczególne: **Gips**

tabliczkowaty (szkło maryańskie) wodnisto-przezroczysty, krystaliczno-listkowaty, nader łatwo łupliwy. **Gips ziarnisty** (alabaster) białozółtawy i zielonawy, lecz i szary; żyłkowany, płomienisty i t. p. ścisły, albo przeświecający. **Gips włóknisty**, o włóknie równoległym, biały, żółty, szary, czerwony. **Gips zbity**, śnieżno-biały do szarego, stosowany do wypalania. Często w sąsiedztwie soli kamiennej; (p. str. 89).

6. **Piaskowiec** jest zlepkiem ziarenek piasku przeważnie kwarcowego, połączonych ze sobą lepiem (spoiwem) krzemionkowym, wapiennym, a najczęściej gliniastym. Biały, żółty, szary, zielonawy, brunatnawy do czerwonego. Przymieszki: spat wapienny, łuski łuszczczyku, żelaziak brunatny, gniazdka i żyły gliny czerwonej i zielonej i t. p. Gatunki szczególne: **Waka szara**, zazwyczaj ciemnoszara, bardzo twarda, a więc stosowna na bruk. **Piaskowiec węglowy**, jasno szary, o gliniastym lepiu zmieszanym z łuszczczykiem, często z żyłami węgla. **Piaskowiec pstry**, najczęściej barwy żółtej do czerwonej; lepie gliniaste, krzemionkowe, żelazisto przeżyłkowane; zawiera w sobie odłamki gliny; bardzo rozpowszechniony. **Piaskowiec kajprowy**, przeważnie żółty, o lepiu gliniastym lub marglowym. **Piaskowiec jurański**, szary i żółtawoszary, drobnoziarnisty. **Piaskowiec ciosowy**, mniej lub więcej gliniasty, drobno lub gruboziarnisty, przeważnie biały lub żółtawy. **Piaskowiec numulitowy**, czyli miękki, o lepiu gliniastym, silnie nawapnionym; szary, zielonawy i żółtawy; materiał budowlany wątpliwej wartości.

c. Druzgoty i martwice.

1. **Zlepieńce** (konglomeraty) składają się z kawałków minerałów i z zaokrąglonych odłamków skał przeróżnych, ponajczęściej pobliskich skał pierwotnych, pozlepianych ze sobą rozmaitemi lepiami. Gómfolit ze skał różnorodnych o lepiu marglowym.

2. **Okruchowce** (brekczye) różnią się od zlepieńców tem, że zawierają nie zaokrąglone, lecz ostrokanciaste odłamki skał.

3. **Martwice** (tufy) są złożami miękich ziarenek skał pierwotnych, bez oddzielnego lepia, bo spoiwem ziarenek jest też sama masa skalna. Rozróżniamy martwice wulkaniczne i wapienne. Pierwsze tworzą się z proszkowatych materiałów wyrzucanych przez wulkany, drugie zaś z osadów wód, zwłaszcza źródeł kwaśnych. Gatunki szczególne są: **Martwica porfirowa**, z rozkruchów porfiru wytworzona. **Martwica wapienna** (trawertyn), żółtawobiała, albo szara do brunatnawej; mniej lub więcej zbity, nieraz dziurkowata, pełna pęcherzy i kanalików, osadza się i obecnie jeszcze z wód zawierających wapno. **Martwica pumeksowa** (gąbczakowa), z rozkruchów pumeksu i trachytu wytworzona, zawiera nadto ziarna sklistynu (augitu), amfigenu (leucytu), sanidynu i t. p.; rodzaje jej poszczególne są: **ziemia pucolanowa** (pucolanówka), **santorynowa** i **tras**. **Martwica bazaltowa**, z rozkruchów bazaltu i dolerytu (szaroskału). Barwa ciemno szara do czarnawej. Zawiera sklistyn, oliwiec (oliwin), hornblendę, łuszczczyk i t. p. **Martwica amfigenowa** (leucytowa), żółtawoszara, za-

wiera wiele, przeważnie zwietrzałych ziarenek amfib genu, sklistynu, łyszczyku, sanidynu. Miałkoziemista i miękka, jest wymienionym kamieniem budowlanym.

d. Kamienie odosobnione i ziemie.

1. **Kamienie naniesione** (eratyczne), zwykle u nas polnymi zwanę, naniesione do nas z lodowców Skandynawii przez lodówki, t. j. płynące góry lodowe. Po najczęściej: granit, gnejs, dyoryt, łupek hornblendowy, lecz i wapień, a nawet piaskowiec.

2. **Otoki i odlupy** są rozkruchami skał wietrzejących, naniesionymi przez strumyki z gór w doliny; pierwsze okrągławe, drugie tabliczkowate, o krawędziach zaokrąglonych. Otoki wapieniowe do wypalania wapna, żwirowe do budowy dróg, betonu i t. p. używane.

3. **Piasek**, drobne rozkruchy skał kwarcowych, często zanieczyszczone wapnem, marglem, gliną, z których można go oczyścić przez przepłukiwanie. Rozróżniamy piaski kopalne i rzeczne; pierwsze zazwyczaj są ostrzejsze, lecz często bardziej zanieczyszczone od rzecznych.

4. **Krzemkówka** (n. Kieslguhr) składa się z kopalnych, mikroskopijnie małych, krzemieniastych cząstek wodorostów. Biaława i szara. Używa się do ochrony od strat ciepła i od przenikania dźwięku, na kity, do wygladzania (polerowania), do wyrobu dynamitu, szkła wodnego i t. p.

5. **Glina** zupełnie czysta jest krzemianem glinowym, sześciowodnym; zwykła glina natomiast jest mieszaniną gliny czystej z piaskiem (grubo lub miałkoziarnistym), z wapieniem, tlenkiem żelazowym, a powstała ona ze skał zawierających spat polny (feldspat) przez zwietrzenie i osadzenie się z wody. Barwy: szara, zielona, niebieska (sina) czerwona lub żółta. Gatunki jej są: **Kaolin** (glina porcelanowa) glina najczystsza, do wyrobu porcelany stosowana. **Gliny plastyczne** (ugniotne): fajkowa, ogniotrwała, garncarska i zduniska. **Gliny ceglarskie**: margiel gliniasty, zawierający wiele wapna; glina chuda, piaszczysta; glina mamutowa, która jeszcze i dziś się osadza.

Glina wchłania w siebie do 70% wody i staje się natenczas ciastowatą. Glina nie przepuszcza wody, zaleca się zatem do uszczelniania kanałów, tam i wogóle budowli wodnych, a w przyrodzie odgrywa ważną rolę przy tworzeniu się źródeł, jako też przez wpływ swój na żyzność roli. Kurczy się przy wysychaniu i wypalaniu, nie tracąc jednak zasadniczej postaci, jaką jej nadano, a przez wypalenie staje się twardą, trwałą i wytrzymałą. Zastosowania: na porcelanę i wszelkie wyroby garncarskie, na cegły, wyroby kamionkowe i t. p. i t. p. (p. str. 83 i nast.). Glina sucha wchłania też i tłuszcz, oraz gazy.

6. **Ziemia** rodzajna składa się z wytworów wietrzenia skał, z domieszką zgniłych resztek roślinnych i zwierzęcych, których w czarnoziemiu najwięcej. Ziemia rodzajna zawiera w sobie zawsze sól ku-

chenną, a nadto wytwarza się w niej kwas azotowy, które łącznie łatwo spowodować mogą grzyb murowy; należy zatem oddzielać mury i drzewo od ziemi rodzajnej warstwą mazi, gliny, cementu i t. p.

IV. KAMIEŃ SZTUCZNE.

a. Kamienie niewypalane.

1. **Cegła niepalona** (surówka) formuje się z mokrej gliny i suszy na powietrzu, muruje się na zaprawę glinianą (z gliny zaczynionej wodą). Wymiary zmienne, a wytrzymałość nieznaczna. Surówka używa się do wypełniania murów pruskich i na ściany wewnętrzne zabudowań gospodarczych, dając tanie, suche i ciepłe ściany.

Z gliny mieszanej z sieczką (lub wykruchami konopi albo lnu) ubijają w formach z desek ściany z gliny ubijanej. Ściany zewnętrzne z gliny lub z cegły niepalonej należy chronić od wilgoci, stawiając je na podmurowaniu z warstwą nieprzepuszczającą wilgoci i osłaniając dachami o szerokim wysokości (p. Dział X. III.).

2. **Cegła wapienno-piaskowcowa.** Zaczyniamy zaprawę z 1 części objętościowej gęstego mleka wapiennego i 6-ciu części ostrego i czystego piasku, a po 8 do 10-ciu dniach formujemy z niej cegłę zwykłego formatu, najdogodniej bezpośrednio na placu budowy. Po 24-ch godzinach można już z nadeschniętych cegieł murować ściany na zaprawę wapienną; po czterech tygodniach cegła stwardnieje zupełnie. Przez zanurzenie nadeschniętych cegieł w rzadkim roztworze szkła wodnego osiągamy przyspieszone i mocniejsze stwardnienie. Cegła ta, zwłaszcza w okolicach nie posiadających gliny, a wzmian dobry piasek, zastępuje korzystnie cegłę paloną do budowl gospodarczych, jest ona bowiem wytrzymała na mrozy i dość mocna.

Z podobnej zaprawy, lecz z większą ilością piasku (1,5 do 2 razy, jako też i z dodatkiem cementu, w sposób podobny jak z gliny, możemy ubijać wprost ściany wapienno-piaskowcowe, także ścianami z lepieńca zwane.

Wystawiając wyschnięte cegły z zaprawy wapienno-piaskowej, o względnie nawet bardzo małej zawartości wapna, w kotłach zamkniętych na działanie pary wysokiego ciśnienia, powodujemy ukrzemianie się wapna i otrzymujemy cegłę piaskowcową, nader trwałą i wytrzymałą.

3. **Sztuczny piaskowiec.** Mieszaninę żwiru i małego piasku (i szkła sproszkowanego), z mąką wapienną i cementem portlandzkim, zaczyniamy wodą dość sucho i ubijamy w formy. Po wyschnięciu na powietrzu zanurzamy bryły odformowane w rozrzedzony roztwór szkła wodnego, w którym twardnieją. W sposób podobny wyrabiają sztuczny piaskowiec „Hydro“, używany zamiast piaskowca naturalnego na licowanie domów, stopnie schodowe, posadzki, ozdoby budowlane i t. p. Wytrzymałość p. T. I, str. 334 i 339.

4. **Kamień martwicowy.** Z martwicy pumekowej, sproszkowanej (lub z piasku z niej powstałego) z dodatkiem około 11% mleka wapiennego, formują się cegły lub

bryły większe, które po 2 do 3-ch miesiącach wysychają na powietrzu i twardnieją. Kamień taki odznacza się lekkością, a przepiłowanie jego nie przedstawia żadnej trudności; jest on więc dobrym materiałem budowlanym dla okolic posiadających stosowny materiał surowy.

Z pumeksu, oznaczającego się dziurkowatością, a więc lekkością, oraz złem przewodnictwem ciepła i dźwięku, można z korzyścią budować lekkie stropy (sklepienia z pumeksu na zaprawę z 1 cz. cementu na 9 cz. piasku pumeksowego, między belkami z dwutoowników) obmurowania kotłów, ścianki przedziałowe i t. p. U nas w podobny sposób możnaby stosować wyrabiany w kraju porowiec sztuczny.

5. Korkowiec. Drobno siekany korek zaczyna się ciastem gliniastym, roztynem gipsu lub roztopioną smołą (twardą) z węgla kamiennego. Pierwsze lepia dają korkowiec biały—smoła zaś czarna. Deski i kamienie z korkowca białego można obrabiać piłą, przybijając gwoździemi i t. p.; muruje się je na zaprawę gipsową, a wyprawia zaprawą wapienno-gipsową. Czarny korkowiec jest droższy, lecz można go stosować i w miejscach wilgotnych; muruje się go na zaprawę cementową lub asfaltową. Podług prób wykonanych czarny korkowiec ma być materiałem ognioutrwalającym, podatnym na osłony słupów żelaznych i t. p. Biały korkowiec nie znosi wilgoci—ani też temperatury ponad 350° . Przewodnictwo ciepła λ (p. Dział XIV, rozdz. III a. 2.) jest dla korkowca czarnego $\lambda = 0,165$, a dla białego $\lambda = 0,080$.

Wytlaczane półrurki z korkowca służą do osłaniania rur parowych i t. p. w celu ochrony od strat ciepła (p. T. I, str. 304).

Linoleum wyrabia się w grubościach 1,5 do 4,5 mm z mąki korkowej, zaczynionej pokostem żywicznym, wzmocnione jednostronnie włóknem konopnym i lakierowaniem. Sprzedaje się w zwojach około 25 m. długich, a rozmaitej szerokości. Linoleum stosują do wykładania stopni schodowych, posadzek, ścian. Waga jego przy grubości 4,5 mm jest około $5,2 \text{ kg/m}^2$, a łącznie z kitem do nalepienia około $5,3 \text{ kg/m}^2$.

6. Angielska cegła żuźlowa (ironbrick) odlewa się z płynnego żuźła wielkopieczowego w formy żelazne, a po powolnym ochłodzeniu się, daje ona nader twardy, ciężki, mało kruchy kamień brunatny lub czarny; kamienie takie, o szorstkiej powierzchni skutkiem wyciśnięcia tego na nich wzoru, są nader przydatne na bruki w dziedzińcach, stajniach, oraz na chodniki i t. p.

7. Żuźłowce nawapnione wyrabiamy, spuszczać płynny żuźel wielkopieczowy w płynący strumień wody, przez co ziarnujemy go, t. j. zamiast zbitej masy otrzymujemy żuźel w postaci ziarn. Żuźel ziarnowany, zaczyniony wapnem lasowanym, formujemy w cegły, które bardzo prędko twardnieją na powietrzu, (gdyż wytwarza się w nich węglan i krzemian wapniowy) a łącznie z wyprawą wewnętrzną tworzą ciepłe i trwałe ściany.

8. Cementowce p. str. 97, przy betonie.

9. Trocinowiec (ksylolit) jest zlepkiem trocin drzewnych za pomocą lepia z tlenku magnezowego, który zaczyniamy roztynem 30% chlorku magnezowego; mieszaninę wytłacza się w formach pod znacznym ciśnieniem. Płyty takie układa się na zaprawę z kredy, piasku i roztynu szkła wodnego. Trocinowiec, jako zły przewodnik ciepła, daje posadzki cieplejsze od kamiennych, nie paczy się, jest ogniotwały, bezpieczny od grzyba i wytrzymały na wilgoć, pochłania bowiem tylko 5% wody. Ciężkość właściwa 1,56. Płyty wyrabiają w wielkościach do $1,5 \text{ m}^2$, przy grubościach 10 do 26 mm.

Z trocinowca wyrabiają też lekkie i trwałe **dachówki**, (wyrabiane w Warszawie) również pod wysokim ciśnieniem tłoczni, a układają też i **posadzki** nie z płyt gotowych, lecz rozpościerając na podłożu betonowym lub t. p. przysposobioną mieszaninę trocinowcową i ubijając i walcując ją na miejscu.

10. Deski gipsowe, cement marmurowy i t. p. p. str. 90.

b. Kamienie wypalane.

Materyałem surowym na nie jest glina wilgotna (ceglarska) z mniejszą lub większą zawartością piasku miążkiego lub gruboziarnistego, oraz z domieszkami tlenu żelazowego, wapienia, iskrzyku, części organicznych i t. p. Przysposobienie gliny przez zwietrzanie (wymrażanie), dołowanie, pławienie i t. p. spulchnia ją i usuwa z niej grubsze, a szkodliwe domieszki. Przez dodanie piasku, mąki ceglanej, trocin, garbowin, t. j. wylugowanej kory garbarskiej [a dla cegły ogniotrwałej: okruchów takiejże cegły (szamotu) lub węzowca i t. p.] zbyt tłusta glina staje się chudsza; przez zmieszanie gliny tłustej z chudą można również otrzymać mieszaninę przydatną. Mieszarką nożową, albo mięśnieniem i ugniataniem ręcznym, doprowadzamy ciasto gliniane do zupełnej jednolitości, poczem formujemy cegłę na mokro, maszynowo lub ręcznie, albo też w tłocznich na sucho, t. j. w stanie jak się kopie glinę. Cegła maszynowa jest więcej zbita niż formowana ręcznie (sztrychowana). Cegły dziurowane i dęte, kształtówki i rury wyrabiają się prawie wyłącznie maszynowo. Rozmiary formy powinny uwzględniać skurcz, który średnio bywa 1:10 do 1:7 wymiarów liniowych, a skurcz objętościowy będzie trzy razy większy. Skurcz najpewniej oznaczyć doświadczalnie przez wypalenie na próbę. W ciągu 10-ciu godzin robotnik uformuje ręcznie 2 do 3-ch tysięcy, maszyna mocy 10 MK z gliny mokrej do 30, a mocy 16 MK z gliny suchej do 40 tysięcy cegły.

Cegły wysuszone na powietrzu, na półkach, pod dachem, wypalają się następnie: Piece polne (mielerze) dają wiele odpadków, cegłę na wygląd nie piękną, lecz tanią i na zwykły użytek przydatną. Piece pierścieniowate systemu Hofman'a lub Licht'a są korzystne, bo, pozwalając wypalać bez przerwy, wyzyskują lepiej paliwo. Zużywają one 150 do 200 kg węgla na tysiąc twardo wypalanej cegły, a wydajność ich zależy od wielkości i bywa 2 do 20 i więcej tysięcy dziennie. Ciężkość właściwa cegły: p. str. 7 i 13, wytrzymałość p. T. I, str. 334 i 339.

1. **Cegła zwykła:** (Formaty cegły p. Dział X, rozdz. II, a. 3.) Dobra cegła powinna nie farbować, nie wchłaniać w siebie wody ponad 16%, przy uderzeniu młotem dźwięczyć jasno i czysto, a nie głucho lub z brzękiem, a nadto ma ona być twarda, a w krawędziach ostra, gdyż takie tylko cegły są wytrzymałe i trwałe.

Cegła dziurkowata (gąbczasta) na lżejsze ściany, wykusze itp. wyrabia się z gliny, do której dodano $\frac{1}{3}$ do połowy ciał palnych (trocin, miału węgla brunatnego, koksu albo garbowin, t. j. wylugowanych trocin kory garbarskiej), które się spalają. Cegły takie są

w przybliżeniu o połowę mniej wytrzymałe od zwykłych, lecz m³ tych cegieł waży tylko 1130 do 1380 kg, a nadto są one złyymi przewodnikami ciepła i dźwięku.

Cegła dziurowana z kanalikami (dziurami) graniastosłupowymi lub walcowymi, wzdłuż lub wpoprzek, posiada zalety poprzedniej, przy większej wytrzymałości.

Cegły dęte, zamiast oddzielnych kanalików w większej liczbie, są zupełnie pu-
ste, a mimo to, przy prawidłowym kształcie, np. o wklęsłych powierzchniach łożyskowych i t. p., są wytrzymalsze od zwykłych cegieł dziurowanych ($K \infty$ do 500 kg/cm²).

2. **Klinkier** jest cegłą zupełnie zeszkłą (zeskwarzoną), a wyrabia się z gliny wapnistej, lub do której dodano piasku kwarcowego. Kształt zazwyczaj mniej prawidłowy. Wody klinkiery nie powinny wchłaniać wcale, a natomiast być jasnodźwięczące i twarde. Murują się na zaprawę cementową, a stosują do mostów i budowli wodnych, na opory dzwigarów, na silnie obciążone filary, na fundamenty, warstwy chroniące od wilgoci, na bruki i t. p.

3. **Licówka** wyrabia się staranniej, z gliny tłustszej, z dotłaczaniem, docinaniem i w kolorach rozmaitych. Wszystkie 3 wymiary powinny być przynajmniej o 2 mm większe niż wymiary zwykłej cegły normalnej (p. Dział X, rozdz. II, a. 4.). Powierzchnie łożyskowe czyni się chropowate przez nakarbowania (rowki). Licówka bywa często dziurowana (wzdłuż). Angoby, t. j. powłoki barwne, albo polewy nadają licówce połysku, żywości barw, a nadto chronią ją od zwietrzenia, o ile powłoki te są wolne od pęknięć, a nawet najmniejszych zarysowań. Wymagać należy barwę ze wszech miar równomierną (bez zwietrzeń) i zupełnie ostry kształt, z uchybieniami w wymiarach w granicach $\pm 0,5$ mm.

W sposób podobny wyrabia się profilówki [na zymsy (gzymsy) obramowania okienne i drzwiowe i t. p.] kliniaste sklepieniówki podług krzywości sklepień ukształtowane, oraz licówki kliniaste w celu zwężenia spoin.

4. **Terakoty** są po części artystycznie obrobionemi wyrobami z bardzo tłustej gliny, wypalającej się w barwach zupełnie równomiernych, a formują się one w formach gipsowych.

Do terakot można zaliczyć i wyroby gliniane nakładane, stosowane przeważnie na posadzki, do wykładania ścian i t. p., np. tak zwane płytki metlachowskie, wyrabiane jednak w równej dobroci i w Królestwie. Są to płytki z gliny tłustej, topniejącej łatwiej wskutek domieszki piasku kwarcowego, niepolewane, jednokolorowe lub wzorzyste, jednolite i w całej masie zupełnie zeszkłone (zeskwarzone), albo też z podkładką pośrednią, oraz nałożoną na nią warstwą wyborową. Wytłaczają się na sucho. Układać można je na zaprawę cementową, lecz tylko od spodu, spoiny natomiast trzeba wypełniać jasnobarwnym wapnem wodotrwałem (hydraulicznem), bo związki zasadowe cementu, oddziaływając na płytki, zwłaszcza barw jasniejszych, powodują czernienie krawędzi.

5. **Cegła ogniotrwała** i nietopliwa wyrabia się z gliny ogniotrwałej, z domieszką rozkruszonej cegły ogniotrwałej, wypalanej, a wy-

pala się w żarze białym. Stosownie do przeznaczenia wyrabiają ją bardzo zbitą i twardą, albo też kruchą. Muruje się ją na zaprawę ogniotrwałą, t. j. glinę tłustą, zmieszaną na sucho z okrucami cegły ogniotrwałej. Cegły i wyroby ogniotrwałe: w Królestwie Polskim, tak w okręgu górniczym wschodnim, jak i zachodnim, oraz Ramsay i „Dinos“ w Anglii, Högenäs w Szwecyi i t. p.

Format rozmaity, zazwyczaj mniejszy niż cegły normalnej.

6. Dachówki: płaskie karpiówki i półkarpiówki, albo zakrzywione, jak np. esówki (holenderki), gąsiory i t. p. Dział X, rozdz. III B. Krycie dachów. W przeróżnych kolorach, angobowane lub polewane, a dla ochrony od kwasów zanurzają też dachówki w gorącą maź gazową. Nowsze wspustówki nie wymagają wypełniania spoin zaprawą, a z powodu wzajemnego zachwytywania na wpust zapobiegają one podciekaniu deszczu i podwiewaniu śniegu.

7. Kafle piecowe, zwykle składają się z prostokątnej płyty polewanej i wewnętrznej, w prostokąt wygiętego żebra pogrubionego ku stronie wewnętrznej. Kafle formują się ręcznie z tych dwóch części oddzielnie, albo też maszynowo (w tłoczniach) od razu, a wypalają dwukrotnie. Po pierwszym wypaleniu nakłada się polewę.

8. Rury kamionkowe, mufowe, wewnątrz i zewnątrz polewane (na przewody płynów) o przekroju okrągłym (lecz również i eliptycznym, lub jajkowatym) wyrabiają w średnicach od 5 do 90 cm i wyżej, wraz z przynależnymi kształtkami (fasonami) jako to: krzywkami, kolanami rozczepkami,*) zwięzkami (stożkowatymi), syfonami i t. p. Rury prostokątne, niepolewane, lub wewnątrz polewane, na kanały dymowe i przewietrzające, wyrabiają się jedno- do czterokanałowe, o przekrojach 70 do 2350 cm² w świetle.

Sączki, są to rurki gliniane, przeważnie mniejszych średnic, z gliny ceglarskiej wypalane, przepuszczające możliwie wodę, w obydwóch końcach prosto ścięte. Długość około 30 cm, średnica od 25 do 150 mm w świetle. Na złączeniach przystawiają się na glucho do siebie (na podłożonej cegle lub kamieniu) albo też łączą na oddzielne mufki (krótkie rurki większej średnicy) lub półmufki (takież rurki przecięte wzdłuż). Formują się przeważnie maszynowo.

V. ZAPRAWY, WYPRawy (TYNKI), CEMENT, BETON I T. P.

a. Zaprawy napowietrzne.

Zaprawy te stosują się do murów, które otacza tylko powietrze (nie woda).

1. Zaprawa gliniana z chudej gliny zwilżonej, z domieszką siczki i t. p. twardnieje przez proste wysychanie, jest zatem mało wy-

*) Nazwa wytworzona od czasownika rozczepiać, czyli rozkraczać, trudniejsza w wymowie nazwa rozszczepka wskazywałaby rozszczepienie się rury na 2 odnogi.

trzymała, a woda łatwo ją wypłucze. Stosuje się do ścian wewnętrznych, niezbyt obciążonych, do dobrze osłoniętych ścian zewnętrznych, oraz do palenisk. Jest to najtańsza, a prędko schnąca zaprawa, nieprzepuszczająca zimna, a stosowna też na powłoki chroniące drzewo od pożaru.

Wyśmienite klepiska (boiska) w stodołach, kregielniach i t. p. bo twarde, a zarazem sprężyste, klepią się z gliny z domieszką młotowin (zedy) albo krwi bydłej: krew tę ma podobno zastępować skutecznie powłoka z kainitu, utrzymywanego w stanie wilgotnym.

2. Zaprawa wapienna. zwykła. Wapno na zaprawę powinno wypalać się z wapieni (możliwie niezanieczyszczonych piaskiem i gliną) przez silne żarzenie w wapieniakach (wapiennikach), obecnie przeważnie pierścioniowatych (p. str. 85), podczas którego bezwodnik węglowy się ulatnia. Wapno wypalone trzeba chronić od dostępu wilgoci i powietrza, aby niełączyło się z CO_2 , przez co traciłoby swą siłę — martwiałoby. Wapno palone, czyli żrące, gasimy wodą miękką, najlepiej deszczową, bądź to na suchy proszek, zbryzgując tylko wodą stos wapna, przykryty warstwą piasku, bądź też na ciasto wapienne.

W tym celu wapno zalewa się równą (na wagę) ilością wody; wapno rozpękuje i pęcznieje, poczem dodajemy jeszcze podwójną ilość wody, mieszając bez przerwy. [Gdy za mało wody, wapno się przeparza, gdy za wiele, przeziębina. Przepalone zaś kawałki wapna tworzą się w wysokim żarze z wapna chudego]. — Otrzymane mleko wapienne spuszcza się do dołu (nie obmurowanego), w którym się ono odstawa: zanieczyszczenia oddzielają się, wszystkie cząsteczki dogaszają się w zupełności, a mleko wapienne przemienia się ostatecznie w ciasto, które, pokrywszy warstwą piasku, możemy dołować przez lat wiele.

Wapno wypalone prawidłowo z wapienia chudego gasi się na chude ciasto ziarniste i mało ciągliwe. 1 cz. obj. wapna tłustego z 3-ma częściami wody wydaje 3 cz. obj. ciasta tłustego, a 1 cz. wapna chudego z 2-ma cz. wody tylko 2 części chudego ciasta wapiennego. Tłuste ciasto wapienne w dole powinno popękać na powierzchni, zanim się stanie zdatnem do użycia. Świeże mleko wapienne nie nadaje się na zaprawę do wyprawiania.

Zaprawę przyspasabiamy, dodając do średnio grubego, ostrego piasku kwarcowego (wedle możności z domieszką $\frac{1}{3}$ cz. piasku drobnego) tyle ciasta wapiennego, aby właśnie wypełniło przestrzenie między ziarnami, t. zn. aby się objętość (piasku) nie zwiększyła. Piasek ma być czysty, przedewszystkiem nie zanieczyszczony ani gliną, ani częściami organicznymi. Zwykle stosunki objętościowe zapraw wapiennych z ciasta tłustego są: na ściany nadziemne 1 ciasta wap. 3 piasku; na mury podziemne 1 ciasta wap., 4 piasku. Na 1 cz. ciasta chudego bierze się 1 do 2-ch części piasku. Im więcej ciasta w zaprawie, tem ona droższa, tem dłuższego potrzebuje czasu na stężenie, lecz tem wytrzymalszą też ostatecznie się stanie. Dodatek zsiadłego mleka krowiego nadaje zaprawie wapiennej nadzwyczajnej twardości. Zaprawa przyspasabiana w mieszarkach wypada taniej, lecz trzeba zużywać ją pospieszniej.

Twardnienie zaprawy wapiennej: Skutkiem częściowego parowania wody rozpoczyna się wysychanie, przez co cząstki spajają się silniej, lecz równocześnie zaprawa staje się nieco dziurkowatą: „zaprawa tężeje“. Dopiero, gdy znaczna część wody się ulotni, rozpoczyna się właściwe twardnienie pod wpływem bezwodnika węglowego, zawartego w powietrzu, który z wody wapiennej (powlekającej cienką warstwą oddzielne cząsteczki zaprawy, a będącej rozczynem wapna gaszonego w 800 cz. wody) osadza kryształki węgla wapieniowego, tworzące właściwe, trwałe spoiwo zaprawy stwardniałej. Wysychanie to i twardnienie postępuje zwolna od zewnątrz ku wnętrzu i potrzeba lat wielu na to, by wszystko wapno zamieniło się na węglan. Z cegły nie maczanej należyce mur nie będzie wytrzymały. Zaprawa, sztucznie suszona przez ogrzanie, rozpada się; mróz zaś powoduje jej pęknięcie; dla tego też murowanie przy mrozach przekraczających -2 do -4° bywa policyjnie wzbroniane. Dobra zaprawa wapienno-piaskowa posiada $K = 40$ kg/cm².

Dodając nieco cementu portlandzkiego, przyspieszamy znakomicie tężenie, zwiększając zarazem i twardość i wytrzymałość. Zaprawa gliniano-wapienno-piaskowa nie tężeje wogóle, daje zatem mur słaby i nie należałoby jej wcale stosować.

Na wyprawy wewnętrzne dobrą jest zaprawa z ciasta wapiennego, gipsu i mniejszej ilości piasku. Przyspieszanie wysychania i twardnienia wyprawy ściennej z pomocą koszy żelaznych z palącym się koksem, ustawianych na podstavie ogniotrwałej, powoduje rysy powierzchniowe i mimo współdziałania bezwodnika węglowego, osłabia zaprawę.

3. Zaprawa gipsowa przyspasabia się przez zaczynienie proszkowanego gipsu palonego. Gips kopalniany (p. str. 80) przez wypalanie przy 200° traci 21% wody, t. j. wszystką swą wodę krystaliczną, poczem rozczyniony wodą, chciwie ją znów pochłania i skutkiem tego krzepnie na masę wytrzymałą, aczkolwiek nie zbyt twardą. Gips zagrany mało co ponad 200° przepala się, skutkiem czego traci zdolność powrotnego łączenia się z wodą. Zagrzewając go jednak dalej, ponad 400° i wyżej, czynimy go cięższym i bardziej zbitym, a nadto staje on się wodotrwałym, t. zn. tężeje z wodą bardzo wolno, lecz na masę nader twardą.

Pierwszy z tych gatunków, wypalany zazwyczaj tylko przy 130° , zatrzymuje jeszcze 5% wody, a sproszkowany daje **gips sztukatorski**, który, zaczyniony wodą, nie zagrzewa się bardzo i krzepnie w pół godziny, przyczem pęczniejąc nieco, wypełnia dokładnie formę. (Ozdoby gipsowe z form klejowych). Wypalany w temperaturze wyższej, do 200° , krzepnie szybko, a zagrzewa się przytem tak silnie, że stapia częściowo formy klejowe. Gips taki, podobnie jak i niedopalony, (przy 120°) pęcznieje dopiero po skrzepnięciu.

Drugi gatunek, t. j. **gips mularski** i na jastrychy (o ile wszystkie jego cząstki podlegały słabemu żarowi czerwonemu) proszkowany i zaczyniany wodą, krzepnie na podobieństwo cementów zwolna tężejących. Sztywne takie ciasto gipsowe pozostaje jeszcze miękkim przez wiele godzin, a tężeje zupełnie dopiero po upływie wielu dni,

staje się jednak natenczas nader wytrzymałem, zbitem i opornem na wpływy atmosfery, a przytem nie pęcznieje ono wcale.

Inne zastosowania gipsu sztukatorskiego: **wyprawa** ścian i sufitów z gipsu z wapnem lub piaskiem; **deski gipsowe**, w grubościach do 9 cm, na lekkie, a prędko się ustawiające przepierzenia, stropy itp. (p. Dział X, rozdz. IV b. 2). Ściany „**Rabitz'a**“: Proszek gipsowy, zaczyniany wodą klejową, miesza się z zaprawą wapienno-piaskową i nakłada na plecionkę drucianą. (p. Dział X, rozdz. IV, b. 2). **Scagliola** z gipsu proszkowanego, zmieszanego z również proszkowanym spatem gipsowym i zaczynionego wodą klejową. **Marmur stiukowy** z proszku gipsowego, wody klejowej i barwników, nakładany na szorstką wyprawę spodnią. Nadto: Gips alunowy, cement marmurowy Keene'a, stucco-lustro i t. p. Wszystkie te roboty gipsiarskie można znakomicie utwardniać i utrwać zapomocą fluatu Kessler'a.

Zastosowania gipsu jastrychowego: **Zaprawa gipsowa**: np. w Paryżu stosują ją do wszelkich murów ponadziemnych, jako też do wypraw zewnętrznych, w postaci sztywnego ciasta bez wszelkich dodatków.

By przyspieszyć wysychanie i dla oszczędności dodają często $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{2}$ piasku, albo mąki ceglanej. Zaprawa ta zlepia się znakomicie z kamieniami, a ostatecznie staje się nawet twardszą od nich (np. piramidy, budowle w Kazimierzu n. Wisłą). **Jastrych gipsowy**, z grubo mielonego gipsu, wylewany na podkład (nie zbyt mokry) żwiru, żwirku, albo na klepisko gliniane, a po 24 godzinach wygładzony i nasycony zagrzany olejkiem lnianym, jest posadzką tanią, trwałą, oporną na ogień, wodę, myszy i t. p., i nader przydatną do spiżarni, spięchrzy, sieni, poddaszy i t. p. Jastrych gipsowy, lecz tylko na stropach masywnych, pokryty linoleum, jest wyśmienitą posadzką. **Beton gipsowy**, przyrządzany na sposób betonu cementowego, jest wyborynym materiałem na ściany ubijane lub odlewane, na sztuczne kamienie i t. p., a o ile się go tylko ochroni od wilgoci ziemnej, wytwarza on ściany nader suche, których trwałość sprawdziły już wielokrotnie doświadczenia.

b. Zaprawy podwodne (wodoatrwałe, hydrauliczne, cementowe).

Materiały surowe na zaprawy takie bywają przeróżne; składnikami zasadniczymi są jednak zawsze glina i wapno. Miarodajną w zaprawach podwodnych jest zawartość krzemianu glinowego.

1. **Pucolony** są to krzemiany glinowe rodzime, lub przez wyżarczenie sztucznie roztworzone, a posiadające tę właściwość, że wapno gaszone, z niemi zmieszane, tęższe i twardnieje pod wodą.

α) Pucolana naturalna: **ziemia pucolanowa** (Włochy, Francja), **ziemia santorynowa** (Grecja), **tras** (nad Renem).

Zaprawa trasowa, Tras najlepiej sprowadzać w kawałach i mleć tuż przed użyciem. Zaprawa trasowa jest właściwie podwodną, lecz używa się i na powietrzu. Mieszanki dobre są, w częściach na wagę, np. 1 wapna palonego, 2 wapna gaszonego na mąkę,

1 trasu i możliwie mało wody; albo 1 do 4 ciasta wapiennego mokrego, 2 trasu, bez dodatku wody; a mieszaniny z piaskiem: od 1 trasu, 1 wapna, 1 piasku do 1 trasu, 2 wapna, 4 piasku.

β) Pucolany sztuczne: każda glina wypalona, w postaci mąki, a zatem i mąka ceglana. Zaprawa podwodna, często stosowana jest, np. 3 ciasta wapiennego, 2 mąki i 3 piasku (na objętość). Ziarnowany żużel wielkopieczowy, o składzie stosownym (50 do 60% SiO_2 i 15 do 20% Al_2O_3) zmieszany z ciastem wapiennym, krzepnie zwolna, lecz staje się nader twardym. Wyrabiane z niego cegły żużlowe (p. p. 7 str. 84) są silnie hydrauliczne. Wreszcie popiół węgli kamiennych lub brunatnych, o podatnym składzie chemicznym, w mieszaninie z wapnem gaszonym na mąkę i z przymieszką szkła wodnego (z piaskiem lub bez niego) może dać przydatną zaprawę podwodną.

2. **Wapna wodotrwałe** wypalają się z wapieni zanieczyszczonych w stopniu odpowiednim (20 do 25%) krzemianami glinowymi i piaskiem, np. wapienie septaryowe, niektóre margle, wapienie jurajskie i muszlowe. W kawałach wielkości pięści układają się one z węglami w piece warstwowe (szachtowe, szybowe), wypalają tylko do zeszkwarzenia, aby nie nastąpiło jeszcze zeszklenie, i mielą. Stosować trzeba je w stanie świeżym. Z piaskiem lub bez niego wapno to, zaczynione wodą, twardnieje szybko pod wodą, osiągając mniejszej lub większej wytrzymałości. Niektóre gatunki później pęcznią, czemu nie da się zapobiedz nawet przez obfite dodatki piasku. Wapno wodotrwałe (bez piasku) zaczynione skąpo wodą, używa się na mury w wodzie bieżącej lub falującej; z piaskiem (3 cz. obj. wapna, 2 cz. piasku) na mury w mokrem; 1 cz. wapna, 6 do 8 cz. piasku na wyprawy ścian i murów.

Cementy rzymskie, z których najdawniejszymi są angielskie, są również rodzajem wapna wodotrwałego; są one tańsze od portlandzkich; ciężkość właściwa proszkowanych, luźno nasypanych: średnio 0,82; utrząsniętych: średnio 1,27.

3. **Cement portlandzki** jest sztucznym wapnem wodotrwałym, otrzymanym przez wypalenie pewnej, oznaczonej mieszaniny gliny i wapna, posiada zatem właściwości i przymioty bardziej równomierne niż naturalne wapna wodotrwałe. Dobroć jego zależy od jakości materiałów surowych, zwłaszcza gliny, od ich należytego i dokładnego przemieszania, od stosownej temperatury wypalania i od miłośności zmielenia.

Cement portlandzki jest bardzo mialkim proszkiem brunatnym do zielonawo-szarego. Ciężkość właściwa: luźno nasypanego 1,3, utrząsnionego 1,95, a stwardnionego 2,7 do 3,2. Przebieg twardnienia cementów i innych lepi wodotrwałych, oraz połączone z niem objawy, nie znalazły dotychczas jeszcze zadawalniającego objaśnienia. Skład chemiczny dość równomierny, średnio: 60% wapna, 23% kwasu krzemowego, 7,5% glinki (tlenku glinowego) i t. d. W sprawie domieszek można uznać za obowiązujące, co następuje:

Wyrób, do którego domieszano w czasie wypalania lub później ciała obce, nie uważa się już za cement portlandzki, a sprzedawanie takiego wyrobu pod nazwą cementu

portlandzkiego wypada uznać za podstęp. Dozwala się jednakże domieszka gipsu do 2^o/_o. Dobrego cementu portlandzkiego nie polepsza domieszka krzemianów wapniowych (żuźli wielkopieczowych, zmielonych, trasu i t. p.). Lecz gdyby nawet podobne domieszki miały cement polepszać, mimo to nie można ich dozwolnić, gdyż kupujący nie zdoła ocenić ich ilości i jakości.

a) Warunki dostawy i prób cementu portlandzkiego.

Okólniki pruskiego ministra robót publ. z 28 lipca 1887 i 23 kwietnia 1897 r. *)

(Streszczenie).

1. **Opakowanie i waga.** Cement można pakować w beczki lub worki, oznaczone firmą lub marką fabryczną, oraz wagą brutto i netto. Beczki normalne wagą 180 kg br. = około 170 kg netto; półbeczki 90 kg br. = około 83 kg netto; ćwierćbeczki 45 kg brutto = około 40 kg netto. Dozwalają się nadto beczki 200 kg brutto. Dla określenia wagi odbiorca wybiera przynajmniej 10^o/_o dostarczonych beczek lub worków i przeważa je, oznaczając wagi brutto i netto. Jeżeli wagi tak określone chybują do $\pm 2^o$ /_o względem wag oznaczonych przez fabrykanta, to wagi w końcu wspomniane mają być podstawą zapłaty. Przy różnicach przekraczających 2^o/_o nadwagi się nie płaci, a określona niedowaga, ponad dozwolone 2^o/_o, strąca się z całej dostawy.

2. **Czas krzepnięcia.** Stosownie do przeznaczenia można zamawiać cement portlandzki krzepnący szybko lub powoli. Powoli krzepnącym jest cement krzepnący nie wcześniej niż po dwóch godzinach, przy średniej temperaturze wody i powietrza 15 do 18°.

Szybkokrzepnący cement może zagrzewać się znacznie, powoli krzepnący zaś tylko nieznacznie. Przez dłuższe leżenie na składzie cement portlandzki staje się powolniej krzepnącym, zyskując na wytrzymałości, gdy leży w składzie suchym i nieprzewiewnym. Niewłaściwymi byłyby zatem warunki dostawy, żądające wyłącznie świeżego towaru.

3. **Niezmiennność objętościowa.** Cement portlandzki nie ma pęcznieć, t. zn. nie ma zmieniać swej objętości. Próba rozstrzygająca: Placek z ciasta cementowego na szkle, ochroniony od wysychania, a po 24 godzinach włożony w wodę, nawet po 28 dniach nie ma okazać ani zwężenia, ani skrzywień, ani też rysów.

4. **Miałkość:** Ze 100 g na sicie o 900 oczkach/cm² może pozostać co najwyżej 10 g. Grubość drutu sita równa połowie szerokości oczka.

5. **Próby wytrzymałości.** Miarodajną jest próba z mieszaniną cementu i piasku, dokonana na rozerwanie i zgniecenie, sposobem ujednostajnionym, z próbkami jednostajnych kształtów i wymiarów i na przyrządach jednego gatunku. Poza tem zaleca się i próbowanie cementu czystego.

Próbki na rozerwanie mają przekrój rozrywany 5 cm², próbki zgniatane mają być kostkami o ścianach po 50 cm². Trwanie zrywania określa się warunkiem, aby w czasie zrywania przysto obciążenia był 100 g/sek. Ciśnienie ma się wywierać na boczne ściany kostki, nie zaś na podstawę i obrobną wierzchnią ścianę. W celu otrzymania wiarogodnych wyników średnich, trzeba dla każdego doświadczenia przyrządzić po 10 próbek. Średni wynik 10-ciu prób obowiązuje.

Cement portlandzki, powoli krzepnący, przy próbie na rozerwanie (3 części wogwe piasku normalnego i 1 cz. cementu) powinien po 28-miu dniach, (1 dzień na powietrzu, 27 pod wodą) wykazać $K_g \geq 16$ kg/cm², a przy zgnieceniu $K \geq 160$ kg/cm².

Cement portlandzki, szybko krzepnący, może posiadać mniejszą wytrzymałość po 28-miu dniach, w zależności od trwania krzepnięcia, które wypadła oznaczyć i zapisać wraz z wytrzymałością.

Cement o większej wytrzymałości, pozwalając często na stosunkowo większą domieszke piasku, zasługuje też na wyższą cenę.

Próby zgodne można otrzymać jedynie przy stosowaniu zawsze i wszędzie równego piasku. Taki piasek normalny otrzymamy, przemywając możliwie czysty piasek kwarcowy i przesiewając go (po wysuszeniu) przez sito mające 60 oczek/cm² przy grubości drutu 0,38 mm; sito oddzieli części zbyt grube; następnie odsiewamy piasek na sicie, posiadającym 120 oczek/cm², przy grubości drutu 0,32 mm, przez co odsiejemy części zbyt drobne. Pozostały na drugim sicie piasek normalny ma ciężkość właściwą średnio 1,41.

*) Centralbl. d. Bauverw. 1887, str. 309 i 1897 str. 205, odbitka z pierwszego u Wilh. Ernest & Sohn, Berlin W. 66.

[Dalej okólnik określa sposób przyrządzania próbek i dokonywania prób].

Uwaga: Zjazd niemieckich fabrykantów cementu w dniu 19 maja 1894 określił wagi brutto beczek i sposób znaczenia beczek zgodny z podanym powyżej pod 1. podług okólnika min. z 23 kwietnia 1897.

b) Warunki techniczne odbioru cementu portlandzkiego, przepisane przez rosyjskie ministerium dróg i komunikacji. *)

(Streszczenie).

§ 1. **Określenie:** Cement portlandzki otrzymuje się z margli naturalnych lub ze sztucznej mieszaniny materiałów zawierających glinę i wapień, przez ich wypalanie do zeszkwienia się i następne zmielenie.

Cecha wodotrwałości (hydrauliczności) t. j. stosunek wagowy tlenku wapniowego, sodowego i potasowego, razem wziętych (CaO , Na_2O i K_2O), do bezwodnika krzemowego i tlenku glinowego (SiO_2 i Al_2O_3) również razem wziętych, ma być 1,7 do 2,2. Po dodaniu domieszek dozwolonych, t. j. nieprzekraczających 2%, cement niema zawierać bezwodnika siarkowego (SO_3) ponad 1,75%, a tlenku magnezowego (MgO) ponad 3%.

§ 2. **Zasady prób.** Dostawy ponad 3000 beczek dzielą się na partie do 3000 beczek. Z każdej partii wybiera się 0,3% beczek, a z każdej beczki po 6,1 kg (15 funt.) cementu. (Przy dostawach niżej 3000 beczek partje po 1000 beczek, z każdej partii 1/2% beczek, a z każdej beczki ilość cementu jak powyżej. Przy dostawie niżej 1000 beczek całość stanowi jedną partję, a próbki bierze się przynajmniej z 3-eh beczek). Dostawy niżej 500 beczek można odbierać na podstawie prób uproszczonych, t. j. na stałość objętości i ciężkość właściwą, znając wyniki prób poprzednich. Próby niezmienności objętościowej robią się oddzielnie dla każdej beczki wybranej, pozostałe próby natomiast dla mieszaniny wszystkich wziętych próbek. Cement do prób można zaczynać wodą słodką, morską albo przekroploną, przy temperaturze pokojowej 15 do 18° i takiejże temperaturze wody; w razie niemożności spełnienia tego warunku wypada zaznaczyć temperatury. Z jednego zaczynu można co najwyżej przyrządzać po 6 próbek, o ile się je wykończy przed rozpoczęciem krzepnięcia. Mieszanie ciasta z cementu i piasku ma trwać 5 minut, a próbki powinny przyrządzać wedle możliwości te same osoby i temi samymi narzędziami. Wszelkie próbki przyrządzają się na płytkach niewchłaniających wody i t. p. i utrzymują się w przestrzeni wilgotnej.

§ 3. **Ciężkość właściwa** (po wysuszeniu cementu przy 120°) ma być nie mniejsza niż 3,05, a oznacza się objętościomierzem Lechatellier'a lub Schuman'a.

§ 4. **Krzepnięcie** ma zaczynać się (licząc od chwili zacynienia wodą) nie wcześniej niż w 15 minut, kończyć zaś nie wcześniej niż w godzinę, a niepóźniej niż w 12 godzin; cement ma zatem być powoli krzepnącym. Woda dla zacynienia czystego cementu do tej próby powinna być słodka i na oko czysta, ciasto zaś średniej gęstości, t. j. z domieszką normalnej ilości wody: 22 do 30%. Należy określać doświadczalnie dla danego gatunku cementu tę normalną ilość wody, która zresztą dla danej marki bywa dość stała. Krzepnięcie zaczyna się, gdy igła Vicat'a, o przekroju kwadratowym 1 mm², obciążona 300-tu gramami, zanurza się w ciasto cementowe prawie do dna, nie dosiegając go jednak o 0,5 mm; kończy się zaś, gdy taż igła pogrzeże się w ciasto tylko na 0,5 mm od wierzchu. Szacunkowo można uważać cement za skrzepnięty, jeżeli lekkie naciśnięcie paznokciem (na placek 8 do 10 cm średnicy i 1 cm gruby, na szkle lub płycie metalowej) nie zostawia znacznego śladu, a przy pocieraniu placek nie występuje już z niego woda.

§ 5. **Niezmienność objętościowa.** Próby w wodzie (1 dzień na powietrzu, 27 w wodzie) i nagrzania (1 dzień na powietrzu, w każdym razie aż do skrzepnięcia zupełnego, potem 90 minut ogrzewania w powietrzu przy 120°). Placki wykonane w sposób wskazany w § 4 nie powinny po próbie okazywać ani rysów, ani zakrzywień lub zwichrzeń na obwodzie. Rysy dośrodkowe w środkowej części placek przy próbie na gorąco nie dowodzą zmienności objętościowej. Gdy cement po 7 dniach wytrzymuje próbę wytrzymałości tak, że próba po 28 dniach (podł. § 7) staje się nie potrzebną, to cement odbiera się bez próby na niezmienność objętościową po 28 dniach, o ile próba na gorąco zadowoli. Próbę na niezmienność objętościową po 28 dniach trzeba jednak wykonać, a gdyby wypadła niekorzystnie, to następne dostawy tejsze samej fabryki podlegać będą i próbie 28-dniowej.

*) Zbiór rozporządzeń ministerium dr. i kom. dla służby drogowej dróg żelaznych zeszyt III, Petersburg 1900, drukarnia A. G. Farber'a.

§ 6. **Miatkość:** Na sicie mającym 4900 oczek/cm² ma się zatrzymywać mniej niż 50%, a na sicie posiadającym 900 oczek/cm² mniej niż 15% ilości próbnej. Grubość drutów w pierwszym sicie 0,05 mm, w drugim 0,1 mm.

§ 7. **Rozrywanie** próbek ujednostajnionego kształtu i wymiarów, o przekroju rozrywanych 5 cm². Próbkę z cementu czystego i z piaskiem zaczynają się normalną ilością wody; (dla cementu czystego jak w § 4. a dla mieszaniny z piaskiem 1:3 najlepiej podług wskazówek dostawcy, a w ich braku, bierze się około 10%, sprawdzając ilość tę doświadczeniami). Próbkę, przyrządzone w formie oczyszczonej i natłuszczonej, na podkładce nieprzemakalnej, wyjmują się z formy dopiero po skrzepnięciu; trzymają do 24-ch godzin w powietrzu wilgotnym, potem zaś pod wodą — a próbują się na rozzerwaniu na przyrządzie Michaelis'a.

Próbki z czystego cementu po 7-miu dniach powinny wykazać $K_g \geq 20$ kg/cm², a po 28-miu dniach: $K_g \geq 25$ kg/cm². Gdy próba siedmiodniowa wykaże $K_g \geq 23$ kg/cm², to cement odbiera się bez próby 28-miodniowej, którą mimo to trzeba wykonać, aby w razie wyniku niezadawalniającego następne dostawy tejże marki odbierać dopiero po próbie 28-miodniowej. Próbkę z mieszaniny 1 cz. (na wagę) cementu i 3 cz. piasku normalnego mają wykazać po 7-miu dniach $K_g \geq 7$ kg/cm², a po 28-miu dniach $K_g \geq 10$ kg/cm². Gdy próba siedmiodniowa wykaże $K_g \geq 8$ kg/cm² postępuje się w sposób podobny, jak dla próbek z czystego cementu, dających lepsze wyniki.

Piasek normalny otrzymujemy, przesiewając możliwie czysty piasek kwarcowy, przemity i wysuszony, przez 3 sита, mające 64, 144, wzgl. 225 oczek/cm² i mieszając z sobą pół na pół pozostałość z sита drugiego i trzeciego. Grubość drutu w sicie pierwszym 0,3 mm, w drugim 0,3 mm (dla trzeciego sита grubości drutu nie wskazano).

§ 8. **Opakowanie i waga.** Beczki mają mieć ujednostajnione wagi netto 167,7 kg (10,25 puda) i około 180 kg (11 pudów) brutto. Sprawdza się wagę beczek brutto, płaci zaś podług zawartości netto, nie licząc ubytku wskutek wypróżnienia się cementu. Beczki mają być znaczone widocznymi literami, firmą lub marką fabryczną, numerem partii, rokiem wyrobu, a nadto powinny nosić na sobie napis: Cement portlandzki. Dostawa w workach pozwala się tylko przy wyraźnym zawarunkowaniu takiego, a nie innego opakowania. Brak wagi do 2% na rozpróżnienie się cementu nie potrąca się, przewyżka zaś niedowagi ponad 2% strąca się z rachunku. Sposób określenia wagi netto całych partii pozostawia się wzajemnej umowie.

4. **Inne cementy sztuczne** są, np. **cement biały** Ransome'a z gliny, kaolinu i kredy; jest on marmurowaty. Dalej z okrzemkówki i kredy; albo z silnie wyżarzonej mieszaniny kredy z kwarcem, zaczynionej następnie szkłem wodnym i t. p.

Cement żuźlowy składa się z 2-ch cz. obj. ziarnowanego i na pyłek rozmielonego żuźła wielkopieczowego, odpowiedniego gatunku i 1 cz. obj. mąki z wapna palonego lub gaszonego*); do mieszaniny takiej, stosownie do jakości wapna i żuźła, dodają jeszcze 5 do 10% domieszek pucołany, krzemianów, zwłaszcza glinowych.

5. **Zastosowania lepi wodotrwałych:** na zaprawy podwodne, które i na powietrzu trzymają się znakomicie, na beton, na wyrób sztucznych kamieni (rur, zbiorników wodnych, ozdób i t. p.)

a. Zaprawa podwodna na mury i t. p.

Cement czysty (bez domieszki piasku) używa się zazwyczaj tylko pod wodą do wypełniania pęknięć i szczelin, do zatamowania źródeł i t. p., a nadto do zalewania (utwierdzania) żelaza w kamieniu. Poza ten cement (choćby ze względu na koszt) stosuje się z domieszką piasku, który pożądanym jest w gatunku drobnym, ostroziarnistym; najwłaściwszym będzie kwarcowy piasek kopalny; powinien on (również jak woda) być niezanieczyszczony, zwłaszcza gliną. Cement szybko krzepnący miesza się naprzód z piaskiem, a po-

* Stosunek mieszaniny zależy od jakości żuźli i wapna.

tem dopiero zaczyna wodą; powoli krzepnący można zacząć oddzielnie, dodając piasku później. Staranne przemieszenie jest nieodzowne. Zaprawa powinna być możliwie gęsta, a więc niezbyt rozwodniona.

Zaczyna się nie więcej zaprawy od razu, niż jej można zużyć, zanim zacznie krzepnieć. Ponieważ cement do stwardnienia potrzebuje dużo wody, wypada zatem cegły nasycać wodą przed ich układaniem, a powierzchnie pod wyprawę nie tylko starannie oczyszczać, lecz i zmoczyć kilkakrotnie, wyprawę zaś, zwłaszcza zymy i inne snadniej wysychające części wystające, jeszcze przez 2 tygodnie po wykończeniu utrzymywać w stanie nawilżanym, w celu zapobieżenia pękaniu i odłuszczeniu. Stosunki mieszanin w częściach objętościowych: zaprawa cementowa, nader tłusta: 1 cementu, 1 piasku; zwykła: 1 cementu na 3 do 4-ech piasku; chuda 1 cementu na 5 do 6-ciu piasku. Objętościowo daje mieszanina: 1:1 około 1,5 zaprawy, 1:2 około 2,3, 1:3 około 3,1, 1:4 około 3,8, 1:5 około 4,9. Zaprawa półcementowa: 1 cementu, 1 ciasta wapiennego 5 do 6 piasku. Na podkład 15 do 20 cm gruby pod asfalt uliczny starczy mieszanina 1 cementu na 8 do 10 żwirku (piasku bardzo gruboziarnistego), t. zn. 1 beczka cementu 170 kg netto na 1 m³ żwirku. Wytrzymałość zapraw cementowych p. T. I, str. 334.

Czysty cement rysuje się łatwiej niż z domieszką piasku, nadaje się zatem na uszczelnianie mniej niż zaprawa cementowa z drobnym, czystym piaskiem, np. mieszaniny poniższe uszczelniają należycie i są nieprzemakalne: 1 cementu, 1 piasku; 1 cementu, 2 piasku i $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{6}$ ciasta wapiennego; 1 cementu, 3 piasku, 1 ciasta wapiennego; albo wreszcie 1 cementu, 6 piasku i 3 ciasta wapiennego. Grubość warstwy 1,5 do 2,5 cm. Powłoka z fluatów cementowych Kessler'a uszczelnia jeszcze więcej zaprawy cementowe.

Mróz niszczy zaprawę cementową, dopóki większa część wody zaprawy nie zwiąże się chemicznie (przez 2 tygodnie). Domieszka chudego ciasta wapiennego do chudej zaprawy cementowej zwiększa jej szczelność, wytrzymałość na ciśnienie i przyczepność do kamieni. Taka zaprawa cementowo-wapienna, jako wiele tańsza, nadaje się wszędzie, gdzie wysoka wytrzymałość tłustej zaprawy cementowej nie jest niezbędna, np. na sklepienia i wyprawy; takie zaprawy półcementowe są wygodne w robocie, dają ostatecznie mur bardziej wytrzymały niż na chudej zaprawie cementowej, nie mówiąc już o zaprawie wapiennej. Zaprawa cementowa znosi wysokie temperatury i zycha się mniej niż zaprawa wapienna.

Zaprawa pucolanowa, na kamienie łupane: 1 wapna, 6 pucolany; na cegłę: 3:7; na wyprawę: 2:3, w stosunku objętości.

b. Beton.

Beton stosuje się na fundamenty podwodne lub zawilżone, a więc w wodnictwie, na jastrychy, stropy, na całe budowle, tak domy jak i mosty i t. p. *) na kamienie sztuczne (cementowce) i przeróżne z nich wyroby. Cement (najlepiej portlandzki) miesza się z piaskiem i szabrem lub żwirem, z dodatkiem wapna lub bez niego, a miesza-

*) Zeitschr. f. Bauwesen 1896, str. 279. — C. v. Bach: Doświadczenia nad sprężystością betonu, Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1895, str. 489.

ninę tę przewiliła się zaledwie. Tak piasek (najlepiej czysty piasek kwarcowy), jako też i szaber — (najlepiej ostry z rozłamów kamieni twardych, zbitych i chropowatych, a nie okrągławy i gładki żwir) powinno się oczyścić należycie i namoczyć przed użyciem. Wielkość kamieni lub szabru do 6 cm, lecz powinny być i mniejsze kamyki wszelkich rozmiarów, w celu lepszego wypełnienia przestrzeni między większymi. Zaprawa z cementu ze żwirem, bez piasku, jest znacznie mniej wytrzymała.

Zaprawa cementowa użyta odrazu pod wodą nabiera znacznie mniejszej wytrzymałości, aniżeli gdy naprzód skrzepnie i stwardnieje w powietrzu wilgotnem: cementy szybko lub powoli krzepnące zachowują się pod tym względem rozmaicie. Wprost pod wodą zastosowany cement szybko krzepnący posiada po 24 godzinach większą wytrzymałość niż powoli krzepnący, po 7 dniach mniejszą, a po 28 dniach znów prawie równą. Na powietrzu cement na razie szybko krzepnący, po 24 godzinach ma wytrzymałość większą aniżeli powoli krzepnący, który jednak po tygodniu i po 4-ch tygodniach wykazuje naodwrot wytrzymałość znacznie większą. Jeżeli można, wypadałoby zatem unikać betonowania wprost pod wodą, to zn. od tamować wodę przynajmniej aż do chwili zupełnego skrzepnięcia cementu, o ile woda da się usunąć w taki sposób, aby jej napływ nie wypłukiwał betonu. Do robót wykonywanych pod wodą lub przy jej napływie lepiej stosować cement szybko krzepnący, do innych robót natomiast powoli krzepnący.

Drobna domieszka wapna (a mianowicie raczej wapna wodotrwałego, gaszonego na mąkę, aniżeli tłustego ciasta wapiennego) sprawia, że cement twardnieje szybciej pod wodą, i że tak na powietrzu jak i pod wodą większej nabiera wytrzymałości. Takim, niedrogim względnie zaprawom cementowym wypada przyznać wyższość nad zaprawami z trasu lub cementu rzymskiego.

Bardzo wpływem jest ubijanie: Ten sam beton luźno pod wodą ułożony wykazał po 4-ech tygodniach zaledwie trzecią część tej wytrzymałości, jakiej nabral beton ubijany. Pod wodą układamy beton za pomocą skrzyń ruchomych, worków, rur i t. p. i aż do chwili skrzepnięcia ochraniaemy go w sposób właściwy od wymycia przez wodę bieżącą. (p. Dział X, rozdz. I. d.)

Stosunek objętościowy mieszanin betonowych na mury ubijane i stropy z cementu, piasku i szabru (lub żwiru): 1:2:4 = 4,4 betonu; 1:3:6 = 6,6 betonu; 1:4:8 = 8 betonu; 1:5:10 = 11,3 betonu; a na fundamenty z betonu wapienno-cementowego: 1 cementu, 1 ciasta wapiennego, 5 piasku, 9 żwiru (uniwersytet strasburski); 1 cementu, 1 wapna wodotrwałego, 6 piasku, 10 żwiru (filary mostu na Menie w Frankfurcie); lub z betonu czysto cementowego, w ziemi bardzo mokrej (Hamburg): 2 cementu, 5 piasku, 7 szabru.

Beton żuźlowy, z żuźła węglowego i tłustego wapna, stosuje się do wypełniania pach sklepień betonowych, do wypełniania przestrzeni w stropach z blachy falistej (przynajmniej 5 cm ponad wierzch fali) i t. p. Waga: 750 kg/m³.

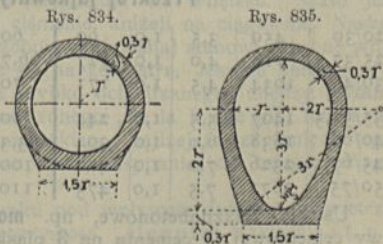
Beton przyrządza się, mieszając łopatami piasek suchy z cementem, zwilżając nieco mieszaninę, poczem przerabia się ją należyście z szabrem lub żwirem zmoczonym. Mieszarki betonowe pracują o $\frac{1}{3}$ taniej i dają mieszaninę bardziej równomierną.

Beton taki ubija się w formy drewniane (wybite blachą cynkową dla osiągnięcia większej gładkości), warstwami tak długo, dopóki woda nie pojawi się na powierzchni. Taki beton ubijany na sucho jest o wiele wytrzymalszy od betonu odlewane go, przy którego wyrobie napelnia się formę częściowo moką zaprawą cementową i dopełnia następnie szabrem.

Do wyrobu cementowca (kamienia sztucznego) lepiej stosować cement powoli krzepnący, zmieszany z piaskiem, którego ziarno zgodnie z przeznaczeniem betonu waha się od zupełnie miakiego do żwirkowatego. Sposób wyrobu taki sam, jak dla betonu ubijanego, daje wytwór podobny do piaskowca sztucznego (p. str. 83). By otrzymać gładkie powierzchnie, można wewnątrz formy powlec naprzód gęstopłynną, tłustą zaprawą cementową (1:1), która nadmiar swej wody oddaje suchej mieszaninie wsypanej następnie do formy i ubijanej.

Beton ubijany znajduje coraz to szersze zastosowania w budownictwie na stropy, ściany, posadzki, cembrowiny studzienne, rury przepustowe, kanalizacyjne i wodociągowe, na wejścia i wpusty kanałowe, wodowpusty (gully), na mury oporowe, przybrzeżne, na jazy i upusty, na fundamenty budowli i maszyn, na zbiorniki wszelkiego rodzaju i t. p. i t. p. Z **cementowca** wyrabiają: stopnie schodowe i płyty podestowe, płytki posadzkowe i chodnikowe, kamienie brukowe, pokrycia murów, żłoby, rynny, ozdoby budowlane, dachówki i t. p.

Rury z betonu ubijanego (cementowcowe) dla kanalizacji, przepustów i wodociągów otwartych, o przekroju kołowym lub jajkowatym, (stosunek średnic 2:3, zwężenie w dół) można uodpornić na wodę, olej i kwasy, powlekając je, np. cementowymi fluatami Kessler'a, które, przenikając w głąb, wytwarzają warstwę uodpornioną grubości około 8 mm. Zakłada się takie rury nie wcześniej jak w 3 miesiące po ich wykończeniu, a przy większych pochyłościach ochraniają oddzielnie ich dna od zużycia. Złączenia uszczelniają się sznurem namazionym i na zewnątrz tłustą gliną, na wewnątrz zaś cementem. Rury ułożone obsypuje się żwirkiem gliniastym, który się ubija warstwami, a przy większym obciążeniu rur dodają do żwirku 5 do 7% cementu. Fabryki betonowe poręczają zazwyczaj obciążenie spokojne 5000 do 6000 kg/m² poziomego przekroju rury; rury takie zakładają jednakże równie bezpiecznie pod 10-cio metro- wymi nasypami kolejowymi, jak i na głębokości jednego m od plan- tu. (p. tabl. poniższą)



Rurom o przekroju kołowym, z betonu ubijanego, średnicy 35 do 100 cm w świetle, nadają kształt podług rys. 834, mniejsze są dokładnie pierścieniowate. Dla rury o przekroju jajkowatym, przedstawionym w rys. 835, pole całego przekroju w świetle jest:

$$F = 4,59413 r^2,$$

obwód podwodny (t.j. cały) $u = 7,92989 r$, a więc promień hydrauliczny = $0,5798 r$, (p. T. I str. 247), przekrój betonu = $3,0392 r^2$, a waga rury = $0,76 r^2$ kg/mb przy ciężkości właściwej 2,5, gdy r wyrazimy w cm.

Jeżeli profil (rys. 835) wypełnia się wodą tylko do oporów, t. j. do osi górnego sklepienia, to przekrój wody = $3,02333 r^2$, obwód podwodny = $4,7883 r$, a promień hydrauliczny = $0,631 r$.

Dla **owodnienia** przy średnich opadach atmosferycznych i łagodnej pochyłości rur (1:300) można liczyć na hektar owadniany po 300 cm^2 przekroju rury, przyczem np. rura 50 cm średnicy (kołowa), mając przekrój $1963,5 \text{ cm}^2$, starczyłaby na owodnienie $1963,5 : 300 = 6,54$ ha.

Rury cementowcowe (z betonu, ubijane).

Średnica w świetle	Przekrój przepływu	Średnia grubość ścianki	Długość użytkowa	Waga	Średnica w świetle	Przekrój przepływu	Średnia grubość ścianki	Długość użytkowa	Waga
cm	cm ²	cm	m	kg/mb	cm	cm ²	cm	m	kg/mb

Przekrój kołowy.

7,5	44,2	2,25	0,8	17,2	35	962,1	4	1,0	143
10,0	78,5	2,25	1,0	21,6	40	1256,6	4,5	1,0	183
12,0	113,1	2,5	1,0	28,5	45	1590,4	5	1,0	229
15,0	176,7	2,5	1,0	34,4	50	1963,5	5	1,0	252
17,5	240,5	3,0	1,0	48,3	60	2827,4	6	1,0	363
20,0	314,2	3,0	1,0	54,2	70	3848,4	6,5	1,0	456
22,5	397,6	3,5	1,0	71,5	80	5026,6	7	0,8	558
25,0	490,9	3,5	1,0	78,3	90	6361,7	7,5	0,8	670
30,0	706,9	3,5	1,0	92,1	100	7854,0	8	0,8	792

Przekrój jajkowaty (rys. 835).

20/30	459	3,5	1,0	90	60/90	4135	9	1,0	684
25/37,5	718	4,0	1,0	127	66,7/100	5105	10	1,0	844
30/45	1034	4,5	1,0	171	70/105	5628	10,5	0,8	931
35/52,5	1407	5,5	1,0	244	80/120	7351	12	0,8	1216
40/60	1838	6,0	1,0	304	93,3/140	10005	14	0,7	1655
45/67,5	2326	7,0	1,0	400	100/150	11485	15	0,5	1900
50/75	2871	7,5	1,0	475	110/165	13897	16,5	0,5	2300

Ustroje żelaznobetonowe, np. **monierowskie**, z tłustej zaprawy cementowej (1 cementu na 3 piasku—do 1 cementu na 1 piasku) ze szkieletem z prętów żelaznych lub siatek drucianych, wyzyskują wytrzymałość cementu na ściskanie ($k \approx 20 \text{ kg/cm}^2$) i żelaza na rozciąganie ($k_x = 1000 \text{ kg/cm}^2$). W zastosowaniu do stropów płaskich

lub sklepionych, do ścian, schodów, zbiorników, mostów i t. p., przy znacznej wytrzymałości ustroje te zajmują względnie mało przestrzeni.

Przyczepność cementu do żelaza można liczyć bezpiecznie 14 kg/cm². Wyrabiają też sposobem monierowskim rury o przekroju kołowym lub jajkowatym, na większe obciążenia, z pierścieniami żelaznymi, a na mniejsze obciążenia cienko-ściankowe, z wkładką z plecionki lub siatki drucianej. Rury takie posiadają cieńsze ścianki i mniejszą wagę niż zwykle rury cementowcowe, przy równej wytrzymałości i cenie.

VI. SZKŁO. *)

Główne własności: Przezroczystość, nieprzemakalność (a więc zdadne na warstwy odosabiające) i nieprzewiewność, twardość i połysk, trwałość przy niezmiennym wyglądzie, złe przewodnictwo ciepła i elektryczności, względna lekkość, łatwość nadawania kształtów, barw i zdobień przeróżnych i t. p.

Szkło jest mieszaniną kilku krzemianów, ponajczęściej wapniowego i sodowego, wytworzoną przez stopienie bezwodnika krzemowego (SiO₂) z wapnem i sodą żrącą, którą zastąpić może też potaż żrący, albo tlenek ołowiowy. Ciężkość właściwa średnia 2,6 (p. str. 9, oraz Dział XV. I. B.). Szkło w żarze białym jest rzadko-płynne, można je zatem łatwo odlewać, w żarze czerwonym jest ono natomiast ciastowato-ciągliwe, można je więc i dąć. Łamliwość i kruchość szkła możemy zmniejszyć w wysokim stopniu, jeżeli szkło rozżarzone do czerwoności (bądźto wprost wyrabiane lub ponownie rozżarzone) umieścimy w miejscu posiadającym równie wysoką temperaturę i będziemy je powoli ochładzali wraz z otoczeniem. Zawartość wapna zwiększa twardość i połysk szkła — naodwrot zawartość ołowiu zmniejsza je.

Dane o wytrzymałości p. T. I, str. 333 i 339. Wskutek nierównomiernego kurczenia się przy chłodzeniu, w szkle pojawiają się ciśnienia na powierzchniach, a ciągnięcia we wnętrzu. Szkło jest o wiele więcej wytrzymałe na ciśnienie, aniżeli na ciągnięcie. Naskórek naturalny (nie zaś powierzchnia szlifowana) stanowi ochronę wnętrza, powinna zatem ustawiać się na zewnątrz. Jeszcze bardziej wytrzymały jest naskórek szkła szybko ochładzanego (między płytami metalowymi), jak np. szkła twardego „de la Bastie'go“, lub takiego szkła staczanego, siemensowskiego; najłżejsze zarznięcie tego naskórka powoduje jednak zupełne rozsypanie się całego takiego przedmiotu szklanego.

Szkło pośledniejszego gatunku pod wpływem deszczu, powietrza i ciepła traci łatwo swą przezroczystość, „ślepnie“ (szklarnie i t. p.),

*) P. Baukunde des Architekten, Tom I, cz. 2, Berlin 1891. — Th. Landsberg, Glas u. Wellenblechdeckung; Darmstadt 1887.

albo też zaczyna się mienić w barwach tęczyowych i łuszczyć. Lecz i szkło wyborowe psuje się, jeżeli je trzymamy przez czas dłuższy w miejscach wilgotnych, w opakowaniu, albo gdy opakowanie przewiliży się wodą morską; trzeba zatem przechowywać szkło zawsze w miejscach suchych i przewiewnych. Dobrego szkła nie nagryzają ani kwasy, ani ciała zasadowe; jedynie fluorowodór niszczy każde szkło.

Do celów budowlanych najważniejszymi rodzajami szkła są następujące:

1. **Szkło dęte** *) opanowało przeważnie rynki; grubości jego określają ułamkami $\frac{1}{4}$, $\frac{6}{4}$ i $\frac{8}{4}$, oznaczającymi grubości: 2, 3 i 4 mm, czyli wagi 5, 7,5 i 10 kg/m². Cena jednostkowa szyb prostokątnych rośnie w stosunku obwodu, a raczej **półobwodu**, gdyż w handlu dodają długość i szerokość szyby i podług tej długości złożonej ustanawiają ceny jednostkowe. Wymiary dochodzą do 300 cm półobwodu, a przy grubszych gatunkach (4,5 do 5 mm) tylko do 164 cm, dla nich więc szyby największe miałyby wymiary, np. 100 · 64, albo 96 · 68 cm i t. p.

Co do jakości różnią 4 gatunki, z których do lepszych budynków stosują zazwyczaj gatunek 2-gi i 3-ci. Szkło gatunku pierwszego jest zupełnie czyste i bez wad, czwartego natomiast używa się tylko na cele podrzędniejsze, a więc w piwnicach, spiżarniach, na poddaszach, w szklarniach, oszkleniach w dachu i t. p. Ceny szyb $\frac{6}{4}$ bywają o 50%, szkło $\frac{8}{4}$ o 100% droższe niż szkło $\frac{1}{4}$. Czwarty gatunek szkła $\frac{8}{4}$ nazywają też podwójnem.

2. **Szkło surowe** odlewają zazwyczaj w grubościach 3 do 13 mm, lecz wyrabiają i grubsze (20, 30 mm lub więcej do 90 mm) na posadzki przejrzyste. Te grube szyby, chłodząc się nierównomiernie, nabierają naprężeń bardzo nieprawidłowych, pękają też skutkiem tego od pozornie błahych przyczyn, np. od deszczu na szybę poprzednio słońcem ogrzaną, wogóle wskutek nagłych zmian temperatury. Wytrzymałość szkła surowego jest znaczna (p. T. I, str. 333 339): po płycie 10 mm grubej, o rozpiętości 1 m można już chodzić lekkim krokiem; natomiast jest ono bardzo czułe na uderzenia i t. p., dlatego też podpira się płyty takie dodatkowo szczeblinownikami w odstępach 40 do 55 cm (p. Dział X, rozdz. III. B. a. 3. i Dział XV, rozdz. I. B. b. 2.). Najwięcej stosują szkła surowego do oszklenia dachów, zazwyczaj w grubości 5 mm, a wyjątkowo tylko ponad 7 mm. Wyrabiają je gładkie, karbowane (prosto lub ukośnie na krzyż, co zmniejsza jego ślizkość), a nawet zdobne wpalaniami farbami polewnymi (emaliowemi).

3. **Szkło na siatce** z drutu żelaznego, zatopionej zupełnie w szkło, nie podlegającej zatem rdzewieniu, posiada wytrzymałość 1,5 razy większą niż równo grube szkło surowe bez siatki, a skutkiem tego

*) Szkło dęte nazywają w Niemczech reńskiem, lecz okólnik pruskiego ministra robót publicznych z 28 czerwca 1894. zatrzymując tę nazwę, wyraźnie zaznacza, iż określa ona tylko sposób wyrobu („dęte”) nie zaś pochodzenie. Niemamy zatem powodu przejmować nazwy szkło reńskie od Niemców, gdy się ono i u nas wyrabia.

można stosować szkło cieńsze, obciążające mniej budowę, np. dach*); przy grubości 6 mm można już bezpiecznie chodzić po szkle takim. Nawet, jeżeli szkło tego rodzaju popęka od uderzeń lub żaru, zachowuje ono jeszcze pełną spójność, można je zatem uważać za bezpieczne od pożaru i złodziei. Prześwietlanie zmniejsza się przy siatce 1 mm grubej, z oczkami 7,5 milimetrowymi o 27%. Szklenie dachów i stropów tem szkłem usuwa potrzebę oddzielnych siatek lub krat ochronnych; w zastosowaniu do murów przeciwpożarnych umożliwia ono dostęp światła przez nie, np. szklenie drzwi żelaznych w takich ścianach i t. p., nie uwłaczające bezpieczeństwu od pożaru. Wyrabiają je w grubościach 8, 10, 15, 20, 25 do 60 mm, w szybach wielkości do 100 · 60 cm, które trzeba zamawiać na miarę dokładną, bo krajać ich nie można; dotyczy to jednak tylko szkła wyrabianego przez fabrykę Siemens'a, gdyż inne fabryki wyrabiają szkło podobne, lecz sposobem odmiennym, które można krajać.

4. Szkło zwierciadlane odlewa się podobnie jak szkło surowe, lecz z mieszaniny lepszego gatunku, zawierającego około 2% ołowiu; tak wskutek tej zawartości, jako też wskutek zeszlifowania naskórka, szkło takie jest o wiele bardziej miękkie i trudniejsze w robocie. Z trzech gatunków, w jakich je wyrabiają, stosują się pierwsze dwa na wyrób zwierciadeł (obecnie przeważnie już srebrzonych), do okien wystawowych i t. p. Grubość 4 do 8 mm, na żądanie i większa. Wielkości szyb 3 · 5 m i więcej. Ceny za m² wzrastają z wielkością szyby i są, np. dla szyby 12 m², około 3 razy większe niż dla szyby 0,5 m².

5. Szkło stłaczone, twarde (Siemens'a) chłodzi się przy fabrykacji szybko podczas ściskania między dwiema płytami metalowymi, posiada znaczną wytrzymałość na gięcie, skutkiem czego można stosować mniejsze grubości, np. 2 do 4 mm, na oświetlenia stropowe. Szklą tego nie można krajać dyamentem, bo najdrobniejsze zarysnięcia naskórka może rozkruszyć całą szybę; trzeba je zatem zamawiać dokładnie na wymiar, a że nadto wyrabiają je tylko w szychach nie wielkich (0,2 do 0,5 m²), przeto wymaga ono wielu szczebli i spoin, jest więc naogół niedogodne w zastosowaniu.

6. Szkło katedralne jest lanem szkłem surowym, grubości 2 do 3 mm, często barwnem, nieraz płomienisto zabarwionem, o powierzchni nieprawidłowej, a używa się na oszklenia kościelne i w budynkach zwykłych. Łagodzi ono światło i jest mało przejrzyste, nie będąc jednak omglonem (matowanem) Wyrabia się w szychach około 0,7 · 1,5 m.

Podobne, lecz o wiele piękniejsze, aczkolwiek i droższe jest amerykańskie szkło opalizujące (opalcent glass), które, zwłaszcza w sprawie ołowianej, zastępuje znakomicie malowanie szyb.

Wszystkie te szkła można w całej powierzchni, albo też wzorzysto omglic (matować), bądźto wytrawiając fluorowodorem, bądźto szlifując, bądź też wreszcie dmuchawą piaskową. Pierwszy spo-

*) E. Hartig, Civil-Ingenieur, Tom 38 zes. 3.—Muhlke, Szkło na siatce, Centralbl. d. Bauverw. 1892, str. 246.

sób jest najdroższy, wytwarza za to powierzchnię gładką, mało się brudzącą, nawet wzorowaną w kilku stopniowaniach omglenia; sposób w końcu wspomniany jest natomiast kilkanaście razy tańszy w wykonaniu. Zabarwia się szkło na barwy przeróżne przez dodanie tlenków rozmaitych metali, a mianowicie: albo zabarwiamy całą masę na wskroś, albo też powlekamy bezbarwne przedmioty szklane cieniutką, barwną warstewką, której częściowe zeszlifowanie służy znów do wytwarzania wzorów na przedmiocie tak zabarwionym.

Do oszkleń na ołów stosują przeważnie następujące rodzaje szkła: katedralne, staroświeckie, barwne płaskie lub wytłaczane, powierzchniowo zabarwiane, opalizujące, falowane, wyginane i t. p.

Badanie szkła: 1. na bezbarwność: jedną lub kilka szyb kładziemy na biały papier, tak aby część jego wystawała poza szybę, i oceniamy natężenie tonu barwy; 2. na pęcherze, blizny, fałdy, fale i t. p. przez porównanie z szybą okazową, przybliżenie średniej wielkości szyb dostawianych, a dostarczoną na okaz przy zamówieniu; 3. na trwałość: próbkę kładziemy pod kloz szczelnie zakrywający i wystawiamy ją przez 24 godzin na opary silnie dymiącego kwasu chlorowodorowego (solnego), poczem suszymy ją na powietrzu, w miejscu zabezpieczonym od kurzu. Próbką nie powinna okazać najmniejszego zamglenia, nawet takiego, któreby się dało zetrzeć.

Szkło bezbarwne przez dłuższe działanie promieni słonecznych nabiera nieraz żabarwienia fiołkowego, którego przyczyną jest pewna zawartość manganu (już 0,1% wywiera skutek powyższy). Dla tego też w danym razie, np. dla oszkleń wystaw obrazów, pracowni fotograficznych i t. p. wskazanym byłby rozbiór chemiczny szkła na zawartość manganu. Szyby wichrowate, pogięte, albo zaryśnięte wypada odrzucać.

VII. SZKŁO WODNE, KITY, ASFALT, TEKSTURA SMOŁOWCOWA.

1. **Szkło wodne** *) jest krzemianem sodowym, albo potasowym lub t. p.; a wytwarza się przez stopienie piasku kwarcowego z sodą lub potażem i następnie rozczynienie tego wytworu wodą. Jest ono cieczą gęstą, olejowatą, żrącą i zawiera w sobie 33 albo 66% szkła wodnego; przechowywać trzeba je w szczelnie zamkniętych naczyniach, gdyż rozkłada się ono pod działaniem bezwodnika węglowego, zawartego w powietrzu. Oprócz szkła wodnego, sodowego i potasowego, wyrabiają szkło wodne, dwoiste, t. j. sodowo-potasowe, oraz nowsze, a wiele zalecane: potasowo-wapniowe.

Zastosowania: Na powłoki ochronne od ognia i przeciw toczeniu przez robaki dla drzewa, tekstury i tkanin. Wyprawy wapien-

*) H. Zwick, Das Wasserglas, seine Bedeutung für die Industrie, Zurich 1877.

ne i cementowe, jeszcze świeżo-wilgotne, przez powleczenie rozczynem szkła wodnego (1:2) stają się nieprzemakalnemi na powierzchni (dobre dla pralni). W sposób podobny wytwarza się podkład dla malowania stereochromicznego, t. j. farbami utrwalanemi szkłem wodnym na zaprawie. Do nakrzymiania miękkiego wapienia paryskiego. Ważna część składowa niektórych kitów. Płyty trocinowcowe (ksylotilowe) układają na kit (p. str. 84) szybko schnący, a składający się z (11 l) szkła wodnego, potasowego 34° Beaumé, z (7 kg) kredy pławionej (szlamowanej), z piasku ostroziarnistego i z drobnej ilości cementu portlandzkiego.

2. Kity. *) Przed kitowaniem trzeba powierzchnie przedmiotu starannie oczyścić, rozprowadzić po nich cienką warstewkę kitu, złączyć, a potem chronić przedmiot od wszelakich wstrząśnień aż do zupełnego wyschnięcia kitu.

1. Kit serny. Wapno gaszone na mąkę, z mialkim piaskiem, albo mąką ceglana (1:1) zmieszane, zaczyna się wodą na sztywną zaprawę, do której dodaje się potrójna ilość twarogu; po należytem przegnieceniu otrzymujemy dobry kit do kamieni. Podobnie (do wykutowania szczelin w kamieniach lub spoin) otrzymamy kit cementowy, zaczyniając mlekiem zsiadłym na sztywne ciasto mieszaninę 4 cementu i 1 mąki ceglanej. Kit do drzewa otrzymamy, zaczyniając mieszaninę (1:1) sproszkowanego wapna palonego i sproszkowanego twarogu suchego równą na wagę ilością białka (z jaj).

2. Kit olejny. Pokost lniany z minią, albo glejta ołowiową, z dodatkiem kredy, gliny i t. p. Kit szklarski składa się z pokostu lnianego i kredy pławionej (szlamowanej), a dla celów szczególnych dodaje się jeszcze minii. Stwardniały kit szklarski można rozmiękczyć ługiem potasu gryzącego i szarem mydłem. Do usuwania mokrych miejsc w murze używają cementu mastyksowego, t. j. mąki z wapienia z mialkim piaskiem i glejta ołowiową, zaczynionych pokostem lnianym i należyte przegniecionych.

Do wykładania tarasów, schodów i t. p. używają kitu szamotowego, sporządzanego z mąki szamotowej (z cegły ogniotrwalej), glejty ołowiowej i wrząco-gorącego oleju lnianego.

3. Kit żywiczny jest wodotrwałym, lecz nie znosi gorąca; składa się zaś z części na wagę: do kitowania drzewa: 2 kalafonii, 1 mączki ceglanej; do kamieni: 2 smoly twardej, 1 kalafonii, 1 minii, 0,4 mąki ceglanej; kit studniarski: 2 cz. mąki ceglanej, rozczynione w 1 części wrząco-gorącej mazi (smoly płynnej).

4. Kit glicerynowy z glejty ołowiowej, zaczynionej nieco rozrzedzoną gliceryną, jest odporny na ługi, kwasy, naftę i t. p.

5. Kit na szkło wodnem, które z kredą wytwarza twardą masę wodotrwałą. Do kamieni: Szkło wodne z cementem rzymskim lub portlandzkim twardnieje bardzo szybko. Do metali, kamieni i drzewa: Szkło wodne, kreda i proszek cynkowy.

6. Kit żelazny (zrdzewiający) dla żelaza z żelazem lub kamieniem. Sublimat siarki (1) i salamoniak (2) zaczynione wodą (lub

*) Leonhardt, Kittfabrikation, Halle a. S. 1883.

octem), z dodaniem opilków żelaza, dobrze przemieszane i zaczynione na sztywne ciasto.

7. Kit do drzewa (lub szkła) na żelazie: Sproszkowany pumeks, (lub kreda) z równą ilością wagową szelaku łącznie stopiony i na gorąco stosowany.

8. Kit magnezyowy. Wypalony tlenek magnezowy (magnezya palona), zaczyniony 30-sto procentowym roztworem chlorku magnezowego, staje się twardym jak kamień (cement Sorel'a). Używa się między innymi do wyrobu trocinowca (kysylolitu) i do marmuru inkrustowanego (wykładanego).

9. Kity do żelaza w kamieniu, do uszczelniania rur i t. p. Czysty cement portlandzki; dalej t. zw. metal Spence'go, t. j. mieszanina siarki z rozmaitymi siarczkami metalowymi, topi się przy 160°; patentowany cement metalowy, topiący się przy 119° i natenczas bardzo rzadko-płynny. Wytrzymałość na ciśnienie $K \approx 1000$ kg/cm². Obydwa w końcu wspomniane są trwałe na wodę, kwasy i oleje.

3. Asfalem nazywamy wytwór żywiczny (smołę ziemną) z wapienia asfaltowego, t. j. przesyconego około 10-ciu % asfaltu, jako też i sam ów kopalniany wapień asfaltowy, z którego wytapia się asfalt. Lepiej jednakże byłoby tylko ów wytwór nazywać asfalem, wapień asfaltowy zaś skałą asfaltową, albo kamieniem asfaltowym. Gudron jest mieszaniną asfaltu z wyspy Trinidad z 25% odpadków dystalacji nafty, a sprzedaje się w beczkach. Ciasto asfaltowe wyrabia się przez zaczynienie 10-ciu części wagowych sproszkowanego kamienia asfaltowego jedną częścią gudronu, a sprzedaje się w bochenkach wagi 25 kg.

Asfalt lany używa się na warstwy wodotrwałe w piwnicach, dziedzińcach, stajniach i t. p. na chodniki, na warstwy odosabniające i t. p.; wyrabia się on z kawałków ciasta asfaltowego, wielkości pięści, stopionych przy 160° z 4-ma do 7-miu % gudronu, z dodatkami 50% ostrego, czystego piasku lub żwirku (bez gliny). Po należytem przemieszaniu wylewają z tej mieszaniny warstwy 1,5 do 2 cm grube, a rozprowadziwszy je równomiernie, posypują niezwłocznie piaskiem i wyklepują lub walcują.

Asfalt stłaczany (prasowany) na bruki uliczne wytwarza się przez prażenie kawałków kamienia asfaltowego w temperaturze 120°, przyczem kamień rozpada się na proszek. Gorący taki proszek rozpościera się na suchym podkładzie betonowym, 15 do 20 cm grubym, warstwą 7 do 8 cm i stłacza gorącymi ubijakami, walcami lub żelazkami.

Piłśn asfaltową wyrabiają z płyt pilśniowych, 0,7 cm grubych (1,0 cm = pilśn podwójna), przesyconych asfalem i posypanych piaskiem, a sprzedawanych przeważnie w zwojach. Wyborna na warstwy odosabniające, a z powodu swej wisności lepsza na ten cel niż szkło, lupek, tektura smołowcowa i t. p.

Tekturę smołowcową wyrabiają, przesycając dobrą tekturę mazią (smołą) gazową wrzącą, a po osączeniu, posypując ją gruboziarnistym piaskiem; waga do 3 kg/m². Najpodatniejszą jest tektu-

ra zwijana, do 20 m długa, około 1 m szeroka, zwijana w zwoje. Dobra tekstura smołowcowa powinna tak dokładnie przesycać się mazią, aby we wnętrzu nie było wcale miejsc suchych. By zwiększyć trwałość, gotowe pokrycie dachowe, tekturowe smarują mazią gazową, do której uprzednio w stanie gorącym domieszano około $\frac{1}{4}$ wapna gaszonego na mąkę; dach posiewa się wreszcie piaskiem (p. Dział X, rozdz. III B. c. 2.).

VIII. DRZEWO.

Drzewo jest wewnętrzną częścią pnia lub gałęzi drzew, którą otacza tylko i kora.

Drzewo przyrasta przez osadzanie się świeżej warstewki zewnętrznej, na zeszlorocznym drzewie, tuż pod korą. Wytwór jednoroczny drzewa składa się z drzewa wiosennego i jesiennego (miękkuszu i twardzielu), a w storcu drzewa przedstawia się on w postaci słoju (pierścienia rocznego). Drzewo wiosenne bywa bardziej miękkie, luźniejsze, a zazwyczaj i jaśniejsze od jesiennego. Drzewo, zaczynając od duszy, leżącej w osi pnia, zmienia się zwolna w rdzeń, otoczony jaśniejszym, bardziej soczystym i miękkim bielmem. Promienie rdzenne, t. j. twarde żyły promieniste, przesadzają pnie od duszy ku korze, lecz uwydatniają się tylko w niektórych drzewach liściastych, np. w dębie lub jesionie, a bywają do 1 mm grube.

Usłojenie drzewa uwydatnia się odmiennie w trzech przekrojach: 1) storcowym, *) czyli poprzecznym, prostopadłym do osi pnia; w tym przekroju uwydatnia się w środku dusza, dalej pierścieniowate rdzeń i biel, a w nich pierścieniowate słoje roczne, jako też i promienie rdzenne; 2) przekrój po osi, t. j. w płaszczyźnie prostej przez osi pnia, uwydatnia duszę, równoległą do osi słoje i pasy rdzenia i bielu; wreszcie 3) przekrój przez cięciwę storcu, równoległy do osi, uwydatnia słoje po bokach, w środku zaś błyszczący słoje prawie stycznie nacięty.

Własności fizyczne drzewa.

1. Ciężkość właściwa, nawet tego samego drzewa, bywa rozmaita, w zależności od wyschnięcia. Ponajczęściej drzewo świeże zawiera w sobie do 37% wody i bywa 33 do przeszło 50% cięższe od wyschłego (p. poniżej). Ciężkości właściwe różnych gatunków drzew p. str. 7.

Ciężkimi gatunkami drzewa są: dębina i grabina; średnio-ciężkimi: drzewo bukowe i jesionowe; dość lekkimi: drzewo wiązowe, jedlińca, sośnina, drzewo olszowe, modrzewina; lekkimi: świerczyna, lipina, drzewo topolowe i wierzbin.

*) Storcowy, na storcu i t. p. pochodzi od sterczyć.

2. Podług twardości można ugrupować drzewa w szereg następujący: twarde: grabina, dębina, drzewo bukowe, jesionowe i wiązowe; nawpółtwarde: drzewo olszowe, modrzewina, sośnina; miękkie: jedlina, świerczyna, lipina, drzewo topolowe, wierzbina. Twardość każdego gatunku zmienia się jeszcze w zależności od gruntu, klimatu i t. p.

Stosunek oporu przy tarciu (piłą) drzewa wpoprzek pnia: drzewo bukowe = 1, sośnina = 0,53, jedlina = 0,56, świerczyna = 0,60, dębina = 1,03, brzezina i osina = 1,35, grabina, lipina, wierzbina i drzewo topoli białej 1,87.

3. Łupliwość (tem większa, im mniejszy będzie opór przeciw rozłupaniu wzdłuż włókna) jest najmniejsza w płaszczyźnie przez oś pnia przechodzącej; w cięciu po cięciwie przeważnie $1\frac{1}{3}$ do $1\frac{1}{2}$ razy większa. Trudno łupliwymi są: grabina, drzewo wiązowe i jesionowe; dość łatwo łupliwymi: modrzewina, drzewo olszowe, sośnina, dębina; nader łupliwym jest drzewo topolowe.

4. Giętkość: Świeże, młode drzewo jest najbardziej giętkie. Para wodna rozmiękcza zupełnie drzewo, a natenczas można je wyginać w kształty dowolne, które drzewo zatrzymuje na stałe po wyschnięciu (meble gięte, a raczej wyginane).

5. O wytrzymałości i sprężystości drzewa p. T. I str. 333 i 339.

6. Wydłużalność drzewa wskutek ciepła jest prawie znikomą dla drzewa zupełnie suchego, zwłaszcza w kierunku osi (włókien) p. T. I str. 314. Jest to wysoką zaletą belek i słupów drewnianych, nawet wobec pożaru, (dla tego też nowe spichrze państwowe w Hamburgu zbudowano wyłącznie w konstrukcyi drewnianej).

7. **Spuszczanie** (cięcie) **drzewa** dokonywa się przez nacięcie pnia siekierą, przez przepiłowanie, wykopanie korzeni (karczowanie), a w Ameryce nawet przez przecięcie pnia drutem platynowym, rozżarzonem elektrycznie, w Galicyi wreszcie przez nawiercanie świdrem elektrycznym. Za najlepszą porę cięcia uważa się zimę, gdyż drzewo letniego cięcia ma być skłonniejsze do grzyba, aczkolwiek są i zdania odmienne, uważające drzewo latem cięte, lecz starannie wysuszone, za równie dobre i przydatne jak drzewo cięcia zimowego.

Po spuszczeniu drzewo oczyszcza się od części niezdatnych na budulec: wierzchołek się odcina, a pień okrzesywa się od gałęzi, które odcinają się toporem lub piłą. W pniu rozróżniamy końce: od wierzchołka i od korzenia, czyli odziemny.

Suszenie drzewa, kurczenie się, pęcznienie. Na powietrzu drzewo świeże traci z wolna zawartą w sobie wodę: wysycha. Takie drzewo wyschłe (czyli wyschnięte na powietrzu) zawiera w sobie 10% (iglaste) do 17% (liściaste) wody. To wysychanie lub schnięcie (naturalne) odbywa się w przewiewnych szopach osłoniętych od słońca i wilgoci tak atmosferycznej, jako i ziemnej (drzewo cieielskie), albo też w suchych składach (drzewo stolarskie) i trwa ono 1 do 4-ech lat, dla dębiny o rok dłużej.

Suszenie (sztuczne) odbywa się w suszarniach zaopatrzonych w przewiew powietrza ogrzanego, którego temperatura dla dębiny bywa 40°, dla innych drzew liściastych 30 do 40°, dla drzew iglastych w grubych sztukach 50°, a w cienkich 80 do 95°. Jeżeli prze-

wiew gorący działa w suszarni przez 12 godzin na dobę, to powinno:

przy grubości drzewa	2,5	5	7,5	10	15	20 cm
suszenie trwać	1	2	3	4	7	10 tygodni.

Skurez drzewa w czasie schnięcia (lub suszenia) pozostaje w zależności od gatunku drzewa, oraz od szybkości wysychania. Skurez jest najmniejszy w kierunku włókien (osi pnia), większym bywa on w kierunku średnicy przekroju storcowego, największym zaś w kierunku cięciwy tegoż przekroju; por. tablicę poniższą.

Skurez ważniejszych gatunków drzewa.

Gatunki drzewa	Skurez w kierunku		
	osi %	średnicy %	cięciwy %
Brzezina	0,222	3,86	9,30
„ rosyjska	0,065	7,19	8,17
Bukowe (buczyna)	0,200	5,03	8,06
Bukszpanowe	0,026	6,02	10,20
Cedrowe	0,017	1,30	3,38
Dębina młoda	0,400	3,90	7,55
„ 300-letnia, budulcowa	0,130	3,13	7,78
Grabina	0,400	6,66	10,90
Gruszone	0,228	3,94	12,70
Gwajakowe	0,625	5,18	7,50
Hebanowe	0,010	2,13	4,07
Jabłoniowe	0,109	3,00	7,39
Jesienina (jesionowe)	0,821	4,05	6,56
„ 300-letnia, budulcowa	0,187	3,84	7,02
Jodłowe (jedlina)	0,122	2,91	6,72
„ 300-letnia, budulcowa	0,086	4,82	8,13
Kasztanowe	0,088	1,84	5,82
Klonowe (klonina)	0,072	3,35	6,59
Lipina	0,208	7,79	11,50
Mahoniowe	0,110	1,09	1,79
Modrzewina	0,075	2,17	6,32
Olszowe	0,369	2,91	5,07
Orzechowe	0,223	3,53	6,25
Śliwowe	0,025	2,02	5,22
Sośnina	0,120	3,04	5,72
Świerkowe (świerczyna)	0,076	2,41	6,18
Topolowe	0,125	2,59	6,40
Wiązowe	0,124	2,94	6,22
Wierzbiną	0,697	2,48	7,31
Wiśniowe	0,112	2,85	6,95

Dane powyższe, wzięte z doświadczeń Laves'a z cienkimi precikami drewnianymi, których wymiary oznaczono nasamprzód w stanie świeżym, zupełnie przesyconym wodą.

potem zaś po długotrwałym suszeniu przy 14 do 16°. Z różnie oznaczono skurez procentowy względnie do wymiarów pierwotnych.

Drzewo wyschłe (na powietrzu) wchłania powrotnie wodę z łatwością, przybierając przytem znów pierwotną swą objętość: drzewo pęcznieje. Tak przy pęcznieniu, jako też przy wysychaniu, drzewo jest zdolne do wywierania znacznych sił, czem się tłumaczy wicherzenie się, skręcanie, pęknięcie drzewa i t. p. Z tej też przyczyny nie należy układać dotykami do siebie desek na rusztowaniach; ślepa podłoga pod posadzką drewnianą powinna być na wskroś suchą; większe tafle drewniane pękają, o ile drzewo nie było zupełnie suche i t. p.

Tarcice, t. j. deski i bale tarte z całego pnia, wypuklają się przy wysychaniu, przyczem strona odrdzenna, albo prawa, która w pniu była zwrócona ku jego osi, staje się wypukłą, gdyż strona odwrotna, lewa, czyli odbielna, jako posiadająca względnie więcej bielu, kurczy się bardziej, stając się przez to wklęsłą. Deski i bale układa się zatem stroną odrdzenną tak, aby ona znosiła naciski, np. w podłogach na wierzch; naodwrot zaś stroną lewą zwracają się tarcice w tę stronę, z której na nie może działać wilgoć, albo woda.

Rodzaje niszczenia drzewa.

1. Wszelkie gnicie rozpoczyna się rozkładem składników soku drzewa. Zsinienie drzewa świeżego nie bywa szkodliwe, o ile drzewo szybko będzie tarte i należycie wysuszone. Gnicie drzewa pojawia się przy dostępie wilgoci, np. przy zetknięciu z mokrą ziemią, albo gdy drzewo na przemiany bywa mokre i suche; drzewo gnijąc, zamienia się na brunatno-czerwoną, wilgotną, kruchą masę. Rzadszem bywa próchnienie drzewa, przyczem rozpada się drzewo na suchą, kruchą masę lub proszek, jako też i butwienie, czyli początek przemiany na węgiel, które znów pojawia się, np. w zetknięciu z zaprawą lub murem świeżym, albo mokrym.

2. **Grzyb drzewny** bywa rozmaity, najniebezpieczniejszym jednak jest gatunek łzawiący (*Merulius lacrimans*). Warunkiem nieodzownym pojawienia się grzybów jest przedewszystkiem zawleczenie ich zarodków na drzewo, pozatem jeszcze okoliczności sprzyjające ich rozwojowi. Grzyb łzawiący wymaga do rozwoju swego trzech warunków: wilgoci, braku przewiewu, oraz braku światła. Nie znajdując tych warunków, zarodek się nie rozwine.

3. **Robaczywość** jest skutkiem działalności rozmaitych robaków gnieźdzących się w drzewie: drewniak, albo kołatek (*termes pulsatarium*), czerw drzewny i t. p.

Środki zaradcze przeciw niszczeniu drzewa.

Końce belek należy osłaniać od bezpośredniego zetknięcia się z murem; dobrą ochronę stanowią też warstwy odosabiające, niedopuszczające wilgoci, p. Dział X, rozdz. IV. b. i. d. i rozdz. II. g. Od pęknięcia drzewa pod wpływem ciepła słonecznego chroni posmarowanie mieszaniną następującą: 2 części objętościowe mazi (smoly) gazowej, 1 cz. mazi drzewnej (dziegciu), zagotowane po dodaniu nieco żywicy, poczem domieszać trzeba 4 cz. wapna gaszonego na mąkę. Zwyczajny wpływ mokrości i suchości, działających na przemian na dwo-

rze, osłabia się znacznie przez pokostowanie, malowanie olejne, smarowanie dziegciem, albo „Carbolineum.“ Przed wszelakiem malowaniem drzewo powinno należycie wyschnąć, albo być sztucznie wysuszone. Nadwęglanie słupów i pali jest wątpliwej wartości.

Pewnym środkiem jest usunięcie soków z drzewa, a mianowicie: przez wyrastanie drzewa (korona drzewa ściętego na wiosnę, zieleniejąc się dalej, odciąga drzewu zawarte w niem soki); przez ługowanie, t. j. wkładanie drzewa w strumień wody bieżącej, pnem pod wodę (spławianie drzewa w tratwach wywiera skutek podobny); przez parowanie świeżego drzewa w kotłach zamkniętych, w ciągu 60 do 80 godzin, parą przegrzaną i następne wysuszenie.

Nasycanie (impregnowanie) świeżego drzewa środkami przeciwnilnymi, jako to solami metali, kreozotem i t. p., daje wyniki bardzo dodatnie, a z różnych gatunków drzewa nasycenie buczyny (drzewa bukowego) opłaca się pono najlepiej.

Nasycanie chlorkiem cynkowym (Burnett 1838). W kotle paruje się drzewo parą 2 do 3 atm. nadciśnienia przez 1 do $1\frac{1}{2}$ godziny, potem przez 40 do 90 minut ssie się wilgoć z drzewa za pomocą próżni $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{2}$ atm., wreszcie włącza się w drzewo roztwór chlorku cynkowego pod ciśnieniem 6 do 8 atm. przez 60 do 70 minut. Rozczyn ten (3° Beaumé) składa się z 1 części na wagę chlorku cynkowego ($ZnCl_2$ o ciężkości właściwej 1,8) rozpuszczonej w 30 częściach wody. Rozczynu tego zużywa się na m²: buczyny lub sośniny 160 do 200 kg, dębiny 90 do 110 kg. Ten sposób nasycania stosuje do podkładów $\frac{2}{3}$ zarządów kolei niemieckich (p. Dział XI, rozdz. I, B. III. b. 2. a), a koszt na jeden podkład (0,1 m³) wypada tam 0,35 do 0,50 marek (16 do 24 kop.)

Nasycanie kreozotem (olej smołowy z zawartością kwasu karbolowego, Bethell 1838). Drzewo praży się w kotle przez 3 do 4-ech godzin przy 100 do 140°. Następnie w innym kotle pozostawia się przez godzinę pod działaniem próżni $\frac{1}{10}$ do $\frac{1}{3}$ atm., potem tamże włącza się w nie pod ciśnieniem 6 do 8 atm., przez 60 do 70 minut, olej kreozotowy, ogrzany do 50°. Punkt wrzenia oleju tego powinien być między 180° a 400°, ciężkość właściwa 1,0 do 1,1, a zawartość części kwaśnych 6 do 10%. Drzewo przybiera na wadze 5 do 6 kg/m³, a zużywa się oleju: 140 do 160 kg/m³ sośniny, 80 do 90 kg/m³ dębiny, 270 do 300 kg/m³ buczyny. $\frac{1}{2}$ część zarządów kolei niemieckich stosuje ten sposób nasycania, kosztem 1 do 2 marek (47 do 93 kop.) na podkład.

Nasycanie siarozanem miedziowym (witryolem niebieskim, Boucherie 1841). Ciśnieniem słupa cieczy, za pośrednictwem rury spustowej ze zbiornika wyniesionego na 10 do 12 m, włącza się $1\frac{1}{2}$ procentowy roztwór witryolu niebieskiego w sterc pnia świeżego (najpóźniej w 10 dni po ścięciu) od strony odziennej i przetrza się wzdłuż, przez całą długość pnia, przyczem sok drzewny wycieka od strony wierzchołka, a gdy wreszcie pojawi się tam niebieski roztwór witryolu, czynność nasycania uważa się za ukończoną. Trwa ona dla słupa telegraficznego, z drzewa iglastego, 10 m długości, około $13\frac{1}{2}$ doby. 1 m³ drzewa pochłania 9,5 kg witryolu, a koszt wynoszą 9 do 10 marek (4,20 do 4,65 rubla) na m³. Na podkład kolejowy liczą 0,55 kg witryolu, a koszt 0,4 do 0,6 marki (19 do 28 kop.). Witryol niebieski powinien nie zawierać w sobie witryolu zielonego (siarozanu żelazowego, który nie oddziałuje dodatnio), a woda ma być wolna od wapna. Sposób ten stosuje się więcej do słupów telegraficznych, mniej zaś do podkładów kolejowych.

Nasycanie chlorkiem rtęciowym (sublimatem; Kyan 1832). W kadziach drewnianych (bez części żelaznych) roztworza się 1 część $HgCl_2$ w 150 częściach wody, a w roztwór ten wkłada się podkłady: z drzewa iglastego na 8 do 10 dni, dębowe na 12 do 14 dni, przyczem każdy podkład wehłania w siebie, lecz tylko powierzchnię, około $\frac{1}{8}$ kg sublimatu. Sublimat jest silną trucizną, wypada zatem przedsięwziąć należyte środki zabezpieczające robotników od niego. Koszt na jeden podkład kolejowy wypada 0,75 do 1 marki (35 do 47 kop.). Sposób ten naogół mało znajduje zastosowania.

Budowle chronimy od grzyba, unikając starannie zawleczenia jego zarodków (gruz podejranych!), przedewszystkiem zaś przez utrzymywanie drzewa w stanie suchym. W razie pojawienia się grzyba, o ile się go dostrzeże zawczasu, można zniszczyć go przez odjęcie

mu warunków bytu, a więc przede wszystkim wilgoci (ogrzewanie i przewietrzanie), nadto przez nasycanie drzewa roztworem sublimatu, albo innymi środkami wypróbowanymi, przyczem jednakże należy się wystrzegać kosztownych, a często bezskutecznych środków o składzie utrzymanym w tajemnicy.

Robaczywieniu drzewa zapobiega nasycenie powierzchni ciałami żywicznymi lub tłustymi, jako to dziegciem, naftą i t. p. Drzewo już toczone przez robaki smaruje się kilkakrotnie kwasem karbolowym, albo też mieszaniną następującą: 3 części objętościowe soli rozpuszcza się w 26 częściach ługu mydlarskiego, (soda żrąca gotowana z tłuszczem). Pary benzynowe zabijają poczwariki robaków, lecz jest to czynność wysoce niebezpieczna, lepiej zatem w wytoczone przez robaki dziurki wsączać roztwór sublimatu, albo surowego kwasu solnego.

Od pożaru można drzewo ochronić przynajmniej o tyle, aby nie paliło się płomieniem. Ochronę taką stanowi, np. 5 do 6-ciu razy nałożona powłoka z bardzo rozrzedzonego szkła wodnego, z domieszką nieco gliny lub kredy, albo powłoka z roztworu chlorku wapniowego, w którym gasi się wapno palone.

Trwałość drzewa utrzymanego w zupełnej suchości, albo też stale pod wodą, jest dla sośniny, modrzewiny i świerczyny bardzo wielka, dla dębiny prawie nieograniczona. Gdy drzewo bywa na przemian suche i wilgotne, to dębina wytrwa około 50 lat, sośnina zaledwie 20 lat. W gruntach gliniastych lub mokrych, a piaszczystych drzewo trzyma się dobrze, gorzej już w gruncie piaszczystym, suchym, najgorzej zaś w gruncie wapnistym.

Towar drzewny.

1 metr wypełniony (mw) = 1 m³ wypełniony zupełnie masą drzewa, bez przestworów, w przeciwstawieniu do tego 1 metr objętościowy (mo) = 1 m³ zajęty przez drzewo (np. szczapy ułożone na siebie luźno), t. j. z nieodzownymi przestworami.

W lesie odróżniają: pnie grubości ponad 14 cm, pniaki od 14 do 7 cm, a niżej 7 cm. pręcie (proste tyki, paliki i t. p.), albo chrust, wreszcie posusz, susz, t. j. gałęzie odłamane bez ostrych narzędzi.

Zgrubienie pnia od wierzchołka ku korzeniom bywa na metr bież.: u drzew iglastych 1,0 do 1,5 cm (1 — 1,5^{0/0}); u liściastych 1,5 do 2,5 cm (1,5 — 2,5^{0/0}).

Drzewo w lesie dzielią na gatunki poniższe:

a) długopienne.

1. Pnie ponad 14 cm grubości w końcu od wierzchołka, t. j. pnie wyborowe, dalej pnie traczne (dla traczy) i zwykle krągłaki 1 do 5-tej klasy sprzedają się na metry wypełnione (mw).

2. Pniaki od 7 do 14 cm śred. (na mw), a pniaki na łaty, słupy (sztandary) do rusztowań, tyki do chmielu i t. p. 1 do 3-ciej klasy (na sztuki).

3. Pręcie (tyki do chmielu i grochu, paliki do drzew lub do płotów i t. p.) 4 do 8-ej klasy (na sztuki).

b) drzewo sągowe (w sągach) na metry objętościowe.

1. Pniaki (1 i 2 klasa); 2. drzewo kopalniane (klasa 3 do 6); 3. chrust i susz.

Drzewo w handlu dzielią na gatunki poniższe.

a) Krągłaki (na mw): 1. wały do młynów, młotowni (hamerni), pnie traczne i t. p.; 2. krągłaki zwykłe.

b) Krawędziaki (na mw): 1. belki bez bielu; 2. belki ostrokrawędziowe; 3) belki pełnokrawędziowe; 4. belki o krawędziach zaokrąglonych; 5) słupy kańciaste.

c) Tarcice: 1. dyle z półdrzewia 10 do 15 cm gr. (w mw); 2. bale 5 do 8 cm gr. (w pniach tartych na mw, albo ostrokrawędziowe na m²); 3. deski i okrajki (obładry) jak bale.

d) Łaty (na mb): 1. dachowe, 2, 5·5 cm do 3·6 cm; 2. grube (podwójne) 5·8 cm; 3. szpalerowe 1,5·2,5 cm do 2·4 cm.

e) Drzewo opałowe: 1. polana szczapowe, czyli szczapy (rozszczepiane, łupane) z pni ponad 14 cm średnicy (w mo); 2. polana krągłakowe, pały 7 do 14 cm średnicy (w mo); 3. pręcie i chrust poniżej 7 cm średn.; 4. posusz, susz, t. j. gałęzie odłamane bez ostrych narzędzi.

Krągłaki budulcowe (długopienne, nieciosane) podług grubości i długości dzielią na:

Gatunek	Średnica końca od wierzch. cm	Długość: m.
Strzały proste	35 i więcej	14 i więcej
Budulec wielki	25 do 35	12 do 14
Budulec średni (słupowy)	20 „ 25	9 „ 12
Budulec drobny (krokwiowy)	15 „ 20	9 „ 11
Pnie tarcicowe	13 „ 15	7 „ 9
Pnie żerdziowe na łaty i t. p.	8 „ 13	7 „ 9

Pnie traczne bywają średnio 8 m długie, o średnicy od wierzchołka 35 do 50 cm. Przepołowiony budulec pełny (ciosany lub nie) daje półdrzewie, a przedzielony na cztery części na krzyż daje krzyżulec. Pnie ociosane toporem, wysychają łatwiej i są dogodniejsze w przewozie niż krągłaki. Budulec rozszczepiany (łupany) jest wytrzymalszy i mniej wichrowny od tartego, a wyrabia się przez rozszczepianie klinami lub siekierą pnia całego, przeciętego uprzednio wpoprzek na krótsze kawałki; podatny zwłaszcza pod polepy.

Krawędziaki budulcowe (budulec wiązaniowy) sprzedają się gotowe we wszystkich wymiarach poprzecznych, począwszy od 8·8 cm do 28·30 cm.

Delegacja budownicza, sekcji technicznej, Warsz. Oddziału Tow. popier. przemysłu i handlu w czerwcu 1899 r., po porozumieniu się z majstrami ciesielskimi i składnikami budulca, postanowiła *) sto-

*) Przekroje normalne drzewa budowlanego i tablice do ich zastosowań, przyjęte i zalecone do stosowania w praktyce przez Delegację Architektoniczną Warszawa 1899. nakładem Warsz. Oddziału Tow. Pop. Prz. i Handlu.

sować normalne przekroje budulec, wprowadzone urzędowo w Niemczech w r. 1898. Budulec podzielono na:

a) Składowy o długościach i przekrojach ściśle określonych:

1. budulec wiązaniowy,
2. belkowy,
3. słupowy.

b) Budulec zamowny (obstalunkowy) bez określonej długości:

1. budulec belkowy,
2. budulec różnego przeznaczenia.

1. Przekroje normalne belek i słupów w cm.

8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
8/8	8/10	10/12	10/14	12/16	14/18	14/20	16/22	18/24	20/26	22/28	24/30
.	10/10	12/12	12/14	14/16	16/18	16/20	18/22	20/24	24/26	26/28	28/30
.	.	.	14/14	16/16	18/18	18/20	20/22	24/24	26/26	28/28	.
.	.	.	.	.	.	20/20	.	.	.	.	.

Budulec składowy:

1. wiązaniowy, 10 m długi: $\frac{10}{10}$, $\frac{10}{14}$, $\frac{12}{12}$, $\frac{12}{16}$, $\frac{14}{14}$, $\frac{14}{18}$;
2. belkowy: 5 m dł.: $\frac{14}{20}$, $\frac{16}{22}$; 6,5 m dł.: $\frac{18}{21}$, $\frac{20}{26}$; 8 m dł.: $\frac{22}{28}$, $\frac{24}{30}$;
3. słupowy: 4 m dł.: $\frac{16}{16}$, $\frac{18}{18}$, $\frac{20}{20}$, $\frac{24}{24}$, $\frac{26}{26}$, $\frac{28}{28}$.

Budulec zamowny:

1. belkowy: $\frac{16}{20}$, $\frac{18}{22}$, $\frac{20}{24}$, $\frac{24}{26}$, $\frac{26}{28}$, $\frac{28}{30}$;
2. różnego przeznaczenia: $\frac{8}{8}$, $\frac{8}{10}$, $\frac{10}{12}$, $\frac{12}{14}$, $\frac{14}{16}$, $\frac{16}{18}$, $\frac{18}{20}$, $\frac{20}{22}$.

2. Wymiary normalne tarcic, łąt i t. p.

Długości: 3,5, 4, 4,5, 5, 5,5, 6, 7 i 8 m. Grubości: 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12 i 15 cm. Szerokości desek o brzegach prostych w odstępach centymetrowych.

Podkłady kolejowe (p. Dział XI, rozdz. I. B. III. b. 2. a. nasytanie p. str. 109).

Warunki dostawy niemieckich dróg żelaznych:

Drzewo ma być zupełnie jędrne, rdzenne, bez kory (w podkładach dębowych nawet bez bielu), nie nadgniłe, ani gąbczaste lub luźno spójne, wzrost drzewa nie wichrowaty, bez rysów, pęknięć lub luźnych słoików. Dozwala się tylko zdrowe sęki, o ile nie zajmują więcej niż $\frac{1}{6}$ przekroju. Sęki zmurszałe należy wyciąć, przyczem jednakże strata na przekroju nie ma przewyższać $\frac{1}{12}$, a powierzchnie, na których spoczywają szyny, muszą być pełne i wolne od podobnych braków.

Dozwolone uchybienia w długości ± 5 cm: w nacięciu pod szyny ± 3 cm względem osi. Można przyjmować i podkłady z pewnymi uchybieniami w rozmiarach, po cenie o 20% niższej, o ile podkłady te pozatem są zupełnie dobre, a ilość ich nie przekroczy $\frac{1}{10}$ całości dostawy.

Podkłady zwrotnicowe muszą posiadać przekrój dokładnie prostokątny (30-18 cm) i krawędzie zupełnie ostre i pełne.

Średnią trwałość podkładów na stosownej podsypce (balaście) i przy należytem nasyceniu podkładów, oraz koszt w Niemczech podkładu nienasyconego podaje tablica drugostronna:

Gatunek podkładów	Nienasycone	Nasycone	Koszt podkładów nienasyconych
Sosnowe i modrzewiowe	7 do 9 lat	14 do 18 lat	1,8 do 3,0 marek
Świerkowe i jodłowe	4 " 5 "	9 " 12 "	1,6 " 2,8 "
Bukowe*)	2 1/2 " 3 "	15 " 30 "	1,4 " 3,0 "
Dębowe	15 " 20 "	20 " 30 "	3,8 " 5,0 "

Słupy telegraficzne i na inne **przewodniki elektryczne**, sosnowe, świerkowe, jodłowe i modrzewiowe, rzadko dębowe. Długości: 7, 8,5 i 10 m. Średnica od wierzchołka słupa odartego z kory i łyka 15 cm; zwężanie się ku wierzchołkowi około 1 cm/mb (10%). Średnice końca odziemnego mają być przynajmniej: przy długości 7 m: 22 cm, przy 8,5 m: 23,5 cm, a przy 10 m: 25 cm.

Na liniach bocznych używają i słupów o 12 cm w końcu wierzchołkowym, przy długości 7 m. Oprócz wymiarów najważniejszymi warunkami są: wzrost prosty, pień zdrowy, bez dziur w sękach lub pęknięć, przedewszystkiem zaś, aby słup był istotnie częścią odziemną całego pnia. Zaleca się nasycanie witryolem niebieskim pnia świeżo ściętego, nie odartego jeszcze z kory (p. str. 109), przez co trwałość słupa dochodzi do 12, a nawet 15 lat.

Drzewo lupane na gonty, dranice, klepki bednarskie, na drzewo porządkowe i t. p.

Bruki drewniane p. Dział X, rozdz. IV c. 2.

Trzony narzędzi: młociska, oskardziska i siekierzyska z jesieniny, grabiny lub amerykańskiego drzewa „hickory“; toporzyska bukowe; a dzierżaki łopat, szufli i widel jesionowe.

Drzewo opałowe. 1 m³ (objętościowy) szczap zawiera około 0,7 m³ (mw) drzewa, a 0,3 m³ przestworów; 1 m³ polan kraglakowych (pał) zawiera 0,6 do 0,65 mw drzewa, a 0,4 do 0,35 m³ przestworów, p. T. I, str. 323 i 324, oraz T. II, str. 111 i Dział XIII, rozdz. I A. a.

Rodzaje drzewa na budulec.

W Niemczech stosują przeważnie na budulec drzewa następujące:

Dąb najcenniejsze i pod każdym względem najlepsze drzewo tak na budynki, jako też do budowy statków i w wodnictwie.

Sosna (choja, chojka, choina, choinka) wyśmienita w suchem (najlepsze wiązania dachowe) albo też zupełnie pod wodą; również dobra przy suchości i wilgoci na przemiany. Kanadyjska sosna smołista (pitchpine) znakomita do budowy okrętów, na podłogi (posadzki do tańca).

Modrzew jest najcenniejszem drzewem iglastem; zastosowanie jak dębu lub sosny.

Świerk (smrok, smrek, smerek) w suchem lub zupełnie pod wodą, nie nadaje się natomiast w przemiennej wilgoci i suchości.

Jodła zachowuje się jak świerk.

*) Centralbl. d. Bauverw. 1898, str. 127 i 263.

Wiąz (większy gatunek brzoSTEM zwany) wszędzie przydatny, zwłaszcza w młynownictwie, wodnictwie i budowie okrętów (okrętownictwie).

Buk zupełnie pod wodą trzyma się znamienicie, stosuje się zatem do robót podwodnych; przy zmianach suchości na przemian z wilgocią jest nietrwały.

Olsza (ońcha) wyborna na roboty podwodne i wogóle w wodnictwie i młynownictwie.

Inne rodzaje drzew, jako to jesion, grab, topól i t. p. używają się na budulec tylko wyjątkowo.

IX. SMARY.*)

Celem smarowania jest zapobieganie bezpośredniemu zetknięciu się powierzchni po sobie się poruszających, a zatem zmniejszenie tarcia i związanych z niem strat pracy, zagrzewania się i ścierania powierzchni po sobie się ślizgających. Przy dostatecznym smarowaniu tarcie pojawia się nie na samych powierzchniach przesuwanych, lecz raczej w warstewce smaru między nimi zawartej (tarcie wewnętrzne).

Przymioty niezbędne dobrego smaru są:

1. Ślizgowatość**) możliwie wielka, t. j. przyczepność i lepkość.

Smar powinien przyczepiać się silnie do powierzchni ślizgających się, aby je możliwie zupełnie i trwale przedzielał (mniejsze ścieranie się metalu, a zarazem możliwie mało ustępował w box pod ciśnieniem (mniejsze zużycie smaru).

2. Płynność dostateczna, t. j. nie nadmierna spoiłość, a raczej szcpepność.

Cząstki smaru powinny się lekko przesuwad po sobie, w celu dokładnego wypełniania wszelkich nierówności na powierzchniach, oraz w celu niepowiększania oporu przez nadmierne tarcie wewnętrzne. Jednakże im bardziej płynnym będzie smar, tem snadniej da się wytłoczyć na boki, tem większem też będzie jego zużycie.

3. Możliwa niezmienność pod wpływem powietrza, ciśnienia i zmian temperatury.

a) Żywicznienie i jeltczenie wzmaga się pod wpływem ciepła i pyłu; powoduje ono wytwarzanie się zeskorupień i zeskwarzeń, okazujących się szkodliwymi, zwłaszcza w olejach żywicznych, z których rzadkopolymne są najgorszymi smarami. b) Parowanie (np. olejów mineralnych przy 150° w cylindrach parowych i suwakach) i rozkład ich zwłaszcza przez parę wodną.

4. Zupełna wolność od kwasów.***)

*) St. Nakielski, O smarach: Przegl. Techn. 1902, str. 401, 429 i 452 i t. d. J. Grossmann, Die Schmiermittel u. Lagermetalle; Wiesbaden 1894, C. W. Kreidel. A. Kunkler, Die Maschinenschmierung; Mannheim 1893. S. Kapff, Oznaczenie wartości smarów w Zeitschr. d. V. d. Ing. 1898, str. 553 i nast.

**) Ślizgowatością zowiemy zdolność wytworzenia ślizkości na powierzchniach smarowanych; bardziej ślizką stanie się powierzchnia (np. posadzka) od lepkiego smaru gęstopolymnego niż od zupełnie sztywnego łożu, albo od zupełnie rzadkopolymnego oleju, wyciskającego się z łatwością w bok.

***) Keller, Zeitschr. d. v. d. Ing. 1888, str. 676.

Części metalowe, stykające się ze smarem, cierpią bardzo od najmniejszych domieszek kwasów nieorganicznych (siarczanego), a nawet od kwasów organicznych (tłuszczowych). Oleje mineralne nie zawierają w sobie prawie wcale kwasów nieorganicznych; kwasy te znajdują się natomiast często w tłuszczach i olejach roślinnych i zwierzęcych, oczyszczanych kwasami, których potem nie zobjętniono należycie. Kwasy organiczne, zawarte w smarach lub się w nich wytwarzające, są natomiast mniej szkodliwe.

5. Wolność od przymieszek ciał stałych, chociażby nawet rozpuszczonych.

Domieszki podobne (cząstki tkanek, śluz w olejach roślinnych, cząstki skóry w zwierzęcych, koksu w mineralnych, a domieszki naciągające w celach fałszerstwa we wszystkich rodzajach smarów) same powodują już tarcie, jakoteż wytwarzanie się zeskórupień, zapychanie kanalików dopływowych i t. p. Cząstki metalu, starte z powierzchni ślizgających się, zanieczyszczają po pewnym czasie smar tak dalece, że sam staje się szkodliwym dla tychże powierzchni. Trzeba zatem smar odnawiać, używany zaś można oczyszczać, np. odsączając takie cząstki stałe.

6. Niezmiennność w zimie, przy mrozach lub dla maszyn oziębiających.

7. Bezwodność.

Oleje, używane do oliwienia za pośrednictwem knota, nie powinny zawierać w sobie ponad 0,5% wody, która wogóle zmniejsza wssawalność knota. Tłuszcze, zdolne do wchłaniania większych ilości wody, bywają nią nieraz zafałszowane.

Smary istotnie oszczędne (ekonomiczne) powinny łączyć w sobie ślizgowatość z pewną lepkością, lecz tylko do takiego stopnia, aby spowodowane nią tarcie wewnętrzne (zagrzewanie i strata pracy) nie pochłaniało korzyści z oszczędności na smarze samym.

Pomijając cenę, przy **wyborze smaru** powinniśmy uwzględnić: 1. ciśnienie jednostkowe na powierzchnie, 2. prędkość ich ruchu, 3. temperaturę, w jakiej smar działa.

Np. do oliwienia czopa, umiarkowanie obciążonego i obracającego się niezbyt prędko, nad olejem rzepakowym, nader ślizgowatym i rzadkoplennym, będzie miał przewagę stosowny olej mineralny, jeszcze lepki przy 50°, lecz dostatecznie ślizgowaty, gdyż zużywane ilości oleju rzepakowego byłyby nadmierne. Natomiast przy znacznem ciśnieniu (np. czopa korby u wielkiego silnika parowego) olej rzepakowy okaże się właściwszym, bo ów olej mineralny nie byłby dostatecznie odporny na takie ciśnienie, z powodu niedostatecznej ślizgowatości.

Przy małym ciśnieniu, a wielkiej prędkości (np. do wrzecion przedzarek) pierwszym warunkiem będzie rzadkoplenność, gdyż tarcie wewnętrzne wzrasta wraz z prędkością; nadawałby się tu zatem olej mineralny rzadkoplenny, czysty, albo z domieszką 25% oliwy. Do smarowania części poruszających się w parze (tłoki, suwaki i t. p.) wypada używać smaru przede wszystkim wysoce ślizgowatego, ponieważ przy tak wysokich temperaturach rozmaite rodzaje smaru mało się różnią pod względem stopnia swej płynności.

Płynność olejów mineralnych w temperaturach zwykłych ulega znacznym zmianom pod wpływem zmieniającej się temperatury: przy ich stosowaniu trzeba zatem baczyc na temperaturę, w jakiej mają działać. Oleje takie, jeszcze zupełnie lepkie przy 20°, stają się dwa razy płynniejszymi przy 35° do 40°, a przy 50° do 60° są już zupełnie rzadkoplenne.

Smarm sztwywny*), t. j. tłuszcz nader lepki, prawie skręplony, zaleca się chyba w razach wyjątkowych. Zalety jego (nie ścieka, pozostaje w miejscu nawet w czasie spokoju, chroni od dostępu kurzu, jest zatem oszczędny i wygodny w użyciu) nikną wobec wad: skutkiem nader małej jego ślizgowatości i bardzo wielkiego tarcia wewnętrznego tak praca stracona, jako też ściera się powierzchnie są nadzwyczaj wielkie; **) nadto smarowanie jest nierównomiernie i niepewne, smar taki trzeba pod ciśnieniem doprowadzać między powierzchnie, a zupełna jego nieprzejrzystość nie pozwala rozpoznawać domieszek; wreszcie zużywa się przy nim do czyszczenia wiele ście-

*) Heusinger v. Waldegg, Schmiermittel der Eisenbahnen; Wiesbaden 1871.

**) Woodbury, Measurements of the friction of lubricating oils; New-York 1885.

rów (materiałów do czyszczenia), które można powrotnie oczyszczać tylko benzyną. Jedynie do smarowania czopów bardzo obciążonych, a powoli się poruszających, do rozległych pędni (transmisyi) o małej liczbie obrotów, do luźnych kół pasowych, albo do łożysk niedostępnych, wreszcie do szybko wirujących części, z których smar płynie by odpryskiwał, zaleca się niekiedy stosowanie smarów sztywnych.

Prawie w każdej fabryce wypadnie zatem stosować rozmaite gatunki smarów, rozumie się, w możliwie ograniczonej ilości gatunków, co najmniej jednak trzeba mieć dwa gatunki, z których jeden do cylindrów i suwaków silnika parowego. Lepiej kupować smary nie po cenach najtańszych, lecz u dostawców zaufania godnych, bo tanie smary, aczkolwiek pozornie zupełnie dobre, okazują się z czasem zazwyczaj bardzo drogimi, bo szkodliwymi dla urządzeń fabrycznych, oraz pochłaniającymi wiele pracy mechanicznej.

Smar ściekający z łożysk w ściekiewki (miseczki zbierające) zawiera w sobie cząstki metaliczne, kurz i t. p. nadaje się zatem w tym stanie już tylko do celów podrzędniejszych (przy wierceniu, szmyrglowaniu i t. p.). Gdy jednakże smar doprowadzamy nader obficie, np. przy maszynach szybkochojących (silniki gazowe, prądnice i t. p.), ponowne użycie smaru, po należytem oczyszczeniu, będzie wskazane. Oczyszczamy zaś smar w oddzielnych przyrządach przez osadzanie się części stałych i przez ich odsączenie.

Nawet ze ściarów (np. odcinki bawelniane do ścierania smarów rozmazanych na częściach maszyn) można wydobyć część smarów przez odwirowanie. Ściary takie oczyszcza się do reszty od tłuszczów, piorąc je w benzynie (mieszadło w naczyniu zamkniętem), co przy smarach sztywnych jest jedynym sposobem oczyszczenia.

Ważniejsze rodzaje smarów są:

1. Oleje tłuste i tłuszcze.

Tłuszcze zwierzęce i roślinne, zwłaszcza zaś w końcu wspomniane, ulegają rozkładowi pod wpływem tlenu powietrza, przez co jętczeją, t. j. wydzielają niezwiązane kwasy tłuszczowe. Rozprowadzone w cienkie warstewki wysychają one prędzej lub wolniej (oleje żywiczące i nieżywiczące, oraz żywicznijące i nieżywicznijące). Gotując je z ługiem potasowym lub sodowym, zmydlamy je na szare mydło (potasowe) lub na mydło twarde (sodowe). Wszelakie oleje tłuste i tłuszcze ulegają w mniejszym lub większym stopniu rozkładowi przy odparowaniu.

Surowe oleje roślinne wytłaczamy ponajczęściej z rozdrobnionego materiału surowego, rzadziej wydobywamy je przez wyługowanie siarczkiem węglowym; są one zamaczone ciałami białkowymi i śluzowymi, które usuwamy działaniem kwasów (zwykle siarczanego), kwasy zaś uobojętniamy rozczyntem sody, poczem olej przemywa się wodą. Olej tak oczyszczony (rafinowany) jest barwy jasnożółtej do wodnisto-przezroczystej.

Olej rzepakowy zawiera 1,5% ciał śluzowych i t. p., a w surowym stanie nadaje się do użytku jedynie po należytem odstaniu się i oddzieleniu od osadów; lepszym będzie olej oczyszczony kwasem siarczanym. Jasny olej (czyszczony) okazuje się korzystniejszym w zastosowaniu niż ciemniejszy (nieczyszczony). Olej rzepakowy

słabo tylko żywicznie, natomiast jeliczeje łatwo, co jednakże nie przeszkadza jego stosowaniu, o ile się go tylko ochrania od kurzu i ciepła. Jest on smarem ze wszystkich tłuszczów najpowszechniej stosowanym z powodu względnej taniaści i znacznej smarowności (t. j. przymiotów właściwych dobremu smarowi). Stosownie do ceny otrzymuje on w handlu domieszki innych olejów roślinnych i mineralnych, a nawet żywicznych. Ciężkość właściwa średnio 0,914; krzepnie przy -1° do -10° .

Oliwa przeważnie zielonkowata, jest jeszcze bardziej smarowną niż olej rzepakowy, nie wysycha, nie tworzy skorupy, natomiast zawiera najwięcej swobodnych kwasów tłuszczowych. Stosują ją najczęściej do przedzarek, a oczyszczoną i do maszyn delikatniejszych. Wysoka cena skłania do zafalszowań. Wypadałoby unikać przynajmniej jej falszowania olejami: konopnym, lnianym, makowym i innymi szybko schnącymi. Ciężkość właściwa średnio 0,918; krzepnienie: już powyżej zera wydzieli się stearyna.

Olej rycynowy, lepki i dość łatwo schnący, mimo to w stosownych warunkach niezłym bywa smarem. Ciężkość właściwa średnio 0,965.

Olej z siemienia bawelnianego, słabo schnący, używa się zatem na domieszkę do innych olejów, zwłaszcza oliwy, a przez utlenianie wyrabiają z niego olej utleniany, inaczej sztucznym olejem rycynowym zwany, (Blown oil, oxidized oil), który często bywa kwaśny. Ciężkość właściwa średnio 0,926; krzepnienie: wydziela palmitynę już przy $+12^{\circ}$.

Olej migdałowy (słodki), oczyszczany jest wyborynym smarem dla delikatnych przyrządów, zegarków i t. p.

Tłuszcze zwierzęce wydobywają się z materiałów surowych (łoju, słoniny, racic, kopytek i t. p.) przez gotowanie (wytapianie) nad ogniem (często z kwasem siarczanym) lub parą przegrzaną, albo przez ługowanie benzyną i t. p.

Łój wołowy i skopowy, jeżeli ma być zdalny do użycia, powinien być wolny od kwasu siarczanego. Dobry łój jest twardy, zawiera w sobie mało swobodnego kwasu tłuszczowego, nie jeliczeje łatwo (łój skopowy jeliczeje łatwiej niż wołowy). Falszują go często domieszkami innych tłuszczów, a nawet ciałami nietłustymi. Ciężkość właściwa średnio 0,948; łój wołowy topnieje przy 45° , skopowy przy 47° .

Łojem wołowym smarują pasy skórzané (p. T. I, str. 477). Używają do tego celu też smarów innych, nie lepszych, lecz droższych (smar przeciw ślizkości, tłuszcz przyczepny i t. p.), w Ameryce zaś mieszaniny 3 części tranu z 1 częścią gorącego łoju.

Na smary używają też, lecz tylko w okolicach, gdzie jest tani, tranu rybiego lub wielorybiego.

Olej raciczny i kopyteczany wyrabia się w najlepszym gatunku z racic wołowych i owczych — w gorszym z kopyt końskich — nie jeliczeje on, nie schnie, a jest nader ślizgowaty. Z powodu wysokiej ceny stosują go tylko do maszyn delikatniejszych, a w postaci oczyszczonej nawet do zegarków; wysoka cena jest też przyczyną licznych zafalszowań.

Olej olbrotowy jest tłuszczem najbardziej rzadkopląnnym, nie jęlczeje, nie schnie, jest zatem wyśmienitym smarem dla delikatnych maszyn.

Olej smalcowy odtlacza się ze smalcu wieprzowego, a służy przeważnie do fałszowania innych olejów.

Tłuszcz z wełny w stanie surowym jest zbyt lepki, można go zatem używać jedynie w mieszaninie z innymi tłuszczami; po przekropleniu (dystylacji) zawiera zaś wiele kwasów i staje się zupełnie niezdatnym na smary.

2. Oleje mineralne, surowe otrzymujemy z suchej dystylacji węgla lub torfu (oleje smolne, mazie), albo też jako oleje kopalne (olej ziemny, skalny), a przekraplając, rozdzielamy je na oleje lekkie, a rzadkopląnnne (oleje do oświetlenia, do wyrobu gazu i do czyszczenia) i na oleje ciężkie, a lepkie (smary), z których przez przesączanie (filtrowanie) otrzymujemy smary do cylindrów, a smary zwykłe przez przekraplanie i czyszczenie kwasem siarczanym, oraz ługiem sody żrącej.

Oleje mineralne na powietrzu, z wyjątkiem barwy, nie podlegają zmianom, a więc nie wydzielają kwasów, nie gęstnieją i nie wysychają. W ciepłe parują, zwłaszcza niskowrzące. Barwa rozmaita od jasnożółtej i żółtoczerwonej do czarnobrunatnej. Łatwo je odróżnić od olejów tłuszczowych, posiadają one bowiem, gdy światło na nie pada, połysk inno barwny, niebieskawy lub zielonawy. Jedne (amerykańskie) wydzielają parafinę już przy $+10^{\circ}$ i, krzepnąc przy 0° , nabierają gęstości maści; inne (rosyjskie) pozostają płynnymi w bardzo niskich temperaturach. Wszystkie zaś stają się bardzo rzadkopląnnymi w temperaturach wyższych. Ciężkość właściwa: 0,885 do 0,932.

Niektóre oleje mineralne nadają się za ledwie do podrzędniejszych zastosowań, inne dorównywały jako smary najlepszym olejom tłuszczowym. A że nadto ceny ich są na ogół niższe, więc też mineralne oleje rosyjskie i amerykańskie, wyrabiane z olejów ziemnych, zastępując oleje tłuszczowe, wyparły je już prawie zupełnie z użycia.

Przy jednakowym stopniu oczyszczenia, t. j. przy barwie jednakowej, olej mineralny bardziej lepki posiada też większą ślizgowatość niż rzadziej płynny. A że ślizgowatość jest najważniejszym przymiotem smaru, więc też lepki olej mineralny daje zazwyczaj więcej oszczędności, przynajmniej dopóki ilościowo mniejsze spożycie nie przeważa niekorzyści wynikających z większego tarcia wewnętrznego.

Wyparowalność bywa tem mniejsza, im wyższą będzie temperatura zapłomienienia (zapłonienia) i zapalności; a na wyparowalność trzeba zwracać szczególną uwagę przy olejach mineralnych, smarujących części poruszające się w parze lub gazach gorących. Temperatura, w której lżejsze części oleju parują i wytwarzają gazy palne (temperatura zapłomienienia) powinna być znacznie wyższa od temperatury w cylindrze parowym i suwaku. Smar do cylindrów powinien nadto posiadać ślizgowatość możliwie wielką.

Dane o niektórych olejach mineralnych zestawiono w tablicy poniższej:

Nazwa i pochodzenie	Ciepłota właściwa przy 15°	Krzepnie przy	Barwa		Temp. zapłomienia	Temp. zapalności	Lepkość ¹⁾ przy	
			pod światło	ze światłem			50°	150°
Olej do wrzecion, amerykański	0,885	— 2°	jasno żółta	zielona, nieco niebieskawa	174°	202°	1,8	.
Olej do maszyn, jasny, rosyjski	0,909	poniżej — 10°	żółta	zielona i niebieska	197°	234°	6,6	.
Olej do cylindrów, ciemny, rosyjski	0,920	— 8°	czerwono-brunatna	zielonawa	210°	235°	.	1,53

¹⁾ Woda przy + 20° ma lepkość = 1.

3. Oleje żywiczne otrzymujemy przez przekrapianie żywicy drzew iglastych i następne odkwaszenie; zasychają one łatwo na twarde skorupy i posiadają nieznaczną tylko ślizgowatość; można je stosować na smary jedynie w mieszaninie z olejami mineralnymi lub roślinnymi.

4. Oleje i tłuszcze z domieszkami. Lepkie tłuszcze do maszyn są ponajczęściej mieszaniną mydła wapniowego i oleju, lecz z powodu znacznego tarcia wewnętrznego nie zalecają się wcale na smary. Smar na koła zębate jest mieszaniną łożu i oleju, zazwyczaj z domieszką grafitu, albo łożku (talcum).

Do **oceny smarów** stosują rozmaite sposoby badań mechanicznych i chemicznych. (Próbiarki ślizgowatości, próbiarki lepkości lub płynności, próbiarki zapłomienia i t. p.) *)

Warunki na dostawę smarów mineralnych (podl. okólnika pruskiego ministra robót publicznych z 4 lutego 1892) wymagają, aby płynne smary do wagonów, silników parowych i obrabiarek miały ciężkość właściwą przy + 20° od 0,9 do 0,925, a lepkość mierzona próbiarką Englera, względnie do przyjętej za jedność lepkości wody przy 20°, ma pozostawać w granicach:

przy temperaturze	20°	30°	40°	50°
stopnie lepkości od	45	20	12	9
do	25	12	8	6

Zapłomienie: Smar zagrzany do 160° nie ma wydzielać par zapalnych (Przyrząd do prób opisano szczegółowo). **Krzepnienie:** Rozróżnia się smar zimowy i letni, pierwszy jeszcze przy — 15°, drugi zaś przy — 5° ma być jeszcze na tyle płynnym, aby pod stałym ciśnieniem 50 mm słupa wodnego wznosił się przynajmniej na 10 mm w rurce szklanej, 6 mm średnicy w świetle. (Przyrząd do prób opisano szczegółowo). Smar ma być bezwodny i wolny od kwasów, o słabym zapachu i zupełnie rozpuszczalny w benzynie naftowej, o ciężkości właściwej 0,67 do 0,70. Smar ma być niczem niezanieczyszczony i niema dawać osadu, nawet po długim odstawianiu się, a cienkie jego warstewki na powietrzu nie powinny ani zrywać się, ani też wysychać na powłokę w rodzaju pokostowej.

Warunki szczegółowe Dyrekcyi kolejowej w Altonie:

Olej rzepakowy do smarowania parowozów i tendrów ma być zupełnie przezroczysty, należyście odstały i wolny od kwasów i śluzu. Powinien być bez wszelkich obcych domieszek, zwłaszcza olejów żywicznych, smołowych lub mineralnych, albo wy-

*) Bliższe dane o próbiarkach smarów, jakoteż o zwykłych zafatłaszowaniach smarów p. A. Künkler, Die Maschinenschmierung i t. d., Mannheim 1893, wydane przez autora.

**) Centralbl. d. Bauverw. 1892, str. 87. Odbitki u Wilh. Ernst & Sohn, Berlin W. 66.

tworów przekraplania olejów w końcu wspomnianych, a nie ma dawać osadu nawet przy dłuższym przechowywaniu.

Łój wołowy powinien niezawierać w sobie ani kwasów mineralnych, ani innych obcych domieszek, ani nawet cząstek skóry, mięsa lub wogóle tkanek zwierzęcych; barwa jego ma być biała, o tonie nieco żółtawym, a zapach świeży, nie zjełczały. Nie przyjmuje się ani łoju zawierającego ponad 1% kwasu tłuszczowego (a raczej ilości równoważonej 1% kwasu siarczanego), ani też łoju, którego punkt krzepnięcia leży poniżej 33°, albo powyżej 38°.

Do niektórych zastosowań, np. do zgęszczarek (kompresorów), dobrym smarem okazał się **grafit**.

X. SKÓRZANE PASY NAPĘDOWE.

Najgrubsze skóry wołowe lub bycze po wygarbowaniu mają 5 do 8 mm grubości; skóry niegarbowane są wprawdzie bardziej wytrzymałe na ciągnięcie, lecz są one mało sprężyste, nie przylegają należycie do koła pasowego i podlegałyby zepsuciu. Skóra z krów nie nadaje się na pasy, jako zbyt niejednostajna, a skóra koni morskich, (morsów) aczkolwiek do 20-mm gruba, rzadko się używa na ten cel.

Skóra na zwierzęciu ma kształt beczkowaty; przy wyrobie rozplaszcza się ją, a rdzenna część skóry wołowej, zdalna na pasy, jest najwyżej 1,2 m szeroka, a 1,2 do 1,5 m długa w kierunku od głowy do ogona. Środkowa część nagrzbietna (słupcowa), szerokości do 200 mm, t. j. po 100 mm na każdą stronę od środka, posiada prawie zupełnie jednostajną grubość około 5 mm; dalej od środka, aż do 400 mm średnio w każdą stronę, pogrubia się skóra zwolna do 8 lub 9 mm. Wobec tych okoliczności można z jednej skóry otrzymać pasy o grubości jednostajnej tylko: z części środkowej, do 5 mm grubości i do 200 mm szerokości, a z każdej połaci bokowej po jednym skroju 8 do 9 mm grubym i również do 200 mm szerokim, przyczem środki tych skrojów są równoległe do linii grzbietowej na skórze. Pasy podwójne mogą być 2 razy grubsze.

Pasy prosto i prędko chodzące (≥ 10 m/sek.) należy wykrawać wyłącznie z części nagrzbietnej (do prądnic dla oświetlenia, do rozdabniarek i t. p. już przy szerokościach od 100 mm począwszy), ponieważ tylko w takich pasach wszystkie włókna, jako przybliżenie równoległe, zdolne są do znoszenia w przybliżeniu równych naprężeń. Przy powolnym ruchu i na koła niezbyt małe można brać i pasy bokowe, gdyż w takich warunkach różne naprężone włókna (wewnętrzne i zewnętrzne) będą miały czasu podostatkiem do wzajemnego wyrównania naprężeń. Skóra wycięta z boków krzywi się przy rozciąganiu. Na wszystkie powyżej wyluszczone stosunki pozostaje nie bez wpływu i znaczenia pochodzenie skóry (z wołów, czy byków; z bydła górskiego, czy nizinnego), jako też jej garbowanie.

Oceniać wierności i wytrzymałości pasa, a więc jego przydatności na przenośnik pracy, podług jego grubości i wagi niemożna, albowiem grubość pasa zmniejsza nawet nieraz jego przydatność na cele powyższe.

C. v. Bach *) sądzi, że nawet wytrzymałość skóry nie może być miarodajną do oceny wartości pasa i jego zdolności przenoszenia pracy; ważniejszą jest jego sprężystość, oraz taki sposób obchodzenia się z pasem i jego zastosowania, aby tę jego sprężystość możliwie trwale mu zachować.

Przez przesadzone napęcznianie można wytworzyć skórę bardzo grubą, a nadto komórki skóry tak napchać garbnikiem, że skóra będzie wydawała się jędrną i mocną; lecz postępowanie takie jest tak samo niewłaściwe, jak sztuczne naciąganie (zwiększanie wagi) skóry cukrem gronowym, spatem ciężkim i t. p. materiałami, stosowanymi wyłącznie w celu omamienia odbiorców. Porównywać ze sobą można tylko skóry z ras podobnych i garbowane w sposób podobny.

Długość oddzielnych skrojów pasa, jak już wspomniano, bywa tylko 1200 do 1500 mm; część połudowaną skóry można używać co najwyżej w złączeniach pasa, które dla szerszych pasów (stosownie do właściwości końcy łączonych) miewają 200 do 400 mm długości; każda długość skóry wydaje zatem tylko 1000 do 1300 mm długości użytkowej pasa.

Łączy się skroje, przyszywając je natłuszczonymi trokami wpoprzek (pasy podwójne i wzdłuż), albo też skleja się je i stacza ze sobą, a do sklejanja używa się kleju, z dodatkiem terpentyny weneckiej z odrobiną octu. Na każdy cm^2 przekroju pasa liczą po 15 do 25 cm^2 powierzchni sklejaney. Końce pasa ścina się ukośnie w ostrze specjalnym heblem do skóry. Wytrzymałość złączenia bywa 200 do 300 kg/cm^2 .

Zaleca się oczyszczanie pasów przynajmniej w odstępach rocznych: zmywa się je i szcotokuje ciepłą wodą, ochraniając przytem miejsca sklejenia, oraz wysusza i naciera ciepłym tłuszczem do pasów (p. str. 117).

Najbardziej wytrzymałe warstwy skóry leżą w przybliżeniu na $\frac{1}{3}$ grubości, licząc od wewnętrznej strony skóry (od mięsa), lecz też w wewnętrznej połowie grubości wyteżanie pasów bywa największe. Tak z tego powodu jakoteż, by pas zachował w działaniu swe przyrodzone warunki przeginania, t. j. takie, w jakich skóra przeginała się na zwierzęciu, kładzie się pasy pojedyncze zazwyczaj stroną od mięsa (nie zaś stroną od włosa) na powierzchni kół pasowych. Dane o wytrzymałości pasów skórzanych p. T. I str. 336.

C. O. Gehrrens w Hamburgu, chcąc oznaczyć właściwości oddzielnych miejsc różnej płyty skóry, t. j. części grzbietnej, około 1200 mm szerokiej, pociął połowę takiej płyty na 48 pasków 5 cm szerokich, a 30 cm długich i dla każdego z tych pasków oznaczył rozciągnięcie i wytrzymałość przy zerwaniu, oraz wagę. Zwłaszcza rozciągnięcie w częściach bokowych skóry okazało się nader nierównomiernem, np. jeden pasek 5 cm, a sąsiedni 10 cm rozciągnięcia. Wynika z tego, że pas wycięty z części bokowych będzie się rozciągał nierównomiernie, a więc przy rozciąganiu będzie się krzywił i wicherzył. Z części bokowej nie można zatem wyciąć dobrego pasa prostego, natomiast bardzo dobrze można stąd wykroić pasy napółskrzyżowane i wogóle zwichrzone.

Dalsze wiadomości o pasach skórzanych p. T. I str. 474 i nast.

*) C. v. Bach, Die Maschinenelemente, 7 wydanie, Stuttgart 1899, oraz C. v. Bach Sprężystość pasów i lin napędowych, w Zeitschr. d. V. d. Ing. 1887, str. 221 i 245.

DZIAŁ DZIEWIĄTY.

MIERNICTWO.

I. NARZĘDZIA I PRZYRZĄDY.

A. Narzędzia do mierzenia długości.

1. **Łata**, żerdź drewniana, 3 do 5 m długa, o przekroju prostokątnym, podzielona pomalowaniem w dwa kolory na jednostki miary, z okuciem żelaznym lub mosiężnym na końcach.

2. **Łańcuch**, 20 m długi, składa się z ogniw z mocnego drutu żelaznego lub stalowego, zagiętych na końcach i połączonych pierścieniami. Odległość środków dwóch pierścieni 0,5 m. Pięć, dziesięć i piętnaście metrów odznaczają się małymi blaszkami metalowymi. Pierścienie końcowe są większe dla nakładania na kostury. Konieczne jest sprawdzanie łańcucha co pewien czas, bo przez używanie zmienia on swą długość. Szpilki służą do liczenia odmiarów.

3. **Taśma**, 20 m długa, lepsza od łańcucha, ma 1 do 2 cm szerokości, a 1 mm grubości. Podziałka oznacza się przynitowanymi blachami mosiężnymi. Na końcach taśmy mieszczą się ruchome pierścienie do wkładania kosturów. By zapobiedz załamaniom taśmy, pierścienie te osadza się przegubowo na dwóch, do siebie prostopadłych sworzniach.

4. Używają się nadto: stół, dalmierz, koło miernicze i liczykrok (pedometr). [Średni krok 30-letniego mężczyzny średniego wzrostu bywa 80 cm ± 5 cm, a jego zmienność 1 do 2⁰/₀].

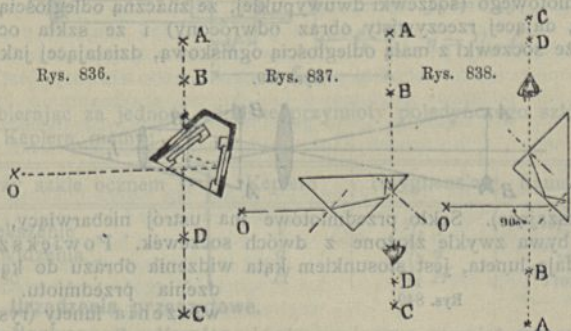
5. Granice błędów. Błąd średni F w mm, przy mierzeniu długości l w m, wynosi $F = f_1 l + f_2 \sqrt{l}$, jeżeli f_1 odnosi się do stałych przyczyn błędów, a f_2 do niezwykłych. Przy mierzeniu łatami, układanymi wzdłuż wyciągniętego sznura, bywa: $f_1 \approx 0$, a $f_2 = 0,0005$ do 0,002. Dla łat bez sznura: $f_1 = -0,2$ do $-0,5$, $f_2 = \pm 1$ do ± 5 . Dla łańcucha i taśmy: $f_1 = -0,2$ do $-0,5$, $f_2 = \pm 2$ do ± 10 . Błędy f_1 możemy prawie uniknąć, jeżeli zrobimy narzędzie umyślnie nieco dłuższym, np. jeżeli łacie pięciometrowej nadamy długość 5,001 m.

Przy robotach przedwstępnych dla projektów dróg żelaznych dozwala się przy wielokątowaniu: na 1 m długości błąd średni 0,003 m, a na długości l m największy błąd $0,003 \sqrt{l}$ m.

B. Narzędzia do wytykania kątów prostych.

1. **Dajkąt przeziernikowy:** mosiężny walec, graniastosłup lub stożek ścięty, wewnątrz pusty i poczerniony, z 2-ma lub 4-ma przeziernicami, leżącymi w jednej płaszczyźnie z osią przyrządu. Płaszczyzny przechodzące przez oddzielne przeziernice przecinają się nawzajem pod kątem 90° lub 45° . Każda przeziernica składa się z przeziernika, t. j. wąskiej szczeliny pionowej i celownika, t. j. szerszej szczeliny z rozciągniętą w pośrodku nitką pionową. Dajkąt tego rodzaju nadaje się tylko do wyprowadzania, a nie do spuszczenia prostopadłych do linii wytkniętej.

2. **Dajkąt dwuzwierciadelkowy,** albo zwierciadełko dajkątne (rys. 836) składa się z umieszczonych w odpowiednim pudełku, dwóch zwierciadełek, pochyłonych względem siebie o 45° . Służy do wyprowadzania i do spuszczenia prostopadłych. Jeżeli z punktu położonego na prostej AB wyprowadzić trzeba prostopadłą, to tykę O dopóty należy przesuwac, dopóki jej obraz, utworzony przez podwójne



odbicie, nie zejdzie się z tykami A i B , widzianymi ponad zwierciadelkiem. Jeżeli z O mamy spuścić prostopadłą do AB , to trzeba posuwać się od D po AB dopóty, dopóki się nie ujrzy obrazu tyki O , schodzącego się z tykami A i B . W obu razach otwór dajkąta zwraca się nieco ku punktowi O .

Dajkąt zwierciadelkowy uważać można za wyregulowany, gdy prostopadła z O na AC przecina ją w tym samym punkcie, przy kolejnym postępowaniu w obu kierunkach, t. j. AC i CA . W przeciwnym razie należy poprawić kąt pochylenia zwierciadełek, czyto za pomocą śrubek nastawnych, przesuwających jedno z nich, czy też za pomocą klinika wchodzącego pomiędzy zwierciadelka.

3. **Dajkąt pryzmatowy,** albo pryzmat do kątów (rys. 837 i 838) jest to odpowiednio oprawiony pryzmat szklany, o podstawie z trójkąta prostokątnego, równoramiennego. Ściana przeciwprostokątna działa jako zwierciadło. Tylko dwa razy odbity i dwukrotnie załamany

obraz (wedł. rys. 837 i 838) daje kierunek prostopadły. Obraz ten, przy lekkim pokręcaniu dajkąta około osi pionowej, wydaje się nieruchomym. Sprawdzenie i zastosowanie jak pod 2.

4. Błąd dozwolony dla narzędzi z pod 1 do 3 jest 2' do 8'. Długość prostopadłej nie powinna przenosić 40 m, bo przy 50 m i błędzie 2' uchybienie w położeniu byłoby już $\frac{2'}{3439} \times 50 = 0,03$ m.

5. **Krzyż pryzmatowy** służy do wytykania linii prostych między dwoma punktami, a składa się z dwóch pryzmatów prostokątnych, równoramiennych, których płaszczyzny przeciwprostokątne stoją na sobie prostopadle.

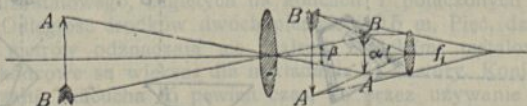
C. Przyrządy do mierzenia kątów.

a. Przyrządy o stałej podstawie.

1. Części składowe.

1. **Luneta astronomiczna, albo Keplerowska *** składa się ze szkła przedmiotowego (soczewki dwuwypukłej, ze znaczną odległością ogniskową, dającej rzeczywisty obraz odwrócony) i ze szkła ocnego (takiejeż soczewki z małą odległością ogniskową, działającej jak szkło

Rys. 839.

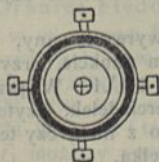


powiększające). Szkło przedmiotowe ma ustrój niebarwiący, szkło oczne bywa zwykle złożone z dwóch soczewek. Powiększenie, jakie daje luneta, jest stosunkiem kąta widzenia obrazu do kąta widzenia przedmiotu. Pole widzenia lunety (rys. 840)

Rys. 840.



Rys. 841.



Rys. 842.



zależy od $\alpha = \frac{a}{F} \cdot 206265$

w sek., jeżeli a jest średnicą otworu z krzyżem nitkowym, a F odległością ogniskową szkła przedmiotowego. Krzyżujące się nitki (rys. 841 i 842) powinny się znajdować tam, gdzie się tworzy obraz rzeczywisty, rzucony przez szkło przedmiotowe. W tym celu krzyż nitkowy, łącznie ze szkłem ocnym, albo od

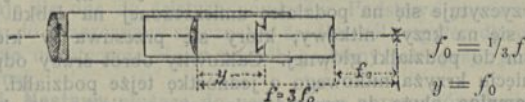
niego niezależnie, można przesuwając wzdłuż osi lunety za pośrednictwem zębniicy. Punkt, do którego celujemy, leżeć powinien na osi

*) W słowniku mierniczym „głównikiem gwiazdziarskim” nazwana.

optycznej (kolimacyjnej), która łączy środek optyczny szkła przedmiotowego ze środkiem krzyża nitkowego. Najczęściej stosują się następujące, złożone szkła oczne:

Szkło oczne Huyghens'a (rys. 843) składa się z dwóch soczewek płaskowypukłych, których wypukłości zwracają się w stronę szkła

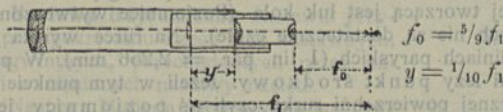
Rys. 843.



przedmiotowego; między temi soczewkami mieści się krzyż nitkowy.

Szkło oczne Ramsden'a (rys. 844) składa się z dwóch soczewek płaskowypukłych, zwróconych do siebie wypukłościami; krzyż nitkowy zaś jest ruchomy i leży między szkłem ocznym a przedmiotowym.

Rys. 844.



Obierając za jedność odnośne przymioty pojedynczego szkła ocznego Keplera, mamy:

Przy szkłe ocznem	Keplera	Huyghens'a	Ramsden'a
Powiększenie	V	$\frac{2}{3} V$	$\frac{10}{9} V$
Pole widzenia	α	$\frac{3}{2} \alpha$	$\frac{9}{10} \alpha$
Jasność	H	$\frac{9}{4} H$	$\frac{81}{100} H$

2. Urządzenia precyzytowe.

a. Noniusz, albo **Vernier**, drobnomiarem również zwany, służy do mierzenia części odstepu między kreskami podziałki, wzdłuż której się przesuwają. Noniusz bywa wsteczny i postępowy. Podziałka na wstecznym idzie w przeciwnym, a na postępowym w tym samym kierunku, co i podziałka główna. Jeżeli N oznacza jednostkę podziałki noniusza, a M jednostkę podziałki głównej, n liczbę jednostek podziałki noniusza, wreszcie $A = M : n$ jego wykładnik, to dla noniusza wstecznego będzie:

$$nN = (n + 1)M, \text{ czyli } N = M + A,$$

a dla noniusza postępowego:

$$nN = (n - 1)M, \text{ więc } N = M - A.$$

Noniusz postępowy używa się przeważnie do podziałek kołowych, wsteczny zaś do prostoliniowych.

β. Mikroskop. 1) Mikroskop pojedynczy, czyli **szkło powiększające**, składa się z soczewki dwuwypukłej, której odległość ogni-

skowa jest mniejsza od odległości, z jakiej zdrowe oko widzi wyraźnie (około 24 cm).

2) Mikroskop złożony, czyli **drobnowidz**, składa się ze szkła przedmiotowego, z soczewki płaskowypukłej i ze szkła ocznego (utworzonego z dwóch soczewek, czyli układu Campani'ego).

3. Drobnowidz śrubowy jest zwykłym drobnowidzem, zaopatrzonym jednak w leniwkę (śrubę mikrometryczną), której przesunięcie przyczytuje się na podziałce umieszczonej na łebku śruby, a przenosi się na krzyż nitkowy, który się przesuwają w kierunku równoległym do podziałki głównej. Całkowity obrót śruby odpowiada przesunięciu krzyża nitkowego o jednostkę tejże podziałki.

3. **Poziomnice**, służą do sprawdzania poziomu linii prostych i płaszczyzn, a składają się z oprawnych w mosiądz, zamkniętych naczyń szklanych, wypełnionych cieczą (zwykle eterem) z pozostawieniem jednak bańki powietrza lub pary.

a. **Poziomnica podłużna**: rurka szklana, zewnątrz walcowa, oprawiona w rurkę mosiężną, z wierzchu wyciętą i umieszczoną na podstawie mosiężnej. Wnętrze rurki szlifuje się podług powierzchni obrotowej, której tworzącą jest łuk koła. (Poziomnice wytworzone z rurek wygiętych nie są dostatecznie czułe). Na rurce wyryta jest podziałka w liniach paryskich (1 lin. par. = 2,256 mm). W środku tej podziałki leży punkt środkowy. Jeżeli w tym punkcie styczna do wewnętrznej powierzchni rurki, czyli oś poziomnicy jest równoległa do podstawy poziomnicy lub do osi przyrządu, z którym poziomnica jest złączona, to ta podstawa lub oś przyrządu będzie poziomą, skoro tylko środek bańki zejdzie się z punktem środkowym podziałki.

Poziomnica tem jest czulszą, im więcej się bańka odsunie, przy jednakowym pochyleniu osi do poziomu, albo też im mniejszy jest kąt α pochylenia osi (rys. 845) przy jednakowym odsunięciu się bańki, czyli im większy jest promień r łuku, według którego wyszlifowano wewnętrzną powierzchnię rurki. Do sprawdzania poziomu służy płyta piaska, spoczywająca na trzech śrubkach nastawnych, której pochylenie do poziomu możemy zmieniać za pomocą jednej z tych śrubek, mającej podziałkę leniwickową (mikrometryczną) na łebku. Jeżeli przy jednakim pochyleniu odsunięcie bańki będzie jednakowe w każdą stronę, to poziomnica jest dobrą. Równoległość osi poziomnicy do jej podstawy sprawdza się przez doprowadzenie środka bańki do punktu środkowego podziałki, za pomocą śrubki nastawiającej położenie rurki w oprawie mosiężnej, a następnie przez odwrócenie poziomnicy o 180°.

Rys. 845.



Jeżeli i wtedy środek bańki zejdzie się z punktem środkowym, to narzędzie jest wyregulowane. W przeciwnym razie odchylenie bańki odpowiada zdwojonemu kątowi pochylenia osi poziomnicy względem

poziomu, a bańkę za pomocą śrubki nastawnej cofnąć należy o poło-
wę odchylenia.

β. Poziomnica okrągła składa się z okrągłego pudełka metalowe-
go, którego pokrywą tworzy szkło płasko- lub wypukło-wklęsłe. Na
wierzchu pokrywy wyryte są koła współśrodkowe. Środek bańki
schodzi się ze środkiem tych kół, gdy poziomnica stoi poziomo. Czu-
łość poziomnicy okrągłej bywa mniejsza niż podłużnej i dla tego nie
nadaje się ona do ścisłych pomiarów. Podstawa powinna być równo-
ległą do płaszczyzny stycznej w środku kół współśrodkowych. Spraw-
dzanie skutecznia się w sposób podobny jak przy poziomnicy pod-
łużnej.

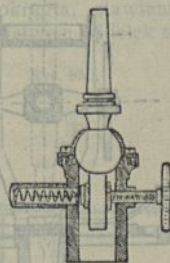
4. **Nastawy** służące do nastawiania przyrządów do poziomu (przy
zastosowaniu poziomnicy), są:

a. Nastawa kulkowa (rys. 846) posiada czop, na który wsadza
się tulejkę przyrządu, albo też naodwrot nastawa ma tulejkę, w któ-
rą się wkłada czop przyrządu. Czop lub tulejka nastawy kończy się
u spodu kulką, której przedłużenie walcowate utrzymują w żądanem
położeniu dwie śrubki nastawne i czopik przyciskany sprężyną.

β. Nastawa trzyramienna nastawia przy-
rząd przy pokręcaniu trzech śrub nastawnych,
cienkogwintnych, przechodzących przez na-
śrubki w ramionach nastawy nacięte.

7. **Nastawa Müller'a i Reineckego** łączy się
z dowolnym trójnogiem i służy do szybkiego
i pewnego nastawienia do poziomu dowolne-
go przyrządu, nawet przy silnie pochylonym
grzbiecie trójnogu, przyczem długość śrub na-
stawnych mogłaby się okazać niewystarcza-
jącą. Przeguby kuliste tej nastawy chwyta-
ją między siebie w ten sposób grzbiet trójnogu,
że ich zakleszczenie utwierdza zarazem całą
nastawę, pozwalając nietylko ustawić jej oś
do pionu, ale nadto przesunąć ją w pewnych
granicach i w kierunku poziomym, (bez prze-
stawiania trójnogu) w celu uśrodkowania przyrządu.

Rys. 846.



5. Trójnogi.

a. Trójnóg czopowy, o nogach całkowitych, składa się z grania-
stosłupa trójkątnego, zakończonego u wierzchu czopem, na który
wchodzi tulejka przyrządu. Do ścian bocznych graniastosłupa przy-
legają wierzchy nóg, przykleszczane naśrubkami motylkowymi.

β. Trójnóg grzbietowy, o nogach górą rozwidlonych, ma płaski
grzbiet drewniany, na którym się ustawia nastawę trzyramienną. Przez
otwór w środku grzbietu przechodzi hak, który za pośrednictwem
silnej sprężyny przyciąga nastawę do grzbietu. Nogi łączą się z grzbie-
tem na zawiasy, przykleszczane naśrubkami motylkowymi.

2. Teodolit.

Służy najczęściej do mierzenia kątów poziomych, o ile zaś
posiada koło pionowe, służyć może i do mierzenia kątów piono-

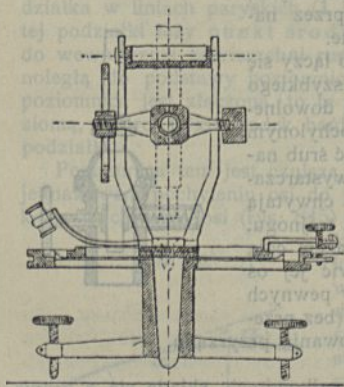
wych. *) Teodolit bez koła pionowego zowią też kołem poziomem, lepiej przyrządem odpołudnikowym (azymutowym). Teodolit składa się z części następujących:

1. **Nastawa trzyramienna** (ob. w.).

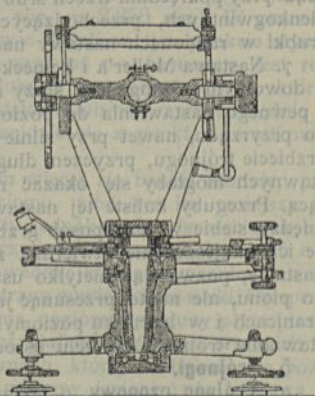
2. **Koło podziałkowe**, przez niektórych stopniówką zwane, posiada podziałkę w całych, połówkach lub trzecich częściach stopni, wrytą zazwyczaj na taśmie srebrnej, nałożonej na brzegu koła. W zwykłych teodolitach (rys. 847) koło to łączy się na stałe z nastawą trzyramienną. W teodolitach powtarzających natomiast koło podziałkowe złączone jest z czopem, który się swobodnie obraca w tulejce nastawy.

3. **Celownica**, koło współśrodkowe z poprzedniem, a wewnątrz niego umieszczone, której czop obraca się niezależnie przy teodolitach zwykłych w tulejce nastawy, a przy teodolitach powtarzających w wydrążonym czopie koła podziałkowego. Na celownicy, po obu końcach średnicy, wryte są noniusze postępowe, albo też zastępują je mikroskopy śrubowe. Nowy ustrój A. Meisnera osi pio-

Rys. 847.



Rys. 848.



nowej teodolitów powtarzających polega na tem, że w tulejkę środkową, stale połączoną z nastawą trzyramienną, wchodzi ściśle dopasowany czop stalowy celownicy, a do zewnętrznej powierzchni tejże tulejki środkowej, obtoczonej stożkowo, przylega ściśle tulejka zewnętrzna, połączona stale z kołem podziałkowym. Tym sposobem oba koła są nawzajem od siebie niezależne, a czop koła podziałkowego nie jest obciążony ciężarem górnych części przyrządu.

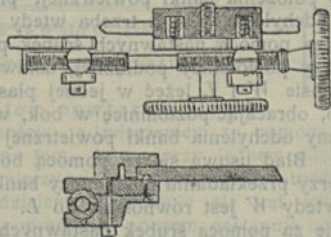
*) Nazywanie tych kątów wierzchołkowymi prowadzi do nieporozumień, dogodniejszą byłaby już nazwa kąty szczytowe, t. j. mierzące wzniesienie szczytów gór, wież i t. p. punktów.

4. **Kleszcze i leniwka** ustalają czasowe położenie celownicy względem koła podziałkowego, oraz jego położenie względem nastawy trzyramiennej. Kleszcze bywają boczne, na obwodzie koła (rys. 849) lub lepiej środkowe, przy osi.

Rys. 849.

5. Optyczna oś **lunety**

leży w płaszczyźnie pionowej, przechodzącej bądź to przez oś przyrządu, bądź też mimo niej. Łożyska spoczywające na podstawach przymocowanych do celownicy, bywają zamknięte, albo otwarte, umożliwiające przekładanie lunety, podczas gdy przy łożyskach zamknię-



tych luneta może się tylko obracać około swej osi poprzecznej, przyczem niektóre ustroje pozwalają obracać lunetę na wywrot, a nawet zupełnie wokoło. Stosują nadto **lunetę ustalającą**, którą nastawiwszy przed rozpoczęciem pomiaru na pewien punkt stały, możemy każdej chwili sprawdzić, czy się przyrząd nie przesunął.

6. **Poziomnica** przy teodolicie bywa albo okrągła, stawiana na celownicy, albo podłużna, osadzona za pośrednictwem widełek na osi lunety (por. str. 126).

Przy sprawdzeniu teodolitu, należy zbadać położenie (rys. 850) osi optycznej F , osi poziomej W , osi pionowej S i osi poziomicznej L . Wypełnione być muszą następujące cztery warunki:

Rys. 850.

1) F prostopadłe do W ,

2) W prostopadłe do S ,

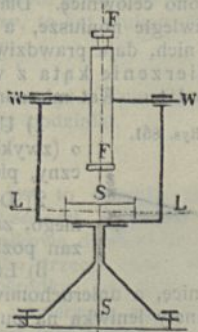
3) L prostopadłe do S ,

4) S położone w płaszczyźnie obrotu F , dla lunety umieszczonej w płaszczyźnie przez oś teodolitu przechodzącej.

Gdy F nie jest prostopadłe do W , wtedy zachodzi błąd kolimacyjny, gdyż oś optyczna (kolimacyjna) przy obrocie lunety opisuje podwójną powierzchnię stożkową. Błąd ten ujawnia się przy celowaniu do pewnego punktu i przelożeniu lunety.

Po przelożeniu punktów powinien się znów znaleźć w płaszczyźnie zakreślonej przez oś optyczną. Poprawia się błąd kolimacyjny przez przesunięcie krzyża nitkowego prostopadłe do osi obrotu lunety.

Sprawdzenie 1) jest niezależne od ustawienia poziomicznej. Sprawdzenie 2) wykonywa się przy poziomicznej okrągłej w założeniu, że warunek 3) już jest wypełniony. Błąd wychodzi na jaw przy celowaniu



do punktów wzdłuż linii pionowej. Przy podnoszeniu i opuszczaniu lunety środek krzyża nitkowego nie powinien schodzić z tej linii.

Warunek β) wymaga, aby osie L i S były do siebie prostopadłe. W razie przeciwnym, poziomnica okrągła, doprowadzona do środkowego położenia bańki powietrznej, przy obrocie przyrządu o 180° daje odchylenie. Oś L trzeba wtedy pochylić o połowę tego odchylenia za pomocą nastawnych śrubek poziomnicy.

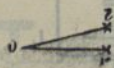
Przy poziomnicy podłużnej, ustawionej na poprzecznej osi lunety mają osie W i L leżeć w jednej płaszczyźnie. Jeżeli osie się mijają, to, obracając poziomnicę w bok, w jedną lub drugą stronę, otrzymujemy odchylenia bańki powietrznej w dwóch przeciwnych kierunkach. Błąd usuwa się za pomocą bocznych śrubek poziomnicy. Jeżeli przy przekładaniu poziomnicy banka powietrzna pozostaje w środku, wtedy W jest równoległe do L . W razie odchylenia, błąd usuwa się za pomocą śrubek nastawnych, służących do podnoszenia lub opuszczania jednego końca rurki.

Przy używaniu teodolitu wyrównywającego, z lunetą obracającą się w łożyskach zamkniętych, lecz zupełnie dokoła, błędy pochodzące z wadliwego, wzajemnego pochylenia obrotowej i optycznej osi lunety i z ich położenia poza płaszczyznę pionową, przechodzącą przez oś teodolitu, znoszą się, jeżeli każdy kąt mierzymy dwukrotnie, przed i po obrocie lunety i bierzemy średnią arytmetyczną dwóch przeczytów.

Gdy oś obrotu celownicy nie schodzi się z osią koła podziałkowego, wtedy różnica dwóch przeczytów nie jest miarą kąta, o jaki obrócono celownicę. Dla tego też na celownicy mieszczą się dwa przeciwległe noniusze, a średnia arytmetyczna przeczytów u każdego z nich, daje prawdziwą wielkość kąta.

Mierzenie kąta z wyrównaniem za pomocą zwykłego teodolitu. Kąt mierzony lor (rys. 851):

Rys. 851.



1) Ustawia się teodolit pionowo ponad punktem o (zwykły pion, czyli ołowianka, pionownik optyczny, pionownik sztywny z poziomnicą okrągłą).

2) Doprowadza się przyrząd do położenia poziomego, za pomocą trzech śrub nastawy, według wskazania poziomnicy.

3) Lunetę naprowadza się na punkt l , obracając celownicę, a unieruchomiwszy ją kleszczami, nastawia się krzyż nitkowy lunety leniwką na punkt l .

4) Przeczytuje się wskazania obu noniuszów i bierze średnią arytmetyczną.

5) Zluzowawszy kleszcze, nastawia się lunetę na r jak pod 3)

6) Przeczytuje się wskazania obu noniuszów i bierze średnicę arytmetyczną, od której odejmuje się średnią otrzymaną pod 4).

7) Obraca się lunetę na wywrót i powtarza pomiar.

8) Bierze się średnią obydwóch wyników.

Zapisywanie skutecznia się np. w sposób poniższy:

Stanowisko	Cel	Położenie lunety:						Kąt mierzony	Średnia
		I.			II.				
		Noniusze:		Średnia	Noniusze:		Średnia		
1	2	1	2						
<i>o</i>	<i>l</i>	45° 10' 0"	12' 0"	45° 11' 0"	225° 14' 0"	15' 0"	225° 14' 30"	53° 35' 30"	53° 36' 15'
	<i>r</i>	98° 46' 0"	47' 0"	98° 46' 30"	278° 51' 0"	52' 0"	278° 51' 30"	53° 37' 0"	

Mierzenia kąta teodolitem powtarzającym.

Różnica pomiędzy tą czynnością, a mierzeniem za pomocą zwykłego teodolitu (j. w.) polega na tem, że tu, przy jednym nastawieniu i podwójnym przeczytaniu, mierzy się dowolna wielokrotność danego kąta, z której przez podzielenie otrzymuje się kąt szukany. Mierzenie skuteczniejsza się jak poprzednio, poczem następuje odhamowanie koła podziałkowego i obrócenie o pewien kąt w sposób następujący (rys. 851):

Celuje się do punktu *l*, a po przeczytaniu wielkości łuku na noniuszu celownicy, celuje się do punktu *r*, unieruchamia celownicę względem koła podziałkowego i obraca to koło razem z celownicą, dopokąd luneta nie wróci do kierunku *ol*; wtedy unieruchamia się koło podziałkowe, luzuje kleszcze celownicy i nastawia lunetę na punkt *r*. Jeżeli na tem mierzenie się kończy, to różnica pomiędzy drugim a pierwszym przeczytem daje podwójną wartość kąta mierzonego. Przy wielokrotnym powtarzaniu, należy do ostatniego przeczytu a_n dodać tyle razy po 360° , ile razy noniusz przeszedł przez zero podziałki. Jeżeli przy n pomiarach zdarzyło się to m razy, to kąt szukany będzie:

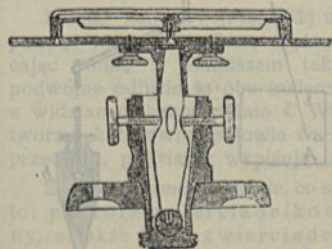
$$\alpha = \frac{360m + a_n - a}{n},$$

w którym to wzorze a oznacza pierwszy przeczyt. Tym sposobem usuwa się błąd pochodzący z niedokładności podziałki.

3. Busola.

1. **Busola z przeziernikami** (rys. 852) jest to okrągłe, płaskie, pudło mosiężne; wewnątrz, na połowie wysokości mieści się koło podziałkowe, dzielone na połówki, albo trzecie części stopnia.

Rys. 852.



W pośrodku, na ostrzu stalowym, wspiera się agatowym łożyskiem igła magnesowa, a całość górą zamknięta pokrywą szklaną. Pod busolą mieści się celownica, t. j. liniał z przeziernicą, czyli przeziernikiem i celownikiem, które leżą na linii przechodzącej przez 0° i 180° koła podziałkowego. Podczas

nieużywania busoli igłę magnesową unieruchamia urządzenie, przyciskające ją do szklanej pokrywy.

2. **Busola z lunetą**, podobna do poprzednio opisanej, tylko zamiast przezierników posiada lunetę.

Sprawdzenie: Pudło nie zawiera w sobie żelaza ani niklu, jeżeli igła z niego wyjęta i swobodnie zawieszona, przy zbliżaniu lub oddalaniu pudła, nie zmienia swego kierunku. Płaszczyzna przechodząca przez przeziernicę powinna być prostopadłą do płaszczyzny koła podziałkowego. Sprawdzenie jak przy teodolicie. Równoległość szklanej pokrywy do płaszczyzny koła podziałkowego, oraz prostopadłość obu tych płaszczyzn do pionowej osi obrotu, wykaże poziomica okrągła niezmiennem położeniem bańki powietrznej, raz doprowadzonej do środka, oraz sama igła swem pozostawianiem w płaszczyźnie koła podziałkowego, przy obrocie narzędzia o 180° .

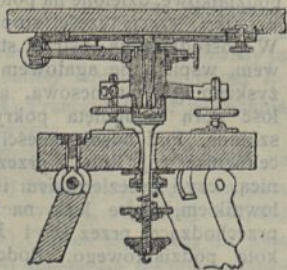
Użycie. Dla zmierzenia kąta *lor* (rys. 851) ustawia się przyrząd tak, aby jego oś pionowa przechodziła przez *o*, sprawdziwszy zaś jego położenie poziome za pomocą poziomnicy okrągłej, możemy odhamować igłę magnesową. Naprowadzamy celownicę, albo lunetę, najprzód na *l*, następnie na *r* i dokonujemy przeczytów dla obydwu końców igły w obydwóch tych położeniach. Różnice przeczytów dla każdego końca igły dają dwie wartości, których średnia jest wielkością kąta *lor*, wolną od błędu pochodzącego z mimośrodowego położenia igły.

4. Stolik mierniczy.

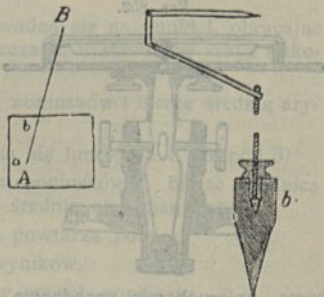
Służy do bezpośredniego rysunkowego zdejmowania i wykreślenia kątów i długości w zmniejszonej podziałce. Części składowe są:

1. **Trójnóg płaski** (rys. 853).
2. **Nastawa trzyramienna** z urządzeniem podtrzymującym deskę.
3. **Deska**, kwadratowa (0,5 m) lub prostokątna, możliwie dokładnie płaska i niepodlegająca spaczeniu. Nastawia się poziomo trzema śrubami nastawy podług poziomnicy okrągłej, obraca zaś na urządzeniu podtrzymującym deskę, najpierw od ręki, pod koniec leniwką.

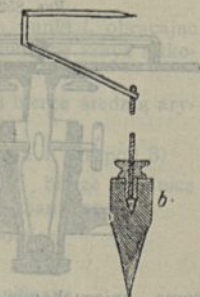
Rys. 853.



Rys. 854.



Rys. 855.



4. **Celownica** z przeziernicą lub lunetą. Celownica Breithaupt'a składa się z linału, na którym umieszczony słupek podtrzymuje lunetę z dalmierzem, mogącą wykonywać całkowity obrót około osi poziomej. Do mierzenia kątów pionowych służy koło pionowe przy luncie, którego środek leży na osi obrotu lunety. Oś ta powinna być równoległą do powierzchni stolika, a płaszczyzna, jaką tworzy przy obrocie oś optyczna lunety, prostopadłą do tejże powierzchni. Brzegi linału powinny być równoległe do wzmiankowanej płaszczyzny. Na linałe mieści się mała busola, ułatwiająca nakierowanie stolika.

Użycie. Jeżeli stolik ma być ustawiony w kierunku AB (rys. 854), to go się ustawia w A w ten sposób, aby odpowiadający temu miejscu punkt a rysunku leżał na pionowej przechodzącej przez A , co się skutecznie z pomocą pionownika (rys. 855). Przykłada się linał prawidła do linii rysunku ab , odpowiadającej AB , a następnie obraca stolik, najpierw odręcznie, potem zaś leniwką, dopóki punkt B nie ukaże się w luncie.

Nakierowanie stolika względem trzech punktów danych jest jednym z ważniejszych zadań (p. str. 144).

Zdjęcie topograficzne okolicy za pomocą stolika (jak w Prusach, gdzie arkusze w podziale 1:25000 przedstawiają trapezy kuliste 10 minut długie, a 6 min. wysokie) wypada poprzedzić trójkątowaniem. Na jeden arkusz przypada 9 do 10 wierzchołków trójkątów, z których trzema najdogodniej położonymi posiłkuje się przy nakierowaniu stolika.

b. Przyrządy ręczne do mierzenia kątów.

1. **Sextans** składa się z metalowego wycinka kołowego ($\frac{1}{6}$ okręgu), na którego łuku, na taśmie srebrnej wryta jest podziałka dająca $\frac{1}{12}^{\circ}$. Na jednym ramieniu, równoległe do promienia przechodzącego przez 0° podziałki, stoi zwierciadełko mniejsze, podlane tylko w połowie bliższej płaszczyzny koła podziałkowego. Drugie zwierciadełko większe mieści się w środku koła, na obracającym się około tego środka ramieniu, które w drugim końcu ma noniusz w zetknięciu z podziałką. Naprzeciwko zwierciadełka mniejszego znajduje się przeziernica, albo lepiej luneta, ziemiska lub astronomiczna, z krzyżem nitkowym przy szkle ocznym. Do ułatwienia przeczytań służy szkło powiększające, utwierdzone na ramieniu dodatkowym, które można nasunąć ponad noniusz.

Pomiar kąta lor (rys. 851) skutecznia się sekstansem, stając w o , patrząc przez niepodlaną część mniejszego zwierciadełka na l i obracając ramię z noniuszem tak długo, aż obraz punktu r , przez podwójne odbicie w obu zwierciadełkach powstający, nie zejdzie się z widzianem bezpośrednio l . Wtedy ramię z noniuszem i promień 0° tworzy kąt równy połowie lor . Aby oszczędzić trudu zdwajania przeczytu, podziałkę wypisują odrazu podwójną, t. j. od 0° do 120° .

2. Na tej samej zasadzie, co sekstans, polegają inne przyrządy, jako to: półkole zwierciadełkowe Douglas'a, cyrkiel katoptryczny, a także koło zwierciadełkowe Mayer'a i Bordy, także koło załamujące Pistor'a i Martins'a i inne, w których zastosowano

całkowite okręgi, pozwalające przy przeczytywaniu posiłkować się i metodą powtarzania i w których jedno lub oba zwierciadła zastąpiono pryzmatami.

3. Jeżeli ramiona kąta α są pochylone do poziomu, a kąty tych pochyłości są β i γ , to kąt A , będący rzutem kąta α na płaszczyznę poziomą, określa się wzorem:

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{\sin \frac{1}{2} (\alpha + \beta - \gamma) \sin \frac{1}{2} (\alpha - \beta + \gamma)}{\cos \beta \cos \gamma}}$$

D. Narzędzia i przyrządy do mierzenia wysokości.

a. Narzędzia i przyrządy poziomnicze.

1. Narzędzia z pionem.

1. **Łata z krokiewką.** Krokiewka z drzewa lub metalu ma kształt trójkąta prostokątnego, równoramiennego, z nakreśloną prostopadłą, spuszczoną z wierzchołka kąta prostego na przeciwprostokątnię. Jeżeli przyczepiony do wierzchołka krokiewki sznurek z ciężarkiem (ołowianka) schodzi się z nakreśloną na niej prostopadłą do podstawy, to podpory łąty leżą na jednym poziomie. Stosowna tylko na niewielkie odległości.

2. **Sznur z blaszką.** Półkrąg metalowy z podziałką, zawieszony u dwóch haczyków na poziomo wyciągniętym sznurze. Położenie sznura jest poziome, gdy pion (ołowianka), zawieszony w środku półkręgu, przechodzi przez 0 podziałki. Odchylenie ołowianki oznacza w stopniach kąt, jaki kierunek sznura tworzy z poziomem. Sprawdzenie uskutecznia się przez odwrócenie sznura o 180° .

3. **Kieszonkowy poziomnik Bohne'go** z lunetą, która samodzielnie ustawia się poziomo na zawieszeniu systemu Cardan'a. *)

4. **Zwierciadło wiszące**, zawieszane pionowo na dwóch ostrzach. Oko i jego obraz w zwierciadłu wyznaczają kierunek poziomy. Sprawdzenie przez odwrócenie o 180° .

2. Przyrządy hydrostatyczne.

Oparte na prawie równowagi cieczy w naczyniach sprzężonych.

1. **Poziomnik wodny:** rura metalowa w kształcie litery U, z ramionami utworzonymi przez przykitowane rurki szklane; w pośrodku tulejka służąca do nasadzenia przyrządu na trójnóg lub pacholek. Do połowy wysokości rurek szklanych rura wypełnia się wodą czystą, albo, co lepsze, zabarwioną. Powierzchnie wody w obu rurkach szklanych wyznaczają kierunek poziomy.

*) Centralbl. der Bauverw. 1877, str. 41.

2. **Poziomnik rtęciowy**, podobny do poprzedniego, lecz napełniono rtęcią, w której pływają dwa pływak, zaopatrzone w przeziernik, względnie celownik; ustrój ten obecnie jest już mało używany.

3. Poziomniki z poziomnicą i lunetą,

zwane zazwyczaj wprost poziomnikami, powinny mieć oś optyczną lunety równoległą do osi poziomnicy, a obie te osie muszą znów być prostopadłe do pionowej osi obrotu przyrządu. Dwa główne typy:

Rys. 856.

Poziomnik z lunetą stałą (rys. 856). Luneta i poziomnica są stale osadzone na belecze metalowej i zaopatrzone w śrubki nastawne do regulowania poziomnicy i do przesuwania krzyża nitkowego w lunecie.

Sprawdzenie. 1) Oś poziomnicy prostopadła do osi pionowej: Ustaw lunetę z poziomnicą równoległą do dwóch śrub nastawy, doprowadź do poziomu i obróć o 180° . Usuń połowę odchylenia bańki powietrznej za pomocą śrubki nastawiającej poziomnicę. Powtórz to kilkakrotnie.

2) Oś lunety równoległa do osi poziomnicy: Sprawdzenie w polu przy użyciu łąty poziomniczej. Ustaw przyrząd w a , łątę zaś w b (rys. 857). Zmierz wysokość narzędzia i w a i przeczytaj z a wysokość h na łącie. Toż samo wykonaj w b , gdzie otrzymasz i_1 oraz h_1 . Gdy przyrząd wyregulowany, powinno być:

$$h_1 - i_1 = i - h,$$

albo:

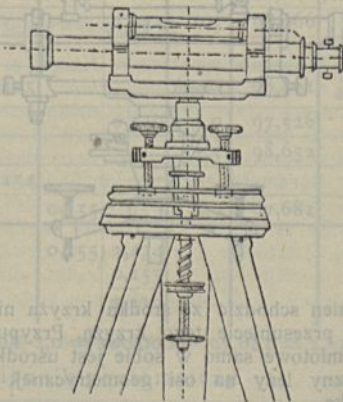
$$h + h_1 = i + i_1,$$

t. zn. że suma wysokości przeczytanych na łącie jest równa sumie wysokości przyrządu. Błąd:

$$f = \frac{1}{2}(h + h_1) - \frac{1}{2}(i + i_1),$$

usuwa się przez pionowe przesunięcie krzyża nitkowego.

Poziomniki z lunetą przekładaną (rys. 858). Na belecze metalowej umieszczone są dwie podstawy górą rozwidlone, na których spoczywa luneta, dająca się okręcać około swej osi podłużnej, oraz

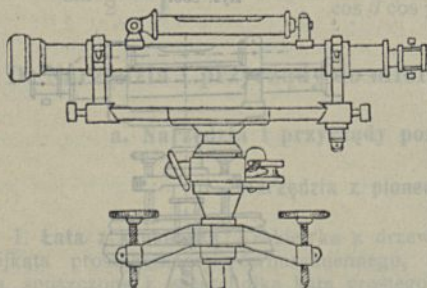


Rys. 857.



przekładać. Poziomnica jest albo stale przytwierdzona do lunety albo też się na nią nakłada za pośrednictwem widełek. Śruby nastawne, jak w przyrządzie ze stałą lunetą, nadto jedne z widełek podtrzymujących lunetę posiadają oddzielną śrubę, służącą do ich podnoszenia i opuszczania. W narzędziu Stampfer'a śruba ta ma urządzenie leniwkowe.

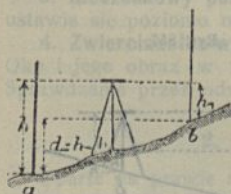
Rys. 858.

**Sprawdzenie:**

1) Luneta ma być uśrodkowaną, t. zn. jej oś optyczna powinna się schodzić z osią geometryczną, wyznaczoną przez łożyska widełkowe, albo przynajmniej być do tej osi równoległą. Celuj więc na punkt oddalony, poczem obracaj lunetę w około jej osi o 180° , przyczem punkt widziany nie

powinien schodzić ze środka krzyża nitkowego. Błąd poprawia się przez przesunięcie tego krzyża. Przypuszcza się przytem, że szkło przedmiotowe samo w sobie jest uśrodkowane, t. zn., że jego środek optyczny leży na osi geometrycznej, wyznaczonej przez widełki łożyska.

Rys. 859.



2) Co do sprawdzenia równoległości osi lunety z osią poziomicy (p. str. 135 p. 2).

3) Osie lunety i poziomicy powinny być prostopadłe do pionowej osi obrotu przyrządu: Nakieruj lunetę z poziomnicą równoległe do dwóch śrub nastawy, nastaw do poziomu, obróć o 180° . Połowę odchylenia bańki usuń, pokręcając śrubkę pod jednymi z widełek poziomicy.

Poziomowanie. Różnicę wzniesień dwóch punktów *a* i *b* (rys. 859) mierzy się, ustawiając poziomnik w pobliżu środka odległości między tymi punktami. Zmniejsza się tym sposobem możliwe błędy, wynikające z niedostatecznej równoległości osi lunety i poziomicy, z kulistości ziemi i ze załamania się promieni światła. Mierzone wzniesienia zapisują się w sposób szczegółowy lub skrócony.

Dalsze szczegóły o mierzeniu wysokości p. str. 144 i nast.

Szczegółowy dziennik poziomniczy.

Stanowiska	Odległości m	Przeczyty na łącie			Różnice		Punkty poziomo- wane	Pioniki (rzęd- ne) m	Uwagi
		Wstecz m	Naprzód m	Pośre- dnie m	Wznos m	Spad m			
0—0,5	50	1,046					0	100,000	Ponad N. N. p.str.145
			2,980				1,934	0,5	98,066
0,5-1,0	50	0,920							
				0,125				Środek	98,861	Próg drzwi
1,0-2,0	100		1,460				0,540	1,0	97,526
		3,260						1,5	98,632
Spraw- dzenie	Ra- zem			2,154					
			3,105		0,155			2,0	97,681
Spraw- dzenie	Ra- zem	5,226	7,545		0,155	2,474			
			5,226			0,155			
		Różnica 2,319				2,319			

Wreszcie: Pionik 0 — pionik 2,0 = 100,000 — 97,681 = 2,319 m

Skrócony dziennik poziomniczy.

Punkty poziomo- wane	Przeczyty na łącie m	Pioniki (rzędne)		Uwagi
		Poziomu przyrządu m	Punktów poziomo- wanych m	
0	1,046	101,046	100,000	Ponad N. N. p. str. 145.
0,5	2,980		98,066	
Środek.	0,920	98,986	98,066	Próg drzwi.
	0,125		98,861	
1,0	1,460		97,526	
1,0	3,260	100,786	97,526	
	1,5		98,632	
	2,0		97,681	

b. Barometry.

I. Barometry rtęciowe.

1. Barometr naczynkowy Fortin'a. Walec mosiężny, obejmujący rurkę barometru, posiada podziałkę, której zero oznaczone jest w naczynku ostrzem kościanego trzpienia, wkręconego we wieko. Ostrze

to przy przeczytywaniu powinno właśnie dotyczyć poziomu rtęci. W tym celu dno naczynka można podnosić lub opuszczać, za pośrednictwem śruby.

2. **Barometr lewarkowy**, składa się z rurki w kształcie litery **U**, której dłuższe ramię na końcu zalutowano. Różnica wzniesień poziomu rtęci w obu ramionach mierzy się podziałką przesuwaną. Doczepiony termometr wskazuje ciepłotę podczas pomiaru. Otwór krótszego ramienia rurki, przy przenoszeniu, zamyka się korkiem, przez którego środek przechodzi mocna rurka włoskowata, umożliwiającą rozszerzanie się rtęci.

2. Barometry sprężynowe.

1. **Barometr sprężynowy Naudet'a**, składa się z zamkniętego pudełka z rozrzedzonym powietrzem; dno i wierzch pudełka są z blachy falistej. Pod wpływem zmian ciśnienia powietrza zewnętrznego blachy te wginają się, a ich ugięcia przenoszą się na wskazówkę. Ciśnieniu powietrza przeciwdziała płaska blacha sprężynująca.

2. **Barometr sprężynowy Goldschmidt'a** ma zamiast skazówki tarczę stanowiącą łeb leniwki. Koniec śruby doprowadza się przez obrót do zetknięcia z drążkiem, poruszającym się razem z blachą falistą. Zetknięcie to następuje w chwili, gdy kreski wyrze na końcach oddzielnej sprężynki i drążka schodzą się w jedną linię prostą. Wykonany obrót tarczy daje na podziałce miarę ciśnienia powietrza.

c. Tachymetr Moinot'a, *)

jest to teodolit z kołem pionowym i dalmierzem systemu Porro, używany głównie przy pomiarach przedwstępnych, poprzedzających budowę dróg żelaznych. Ma zwykle dwie poziomnice: jedną do nastawiania przyrządu, a drugą, połączoną z dalmierzem, do poziomowania. Koło poziome zaopatrzone jest w busołą. Często przyrząd taki posiada jeszcze lunetę ustalającą (por. str. 129). W dalmierzu stosunek przeczytu do odległości bywa zwykle 1:100, albo 1:200 (p. str. 147, oraz Dział **XI**, rozdz. I. **A. IV. b.**).

E. Narzędzia rysownicze i przyrządy do obliczania powierzchni.

1. **Podziałki rysunków mierniczych w Rosyi**: dla szczegółów 25 i 50 sażeni na 1 cal ang. ($1:2100 = 0,00047619$; $1:4200 = 0,0002381$), dla planów 100 saż na 1 cal ang. ($1:8400 = 0,00011905$).

Według dawniej obowiązujących w Królestwie „Przepisów przy pomiarach dóbr i lasów rządowych“ (Warszawa 1843), dla pierwotnych pomiarów gruntów i lasów 1:5000, siedzib po wsiach i lasach 1:2500, siedzib miejskich 1:1250. Dozwolone były także inne

*) Wypada odróżniać: tachymetr, t. j. przyrząd do szybkiego mierzenia, niejako szybko mierzący, od tacheometru, wskazującego prędkość, np. kątową, i będącego niejako miernikiem prędkości.

Iloczyn lu oznacza się przez próby, a przez przesunięcie łożyska C można nadać mu wartość zaokrągloną, dogodną do obliczeń. Znaczniki na ramieniu EG wskazują położenia odpowiadające najczęściej stosowanym wartościom lu . Gdy zaś naodwrot biegun leży wśród pola mierzonego (p. rys. 861), będzie:

$$F = nlu + (r^2 + l^2 + 2dl) \pi,$$

a stałą tego wzoru, t. j. $(r^2 + l^2 + 2dl)$, oznacza się doświadczalnie, przez obwiedzenie pola o znanej wielkości. Najczęściej obiera się biegun na zewnątrz pola, choćby przyszło z tego powodu obliczać je częściami.

4. **Suwak rachunkowy** *) służy do wykonywania obliczeń. Na linijce 25, albo 50 cm długiej i na suwającej się po niej przesówce wyryto dwie podziałki, proporcjonalne do logarytmów liczb wypisanych. Dla znalezienia, np. iloczynu ab , ustawia się I przesówki na a górnej podziałki i przeczytuje na tej podziałce liczbę, położoną ponad b przesówki. Iloraz $a:b$ znajduje się, stawiając b przesówki na a górnej podziałki i odczytując na tej podziałce liczbę, położoną nad I przesówki.

Suwak powyżej opisany przedstawia urządzenie pierwotne, podatny tylko do wykonywania najprostszyc działań: mnożenia, dzielenia, oraz oznaczania potęg, a nawet pierwiastków. Linijka otrzymuje jednak zazwyczaj 2 a nawet 4 rozmaite podziałki — podobnie i przesówka, t. j. na każdej krawędzi i z obydwu stron, przez co przyrząd staje się podatnym i do wykonywania różnych innych obliczeń, zależnie od rodzaju podziałek, np. może on zastąpić tablice logarytmów, wstaw, dostaw i t. p.

Dogodniejszą w użyciu odmianę urządzenia suwaka rachunkowego otrzymamy, jeżeli podziałkę linijki przeniesiemy na obwód tarczy stałej (dość ciężkiej, by statecznie stała na biurku), a podziałkę suwaka na obwód nieco mniejszej tarczy spółośrodkowej, obracającej się około osi pionowej. Urządzenie to pozwala jedną ręką (lewą) wykonywać obliczenia suwakiem, pozostawiając prawą ręką swobodną do zapisywania wyników obliczenia.

5. Wspomnieć wypada tu jeszcze o **wykreślnym sposobie** przenoszenia pomiarów tachymetrycznych na rysunek, opisanym w Dziale XI, rozdz. I A. IV. b. a. 1. 2.

II. UŻYCIĘ NARZĘDZI I PRZYRZĄDÓW.

A. Pomiary poziome.

W Prusach dozwala się uchybienia w pomiarach długości, wynoszące do 0,002 w okolicy płaskiej, a w bardzo nierównej do 0,003 długości zmierzonej.

a. Trójkątowanie.

Przy pomiarze większego obszaru, dzieli się go na trójkąty, z których każde dwa, sąsiednie mają jeden bok wspólny. Do tej sieci związkowej odnosi się następnie czynności: wielokątowania i zdjęć szczegółowych.

*) Centralbl. d. Bauverw. 1887, str. 253; 1888, str. 95 i 548; 1889, str. 278 i 510; 1893, str. 174 i 330.

Trójkąty 4-go i 3-go rzędu, o bokach krótszych niż 3000 m, wzgl. 6000, uważa się za płaskie, a trójkąty 2-go i 1-go rzędu za powierzchnie kuliste.

Jeden bok sieci związkowej, tak zwaną podstawę, mierzy się dla sprawdzenia dwukrotnie 5-ciometrowymi łatami mierniczymi. Wyniki obu tych pomiarów nie powinny różnić się między sobą o więcej jak o 0,0002 długości podstawy. Po zmierzeniu podstawy następuje mierzenie kątów. Dla trójkątów 4-go i 3-go rzędu suma kątów w trójkącie nie powinna się różnić od 180° więcej niż o 1/2', wzgl. 3/4'.

Wyrównanie błędów uskutecznia się na zasadzie następujących trzech warunków:

1) Warunek okręgu: suma kątów wokół jednego punktu = 360°.

2) Warunek trójkąta: suma kątów w trójkącie = 180°.

3) Warunek długości: każdy bok należący do dwóch sąsiednich trójkątów powinien wykazać tę samą długość, po jej obliczeniu z każdego z tych trójkątów.

Wyrównanie błędów uskutecznia się grupami, t. j. oddzielnie dla każdej grupy trójkątów schodzących się w jednym punkcie.

Błąd kołowy k rozdziela się na każdy z kątów γ (rys. 862) równomiernie:

$$k_t = \frac{3k - \Sigma \Delta}{2n}$$

jeżeli $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_n$ oznaczają błędy trójkątowe, a n liczbę trójkątów. Błąd trójkątowy Δ rozdziela się także równomiernie na każdy z trzech kątów trójkąta:

$$\Delta_{nt} = \frac{\Delta_n - k_t}{3}$$

Poprawka dla każdego kąta γ wynosi zatem:

$$v_\gamma = k_t + \Delta_{nt}$$

Kąty α i β byłyby tym sposobem już określone; gdy jednak warunek długości jest od nich zależny, więc wyrównanie błędów długości nastąpić może przez powiększenie każdego kąta α o tę samą wielkość r , o którą zmniejszymy przynależny kąt β i odwrotnie. Poprawka będzie:

$$r = \frac{L}{\Sigma r} \text{ w sek.,}$$

$$\text{jeżeli: } L = \Sigma \log \sin \alpha - \Sigma \log \sin \beta,$$

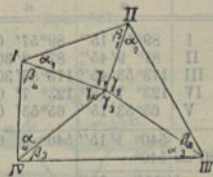
$$r = \log \sin (\alpha + 1'') - \log \sin \alpha,$$

$$\text{względnie: } r = \log \sin (\beta + 1'') - \log \sin \beta.$$

Boki trójkątów obliczają się na zasadzie proporcjonalności boków trójkąta do wstaw kątów przeciwległych.

Przy wyrównywaniu błędów następnej grupy trójkątów, wielkości uprzednio poprawione uważają się jako już dokładne.

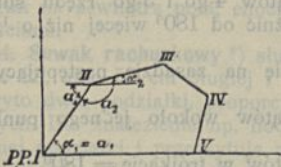
Rys. 862.



b. Wielokątowanie.

Oblicza się wielokąty zamknięte, których n boków mierzy się dwukrotnie. Oba odmiary nie powinny się różnić więcej jak na 2 do $3^0/00$ sumy boków (p. punkt 5, str. 122). Odmiar kątów uważa się za dobry, jeżeli suma kątów nie różni się więcej jak o $1/2 n$ minuty od $(n-2)180^0$. Błąd rozdziela się równomiernie na wszystkie kąty.

Rys. 863.



Najdłuższy bok wielokąta obieramy za oś odciętych, a prostopadłą do niej, przechodzącą przez jeden z wierzchołków, za oś rzędnych. Pochylenie któregośkolwiek boku do osi odciętych jest (rys. 863):

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \alpha_n - 180^0.$$

We wielokącie zamkniętym, suma algebraiczna rzutów boków wielokąta tak na oś odciętych, jak i na oś rzędnych, powinna być równą zeru. Różnice rozdzielają się ze znakiem przeciwnym na boki, proporcjonalnie do ich długości.

Zapisywać pomiary można, np. w sposób następujący:

Stanowiska	Kąty mierzone α	Kąty poprawione α	Boki wielokątów:			Wierzchołek	Rzuty na oś				Rzędne	Odcięte
			Oznaczenie	Długość	Pochylenie do osi odciętych α		rzędnych	odciętych	+	-		
I	89° 57' 15"	89° 57' 0"	I-II	287,3	89° 57' 0"	II	287,3	0,2	.	.	287,5	0,2
II	87° 9' 45"	87° 9' 30"	II-III	84,4	- 2° 53' 30"	III	.	4,2	84,3	.	283,3	84,5
III	173° 53' 45"	173° 53' 30"	III-IV	331,4	- 9° 0' 0"	IV	.	51,8	327,3	.	231,5	411,6
IV	123° 7' 15"	123° 7' 0"	IV-V	253,9	- 65° 53' 0"	V	.	231,7	103,7	.	0,	515,2
V	65° 53' 15"	65° 53' 0"	V-I	514,8	$\pm 180^0$	I	.	.	.	514,8	0	0
Σ	540° 1' 15"	540° 0' 0"				Σ	287,3	287,7	515,5	514,8		
(5-2) 180° =	540°							287,3	514,8			
Błąd:	$1' 15'' = 75''$							Błąd: -0,4 + 0,7				
	$\frac{75''}{5} = 15'' =$ Poprawka dla każdego kąta.											

c. Wyznaczanie punktów niedostępnych.

1. Celowanie naprzód.

Dane są (rys. 864) położenia dwóch punktów a i b ; punkt c jest niedostępny. Oznaczyć długości ac i bc .

$$\text{Mamy: } ac = \frac{ab \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)}, \quad bc = \frac{ab \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta)}.$$

Dla wkreślenia w rysunek oblicza się nadto:

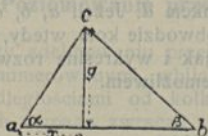
$$x = ac \cdot \cos \alpha = ab - bc \cdot \cos \beta,$$

$$y = ac \cdot \sin \alpha = bc \cdot \sin \beta.$$

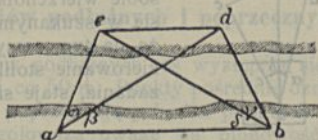
W rys. 865 daną jest podstawa ab . Długości ac i bc , ad i bd , oznacza się jak poprzednio, poczem mamy:

$$\begin{aligned} cd &= \sqrt{ac^2 + ad^2 - 2ac \cdot ad \cdot \cos \alpha} \\ &= \sqrt{bc^2 + bd^2 - 2bc \cdot bd \cdot \cos \gamma}. \end{aligned}$$

Rys. 864.



Rys. 865.



Bezpośrednie wykreślenie jest możliwe przy użyciu stolika.

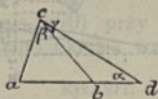
2. Celowanie w bok.

Dana jest (rys. 866) długość ab . Punkty a i b są niedostępne; oznaczyć mamy długości ac i bc .

Stawia się przyrząd na przedłużeniu ab , np. w d i otrzymuje (oznaczywszy uprzednio kąty β i γ w c):

$$\begin{aligned} ac &= \frac{ab \cdot \sin(\alpha + \gamma)}{\sin \beta} \\ bc &= \frac{ab \cdot \sin(\alpha + \beta + \gamma)}{\sin \beta}. \end{aligned}$$

Rys. 866.



Rys. 867.

3. Celowanie wstecz.

(Zadanie Pothenot'a).

Dane są (rys. 867) punkty a , b i c , oraz kąty β i γ ; oznaczyć położenie punktu d względem punktów a , b i c .

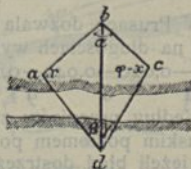
Ponieważ suma kątów czworokątu $= (4 - 2) 180^\circ = 360^\circ$, więc:

$$(\varphi - x) + x = 360^\circ - (x + \beta + \gamma) = \varphi.$$

Zrównanie dwóch wartości boku bd , otrzymanych z dwóch trójkątów abd i bdc na zasadzie prawa wstaw, daje, po podzieleniu przez $\sin x \sin \varphi$:

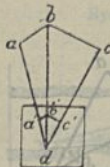
$$\operatorname{ctg} x = \frac{ab \cdot \sin \gamma}{bc \cdot \sin \beta \sin \varphi} + \operatorname{ctg} \varphi,$$

z którego to wzoru obliczamy kąt x . Na zasadzie prawa wstaw obliczają się boki ad , bd i cd . Rozwiązanie jest nieokreślone, gdy punkty a , b , c , d leżą na tym samym obwodzie koła.



Rozwiązanie wykreślne tego samego zadania za pomocą stolika (rys. 868). Jeżeli a' , b' , c' , przedstawiają na stoliku punkty a , b , c , to linie celu aa' , bb' , cc' , albo przecinają się w jednym punkcie d , albo też tworzy się tak zwany trójkąt błędów. Po przesunięciu stolika powstaje drugi taki trójkąt, a proste, które łączą odpowiadające sobie wierzchołki dwóch tych trójkątów, przetną się w szukanym punkcie d . Jeżeli a , b , c , d , leżą na tym samym obwodzie koła, wtedy, tak nakierowanie stolika, jak i wykreślne rozwiązanie zadania, staje się niemożliwym.

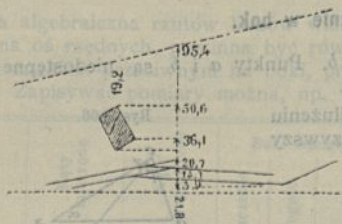
Rys. 868.



Po przesunięciu stolika powstaje drugi taki trójkąt, a proste, które łączą odpowiadające sobie wierzchołki dwóch tych trójkątów, przetną się w szukanym punkcie d . Jeżeli a , b , c , d , leżą na tym samym obwodzie koła, wtedy, tak nakierowanie stolika, jak i wykreślne rozwiązanie zadania, staje się niemożliwym.

d. Pomiar szczegółów

Rys. 869.



następuje po wielokątowaniu (p. str. 142), a odnosi się go do boków lub przekątni wielokątów, albo do innych prostych, stosownie wkreślonych. Odległości (rys. 869) wpisują się w szkie odryczne w kierunkach prostopadłych do tych linii pomiarowych. Linie krzywe pomierząją się i wkreślają w postaci linii łamanych, przez oznaczenie ich punktów załamania.

B. Pomiary wysokości.

W Prusach dozwala się uchybienie f przy poziomowaniu zwykłym na długościach wynoszących:

0—0,020—0,045—0,10—0,25—0,5—1,0—2—3—4—5—6—7,5 km
 $f = 4 \quad 6 \quad 9 \quad 14 \quad 20 \quad 28 \quad 40 \quad 49 \quad 56 \quad 63 \quad 69 \quad 77$ mm.

Według przepisów z r. 1895 poziomowanie, w celu związania się z pruskim poziomem porównawczym (normalnym), uważa się za dobre, jeżeli błąd dostrzeżony f_0 nie przekracza 3 mm na 1 km długości, a za możliwe do użytkowania, jeżeli $f_0 < 5$ mm na 1 km.

Jeżeli średni błąd na 1 km jest f_0 , to, przy równych zawsze odleganiach łaty od narzędzia, średni błąd przypadkowy F na l km będzie: $F = f_0 \sqrt{l}$. Dłuższe poziomowania wypada możliwie jak najczęściej łączyć z punktami stałymi poziomowań krajowych. Na drogach i kolejach z niewielkimi spadkami poziomować można w ciągu dnia przeciętnie 6 km. Ustawiać latę w odległości ponad 60 m od narzędzia, nie wypada.

Przy zdejmowaniu podłużnych profili dróg żelaznych dozwala się $f_0 = 6$ do 10 mm; dla poziomowań podrzędniejszego znaczenia nawet większy błąd f_0 . Przy poziomowaniu pól wystarcza zwykle oznaczanie pioników gruntu z przybliżeniem do 10 cm.

Poziomowania odnoszą się do poziomu porównawczego, odmiennego w różnych państwach, a będącego ponajczęściej poziomem średnim sąsiedniego morza. W Rosji obrano za podstawę średni poziom morza Bałtyckiego, który stanowi zero portu Kronsztadzkiego. W Niemczech normalny poziom porównawczy (NN) leży na 0,32 m *) niżej zera Kronsztadzkiego, a na 37 m poniżej znaku (NH) umieszczonego na berlińskim obserwatorium astronomicznym. Poziomy porównawcze leżą: w Austrii na 0,464 m, w Francji na 0,809 m, w Belgii na 2,333 m. poniżej niemieckiego (NN), a w Szwajcarii o 373,220 m wyżej.

a. Poziomowanie przekrojów podłużnych i poprzecznych.

Przy zdejmowaniu przekrojów podłużnych oś wyznacza się kołkami numerowanymi, wbijanymi co 50 m. Punkty pośrednie oznaczamy odległościami od kołków poprzedzających. Na punktach zmianowych wypada zwracać szczególną uwagę na pionowość łąty i dokładność przeczytów, tak naprzód, jak i wstecz. Zaleca się tu przeczytywanie dwukrotne, przed i po zapisaniu przeczytu. Przekroje poprzeczne, na prawo i na lewo, bierzemy w kierunkach prostopadłych do osi, zapisując przeczyty na szkicu odręcznym. W okolicach górzystych, ze stromymi spadkami, nadaje się łąta z poziomnicą, stolik, tachometr i barometr sprężynowy.

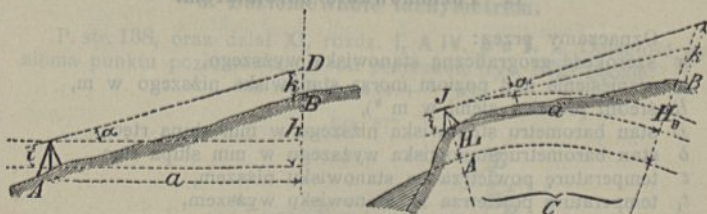
b. Poziomowanie kątaami.

Różnicę wysokości dwóch punktów A i B (rys. 870) przy małych odległościach ($a < 120$ m; błąd dla $h < 1$ mm) określa wzór:

$$h = a \operatorname{tg} \alpha + i - k,$$

Rys. 870.

Rys. 871.



a z uwzględnieniem wpływu kulistości ziemi i załamania światła:

$$h = a \operatorname{tg} \alpha + \frac{a^2}{2R} (1 - \mu) + i - k,$$

w których to wzorach oznacza: R promień ziemi, odpowiadający poziomowi danego miejsca **), a μ średni współczynnik załamania światła w atmosferze.

Różnica wysokości (ponad poziomem porównawczym danego kraju) H_A i H_B punktów A i B (rys. 871) przy uwzględnieniu kulistości ziemi i załamania światła będzie:

*) S. Rylke. Katalog wysot ruskiej niwelirnej sieci. S. Pbg. 1894 str. 45.

**) Jeżeli oddalenie a sprowadzamy do poziomu porównawczego danego kraju, to i i R powinno odnosić się do tegoż samego poziomu.

$$h = H_B - H_A = a \operatorname{tg} \alpha + \frac{a^2}{2R}(1 - \mu) + i - k + \frac{H_B^2}{2R} - \frac{H_A^2}{2R}.$$

Odległość poziomą a lepiej sprowadzać do poziomu porównawczego danego kraju. Przy małym α wystarczy zmierzenie a z mapy. Jeżeli $a > 5$ km, dogodnie bywa dobrać punkt pośredni C , położony w pobliżu środka odległości AB , a wtedy:

$$h = (H_B - H_C) + (H_C - H_A).$$

Według Gauss'a dla Niemiec, przy szerokości geograficznej około 50° , jest:

$$\mu = 0.1306; \quad \log [(1 - \mu) : 2R] = 0.8333 - 8.$$

Wartości $\frac{a^2}{2R}(1 - \mu)$ dla $a = 0$ do 7900 m są następujące:

a	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900
0	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,06
1000	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	0,20	0,22	0,25
2000	0,27	0,30	0,33	0,36	0,39	0,43	0,46	0,50	0,53	0,57
3000	0,61	0,65	0,70	0,74	0,79	0,83	0,88	0,93	0,98	1,04
4000	1,09	1,15	1,20	1,26	1,32	1,38	1,44	1,51	1,57	1,64
5000	1,70	1,77	1,84	1,91	1,99	2,06	2,14	2,21	2,29	2,37
6000	2,45	2,54	2,62	2,70	2,79	2,88	2,97	3,06	3,15	3,24
7000	3,34	3,43	3,53	3,63	3,73	3,83	3,94	4,04	4,15	4,25

Przykład: Dla $a = 4700$ m mamy $\frac{a^2}{2R}(1 - \mu) = 1,51$ m.

c. Poziomowanie barometrem.

Oznaczamy przez:

- φ szerokość geograficzną stanowiska wyższego,
- z wzniesienie nad poziom morza stanowiska niższego w m,
- R średni promień ziemi w m *),
- B stan barometru stanowiska niższego w mm słupa rtęci,
- b stan barometru stanowiska wyższego w mm słupa rtęci,
- t temperaturę powietrza na stanowisku niższym,
- t_1 temperaturę powietrza na stanowisku wyższym,
- T temperaturę rtęci na stanowisku niższym,
- T_1 temperaturę rtęci na stanowisku wyższym,
- σ prężność pary w powietrzu na stanowisku niższym w mm sł. rt.,
- σ_1 prężność pary w powietrzu na stanowisku wyższym w mm sł. rt.

*) Wymiary ziemi według Bessel'a:

Półowa osi większej (promień równika) $a = 6377397$ m, $\log a = 6,8046435$.

Półowa osi mniejszej (obrotowej) $b = 6356079$ m, $\log b = 6,8031894$.

Czwarta część południka $Q = (10000856 \pm 498)$ m, $\log Q = 7,0000372$.

Splaszczenie: $p = \frac{a-b}{b} = \frac{1}{299,15 \pm 4,7} = \frac{1}{300}$ (w przybliżeniu).

Mimośrodkowość elipsy obrotowej $e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} = 0,081697 \pm 0,000635$.

Dla wielu robót uważa się ziemię za kulę o promieniu $R = 6366740$ m ($\log R = 6,8039171$).

Przy tych oznaczeniach, różnica wysokości h obu stanowisk będzie według wzoru Gauss'a, ulepszonego przez Bauerfeind'a:

$$h = 18404,9 \left(1 + 0,003665 \frac{t+t_1}{2} \right) (1 + 0,0026 \cos 2\varphi) \left(1 + \frac{2z+h}{R} \right) \left[1 + \frac{3}{16} \left(\frac{\sigma}{B} + \frac{\sigma_1}{b} \right) \right] \left\{ \log \frac{B \left(1 - \frac{T_1}{5550} \right)}{b \left(1 - \frac{T_1}{5550} \right)} + 2 \log \left(1 + \frac{h}{R} \right) \right\}.$$

Podstawiając wysokości barometryczne B_0 i b_0 , sprowadzone do 0^o, oraz średnią prężność pary σ_m , otrzymamy:

$$\begin{aligned} \log h = & \log 18404,9 + \log \left\{ 1,0025 + 0,000046 (t + t_1) \right\} \\ & + \log \left\{ 1 + 0,00183 (t + t_1) \right\} + \log \left\{ 1 + 0,0026 \cos 2\varphi \right\} \\ & + \log \left(1 + \frac{2z+h}{R} \right) + \log \left(1 + \frac{3}{4} \frac{\sigma_m}{B+b} \right) + \log \left(\log \frac{B_0}{b_0} \right), \end{aligned}$$

albo symbolicznie:

$$\log h = G + A + Z + S + \log u,$$

przyczem wyraz A jest zależny od $t + t_1$, Z od z i $\log h$, S od σ_m ,

$$a \quad u = \log \frac{B_0}{b_0}.$$

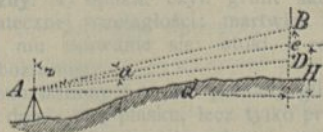
Dla wzoru powyższego obliczono tablice pomocnicze *), a posilując się nimi lub wzorem powyższym, trzeba wskazania barometru metalowego zastąpić równoważnemi wysokościami słupa rtęciowego.

d. Poziomowanie tachymetrem.

P. str. 138, oraz dział XI, rozdz. 1, A IV. b α 1. 2. Odległość pozioma punktu poziomowanego od przyrządu (rys. 872) będzie:

$$d = AD \sin (z + \frac{1}{2} \alpha),$$

Rys. 872.



$$a \quad \text{że:} \quad AD = \frac{e \sin (z - \frac{1}{2} \alpha)}{\sin \alpha},$$

$$\text{więc:} \quad d = \frac{e}{\sin \alpha} (\sin^2 z \cos^2 \frac{1}{2} \alpha - \cos^2 z \sin^2 \frac{1}{2} \alpha).$$

Ponieważ $\frac{1}{2} \alpha$ jest kątem bardzo małym, więc w przybliżeniu będzie:

$$d = \frac{e}{\sin \alpha} \sin^2 z,$$

$\sin \alpha$ jest stałe dla danego narzędzia, zwykle $\sin \alpha = \frac{1}{200}$, a natenczas $d = 200 e \sin^2 z$; różnica wysokości zaś będzie:

$$H = d \operatorname{ctg} z.$$

*) W. Jordan, Barometrische Hülftafeln, Stuttgart 1886, J. B. Metzler.

e. Warstwice.

Warstwice (krzywe jednakich wzniesień) łączą jednakowo wzniesione punkty danej okolicy. Stała różnica wysokości między warstwicami bywa od 1 do 5 m.

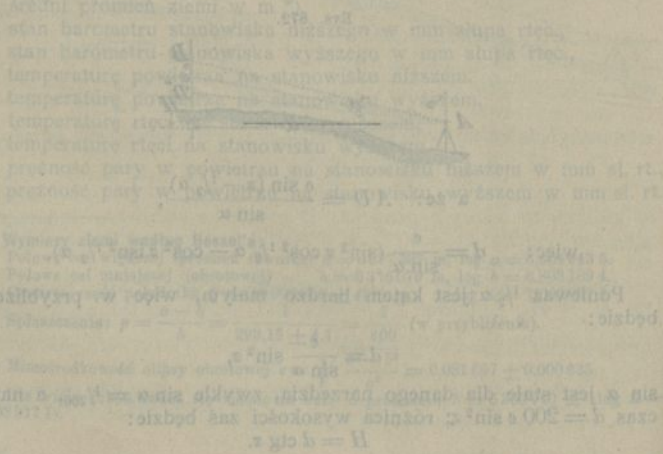
Sposoby kreślenia warstwic są rozmaite, w zależności od kształtu zdejmowanej powierzchni gruntu. Na wąskich pasach poziomuje się oś podłużną i prostopadle do niej przekroje poprzeczne, w odległości wzajemnej po 50 m, a między punktami poziomowanymi należy wypośrodkować punkty leżące na wysokości warstwic. Łącząc liniami krzywymi i jednakowo wzniesione takie punkty, tak z osi podłużnej, jak i przekrojów poprzecznych, otrzymuje się warstwice. Na powierzchniach pagórkowatych ustawia się stolik mierniczy na wzgórzu, poczem mierzy się i poziomuje wzdłuż promieni rozchodzących się ze stanowiska. Płaskie, faliste obszary dzieli się na prostokąty i poziomuje po liniach rozdziału, a następnie, wypośrodkowawszy punkty leżące na wysokości warstwic, łączy się jednako wzniesione punkty warstwicami.

C. Obliczanie zawartości pól.

Pola ograniczone liniami krzywymi oblicza się zwykle za pomocą powierzchniaka, a ograniczone liniami prostymi za pośrednictwem współrzędnych prostokątnych (p. Tom I str. 131 pod 3.)

Błędy dozwolone w obliczeniach powierzchni (zawartości pól):

w Rosji		w Prusach	
do 1 dziesięciny	1,2%	do 1 hektara	1,4%
od 1 do 10 dzies.	0,7%	od 1 do 10 hekt.	0,8%
ponad 10 dzies.	0,62%	ponad 10 hekt	0,7%



DZIAŁ DZIESIĄTY.

BUDOWNICTWO.

I. POSADOWIENIE (FUNDAMENTOWANIE) BUDOWLI.

Łączące się ze sobą części budowli trzeba wedle możliwości posadawiać (fundamentować) jednakowo.

Spód posady powinien leżeć głębiej, niż grunt przemarza, u nas zatem 1,25 do 1,5 m, (w gruncie skalistym mniej), zawsze jednak powinienby on dosięgać warstw dostatecznej nośności, a o ile to okaże się niewykonalnym, wypada uciec się do sztucznego posadowienia (p. str. 151) przystosowanego do danych warunków gruntu.

W mroźnych okolicach Syberji, np. w Jakucku, naodwrot, spód posady dosięgać powinien przynajmniej tej głębokości, na której wiecznie zmarzły tam grunt nie podlega latem odtajaniu.

a. Badanie gruntu.

Dla małych budowli wystarcza badanie gruntu dzidą do gruntowania, dla poważniejszych budowli lepiej zapomocą otworów wiertniczych lub przez rozkopanie.

Grunt bezpieczny: 1) opoka, czyli grunt skalisty, ponad 3 m gruby, przy dostatecznej rozciągłości; martwica i grunt kamienisty, o ile nie zagraża mu osuwanie się; otoki i rozkruchy kamienne, żwir i piasek gruboziarnisty.

2) Piasek drobnoziarnisty i suche pokłady gliny tłustej lub chudej, czystej lub z domięzką piasku, lecz tylko przy grubości warstw ponad 4 do 6-ciu m, są już gruntem bezpiecznym; przy mniejszej grubości trzeba je umacniać nasypem kamieni, biciem pali lub rozgród.

Grunt niepewny: mokra glina, choć nawet zmieszana z piaskiem, szczególnie niebieskawy piasek gliniasty, piasek bardzo mokry, kurzawka, moczary, ziemia bagnista, łęgowa, czarnoziem, torf, margiel, nasypywany gruz budowlany, nawet po wiekowem uleżeniu się.

b. Zakładanie posad na gruncie nośnym.

Jeżeli oznaczymy przez:

t nośność gruntu w kg/cm^2 ,

γ_e wagę gruntu (piaszczystego) w kg/m^3 ,

h głębokość spodu posady w m,
 ϱ naturalny kąt zesypu gruntu (przeciętnie $\varrho = 30^\circ$ do $37\frac{1}{2}^\circ$),
 to w przybliżeniu według doświadczeń Jankowskiego będzie:

$$t = 0,0002 \gamma_e h \left(\frac{1 + \sqrt{2} \sin \varrho}{1 - \sqrt{2} \sin \varrho} \right)^2 = 0,0002 \gamma_e h n^2.$$

Dla $\varrho = 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	$37\frac{1}{2}^\circ$	40°	45°
jest $n^2 = 4,6427$	8,2578	15,769	33,971	91,987	179,03	440,66	∞ .

Nadto t pozostaje w zależności od rozmiarów i kształtu podstawy I' , a mianowicie t wzrasta wraz z wielkością tejże podstawy I'^*). **Bezpieczne obciążenie** k gruntu powinno zawsze być stosownie mniejsze od t . Dla wytrzymałej opoki (gruntu skalistego) t bywa około $\frac{1}{10}$ wytrzymałości samej skały na ściskanie, a natenczas k pozostaje zazwyczaj w granicach od 5 do 15 kg/cm². Mocno uleżały **żwir** lub **piasek** obciąża się zwykle ciśnieniem 2,5 kg/cm² (przepisy berlińskiej policji budowlanej określają: $k = 2,5$ kg/cm² dla tak zwanego dobrego gruntu), znosi on jednak do 10 kg/cm², podobnie i sucha **głina**, jeżeli nie zachodzi obawa jej przemoczenia. Sucha glina i piasek nie w zbitej masie znoszą 2 do 3 kg/cm². Zawsze jednak przy wyborze wartości k należy uwzględnić i głębokość h spodu posady (k wzrasta bowiem wraz z h , por. wzór powyższy) i okoliczność, czy przemoczenie gruntu jest stałe, czy też zmienne. Ciśnienie na podstawę ma być do niej możliwie prostopadłe i równomiernie rozłożone.

Oprócz średniego obciążenia k należy zbadać i rozdział ciśnienia na pole podstawy, oznaczając przedewszystkiem największe ciśnienie skrajne, zwłaszcza jeżeli budynek ma znosić i parcia poziome (wiatru, sklepień i t. p.). Wypadkowa wszystkich sił pionowych i poziomych powinna nie wychodzić poza środkową trzecią część szerokości podstawy, (p. Tom I, str. 408) a największe ciśnienie skrajne nie ma przenosić wartości k , bezpiecznej dla danego gatunku gruntu.

c. Obgroda wykopu.

Przy napływie wody lub przy posadowieniu pod wodą obgradza się wykop grodzami lub rozgrodami (ścianami szpuntbalowemi).

Grodze jednościenne przy głębokościach wody do 1,5 m: pale zabijane w odstępach 1,25 do 1,50 m i połączone oczepem, o który się opiera mocne przepierzenie z desek pionowych, zabitych w ziemię na 50 do 60 cm, które od zewnątrz uszczelnia się nasypem ziemi lub nawozu.

Grodze dwu- i wielościenne przy głębokościach wody ponad 1,50 m. Według Eytelwein'a szerokość ich, przy wysokości do 2,5 m, ma się równać wysokości, przy grodzach wyższych równa się połowie wysokości + 1,25 m. Dogodne są nieraz grodze wielościenne, zwłaszcza schodkowe: grzbiet niższej grodzy wewnętrznej, rozszerzając górną część wykopu, ułatwia niejednokrotnie roboty. Pale

*) F. Engesser, Przyczynek do teorii gruntu budowlanego, Centralbl. d. Bauverw. 1893, str. 306; oraz tamże 1893, str. 455.

zabijają się w odstępach po 1,25 m, na 1,3 do 2 m głębokości; dyby w pionowej odległości wzajemnej 1,25 m. Do wypełnienia grodzy nadaje się albo dobrze ubita ziemia gliniasta, możliwie sucha, albo też glina zmieszana z piaskiem, lecz bez części roślinnych lub korzeni.

Rozgrody. Na 1 m. bież. liczy się: 5 półpalików (pali z półdrzewa) po 24 cm szerokich, albo tyleż całych pali po 25 cm szerokości, albo wreszcie 3 do 4 bali 11 cm grubych, a 31 cm szerokich, wraz z 1 mb. całego pnia na oczep.

d. Posadowienie na gruncie niedogodnym.

Wybór sposobu posadowienia. *)

Jakość wody	Grunt dobry blisko powierzchni	Grunt dobry możebny do osiągnięcia	Grunt dobry nie dający się osiągnąć
1. Wody niema. (Nie stosować drzewa).	Murowanie bezpośrednie na niezamarzającej warstwie gruntu.	<ol style="list-style-type: none"> 1) Wykop aż do gruntu dobrego i mur pełny. 2) Wykop i filary zesklepione łukami podziemnymi. 3) Skrzynie zabijane lub studnie zapuszczane. 4) Pale żelazne. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Rozszerzenie muru u podstawy. 2) Podsyp piaskowy. 3) Sklepien. odziemne. 4) Szeroki pokład betonu. 5) Mur z kamieni na sucho.
2. Woda gruntowa lub na powierzchni, lecz dająca się przemódz. (Drzewo pod wodą jest trwałe).	<ol style="list-style-type: none"> 1) Murowanie bezpośrednie. 2) Oddzielne filary zesklepione łukami podziemnymi. 3) Cienka warstwa betonu (dla zatamowania źródeł). 4) Grodze drewniane lub żelazne, w całości zapuszczane. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Studnie zapuszczane. 2) Podziemny ruszt na palach. 3) Pale z wypełnieniem górnej przestrzeni między nimi betonem lub kamieniami. 4) Beton (wyłącznie do zatamowania źródeł). 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Podsyp piaskowy. 2) Ruszt bez pali. 3) Szeroki pokład betonu. 4) Sklepien. odziemne. 5) Wzmocnienie gruntu ubitą warstwą szabru, albo przez zabicie krótkich pali 6) Ruszt na palach.
3. Woda nie do przemożenia. (Drzewo pod wodą jest trwałe).	<ol style="list-style-type: none"> 1) Beton wśród grodzy drewnianych lub żelaznych, wypełnionych lub nie. 2) Posadowienie pod ściśnionem powietrzem (pneumatyczne), z grodzami. 3) Studnie (murowane) zapuszczane. 4) Skrzynie zapuszczane, z dnem. 5) Nasyp kamienny lub zatapianie kamieni. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Studnie (murowane) zapuszczane. 2) Posadowienie pod powietrzem ściśnionem. 3) Ruszt nadziemny na palach. 4) Pale żelazne. 5) Czerpanie gruntu i beton. 6) Skrzynie zabijane z rusztem na palach. 7) Zamrażanie gruntu. 8) Pale z betonem lub nasypem kamieni. 9) Czerpanie gruntu, oraz nasyp lub zatapianie kamieni. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Ruszt na palach w celu utłoczenia gruntu, na nim skrzynie. 2) Szerokie skrzynie zabijane (zastępujące ruszt bez pali) i posada wydrążona. 3) Podsyp piaskowy w celu wytlóczenia lub utłoczenia gruntu nienośnego. 4) Obciążenie gruntu wokół, łącznie z poszerzeniem posady murowanej.

*) Podług: Handbuch der Baukunde, Grundbau, str. 100.

Przy wszystkich, poniżej wyszczególnionych sposobach posadowienia dobrze będzie przedsiębrać uprzednio próbne obciążania gruntu.

1. **Utlaczać** należyście można tylko grunt jednolity, a skuteczniejszą się to przez obciążanie lub ubijanie.

2. **Gruz ubijany.** Ubiwszy należyście sam grunt poddający się, nakładamy gruz oddzielnymi warstwami, około 0,3 m grubości, ubijając każdą z osobna, dopóki grubość całego pokładu gruzu nie osiągnie 1 do 1,25 m. Przy sprzyjających warunkach warstwa grubości 0,5 m zdoła znieść na sobie obciążenie budynkiem dwupiętrowym.

3. **Podsyp z ostrego piasku żwirkowego,** grubego, a czystego powinien być w należytym stosunku poszerzony względnie do podstawy posady, aczkolwiek ze względów bezpieczeństwa przy obliczaniu uważamy za powierzchnię nośną, na której spoczywa cały ciężar budynku, tylko powierzchnię spodniej warstwy muru. Grubość podsypu przynajmniej 0,8 m, lepiej 1,5 do 2 m; podsyp piaskowy narzucamy oddzielnymi warstwami 0,10 do 0,15 m grubości, ułatwiając im równomierne osiadanie przez polewanie wodą i utłaczanie walcami; ubijanie bowiem bywa szkodliwe.

Podsypy takie można obciążać ciśnieniem 2 do 3 kg/cm². Wodę gruntową należy wypompowywać z miejsca stosownie obranego.

W sposób podobny jak podsypy piaskowe działają też płaskie kamienie układane pod posadę, a zalewane niekiedy na spoinach rzadką zaprawą. Niezbędna grubość d podsypu z piasku lub betonu (p. pod 4) na gruncie miękkim jest według Rankine'a w m

$$d = \frac{10000 p c^2}{\gamma - \gamma_e c^2},$$

jeżeli p oznacza największe ciśnienie budowli na podstawę w kg/cm², $\gamma = 1600$ do 2000 kg/m³, wagę piasku, lub $\gamma = 1800$ do 2200 kg/m³, wagę betonu, $\gamma_e = 1600$ kg/m³, wagę miękkiej ziemi, a

$$c^2 = \left(\frac{1 - \sin \varrho}{1 + \sin \varrho} \right)^2,$$

w którym to wzorze ϱ oznacza naturalny kąt zesypu (pochyłość zesypu) dla materiału, z którego się składa grunt. Ponajczęściej bywa $\varrho = 30^\circ$ do $37\frac{1}{2}^\circ$.

Dla $\varrho = 15^\circ$	20°	25°	30°	35°	$37\frac{1}{2}^\circ$	40°	45°
jest $c^2 = 0,346$	0,240	0,165	0,111	0,073	0,059	0,047	0,0296.

4. **Pokład z betonu** bywa również znacznie szerszy od podstawy posady, a zaleca się on przy wysokim poziomie wody i głęboko leżącym gruncie stałym. Jeżeli jest woda, to za obgodę wykopu starczy rozgroda. Opuszczanie betonu pod wodę odbywa się zapomocą lejów z desek grubości 5 do 8 cm, obitych na krawędziach blachą żelazną, albo też w skrzynkach otwierających się nad dnem wykopu, np. w obracających się naokoło osi podłużnej, dwóch ćwiartkach walca z blachy żelaznej, 1,2 m średnicy, a 1,0 m długich, łącznej objętości około 0,6 m³. Beton nasypuje się warstwami, a nale-

ży go opuszczać możliwie prędko i w dużych ilościach, oraz możliwie bez przerw. Zetknięcia z wodą podczas opuszczania należy unikać ponad niezbędną konieczność, jak również rozrzucania lub ubijania betonu pod wodą. Obliczoną według powyższych wzorów (str. 152) grubość d , uwzględniając niedokładność roboty, jakiej pod wodą nie sposób uniknąć, wypada stosownie powiększyć.

Gdy dobry grunt leży głęboko, układamy chudy beton na sucho, co zaleca się zwłaszcza tam, gdzie główny materiał do betonu (żwir i piasek) jest tani. Warstwa betonu grubości 1 m znosi bezpiecznie na gruncie mało ściśliwym ciężar 4 do 5 kg/cm², na ściśliwym i niejednorodnym tylko 2,5 kg/cm².

Grubości poniżej 0,5 m należy unikać. Warstwa betonu powinna występować poza brzeg posady przynajmniej na $\frac{3}{4}$ swej grubości.

Pokład betonowy z wkładkami żelaznymi. Wkłada się względnie cienkie taśmowniki lub krągowniki (gruby drut) w większej lub mniejszej ilości na krzyż w jedną lub kilka warstw betonu, czyniąc w ten sposób warstwę wytrzymałą na ciągnięcie, które w niej powstać może skutkiem nierównomierności gruntu. Albo też układają wśród warstwy, w kierunku podłużnym ścian, teowniki; ilość belek koło siebie leżących zależy od grubości muru. Połączenia belek na narożnikach i przecięciach są zbyt rzadkie. Wkładki żelazne, pozwalając zmniejszać grubość warstwy betonu, dają oszczędność na czasie przy wykonaniu.

5. Murowane filary podziemne, zesklepione łukami, nadają się na posady, gdy dobry grunt nie leży zbyt głęboko i gdy niema wody zaskórnej.

6. Studnie zapuszczone, najlepiej okrągłe, używają się, gdy dobry grunt leży głęboko, ponad 6 m do 18 m. Ścianki, przy średnicy 1 do 2 m, w grubościach 1 do 1 $\frac{1}{2}$ cegły. Pod ścianami głównymi rozstawia się studnie podług osi budynku w odstępach środków 2,5 do 3,75 m, zagłębiając je na 0,6 do 1,0 m w grunt stały; pod ścianami drugorzędными natomiast odstępki studzien zależą od wytrzymałości gruntu. Studnie należy zesklepiać łukami przynajmniej w 2 cegły grubymi. W narożnikach budynku stawia się po dwie, a często i po trzy studnie odporowe, koniecznie złączone ścianami. Przed zaczęciem budowy kopią dół około 4 m w kwadrat, a 1,5 m głęboki i w nim na podwójnym wieńcu z bali murują podmurowanie studni, nadmurowując je w miarę jej zapuszczania. Równomierne opuszczanie się studni podczas jej zapuszczania osiągamy przez sztuczne obciążanie, oraz przez podkopywanie (a pod wodą przez podczerpywanie gruntu). W celu ułatwienia opuszczania się studni, zewnętrzna jej powierzchnia bywa stożkowa, o pochyleniu $\frac{1}{50}$ do $\frac{1}{20}$ względem pionu. Dno studni zapuszczonej wypełnia się pokładem betonu, reszta zaś pustej przestrzeni murem z kamienia, na który nadstawia się z kamienia lub z klinkieru opory dla łuków łączących studnie.

7. Skrzynia zabijana zastępuje poniekąd studnię murowaną. Plan skrzyni bywa prostokątny lub kwadratowy. Słupy narożne, 12 do

20 cm grube, o złączeniach wzajemnie się mijających, obite z zewnątrz deskami 5 do 8 cm grubości. Skrzynie zabijają się, a raczej zapuszczają podobnie jak studnie. Wysokość skrzyni nie ponad 5,5 do 7 m. Nadstawiając skrzynie jedną na drugą, można osiągnąć głębokości 12,5 do 15 m. Skrzynie wypełniają się do poziomu wody betonem, dalej zaś murem z kamienia, wreszcie łączą się ze sobą (zesklepiają) lukami.

Niewielka zbieżność ścian ku górze (1 : 50 do 1 : 25) ułatwia opuszczanie. Złączenie ściągami studni i skrzyń (po linii opór luków) zapobiega ich usuwaniu się, jest zawsze wielce pożądane, a już wprost niezbędne przy obciążeniu mimośrodkowym (pod ścianami granicznymi) lub przy parciach poziomych. Studnie i skrzynie nadają się zamiast rusztu na palach, osobiście przy budynkach otoczonych innymi, gdyż ustawienie i przesuwanie kafarów bywa kosztowne i kłopotliwe, a bicie pali szkodzićby mogło budynkom sąsiednim. Przy znaczniejszem zagłębieniu studni i skrzyń można obciążać grunt więcej niż zazwyczaj.

8. Ruszt bez pali. Wszelkie drzewo ma leżeć przynajmniej 0,3 do 0,5 m pod najniższym poziomem wody.

a. Ruszt z bali układa się wzdłuż, na poprzecznicach, z bali 8 do 10 cm grubych, leżących w odstępach 1 do 1,25 m.

β. Ruszt z podwalin. Na podkładzinach (poprzecznicach) szerokości 24 do 31 cm, przy 16 do 24 cm wysokości, leżących w odstępach 1 do 1,5 m, układa się podwaliny (podłużnice) grubości 21 do 31 cm, w odstępach nie ponad 1,1 m, a podwaliny skrajne w odległości 0,3 do 0,5 m od końców podkładzin poprzecznych. Czasem układ bywa odwrotny: podkładziny podłużne, a na nich krótkie podwaliny poprzeczne. Ruszt wypełnia się kamieniami lub betonem i pokrywa balami grubości 8 do 10 cm, występującymi po 5 cm na każdym końcu. Obciążenie 2 do 3 kg/cm².

9. Ruszt na palach sosnowych lub dębowych, których wierzch leżeć powinien conajmniej 60 cm pod najniższym poziomem wody. Grubość pali w m bywa: $d = 0,12 + 0,03 l$ lub $d = 0,15 + 0,0275 l$, jeżeli $l =$ długości pala w m, a więc dla pali 6-ciometrowych będzie $d = 30$ do 31,5 cm. Odstępy środków pali w szeregu 0,75 — 1,0 m, a osi szeregów 0,8 do 1,25 m, czyli że jeden pal przypada na 0,60 do 1,25 m². Czopy na palach bywają 16 cm długie, 8 cm szerokie, 5 cm grube; na nich oczepiają się oczepy (podłużnice) przynajmniej 26 cm w kwadrat, które wypada stykać zawsze ponad palem, a zetknięcie takie wzmacniać lukami żelaznymi. Podwaliny poprzeczne, t. j. przewiązki lub poprzecznicę, 15 do 25 cm grube, wrębują się w podłużnice w odstępach 2,5 do 3 m, między temi przewiązkami zaś układają się bale 8 do 10 cm grube, przymocowane do oczepów (podłużnic) gwoźdźmi drewnianymi, wyjątkowo zaś żelaznymi. Zacios (ostrze) pala, 1,5 do 2 razy dłuższy od dolnej średnicy pala, uzbraja się dla gruntu żwirowego lub kamienistego grottem żelaznym, wagi 2,5 do 7 kg, zaopatrzonym w dwie lub cztery łapy, któremi grot przyczepia się gwoźdźmi do zaciosu pala.

Pokład betonu na palach zastępuje ruszt drewniany, na palach spoczywający, a zaleca się zwłaszcza wtedy, gdy pale nie dosięgły dobrego gruntu i trzymają się tylko tarcie. Warstwa betonu przynajmniej 75 cm gruba, a łby pali zagłębione w beton 15—30 cm. W razie potrzeby beton ochrania się rozgradami od podplókiwania. Przy dostatecznej grubości pokładu betonowego, można całe pole nim pokryte uważać za nośne.

10. Pale żelazne (o śrubie). Bywają one niekiedy bardzo dogodne, choć drogie. W miękkim gruncie stosują duże średnice śruby i gwint jednozwojowy, natomiast w glinie twardej, pomieszanej z kamieniami, gwint dwuzwojowy, lecz z każdego gwintu biorą tylko pół zwoju. Oddzielne kawały rur łączą się ze sobą nasówkami na gwint. *)

e. Bicie pali.

Nośność pali. Jeżeli pal dosięga dobrego gruntu, to można go tak silnie obciążać, jak na to pozwala wytrzymałość na wyboczenie; w żadnym jednak razie bezpieczne obciążenie gruntu nie powinno przekraczać $k = 20-40$ kg/cm² przekroju pola, stosownie do gatunku gruntu (berlińska policja budowlana). Długość pali określa się przez zabijanie pali próbnych. Pale wogóle powinny tkwić 2 do 3 m w dobrym gruncie. Długość pali do 20 m, zwykle jednak nie ponad 12 do 15 m, gdyż przy większych głębokościach inne sposoby posadowienia będą tańsze. Pale, skierowane w dół końcem od wierzchołka, bywają trwalsze niż pale z zaciósem na odziomku. Im bardziej grunt jest zbity, tem mniej smukłym powinien być sam zaciós. W piasku, mulku, błocie i t. p. wystarcza proste zaciósanie długości 1,5 do 2 razy większej od dolnej średnicy pala; sam koniec zaciósu powinien być przytępiony w średnicy $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{4} d$. Groty żelazne, z ostrzem stalowem zalecają się tylko w gruncie żwirowatym lub kamienistym, albo też gdy trzeba przebijać pokład drzewa.

Wplókiwanie pali w grunt strumieniem wody, z następnem dobijaniem lub lepiej nawet bez niego, zaleca się w gruncie piaszczystym lub żwirowatym, szczególnie jeżeli trzeba unikać silnych wstrząśnień. Ciśnienie wodociągów miejskich starczy zazwyczaj do wplókiwania pali, a wodę doprowadza się do końca pala rurą gazową (około 50 mm prześwitu) ułożoną we wpustce wyżłobionej wzdłuż pala. Podczas wplókiwania trzeba pokręcać palem.

Jeżeli koniec pala nie dosięgnie gruntu stałego, to pal przenosi obciążenie swoje tarcie na otaczający go grunt. Nośność pala można w takim razie określić li tylko przez obciążenia próbne, ponieważ tarcie zmienia się w zależności od wzajemnych odstępów pali, oraz od głębokości i wilgotności gruntu. Z ciężaru budynku określa się stosowne obciążenie jednostkowe, przy którym jednakże największe osiadanie się pala nie powinno przekraczać kilku cm. Pale krótkie,

*) Brennecke, der Grundbau (w Handb. d. Baukunde), nadto Centrbl. d. Bauverw. 1885, str. 279 i nast.

lecz blisko siebie rozstawione, z powodu większego utłoczenia gruntu, znoszą więcej niż długie, lecz w dalekich odstępach zabite.

Jeżeli Q oznacza wagę baby w kg, h wysokość jej spadu w cm, s ilość cm, o jakie się pal zagłębił przy ostatniem uderzeniu, R opór spotykany po drodze s w kg, wreszcie $a = 20\,600$ kg/cm, to podług Brennecke'go *) będzie:

$$s = \frac{Qh}{R} - \frac{R}{a}, \text{ a więc: } R = 0,5 a \left(-s + \sqrt{s^2 + \frac{4 Q h}{a}} \right).$$

Największe, bezpieczne obciążenie pala jest $P = R : n$, przyczem, stosownie do ważności budynku, dobiera się $n = 4$ do 10.

Obliczenie powyższe zasada się na założeniu, że nośność \geq tarcia, a wzór sam wyprowadzono z doświadczeń Hurtzig'a, przy których mierzono opór tarcia podczas wyciągania pali. Dla pali rozgodowych, trących się o grunt nie ze wszystkich stron, wypada wartość spódczynnika a zmniejszyć do: $a = 13\,000$ kg/cm².

Wzory na nośność pali: Redtenbacher'a, Weisbach'a, Brix'a, Ritter'a, Rankine'a, Wellington'a i in. stosują się tylko do pewnych warunków gruntu, nie posiadają zatem ogólnego znaczenia. **)

Taranek (baba ręczna) na 1 do 4-ch ludzi podnosi się zazwyczaj o 1 m, a na każdego robotnika przypada po 15 kg wagi. Lina główna miewa 4 do 5 cm, linki pociągnie zaś 1 do 1,3 cm średnicy.

Kafar pociągany. Baba waży 150 — 600 kg i bywa najczęściej z żelaza lanego. Jeden robotnik liczy się na każde 15 kg wagi baby. Dzienna ilość uderzeń 4000 — 5000. Kółko do liny, drewniane lub lanożelazne (żeliwne), o średnicy 0,5—0,6 m, 30 uderzeń/min., podniesienie 1,2—1,5 m. Kafar pociągany nadaje się do mniejszych robót, oraz gdy wypada go często przestawiać, dalej przy gruncie nieściśłym, wreszcie do zabijania rozgród. Nie nadaje się on natomiast przy glinie sprężystej, ściśłym piasku lub żwirze i wogóle na znaczne głębokości.

Kafar dźwigarkowy. Baba lanożelazna, 600 — 800 kg, podniesienie 2—8 m. **Ręczny kafar dźwigarkowy** wymaga 4-ch do 5-ciu robotników do podnoszenia baby dźwigarką (windą). Moc jednego robotnika: 11 do 13 kgm/sek., jeśli siła jego 14 do 16 kg, przy prędkości 0,8 m/sek. Kafar ten zaleca się przy glinie sprężystej, ściśłym piasku lub żwirze, lecz nie przy kurzawce lub ziemi bagnistej. **Dźwigarkowy kafar parowy** nadaje się szczególnie do robót prowadzonych z rusztowań pływających. Bardziej znane systemy tych kafarów są, np. Schwartzkopff'a, Schramm'a, a z łańcuchem bez końca, np. Menck & Hambrock'a.

Kafar parowy, o bezpośredniem działaniu (Nasmyth'a, Schwartzkopff'a, Riggenbach'a, Lewickiego). Baba do 2500 kg, podniesienie 0,8 — 1 m, 75 — 100 uderzeń/min.; albo baba 750 — 1000 kg, podniesienie 2 — 6 m, 3 — 10 uderzeń/min. Silnik 4 — 6 MK. Kafar

*) Brennecke, Der Grundbau (w Handb. d. Baukde.) str. 145.

***) Kreuter i Bubendey w Centrbl. d. Bauverw. 1896, str. 145, 190, 533, 545; 1897, 46 i 160.

parowy nadaje się do zabijania rozgród w kurzawkę, oraz w ziemię bagnistą, przesadzaną warstwami piasku lub żwiru.

II. MURY.

a. Rodzaje murów.

1. Mur z kamienia łomowego.

Najmniejsza grubość murowanych ścian zewnętrznych w budynkach mieszkalnych bywa 45 do 60 cm, w Królestwie 2 cegły, czyli 0,55 m. Na 1 m³ muru z kamieni łomowych lub polnych (narzutowych) potrzeba kamienia prawidłowo ułożonego 1,25 do 1,30 m³ (jeżeli jednak kamień jest położysty, a grubość muru znaczna, to liczy się tylko 1,05 do 1,10 m³), oraz 0,33 m³ zaprawy.

2. Mur z ciosów.

Przy ciosach starannie obrobionych tylko spoiny zewnętrzne zapełnia się zaprawą wapienną lub kitem do kamieni, a przesuwaniu się kamieni zapobiega się szponami (klamrami) bronzowymi, miedzianymi, albo też żelaznymi ocynkowanymi, których końce zagięte (pazury) mają 2,5 do 4 cm długości. Najlepiej szpony te obsadzać w suche zagłębienia, zalać je ołowiem, który po ostygnięciu należy jeszcze dobić (wsztamować).

Do zalewania w ciosach można nadto stosować zaprawę cementową lub z wapna hydraulicznego, z domieszką drobnego, lecz ostroziarnistego piasku, wreszcie i zaprawę gipsową, właściwą jednak tylko w miejscach suchych.

Wzajemnemu przesuwaniu się kamieni po sobie można też zapobiedz zapomocą przechwytów (kołków, dybli) długości 8 cm, grubości 2 do 5 cm, żelaznych, kamiennych, albo też szpiżowych, o przekroju okrągłym, albo kwadratowym, lub też zapomocą zczepików kształtu dwupletwowego.

Do muru zalicowego (za licowaniem z kamienia ciosowego) używa się zaprawa nie zmniejszająca swej objętości podczas tężenia (zaprawa cementowa, albo zaprawa cementowo-wapienna), przyczem trzeba murować możliwie ściśle.

3. Mur z cegły.

a. Wymiary normalnej cegły niemieckiej są; 25 · 12 · 6,5 cm, przyczem objętość jednej cegły wynosi 1,95 l. 1 cegła normalna waży 2,75 do 3,0 kg. 1 klinkier tychże wymiarów: 3,5 kg. Na 1 m wysokości liczą 13 warstw muru (wysokość warstwy 7,7 cm; spoina łożyskowa 1,2 cm, spoina boczna 1,0 cm). Mur z cegły osiada przy wysychaniu o $\frac{1}{200}$ do $\frac{1}{150}$ swej wysokości.

Na 1000 cegieł potrzeba 0,55 do 0,70 m³ zaprawy.

Waga 1-go m² muru z cegły w kg.

[Łącznie z obustronną wyprawą razem 3 cm grubości].

Mur w 1/2 cegły (12 cm)	wymaga 50 cegieł,	0,035 m ³ zaprawy;	waży 250 kg
" 1 " (25 ")	" 100 "	0,07 " "	" 450 "
" 1 1/2 " (38 ")	" 150 "	0,105 " "	" 650 "
" 2 " (51 ")	" 200 "	0,14 " "	" 850 "
" 2 1/2 " (64 ")	" 250 "	0,175 " "	" 1050 "
" 3 " (77 ")	" 300 "	0,21 " "	" 1250 "
" 3 1/2 " (90 ")	" 350 "	0,245 " "	" 1450 "

Na 1 m³ muru pełnego potrzeba 400 sztuk normalnej cegły niemieckiej i 0,28 m³ zaprawy. Waga 1-go m³ muru pełnego z cegły palonej wynosi 1600 kg, 1-go m³ zaprawy wapiennej 1700 kg.

1 mb. cegieł na rąb (rolszycy) wymaga 13 sztuk cegieł i 0,01 m³ zaprawy.

Podczas roboty z dobrej cegły odpada łomu 1 2/3 do 2%. W kosztorysach liczą jednak z dobrej cegły 3% straty na łomie, z pośledniejszej 5 do 8%, a stratę na zaprawie 3 do 5%.

b. Cegły wyrabiane w okolicach **Warszawy** miewają różne wymiary zbliżone przeważnie do formatu: 270 · 130 · 70 mm, który umożliwia prawidłowe wiązanie w murze. Na zasadzie tych też wymiarów cegły **Wydział Budowlany Magistratu warszawskiego** obliczył wartości robót mularskich w wydaniu cennika robót i materiałów z r. 1902.

Na 1 m wysokości muru z powyższej cegły liczy się 12 warstw (wysokość warstwy 8,33 cm; spoina łożyskowa 1,33 cm, spoina boczna 1,0 cm).

Przy użyciu cegły tego formatu grubości murów bez wyprawy są:

dla muru w 1/4 cegły 7 cm	dla muru w 2 1/2 cegły 69 cm
" 1/2 " 13 "	" 3 " 83 "
" 1 " 27 "	" 3 1/2 " 97 "
" 1 1/2 " 41 "	" 4 " 111 "
" 2 " 55 "	" 4 1/2 " 125 "

Na 1 m³ muru pełnego potrzeba średnio 325 sztuk cegieł wymiaru 27 × 13 × 7 cm i 0,28 m³ zaprawy, (licząc w tem 5% na straty).

1 mb. cegieł na rąb wymaga 12 sztuk cegieł i 0,01 m³ zaprawy.

4. Licowanie ścian.

Licówka (cegła licowa) jest o 2 mm w każdym wymiarze większa aniżeli zwyczajna cegła normalna, a zatem wymiary jej dla formatu niemieckiego będą: 25,2 · 12,2 · 6,7 cm.

1 m² licowania muru bez otworów, z całych licówek i połówek, w wiązaniu krzyżowym (które to licowanie powinnyby się wykonywać jednocześnie z samym murem), wymaga 75 całych licówek i 0,052 m³ zaprawy.

1 m² licowania muru bez otworów, z połówek i ćwiartek (które należy skutecznie dopiero po zupełnym wzniesieniu muru) wymaga po 50 sztuk połówek i ćwiartek i 0,040 m³ zaprawy.

Spoiny łożyskowe i boczne nie mają być cieńsze niż 1 cm (P. min. p.).*)

b. Grubość murów.

Stosunek wzajemny grubości murów z różnych materiałów bywa:
z ciosów, z cegły, z położystego kamienia łomowego
jak: 5 lub 6 : 8 : 10.

Grubość ścian z cegły w cm,

podług przepisów berlińskiej policyi budowlanej.

Oznaczenie piętra	Budynki mieszkalne						Budynki fabryczne				
	ściana zewnętrzna z otworami, obciążona stropami	ściana środkowa z otworami, obciążona stropami	ściana szczytowa bez otworów i nieobciążo- na stropami	ściana graniczna bez otworów, obciążona stropami	ściana szczytowa z otworami, nieobciążo- na stropami	ściana schodni	ściana zewnętrzna z otworami, obciążona stropami	ściana środkowa z otworami, obciążona stropami	ściana szczytowa bez otworów i nieobciążo- na stropami	ściana graniczna bez otworów, obciążona stropami	ściana schodni
Strych . . .	25-38		25	25	25	25	25-38		25	25	25
Piętro IV . . .	38	38	25	38	25	25	38	38	25	38	25
„ III . . .	38	38	25	38	25	25	51	38	25	38	25
„ II . . .	51	38	25	38	38	25	51	38	38	51	25
„ I . . .	51	38	38	51	38	25	64	51	38	51	38
Przyziom(par- ter) . . .	64	51	38	51	51	38	77	51	51	64	38
Piwnice (pod- ziemie) . . .	77	51	51	64	51	38	90	64	51	77	51

1. **Mury odosobnione (zagrodowe)** miewają grubość przynajmniej $\frac{1}{12}$ do $\frac{1}{10}$, a z kamienia łomowego $\frac{1}{8}$ wysokości.

Mury z przyporami (kontrforsami). Przy wysokości 3 m i przyporach na 2 cegły grubych, w odstępach do 4,5 m, sam mur między przyporami może być w 1 cegłę; jeżeli zaś odstęp przypór zmniejszą się do 2 m, to sam mur można wykonać w $\frac{1}{2}$ cegły, lecz na dobrej zaprawie.

2. **Ściany frontowe** przy wysokości piętr do 4,2 m otrzymują grubość $1\frac{1}{2}$ cegły w piętrze najwyższem, a w każdym następnem, poniżej leżącym piętrze o $\frac{1}{2}$ cegły większą. Jeżeli ściana taka łączy się z poprzecznymi w odstępach nie przekraczających 7,5 m, to, podług berlińskich przepisów policyjno-budowlanych, może ona przez dwa najwyższe piętra być $1\frac{1}{2}$ cegły, a przez każdą parę następnych

*) P. min. p. w dziale niniejszym oznacza, że przepis podany zaczerpnięto z **Przepisów ministerium pruskiego**, wydanych 16 maja 1890 r. pod tytułem: *Gebrauchsanweisung für das Technische Bureau der Abteilung für Bauwesen im preuss. Minist. d. öffentl. Arbeiten*, Berlin, W. Ernst & Syn.

piętr ma się zgrubiać o $\frac{1}{2}$ cegły. Mury piwniczne powinny być zawsze o $\frac{1}{2}$ cegły grubsze od ściany przyziomu, jaka się na nich wznosi. Przy wysokości piętr do 6 m ściany mają być o $\frac{1}{2}$ cegły grubsze od poprzednio wskazanych, a przy jeszcze większej wysokości przynajmniej o 1 cegłę grubsze. Grubość ścian podstrzesza (trempla) z wystającymi zymkami murowanymi nie ma być mniejsza niż $1\frac{1}{2}$ cegły.

Ściany frontowe mniejszych budynków wiejskich bez piętr, tak mieszkalnych, jakoteż innych, np. stodół, wozowni i t. p. mogą być $1\frac{1}{2}$, a nawet 1 cegłę grube; przy grubości 1-ej cegły pod każdym wiązaniem strzechy należy dodać przyporę (zgrubienie) w $\frac{1}{2}$ cegły, na szerokości 2 do $2\frac{1}{2}$ cegły.

Uwaga. Przy zatwierdzaniu projektów Wydział budowlany warszawskiego Rządu Gubernialnego wymaga następujących grubości murów:

W dwóch najwyższych piętrach 2 cegły, w każdym zaś dwóch następnych, niższych piętrach o $\frac{1}{2}$ cegły większą.

Ściany w piwnicy o $\frac{1}{2}$ cegły grubsze od przyziomowych. W budynku czteropiętrowym grubości ścian byłyby zatem:

na IV i III piętrze	2 cegły
„ II i I „	$2\frac{1}{2}$ „
w przyziemiu	3 „
„ piwnicy	$3\frac{1}{2}$ „

3. **Ściany szczytowe**, o ile się na nich wspiera strzecha ścięta, uważać należy za przednie ściany zewnętrzne.

4. **Swobodnie stojące ściany szczytowe** otrzymują na strychu grubość 1 cegły z przyporami przynajmniej na 2 cegły szerokiemi, a na $\frac{1}{2}$ cegły grubemi, w miejscach odpowiadających słupom stolcowym wiązania strzechy. W piętrze najwyższem grubość $1\frac{1}{2}$ cegły, następne $1\frac{1}{2}$ do 2 cegieł, następne 2 cegły, następne $2\frac{1}{2}$ cegły.

5. **Obudowane, graniczne ściany szczytowe.** Wspólne: na strychu 1 cegłę grube, ze zgrubieniem o $\frac{1}{2}$ cegły na każde 2 piętra poniżej leżące. Nie wspólne, a więc dotykające sąsiedniej ściany szczytowej: Na strychu i dwóch piętrach poniżej leżących 1 cegłę, następne piętra 1 lub $1\frac{1}{2}$ cegły, w zależności od tego, czy długość frontów będzie 9 do 13 m, czy też większa. W Berlinie graniczne ściany szczytowe miewają na strychu grubość 1 cegły, przyczem słupy stolcowe są omurowane tą ścianą; w dwóch piętrach następnych również 1 cegłę, a na każde dalsze dwa piętra grubość zwiększa się o $\frac{1}{2}$ cegły.

6. **Wyższe ściany pod strzechą jednochylną**, nie przylegające do sąsiednich budynków, przy wieźbach stojących, bywają na strychu 1 cegłę grube, w następnych 3-ch piętrach $1\frac{1}{2}$ cegły, a na każde 2 piętra dalsze o $\frac{1}{2}$ cegły grubsze. Ściany takie, przylegające do budynków sąsiednich, miewają grubości podane dla ścian szczytowych. Pod strzechami jednochylnymi i w szczytach na strychu wiążą (w Berlinie) ściany w rozwory, (mur pruski) oblicowują je na $\frac{1}{2}$ cegły, obejmując również murem na $\frac{1}{2}$ cegły i słupy stolcowe.

7. **Ściany środkowe**, obciążone belkami, przez 4 wyższe piętra w $1\frac{1}{2}$ cegły, następne dwa niższe piętra w 2 cegły. Nawet gdy belki dłuższe, sięgając poza ścianę środkową, opierają się i na innej ścianie środkowej (np. wążki korytarz między dwoma szeregami pokojów), jeżeli tylko cała długość belki przekracza 6 m, to ściany te nie powinny być cieńsze niż $1\frac{1}{2}$ cegły, a przy korytarzach sklepionych niż 2 cegły. Ściany schodni i świetlników bywają przez wszystkie piętra równo grube: przy dobrym ściągnięciu (ściągami) i zaprawie cementowej starczy grubość 1 cegły, lecz przy schodach murowanych lepiej $1\frac{1}{2}$ cegły.

8. **Ściany przedziałowe** bywają zazwyczaj przez trzy wyższe piętra $\frac{1}{2}$ cegły, niżej zaś co najmniej 1 cegłę grube. Przy sieniach głównych i wielkich salach 1 do $1\frac{1}{2}$ cegły. Nadto stosują i ściany w rozwozy (mury pruskie) z wypełnieniem cegłą i wyprawą, albo też mury z cegieł dziurkowatych, stawianych na storc, na zaprawie cementowej, dalej ściany systemu Rabitz'a lub Monier'a, oraz ściany ze szkieletu żelaznego, obłożonego obustronnie płytkami gipsowymi, 5 do 7 cm grubości, wreszcie przepierzenia rozporncowe, obustronnie wyprawione. Ściany takie, wymagając podparcia tylko w końcach, nadają się na przegrody na stropach nie podpartych w danym miejscu.

9. **Grodziżary**, czyli mury przeciwpożarne, wewnątrz budynków należy rozmieszczać w odstępach co 40 m, przez całą głębokość budynku i przez wszystkie piętra. Grodziżary powinny mieć przynajmniej 1 cegłę grubości i wystawać ponad strzechę przynajmniej na 20 cm. Z drewnianą więźbą strzechy mogą się one łączyć jedynie za pomocą kotew; należy przeto z każdej strony grodziżaru umieścić wiązary. Na strychu drzwi samozamykające się, podwójne (żelazne, albo lepiej systemu Rabitz'a lub Monier'a), najlepiej z progiem kamiennym i odrzwiąc z ciosów.

10. **Mury odziomkowe** (cokułowe) mają zazwyczaj na zewnątrz odsadzkę szerokości 4–5 cm, którą należy odvodnić. Przy mieszkaniach suterynowych odziomek powinienby być przynajmniej 1,3 do 1,6 m wysoki. Grubość muru odziomkowego bywa o $\frac{1}{2}$ cegły większa od grubości ścian przyziomu (parteru), na nim spoczywających.

11. **Mury posadowe i podziemne**. Głębokość niezbędną p. str. 149 i nast. Grubość wierzchu posady bywa zazwyczaj o $\frac{1}{2}$ cegły większa od grubości odziomka na nim spoczywającego, a należy ją obliczać podług obciążenia posady przez budowlę. Spód posady w dobrym gruncie może znajdować się o 0,3 do 0,5 m poniżej posadzki piwnic, a wymiary podstawy oznacza się w ten sposób, ażeby nie przekroczyć bezpiecznego obciążenia gruntu (p. str. 150 i 159, oraz Tom I, str. 339).

Całą wysokość posady dzieli zwykle odsadzkami na ławy około 1,5 m wysokie, najniższa zaś ława, czyli ława właściwa (bankiet) bywa tylko 0,4 do 0,5 m wysoka. Odsadzki miewają zwykle po $\frac{1}{2}$ cegły z każdej strony, a w murach z kamienia łomowego po 15 cm; w żadnym razie szerokość odsadzki jednostronnej nie powinna przekraczać 0,6 do 0,8 wysokości odnośnej części posady.

c. Robocizna przy wznoszeniu murów. *)

(według Gauthey'a).

Dzionki robocze/m³ muru. **)

Rodzaj muru.	Wydobycie kamienia z łomów	Obciosywanie kamienia (kamienniarzy)	Murowanie (mułarzy)	Pomoc (robotników)
Mur z kamienia na sucho	0,85		1,33	0,67
Mur z cegły { zwykły			0,80	0,80
{ w sklepieniach			1,20	1,20
Mur warstwowy, zwykły, z kamienia łomowego	0,85		1,20	1,20
Mur z przyciosanego kamienia łomowego	1,20	2,00	1,20	1,20
Sklepienia z przyciosanego kamienia łomowego	1,20	3,00	1,20	1,20
Mur z ciosów (z miękkich) } od . . . {	2,40	3,30	1,33	1,33
} do . . . {	3,30	8,00	2,70	2,70

Ilość dzionek na łamanie i ciosanie kamieni twardszych:

Na piaskowiec twardy 2 razy więcej niż na miękki.

Na wapień twardy, marmur i granit 3 do 4 razy więcej niż na miękki piaskowiec.

Powierzchnie krzywe wymagają w stosunku do płaskich:

$$\left(1 + \frac{0,75}{\text{promień w m}}\right) \text{ razy więcej pracy.}$$

Rozbieranie murów starych . . . 0,67 dzionki robotnika.

Rusztowania dla murów zwykłych 0,27 " "

d. Otwory w murach.

1. Okna.

Szerokość najmniejsza 0,3 m, zwykła 0,9 do 1,25 m. Okna dwuskrzydłowe w budynkach mieszkalnych 0,9 do 1,5 m szerokości; trzyskrzydłowe (weneckie) 1,5 m do 2,5 m. Wysokość ponad oknem do stropu w budynkach murowanych co najmniej 25 cm, w ścianach w rozwory przynajmniej 16 cm.

Wysokość podoknia 75 do 90 cm, zwykle 78 do 80 cm.

2. Drzwi.

Szerokość w prześwicie muru:

Wrota stodół 3,2 do 4,5 m

" wozowni 2,5 " 3,2 "

Drzwi stajni 1,25 " 2,0 "

Wrota przejazdowe (bram) 2,5 " 3,5 "

*) Porównaj: Dział: XI, I. A. B. γ.

**) Dzionką nazywamy wytwórczość robotnika w czasie całodzienniej pracy, dniówką natomiast płacę za dzień pracy.

Zewnętrzne drzwi wejściowe	1,5	do	2,25	m
Drzwi do sal	1,5	"	2,25	"
Podwoje w bawialniach	1,25	"	1,5	"
Jednoskrzydłowe drzwi w pokojach zwykłych	1,0	"	1,25	"
Drzwi w małych pokojach	0,9	"	1,1	"
Drzwi do kuchni	0,9	"	1,1	"
Drzwi do spiżarni	0,7	"	0,9	"
Drzwi ukryte (w obiciu)	0,6	"	0,7	"

Wysokość równa w przybliżeniu podwójnej szerokości, jednakże nigdy nie mniej niż 2 m. W przejazdach wysokość użyteczna w prześwicie przynajmniej 2,8 m. Drzwi zewnętrzne, wejściowe, oraz wrota bram, cofają się za lico muru przynajmniej na 25 cm, a wytwarzające się przytem obustronne węgary mają być przynajmniej 12 cm szerokie; drzwi wewnętrzne z odrzwicą (cargą), albo też mocowane do wsadek (tybli) i zaopatrzone w naddrzwicę, ponad którą przesklepia się łuk 25 do 38 cm gruby. Otwory w murach na drzwi wewnętrzne powinny być o 10 cm szersze i 5 cm wyższe niż zamierzony prześwit drzwiowy. (P. min. p.).

e. Sklepienia.

Obliczenie objętości p. Tom I, str. 137.

Obliczenie statyczne p. Dział XV, rozdz. IV.

1. Wykreślenie linii kabłąkowatej. *)

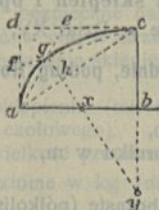
Linia kabłąkowata, dawniej z niemiecka koszykową zwana, składa się z nieparzystej ilości łuków kołowych, przechodzących stycznie jeden w drugi w t. n. punktach zmiany krzywości. Dane są zazwyczaj: rozpiętość i strzałka.

a. Opory leżą na jednym poziomie.

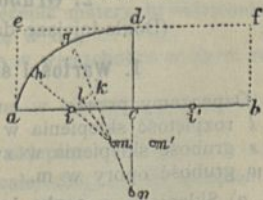
1. W prostokącie $abcd$ (rys. 873) dwójsieczne cf' i ae kątów acd i cad przecinają się w g , a prostopadła gh , spuszczone z tego punktu na ac , odcina punkty: x na ab i y na bc , któreto punkty x i y są szukanymi środkami łuków ag i cg . Tylko jedno rozwiązanie jest tu możebne.

2. Dane ac i cd (rys. 874). Dowolnie, lecz właściwie dobranym promieniem nd zataczamy łuk koła dg ze środka n , leżącego na dc . Z podobnie dowolnie obranego punktu i na ac zataczamy promieniem ia tymczasowo nieograniczony łuk koła ah . Odcinamy $gk = ai$ (a więc $= hi$).

Rys. 873.



Rys. 874.



*) Puller: Obliczenie linii kabłąkowatych, Centrabl. d. Bauv. 1894, str. 170.

Ze środka l kresy ki wyprowadzamy prostopadłą do niej linię lm , która odcina na gn punkt m .

Punkty i , m , oraz symetrycznie do nich względem pionu dc leżące punkty i' i m' , i punkt n są szukanymi 5-ciomą środkami łuków kołowych linii kabłąkowej, a punkty g i h (oraz symetryczne do nich punkty) są punktami zmiany krzywości.

Liczba rozwiązań w danym przypadku jest nieograniczona, w zależności od wyboru położenia punktów n i i , które jednak dogodnie będzie zbliżyć wedle możliwości do położenia punktów M i N w rys. 12, na str. 106-ej, Tomu I-go, przez co kształt linii kabłąkowej zbliży się do kształtu elipsy.

β. Punkty oporów leżą na różnych poziomach.

1. Dane: (rys. 875) rozpiętość $l = an$, i wspanięcie $h = nb$ punktu b ponad a . Na an odcinamy $nc = \frac{1}{2}l - \frac{3}{4}h$ i kreślimy $cd \parallel nb$, a zatoczywszy półkole ponad cd , jako średnicą, dzielimy jego obwód na 3 równe części. Punkty kresowe tych 3-ch części, t. j. punkty c , e , f i d , będą szukanymi środkami łuków kołowych:

ag (o promieniu ca), gk (o prom. eg), ki (o prom. fk) i ib (o prom. di).

2. Dany punkt opory a (rys. 876), rozpiętość an i położenie cd wspólnej stycznej obydwu łuków w punkcie zmiany krzywości.

Ściany oporowe ma i eb są, jak i poprzednio, do siebie równoległe.

Przedłużamy ma do e i eb do d , t. j. aż do danej stycznej i odcinamy $cf = ca$, oraz $db = df$, a określimy w ten sposób położenie drugiej opory b sklepienia wspaniętego.

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

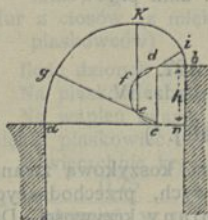
Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

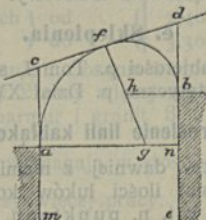
Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

Rys. 875.



Rys. 876.



Prostopadła na cd , wyprowadzona z punktu f , t. j. fg , odetnie szukane środki h i g na poziomych an i bh .

2. Grubość sklepień i opór.

(Dokładniejsze dane p. Dział XV, rozdz. IV).

1. Wartości średnie, podług Rondelet'a.

Oznaczamy przez:

l rozpiętość sklepienia w m,

s grubość sklepienia w zworniku w m,

w grubość opory w m.

a) Sklepienia z cegły, kolebeczaste (półkoliste):

1. pachwiny do pełnej wysokości zwornika poziomo zamurowane: $s = \frac{1}{48}l$, $w = \frac{1}{11}l$;

a grubość niezbędna w zworniku: $s = \frac{H}{kL}$ w cm,

wreszcie grubość niezbędna w wezłowie: $s_1 = s \frac{l^2 + 4h^2}{l^2 - 4h^2}$ w cm.

W polach skrajnych zakłada się ściagi w odstępach 1,25 do 1,5 m, dla zniesienia części parcia poziomego H , działającego na odnośnej długości. Płaskie sklepienia łączaste, o grubości $\frac{1}{2}$ cegły, w zasadzie nie powinny mieć rozpiętości większej nad 2,50 m, zaleca się zaś nie przekraczać 1,5 m; przy grubości w jedną cegłę do 5 m rozpiętości. Sklepienia łączaste na belkach żelaznych powinny się zawsze opierać na dolnych pasach belek. Strzałka nie ma być mniejsza niż $\frac{1}{8}$ rozpiętości. Sklepienia z betonu cementowego, ubijanego p. str. 177.

Grubość ścian oporowych dla sklepień łączastych $w = \frac{1}{4}$ do $\frac{1}{5} l$.

Ilość materiału. Na 1 m² rzutu poziomego sklepień łączastych w $\frac{1}{2}$ cegły, bez podłęczы wzmacniających, liczy się 75 cegieł i 0,055 m³ zaprawy, a przy wzmocnieniu podłęczami szerokości $1\frac{1}{2}$ cegły i grubości 1 cegły w odstępach 3 metrowych: 82 cegły i 0,06 m³ zaprawy.

Objętość sklepień łączastych p. Tom I, str. 137, 13.

3. Różne dane o sklepieniach.

Ugięcie się (f) krążyn pod sklepieniami. Jeżeli l oznacza rozpiętość, a h strzałkę, to dla krążyn wieszarowych będzie:

przy średnim ich wykonaniu: $f = 0,02 (l - h)$,

przy dobrem ich wykonaniu: $f = 0,01 (l - h)$,

a dla krążyn podpartych, dobrze zbudowanych: $f = 0,005 (l - h)$.

Osiadanie sklepień w sobie, t. j. niezależnie od krążyn, bywa $\frac{1}{114}$ rozpiętości w sklepieniach półkolistych, a $\frac{1}{100}$ w spłaszczonych.

Sklepienia kolebczaste, półkolistе, łącznie z zamurowaniem pachwin, wymagają na 1 m² rzutu poziomego, przy grubości sklepienia $\frac{1}{2}$ cegły (do 5 m rozpiętości) cegieł 95 i zaprawy 0,07 m³; przy grubości 1 cegły (ponad 5 m rozpiętości) cegieł 190 i zaprawy 0,14 m³. Takież sklepienia spłaszczone (eliptyczne, kabłąkowate): cegieł 90 i zaprawy 0,065 m³, względnie cegieł 180 i zaprawy 0,13 m³. Ilości materiału na sklepienia wysmukłe i ostrołukowe należy obliczać bezpośrednio. Podłęczы wzmacniające, w odstępach 1,5 do 2,5 m, miewają $1\frac{1}{2}$ cegły szerokości, a 1 do $1\frac{1}{2}$ cegły grubości. Grubość opory sklepień półkolistych: $w = \frac{1}{4}$ do $\frac{1}{5} l$; sklepień spłaszczonych: $w = \frac{1}{3}$ do $\frac{1}{4} l$; sklepień wysmukłych i ostrołukowych: $w = \frac{1}{5}$ do $\frac{1}{6} l$.

Sklepienia kopankowate (klasztorne). Grubość sklepień taka sama jak w sklepieniach kolebczastych; grubość opór natomiast, przy tej samej rozpiętości, bywa o $\frac{1}{3}$ mniejsza dla sklepień zbudowanych nad kwadratem, a o $\frac{1}{4}$ mniejsza dla sklepień nad prostokątem.

kątem, którego jeden bok jest dwa razy większy od drugiego. Ścianę oporową potrzebne są ze wszystkich stron.

Sklepienia kopulaste (kopuły, sklepienia baniaste) postaci półkuli nad kołem, wpisaniem w wielokąt planu lub też około niego opisaniem, budują się warstwami, z wieńców kolistych, z których każdy mógłby stanowić stateczne zakończenie kopuły. Pachwiny zamurowują się wokół. Wezgiłowie murują nieraz do pewnej wysokości z warstw poziomych. Jeżeli przez d oznaczymy średnicę półkuli sklepienia, to grubość ścian oporowych będzie: $w = \frac{1}{6}$ do $\frac{1}{8} d$; grubość zaś samej kopuły w wezgiłowiu: $s_1 = \frac{1}{20} d$ (niemniej jednak niż 1 cegła); a w zworniku (oddzielny kamień zwornikowy): $s_1 = \frac{1}{20} d$ (niemniej jednak niż $\frac{1}{2}$ cegły). Wkopułach otwartych, otwór wierzchołkowy może być dowolnej wielkości, lecz wieniec zwierający należałoby wykonywać z ciosów, a jeżeli z cegły, to nader starannie, na wzór podłączy.

Sklepienia żaglaste (czeskie) są płaskimi sklepieniami kopulastymi, o wielkim promieniu, najczęściej nad kwadratem lub prostokątem, sklepienie pomiędzy podłęczami o wysokości 1 do $1\frac{1}{2}$ cegły i szerokości $1\frac{1}{2}$ cegły. Rozpiętość nie większa niż 5 m, przy $\frac{1}{2}$ cegły grubości i strzałce od $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{12}$ rozpiętości.

Ilość materiału: na 1 m² rzutu poziomego, bez podłączy i zamurowania pachwin, potrzeba: przy $\frac{1}{2}$ cegły grubości: cegieł 56 i zaprawy 0,04 m³, a przy $\frac{1}{4}$ cegły grubości: cegieł 28 i zaprawy 0,037 m³.

Sklepienia krzyżowe. Grubość opór: $w = \frac{1}{4}$ do $\frac{1}{6} l$, przy kształcie półkolistym lub spłaszczonym, a $w = \frac{1}{5}$ do $\frac{1}{7} l$, przy ostrołukowym, jeżeli przez l oznaczymy rozpiętość podłączy przekątnych; opory potrzebne są tylko w narożnikach. Grubość sklepień zazwyczaj $\frac{1}{2}$ cegły, podłączy przekątnych zaś 1 na 1 do $1\frac{1}{2}$ cegły, przy rozpiętościach do 6 m; przy większych sklepienia w jedną cegłę, a podłącza $1\frac{1}{2}$ na 2 cegły. Strzałka po osi sklepień $\frac{1}{60}$ do $\frac{1}{30} l$.

Ilość materiału. Na 1 m² rzutu poziomego półkolistych sklepień krzyżowych w $\frac{1}{2}$ cegły, z podłęczami przekątnymi, o przekroju $1\frac{1}{2} \times 1$ cegłę, potrzeba: cegieł 125 i zaprawy 0,09 m³; dla takichże sklepień spłaszczonych: cegieł 95 i zaprawy 0,07 m³. Objętość sklepienia krzyżowego, prostokątnego p. Tom I, str. 137 p. 14.

Podłącza obliczają zwykle jako mur pełny, od którego odejmują objętość otworu w prześwicie.

Wszelakie łuki, a więc i podłącza, można sklepić, wysadzając wezgiłowia z warstw poziomych, poczynając od opory aż do tego punktu, którego normalna ma pochyłość 30° względem poziomu.

f. Ściany rozworowe.

1. Ściany w rozwoły drewniane (mury pruskie).

Wymiary. Przycieś przynajmniej o 0,5 m wzniesiona nad ziemię i przy budynkach lżejszych 16 cm szeroka, a 12 cm wysoka,

przy budynkach cięższych zaś 22 cm szeroka, a 16 cm wysoka. Słupy w odstępach 1 do 1,5 m: pośrednie o przekroju 12·12 do 12·16 cm, narożne zaś 16 do 20 cm w kwadrat. Pola zwykle 1,2 do 1,5 m²; pola narożne, w miarę potrzeby, z zastrzałami, a natenczas 1,3 do 1,6 m szerokie. Pochyłość zastrzałów $\frac{1}{6}$. Nadciesz (ramy) o przekroju 12·16 cm, a w razie obciążenia belkowaniem, grubsze. Ściany 2,5 m wysokie miewają jeden szereg rozwór, przy wysokości 3,5 m dwa, a przy wysokości ponad 4 m trzy szeregi rozwór.

Ilość materyału: Na 1 m² ściany, liczonej bez potrącenia powierzchni drewnianych, potrzeba: 2,2 do 2,5 mb. drzewa; na proste замуrowanie pół: cegiel 35 i zaprawy 0,025 m³; na oblicowanie ściany, wraz z obmurowaniem na $\frac{1}{2}$ cegły części drewnianych: cegiel 75 i zaprawy 0,05 m³; na замуrowanie pół z pełnym oblicowaniem na $\frac{1}{2}$ cegły grubem: cegiel 85 i zaprawy 0,06 m³.

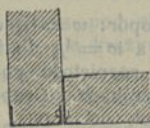
2. Ściany w rozwory żelazne.

Gdy szkielec żelazny ma być wypełniony murem na $\frac{1}{2}$ cegły, natenczas dwuteownik Nr. 14 profilu niemieckiego będzie najpodatniejszy na słupy, rozwory, podwaliny i nadciesz, na odrzwice i oknice. Jeżeli cegła znajduje dostateczne oparcie w słupach, to na roz-

Rys. 878.



Rys. 879.



wory starczą i kątowniki, a gdy odstępy między słupami nie przekraczają 1,25 m, to można opuścić wszelkie rozwory, z wyjątkiem rozwór nad i pod otworami na okna lub drzwi. Zastrzały w jednym do dwóch pól dla przeciwdziałania przesuwaniu (parciu poziomemu).

Ustrój narożników p. rys. 878 i 879. Waga średnia ścian w rozwory żelazne, grubości $\frac{1}{2}$ cegły, bywa 265 kg/m².

g. Warstwy przeciwwilgociowe.

Warstwy takie, o ile nie ma piwnic, powinny leżeć przynajmniej o 0,15 do 0,3 m ponad ziemią.

Warstwa z **asfaltu** naturalnego na każdy cm grubości wymaga 16 kg/m² masy asfaltowej i 10 kg/m² grubego piasku; warstwy takie bywają zazwyczaj 1,5 do 3 cm grube.

Asfalt sztuczny wymaga na każdy cm grubości: 4,5 l/m² mazi (smoły) pogazowej, 0,7 kg/m² kalafonii i 0,005 m³/m² wapna.

Płyty z pilśni asfaltowej, 0,7 do 1,0 cm grube, a 81 cm długie, dostarczają się w szerokościach przystosowanych do grubości muru. Waga 10,5 do 15 kg/m². Płyty układają się płasko na murze posadowym, z zakładką 5 cm. Spajanie płyt jest zbyt ciężkie. Płyty do pokrycia sklepień bywają 1,0 do 1,3 cm grube, 81 cm szerokie i 3 do 4 m długie. Waga 15 do 17 kg/m². Zakładka 8 do 10 cm, za-

leżnie od pochyłości powierzchni sklepienia, przyczem wyżej położona płyta zachodzi zawsze na niższą. W celu zapobieżenia zgrubieniu w spoiniach, grubość płyt wzdłuż krawędzi zmniejszają do połowy. Brzegi te powleka się gorącym lakiem asfaltowym, przez co łączą się one ściśle ze sobą, a gotowe spoiny smaruje się jeszcze z wierzchu tymże lakiem. Na gotowy pokład płyt daje się nadto powłokę z mieszaniny mazi pogazowej z asfaltem, na co, łącznie z wyrobieniem spojeń, potrzeba na 1 m² pokrycia płytami: po 2 kg laku asfaltowego i 2 kg mazi pogazowej.

Blacha ołowiana, 1,6 mm gruba, wagi 18,2 kg/m². Stosują też warstwę przeciwwilgociową, uprzywilejowaną, Siebel'a, składającą się z cieniutkiej blachy ołowianej między dwiema warstwami papieru asfaltowanego.

Szyby (szkliny) ze szkła zielonego, ułożone wśród grubej warstwy zaprawy wapiennej (lub cementowej). Warunkiem nieodzownym jest staranne przesianie piasku na tę zaprawę.*)

Maź (smoła) pogazowa i miał węgla kamiennego z dodatkiem przetopionej smoly (t. j. twardej) drzewnej, albo też bez niej.

Zaprawa cementowa, o składzie na objętość: 1 część cementu, 2 części piasku, $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{6}$ części ciasta wapiennego. Warstwa grubości 1,5 do 2,5 cm.

Dwie warstwy klinkieru (szklistego) na zaprawie cementowej.

Płyty łupkowe: dwie warstwy tuż nad sobą, ułożone na zaprawę cementową.

Tektura smolowcowa: Zwoje jej w handlu bywają 1 m szerokie przy długości 7,5 do 20 m.

Od wilgoci bocznej zabezpiecza się posady i mury piwniczne od zewnątrz powłoką gudronową (asfalt z domieszką 25% odpadków naftowych), albo też obrzutką (rapowaniem) z zaprawy cementowej. Stosują też w tym celu i warstwę powietrzną, pionową, wśród muru. Warstwa taka, 5 do 7 cm gruba, łączy się z powietrzem zewnętrznym, lepiej jeszcze z kominem.

III. STRZECZY.

Obliczenie statyczne i obciążenia wagą własną, śniegiem i parciem wiatru p. dział XV.

A. Nośne części strzechy.

a. Uwagi ogólne.

Łacenie. Łaty 6 do 7,5 m długie, o przekroju 4·6,5, albo 5·8 cm; strata w odcinkach 5%. Odstępów środków łąt pod kar-

*) Karol Knaus, O warstwie izolacyjnej ze szkła zwyczajnego, „Architekt“ 1902, str. 25 i nast.

piówkę, przy kryciu pojedynczym (jednowarstwowym) 20 cm, przy podwójnym, równomiernym (zwykłym) 14 cm, w łuskę zaś 25 cm; pod esówkę (holendrówkę) 31,5, albo 23,5 do 29 cm; pod wpustówkę 30 do 31 cm, pod łupek angielski 18 do 35 cm.

Deskowanie (szalowanie) 1-go m² strzechy deskami tartemi, grubości 2 do 2,5 cm, przy metrowym odstępie gwoździ, wymaga: 5,25 mb. desek 20 cm szerokich i 18 łaciaków (gwoździ do łąt). Pod łupek i blachę stosują deskowanie z odstępami 1 cm między deskami, które przybija się albo w kierunku krokwi do leżni drewnianych, przytwierdzonych do krokwi, a ułożonych w odstępach 1 do 1,25 m (przy wiązarach żelaznych odstępę te dosięgają i 3-ch m), albo też bezpośrednio do krokwi, układając natenczas deski w kierunku prostopadłym do kierunku krokwi. Cynkową blachę falistą, profilu E układają na łątach, ale też i na półdeskowaniu z desek szerokich 15 do 20 cm, a układanych z odstępami tej samej szerokości, wreszcie na pełnym deskowaniu. Warstwiec (holcement) układa się na deskowaniu 2,5 do 3,3 cm grubym, z desek na wpust; tektura smołowcowa na podobnym deskowaniu 2,5 cm grubym.

Krokwie: Rozpiętość 3,5 do 5 m, zazwyczaj około 3,8 m; przy tej rozpiętości i podanych poniżej odstępach międzykrokwiowych starczy zazwyczaj przekrój 10-14 cm, a pod warstwiec 12-16 cm. Pod lekkie pokrycie starczą krokwie 16 cm wysokie, przy rozpiętości 5 m.

Odstępy między środkami krokwi.

Pod karpiówkę pojedynczą, oraz esówkę	1,0 do 1,1 m,
„ „ „ podwójną lub w łuskę	0,9 — 1,0 m,
„ wpustówkę (francuską)	0,9 — 1,0 m,
„ łupek, najlepiej	1,0 m,
„ tekturę smołowcową lub blachę	1,0 — 1,25 m,
„ warstwiec	0,7 — 0,8 m,
„ pokrycie asfaltowe	0,8 — 0,9 m.

b. Strzechy drewniane.

Strzecha dwuchyłna, w ustroju z jętką (por. Dział XV). Każda para krokwi łączy się ze sobą u grzbietu strzechy zwidleniem, t. zn. na czop widlasty, stopy zaś krokwi łączą się na wrąb z podstopnicą (ułożoną na końcach belek wzduż ściany), albo też na zacięcie bezpośrednio z końcem belek. Środki krokwi przynależnych łączą się ze sobą poziomemi rozporami, t. zw. jętkami (kelbelkami), a jeżeli w jednym koźle krokwiowym jest więcej jętek ponad sobą, to najwyższa zwie się grzędą. Koniec jętki łączy się z krokwią na wcios w pletwę, z niemiecka też w „jaskółczy ogon“ zwany. W razie zbyt wielkiej długości jętek dolnych ustawia się w wiązarach głównych (w odstępach 4 do 5 m, przystosowując się do filarów międzyokiennych) stojce z ramionami, na których czopy nasadza się obwodzią, podpierającą jętki krokwi jał-

wych, t. j. niewiązarowych. Ustrój taki zastępuje zarazem podłużne, przeciwwiatrowe wykrzyżowanie strzechy. Wspomniane stojce (stolcowe) spoczywają albo bezpośrednio, albo też za pośrednictwem przejemny (weksłu) na belce wiązarowej, o ile belka ta podparta być może czy to ścianą środkową, czy też rozpornią. Jeżeli belki głównej od spodu podeprzeć nie możemy, to stosujemy wieszak, który, dźwigając belkę wiązarową i obwodzinę jętek, tworzy w ten sposób wiązar dachowy.

Jętki mają zwykle przekrój 12-16 do 14-18 cm, zależnie od swej rozpiętości, która przy stolcu pojedynczym nie powinna jednak przekraczać 4,5 m; przy stolcu podwójnym 7 do 7,25 m; przy stolcu potrójnym 10 do 10,5 m. Wysokość jętki nad podłogą przynajmniej 1,9 m. Obwodziny stolcowe bywają zazwyczaj o rozpiętościach 3,8 do 4,5 m i przekrojach: 18-22 cm, 20-24 cm, albo 24-26 cm. Grzędy 10-12 cm, 12-16 cm, albo 14-18 cm, zależnie od swej rozpiętości i od wymiarów krokwi. Największa długość niepodparta krokwi, pomiędzy jętką a wierzchołkiem, bywa 2,5 m.

Strzecha dwuchylna, w ustroju z **płatwami** (por. Dział XV). Krokwie wspierają się bezpośrednio na płatwach, które w mniejszych ustrojach leżą na stojcach stolcowych, stojących na stosownie podpartej belce głównej (wiązanie leżące lub stojące), albo też zawieszanej u wieszara; natomiast w ustrojach większych płatwy spoczywają na wiązarach lub na oddzielnych dźwigarach, należycie podpartych, które, powtarzając się w każdym wiązarze, tworzą łącznie więźbę strzechy. W ustrojach pomniejszych, oprócz podstopnicy, osadzonej na wręb na końcu belek, zazwyczaj do podparcia krokwi służy jedna tylko płatwa wsparta wiązarem; często stosują nadto jeszcze płatwę w grzbiecie strzechy. Większe strzechy miewają natomiast, oprócz podstopnicy i płatwy nagrzbietnej, jeszcze pewną ilość płatw pośrednich, przystosowaną do wytrzymałości zastosowanych krokwi

Przekrój płatw bywa 18-22 cm przy rozpiętościach: 3,8 do 4 m pod strzechówkę (dachówkę); 4 do 4,7 m pod smołowiec lub blachę; a 4,7 do 5,4 m pod trzcinę lub słomę. Krokwie, zwykle wymiarów 12-12 do 14-14 cm, przybija się do płatw leżących w odstępach 3,8 do 5 m. Zastrzały 18-22 cm. Jeżeli krokwie w grzbiecie strzechy nie są podparte, to odległość pomiędzy najwyższą płatwą, a samym grzbieciem wynosi około 2,5 m.

Stojce stolcowe 18-18 cm, dyby 8-22 cm do 10-24 cm, ramiona 10-12 do 12-16 cm, lecz nie dłuższe niż 1,5 m, zazwyczaj 0,9 do 1,4 m długie. Kułaki (knagi) dla podparcia płatw przybija się długimi gwoźdźmi do części więźby podtrzymującej płatwy (p. w.), pewniej jednak będzie, kułaki te złączyć dodatkowo jeszcze z wiązarem na zacięcie.

Ażeby zamiast niskiego strychu wytworzyć wyższe podstrzesze (trempel), opiera się stopy krokwi na ścianę podstrzeszną (tremplową), 1,25 do 2,5 m wysoką. Nadciś tej ściany, służąca zarazem za podstopnicę krokwi, bywa 15-18 cm, słupy podstrzeszne zaś 15-15 cm, tego samego też przekroju i przyciś tej ściany.

Strzechy dwusięte (czterochylne), z niemiecka też walmowemi zwane, budują się z uwzględnieniem zasad powyżej wyłuszczonych. Połacie od szczytu (ścięcia) miewają zazwyczaj tę samą pochyłość, co połacie grzbietowe. Zwykle dodaje się wiązary przekątne pod krawężnicami (krokwiami narożnymi). Płatwy najdogodniej obwozić wokół, na równych poziomach.

Do **strzech mansardowych** nadają się wiązania jętkowe ze stolcem leżącym. Przepisy budowlane określają zazwyczaj pochyłość dolnych krokwi na 60° , zostawiając swobodę co do pochyłości górnych.

Strzechy jednochylne są niejako połówkami strzech dwuchylnych. Bacznie wypada na to, aby ustrój więźby nie pozwalał na wyparcie wyższej ściany pionowej na zewnątrz, pod naciskiem ciężaru samej strzechy i jej obciążenia, co również mogłoby grozić i mansardowym strzechom jednochylnym.

c. Strzechy z drzewa i żelaza.

W wieszarach strzechowych zastępują często storczyki lub lisice (słupy wieszarowe), oraz ściągnicę ściągami żelaznymi, z krągowników, przyczem stopy zastrzałów osadzają w butach lano-żelaznych, łączy zaś w takichże czepcach, obchwytyjących równocześnie łączy obydwóch zastrzałów w wieszarach pojedynczych, a łączy zastrzału wraz z końcem rozpory w wieszarach podwójnych. Nadto znajdują szerokie zastosowanie **wiązary trójkątne**, oraz wiązary systemu **Polonceau** (p. Dział XV).

W **wiązarach trójkątnych** pasy, t. j. krokwie wiazarowe i ściągnicę, bywają drewniane, z butami i czepcami żeliwnymi, albo bez nich, podobnie i rozpórki; natomiast pręty rozciągane wypełnienia zastępują się ściągami żelaznymi z naśrubkami. Dolny pas, t. j. ściągnicę, można też korzystnie zastąpić żelazem. Rozpiętość: 18 do 25 m, zależnie od ilości pól.

Wiazar systemu Polonceau składa się z dwóch, wzajemnie na sobie wspartych zastrzałów (drewnianych, z butami i czepcami żeliwnymi), inaczej krokwiami wiazarowymi zwanych. Każdy zastrzał stanowi niejako belkę podpiętą (uzbrojoną) w środku krótką rozpórką żeliwną, której dolny koniec dwoma ściągkami łączy się z końcami tejsze belki. Obydwa te zastrzały zwiążuje główny ściąg poziomy, łączący ze sobą dolne końce obydwu rozpórek. Do wyprężania tego ściągu służy wyprężak śrubowy (śruba rzymska). Dolne ściągki zastrzałów mogą wprowadzić ze ściągami głównym tworzyć poziomą linię prostą, zazwyczaj jednak tworzą one linię w obydwóch węzłach ku górze załamana. Ściągki znaczniejszej długości należy również zaopatrzyć w wyprężaki śrubowe, albo umożliwić ich wyprężanie naśrubkami na ich końce nakręconymi. Czepiec żeliwny, na łąkach zastrzałów nasadzony, dźwiga bezpośrednio płatwę nagrzebioną, albo też przytwierdza się dwie płatwy przygrzebionne obok niego, na zastrzałach. Płatwy wraz z deskowaniem stanowią już same, zazwyczaj dostateczne, związanie podłużne strzechy, w ra-

zie potrzeby można jednak dodać wykrzyżowanie z płaskowników (żelaza płaskiego) między zastrzałami sąsiednich wiązarów. Rozpiętość zwykła 12 do 18 m.

d. Strzechy żelazne.

Kształty strzech:

1. Strzechy dwu- i jednochyłne, zwykle lub mansardowe, na budynki wszelakiego rodzaju.
2. Strzechy kolebczaste, z wiązarami sierpowatymi i łukowymi, na hale dworcowe, retortownie zakładów gazowych, budowle wystawowe i t. p.
3. Strzechy brogowe (namiotowe), o planie wielokątnym (strzechy wież, świetlników, okrągłych parowozowni, ujeżdżalni i t. p.).
4. Strzechy kopulaste nad zbiornikami gazowymi, okrągłymi parowozowniami, kościołami, panoramami i t. p.
5. Strzechy wielokrotne (symetryczne i niesymetryczne) nad wyrobniami (warsztatami), budowlami wystawowymi (powierzchnie oszklone na północ).
6. Strzechy wystające i przyłapowe, nad przyłapami (podjazdami), chodnikami kolejowymi (peronami), przeladowniami, deptakami i t. p.

Strzechy z pod 2 i 4 mają górne pasy wiązarów krzywe lub w linjach łamanych, u pozostałych zaś strzech są one proste. W strzechach z pod 3 i 4 wiązary rozchodzą się promienisto z pionowej osi budowli, w pozostałych zaś rodzajach wiązary są równoległe, a przynajmniej prawie równoległe, jak np. w parowozowniach pierścieniowych i halach dworców na łukach drogi zbudowanych.

Łacenie spoczywa zawsze na krokwiach, deskowanie zaś bądźto na krokwiach, bądź też na leźniach i stosownie też do tego rozróżniamy strzechy krokwiowe i leźniowe. Strzechy oszklone bywają przeważnie krokwiowe, strzechy zaś kryte blachą falistą prawie zawsze leźniowe.

Strzechy krokwiowe. Odstępy między krokwiemi p. str. 170. Krokwie małych strzech jednochylnych wspierają się nieraz tylko wprost na ścianach zewnętrznych, przy większych strzechach natomiast i na płatwach, których odstępy zależą od wytrzymałości krokwi. Płatwy zaś strzech krótkich spoczywają wyłącznie tylko na murach zewnętrznych, dłuższych zaś nadto jeszcze i na wiązarach pośrednich.

Strzechy leźniowe. Odstępy między leźniami bywają mniejsze niż między płatwami pod krokwie, a zależą one od nośności pokrycia.

Jeżeli leźnie spoczywają tylko nad węzłami wiązara, to wzajemna odległość węzłów bywa względnie mała, w przeciwnym zaś razie, t. j. gdy leźnie opierają się na krokwi wiązarowej i w punktach pośrednich, to jej wytrzymałość należy obliczać i na gięcie. Dachy leźniowe są zatem korzystne, albo przy dużej wytrzymałości pokrycia (blacha falista), gdyż natenczas odstępy między leźniami mogą być znaczne, albo też przy pokryciu z lekkich materiałów (jak tektura smółcowa), co znów daje możność obciążania górnych pasów wiązarowych i w punktach międzywęzłowych, bez potrzeby wzmocnienia tychże pasów.

1. Krokwie jałowe (międzywiązarowe).

Krokwie te znoszą wyłącznie gięcie i bywają drewniane, albo żelazne. Co do krokwi drewnianych, o przekroju prostokątnym, por. str. 170; krokwie takie osadza się na żelaznych płatkach na wręb głębokości 1,5 do 2 cm, przytwierdzając je nadto wkrętkami (holciszrubami). Krokwie żelazne bywają z dwuteowników lub teowników, a w oszklonych strzechach wielokrotnych czasami i z pomostowników; przytwierdzają się one do płatew kątownikami. Deskowanie lub łączenie przytwierdza się do pasów krokwi wkrętkami, albo gwoźdźmi, lepiej jednak przybijając je do listew drewnianych, złączonych z krokwiemi na śruby. Łaty drewniane można też zastąpić małymi kątownikami (45·45·7 mm), które pod strzechówkę (dachówkę) nitują się do krokwi w sposób, aby drugie ramię sterczało w górę, pod łupek zaś w sposób, aby drugie ramię kątownika się zwieszało, przyczem wypada je wycinać nad krokwią.

2. Leźnie.

Przy odstępach między wiązarami na 3 do 4 m starczą leźnie drewniane, na które przybija się deskowanie. Leźnie te spoczywają wrębem (1,5 do 2 cm głębokim) na górnym pasie wiązara, do którego przytwierdzają się one nadto za pośrednictwem kawałków kątownika (75·50·7 mm) i śrub (od 16 do 20 mm średnicy). Przy większych odstępach między wiązarami stosuje się na leźnie żelazo przekrojów: **L**, **C**, **Z**, **I**. Odstępy pomiędzy płatkami zależą jedynie od wytrzymałości krokwi, względnie od długości arkuszy blachy falistej. Pod cynkową blachę falistą układają przeważnie leźnie z kątowników, w odstępach 0,65 do 1,1 m; przy takiejże blasze żelaznej natomiast leźnie bywają z dwuteowników, a lepiej nawet z zetowników ułożonych w odstępach 1,75 do 2,25 m. Dolne pasy leźni nituje się wprost do górnych pasów wiązara, a w celu lepszego usztywnienia połączenia strzechowej w kierunku podłużnym, układają też płatwy między górne pasy wiązara, przytwierdzając je do nich łubkami kątowymi.

Leźnie przyokapowe i przygrzbietne najczęściej z ceowników (**C**). Na stromych strzechach połączenie leźni z wiązarem wzmacniają jeszcze albo kawałkami kątownika, znitowanymi z wiązarem i leźnią, albo łączą leźnię z podwęzłem (płytą węzłową) wiązara, albo dokonywają złącza leźni nad wiązarem, za pośrednictwem łubek doń przytwierdzonych, albo wreszcie podpierają je podpórkami z blachy obwiedzionej kątowniczkiem, przyczem położenie przekroju leźni bywa bądźto pochyłe, t. j. prostopadłe do pasa wiązara, bądź też pionowe. Aby woda nie mogła się zbierać na wklęsłych krawędziach wszelakich kształtowników więźby strzechowej, wypada przy projektowaniu starać się o to, aby zwracać w dół lub ukośnie ku dołowi te części profili, na których się woda zatrzymywałaby mogła; a więc np. dolne pasy profili **C**, **L** i **Z** należy pochylać w stronę rozwartości dolnego kąta.

Gdy leźnie przechodzą w całości ponad kilku wiązarami, wówczas złączenia takich leźni dogodniej umieścić tuż obok wiązara, a to w celu uproszczenia ustroju złącza z wiązarem. Długie leźnie wypada łączyć i ze sobą i z wiązarami na śruby w dziurach wydłużonych, aby zapewnić leźniom możliwość swobodnego rozszerzania się przy zmianach ciepłoty.

Na leźnię przyokapową prawie zawsze okaże się dostatecznym niezłożony przekrój jednego kształtownika. Natomiast na leźnie pośrednie i przygrzbietne, przy większych odstępach międzywiązarowych (do 10 m), zamiast pojedynczych kształtowników, stosują leźnie kratownicowe (równoleżnice, parabolnice i t. p.), których pasy bywają zazwyczaj z kątowników, wykratowanie zaś albo z kątowników, albo z płaskowników. Stosują też i kratownice rozdwojone, o wspólnym pasie górnym i dwóch dolnych, tak ułożonych, że jedna kratownica składowa leży w połaci dachu, druga zaś w płaszczyźnie do niej prostopadłej. Oprócz dwóch zupełnych wykratowań obu kratownic składowych dodają jeszcze kątowniki, łączące obydwadwa pasy dolne nawzajem ze sobą. Pasy najczęściej z kątowników.

3. Wiązary (dźwigary strzechy).

Najczęściej bywają one kratownicami (p. Dział XV). System ustroju dostosowuje się zazwyczaj do zamierzonego układu leźni; jedynie przy znacznych rozpiętościach pokrycie przystosowuje się naodwrot do układu wiązarów. Na wiązary, oprócz nacisków leźni, działają nieraz i inne siły zewnętrzne, np. parcia sklepień i ciężary stropów pod strzechą podwieszonych, ciężary pędni fabrycznych lub suwnic dźwigarkowych i t. p., któreto siły również nie pozostają bez wpływu na wybór kształtu wiązara, najlepiej dostosowanego do danych warunków. Odstępy wiązarów podano powyżej pod 2. Waga wiązarów 15 do 30 kg/m² poziomego rzutu strzechy.

Osie ciężkości prętów zbiegających się w jednym węźle powinny się ze sobą przecinać ściśle w jednym punkcie; w celu uproszczenia ustroju węzłów można sobie pozwolić na pewne odstępstwa od tej zasady, lecz, rozumie się, li tylko dla prętów podrzędniejszych.

Pas górny, przystosowując się do kształtu strzechy, bywa prosty, krzywy lub w linię łamaną, a składa się z profili: Γ lub Σ , przyczem obydwadwa kształtowniki (w skład pasa wchodzące) układa się w pewnym, wzajemnym odstępie, którego niezmiennosć zabezpieczają oddzielne wkładki przenitowane; odstęp ten ułatwia nietylko ustrój węzłów, pozwalając wsunąć w siebie podwęzłe (płytkę węzłową), lecz zwiększa równocześnie i wytrzymałość samego pasa na wyboczenie. Każda wkładka prostokątna przytwierdza się dwoma nitami, a odstęp wzajemne między temi wkładkami (około 1 do 1,5 m) zależą od wartości J_{\min} oddzielnego kształtownika, jaki wchodzi w skład pasa. Ponajczęściej można stosować jeszcze parę kątowników na pas górny przy rozpiętościach nieprzekraczających 25 m. W większych wiązarach pas górny otrzymuje nieraz ustrój kratownicowy.

W strzechach dwuchylnych, średniej stromości, pas dolny bywa albo poziomy, albo w pośrodku lekko wzniesiony; w strzechach stromych, w celu zmniejszenia wysokości więzara, pas dolny przybiera postać łuku; wreszcie w strzechach mało pochyłych pas dolny bywa wygięty w dół, aczkolwiek lepiej będzie wygięcie to zastąpić słupami końcowymi więzara, z obniżeniem jego poduszek, poczem znów pas dolny może otrzymać pewną strzałkę w górę, co polepszy zarazem znacznie i wygląd całości więzby. Pas dolny wytwarza się najczęściej, bądźto z pary płaskowników w przekroju na storc postawionych, bądź też z pary kątowników.

Wykratowanie więzara składa się przeważnie z kątowników; najczęściej stosują po dwa kształtowniki na każdy pręt, łącząc je nawzajem nitami zespórkowymi lub wkładkami przenitowanymi nawet w prętach rozciąganych, w którymto przypadku nity te odgrywają tylko rolę nitów zczepnych.

Wiązary trójkątnikowe nadają się do rozpiętości nieprzekraczającej 25 m; w miarę powiększającej się względnej wysokości więzara (w stosunku do rozpiętości) stają się one niekorzystnymi, a przy rozpiętościach ponad 25 m lepiej zastąpić je wiązarami sierpowatymi (sierpownicami), albo łukowymi. Waga wiązarów trójkątnikowych 10 do 25 kg/m² planu.

Pod strzechy jednochylne, o mniejszej rozpiętości i małych odstępach międzywiązarowych, starczą dwuteowniki; pod strzechy większej rozpiętości natomiast kratownice (równoleżnice ścięte, parabolnice i t. p.), których górna poduszka bywa stała i wytwarza się na wsporniku ześrubowanym przyciągami z murem, a lepiej nawet obmurowanym. Dolna poduszka musi być przesuwna.

Węzły wytwarzają się najdogodniej na podwężłach (płytkach węzłowych, gusetach), które przy prętach podwójnych, leżą między prętami, jak to już powyżej wspomniano. Przekrój podwężła, ilość i grubość nitów należy dobierać podług sił na węzeł działających.

Poduszki wiązarów bywają stałe i ruchome, które znów mogą być przegibne, albo przesuwne, albo równocześnie i przegibne i przesuwne. Przegibność poduszki dozwala na swobodne przeginięcie się (pochylenie) wspartego końca więzara pod obciążeniem, przesuwalność zaś pozwala na swobodne wydłużanie się więzara lub dźwigara, tak pod wpływem zmian ciepłoty, jako też i przy rozciąganiu się pasa dolnego lub ściągu, np. w sierpownicy. Nadto urządzenia te zapewniają po części zgodność kierunku i położenia odporów podpór z założonymi przy obliczeniu. Na rozszerzalność cieplikową liczą $\frac{1}{1250}$ do $\frac{1}{1000}$ rozpiętości. Wiązary przegibne, np. o przegibie w pośrodku, mogą stać na dwóch poduszkach nieprzesuwnych, lecz przegibnych (p. Tom I, str. 168), dla większych wiązarów sztywnych jedna poduszka powinna być przesuwna.

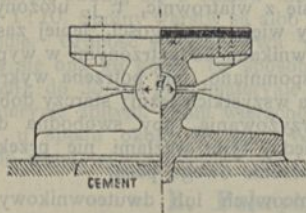
Poduszka nieprzesuwna pod wiązary większej rozpiętości łączy się przyciągami z murem, a grzbiet żeliwnej poduszki bywa lekko wypukłony, albo też cała poduszka otrzymuje ustrój przegibny. Poduszkę przesuwną pod lżejsze wiązary kratownicowe, do 20 m

rozpiętości, można zastąpić wyrobieniem gładkiej, wgłębionej powierzchni poziomej w przytwierdzonej do muru płycie poduszkowej, po której to powierzchni może się przesuwąć dolny pas wiązara wzdłuż, podczas gdy obrzeża wgłębienia zapobiegają bocznemu jego przesunięciu. Większe i cięższe wiązary spoczywać powinny jednym końcem na żeliwnej lub lanostalowej poduszce przesuwnej (na jednym lub kilku walcach, albo wahakach stalowych) obydwie zaś poduszki powinny być przegibne. Obliczenia p. Tom I, str. 168, 514 i 515.

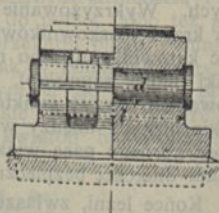
Pod postawę poduszki podlewa się starannie warstwa cementowa, 1 cm gruba, albo też warstewka 3 do 6 mm grubości, z ołowiu utwardzonego, t. j. z domieszką 5 do 10% antymonu.

W rys. 880 i 881 przedstawiono poduszkę przegibną, a w rys. 882 i 883 takąż poduszkę przesuwalną na 3-ch walcach. Poduszka sama w sobie nieprzegibna, wsparta dla przesuwalności na jednym tylko walcu, staje się zarazem przegibną, lecz względnie prosty ten

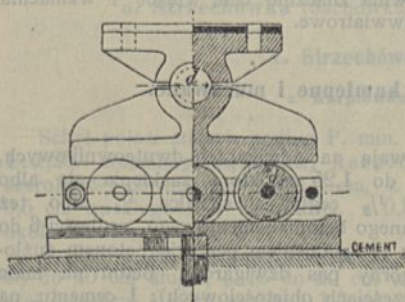
Rys. 880.



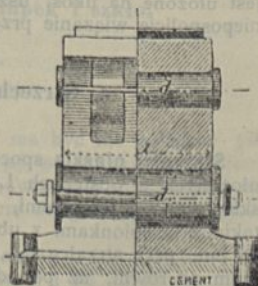
Rys. 881.



Rys. 882.



Rys. 883.



ustrój można stosować tylko przy względnie małych odporach. Należy sprawdzać stateczność ścian, na których spoczywają strzechy ciężkie lub przedstawiające znaczny opór wiatrom. Gdy ściany podłużne nie znajdują w ścianach poprzecznych wsparcia przeciw wiatrom wiejącym w kierunku poprzecznym, natenczas wypada, albo

sprowadzić końce wiązarów możliwie nisko ku posadom budowli (np. hale dworcowe) albo też wzmocnić pod wiązarami samą ścianę przez dobudowane przypory (kontrforsy). Jeżeli zaś wiązary spoczywają na oddzielnych słupach lub na ścianach w rozwory, to należy słupy obciążone wiązarami przytwierdzić silnie przyciągami do posad.

Wiatr wiejący wzdłuż strzechy wywiera parcie na samą strzechę, na szczyty, latarnie nad strzechą, zapaski i t. p., a parcia te znosić musi podłużne wiązanie wiatrowe, zapobiegające przewróceniu wiązarów i przenoszące parcie wiatru na poduszki. Jeżeli poduszki spoczywają nie na ścianach podłużnych, lecz na oddzielnych słupach, to i te słupy trzeba zabezpieczyć od wywrócenia, przytwierdzając je przyciągami do posad.

Wiązanie wiatrowe, a właściwie przeciwwiatrowe, polega na wykrzyżowaniu, które łączy na krzyż ze sobą punkty podparcia leżni (przedewszystkiem leżni przyokapowych i przygrzbietnych) na dwóch sąsiednich wiązarach, oraz punkty podparcia samych wiązarów, o ile one nie są w przybliżeniu już punktami podparcia leżni przyokapowych. Wykrzyżowanie to składa się z wiatrownic, t. j. ułożonych na krzyż płaskowników, które, przy większej długości, lepiej zastąpić kątownikami, albo nawet krągownikami zaopatrzonymi w wyprężaki (mutry rzymskie). Jak już wspomniano, nie potrzeba wykrzyżowaniem łączyć punktów podparcia wszystkich leżni; starczy dobrać takie odstępki między węzłami wykrzyżowania, aby swobodna długość górnego pasa wiązarowego między tymi węzłami nie przekraczała długości bezpiecznej na wyboczenie owego pasa.

Końce leżni, zwłaszcza kratownicowych lub dwuteownikowych, leżących w znaczniejszych odstępach od siebie, należy przyciągnąć (przytwierdzić przyciągami) do ścian szczytowych. Deskowanie strzechy, zwłaszcza o ile ułożone na wpust, a tembardziej jeszcze gdy jest ułożone na ukos, usztywnia znacznie całą więźbę i wzmacnia niepospolicie wiązanie przeciwwiatrowe.

e. Strzechy kamienne i murowane.

Strzechy płaskie spoczywają na dźwigarach dwuteownikowych, ułożonych w odstępach 1,0 do 1,25 m, które zasklepia się albo sklepienkami łączastymi, w $\frac{1}{2}$ cegły, o strzałce $\frac{1}{8}$, albo też takimiż sklepienkami z ubijanego betonu cementowego, grubości 6 do 12 cm, przy strzałce $\frac{1}{10}$, z wypełnieniem pachwin betonem żużlowym do równi, aż ponad górny pas dźwigarów. Beton na takie sklepienia miewa skład (w częściach objętościowych): 1 cementu, na 5 do 6 mieszaniny piasku i żwiru; albo: 1 cementu, 2 piasku, 4 do 6 szabru.

Sklepienia powyższe można też zastąpić innymi ustrojami, np. deskami gipsowymi; płaskimi lub sklepieniastymi stropami Monier'a lub innymi na osnowie żelaznej, ułożonymi między belkami żelaznymi;

dalej płytami z gliny palonej, 5 do 6 cm grubymi, na teownikach ułożonych w odstępach 0,5 m, a spoczywających nawzajem na belkach żelaznych; stropami Klein'a (p. str. 194); wreszcie blachą gębokofalistą, wspartą na belkach żelaznych, z wypełnieniem zagłębień fal z wierzchu zaprawą cementową lub betonem.

Każdy z tych ustrojów otrzymuje pokrycie warstwiczne (holcementowe), t. j. warstwę tektury smółcowej, 3 warstwy papieru, oddzielnie nakładane i smarowane mazią warstwiczną, na to warstwę 1,0 do 1,5 cm grubą nasianego piasku drobnoziarnistego, wreszcie 6 do 10 cm grubą warstwę żwiru, której część wierzchnią, zmieszana z gliną lub mułkiem ze żwirówek, należy utłoczyć walcami.

Dźwigary wypadają przytwierdzone przyciągami do murów, a zasłaniając je od spodu jeszcze warstwą ochronną, np. wyprawą systemu Rabitz'a (na siatce drucianej), można osiągnąć zupełną ogniotrwałość takiej strzechy.

Strzechy strome. Strzechy wieżyc, o planie czworo- lub wielokątnym, budują się z ciosów lub cegły (klinkieru) ze stromością 1:3 do 1:10. Spoiny warstw są albo prostopadłe do połaci, albo też poziome. Grubość spodem bywa $\frac{1}{10}$ do $\frac{1}{15}$ przekątnej planu; zmniejsza się ona ku górze (w sposób podobny jak w kominach fabrycznych), do 25 cm przy materiale dziurkowanym, a do 12 cm przy materiale zbitym. Sam wierzchołek muruje się na pełno do grubości u spodu około 60 cm. Wianek lub kwiaton bywa ciosowy, albo metalowy.

B. Pokrycia strzech. *)

Pochyłości strzech (schyły) wyrażamy poniżej w stycznych (tg) kąta pochyłości.

a. Strzechówka (dachówka) lupek i szkło.

1. Strzechówka.

a. Karpiówka.

Schył połaci strzech podług P. min. p. ma być nie mniejszy jak 1:1,25. Rozmiary niemieckiej karpiówki są: długość 36,5 cm, szerokość 15,5 cm, grubość 1,2 cm, z dozwolonem uchybieniem do 0,5 cm na długości i szerokości, a 0,3 cm na grubości. Trwałość około 25 lat.

Gąsiory (na pokrycie grzbietu, krawęży i hultajów) są 38 do 40 cm długie, o 16 do 20 cm większej i 12 do 16 cm mniejszej średnicy, a przy grubości 1,3 do 2 cm ważą po 2,3 do 2,6 kg.

Szczepki 30 cm długości, 5 cm szerokości, 0,3 cm grubości z dębiny lub sośniny.

*) „Handb. d. Architektur“ Część III, Tom 2, zeszyt 5.

Stosunek wy- sokości do całej głębokości bu- dynku przy strze- sze dwuchyłnej	Na 1 m ² pokry- cia potrzeba	Odstępy łąt	Łąt	Łaciaków	Karpiówki	Zaprawy	Szczepek	Waga w kg/m ² po- łaci pochyłej łącz- nie z krokwiami
		(sr. od środka)		(gwóździ do łąt)				
		cm	m. b.	sztuk	sztuk	m ³	sztuk	
1/3—1/2	Pokrycie poje- dyncze . .	19—20	5,1	5,5	35	0,02	35	90
1/5—1/3	Pokrycie po- dwójne . .	14	7	7,5	50	0,03	—	120
1/5—1/3	Pokrycie w łą- skę	25	3,5	4	55	0,03	—	130

Do każdego z trzech powyższych rodzajów pokrycia potrzeba 4 sztuki gąsiorów na 1 m. b. Przy układaniu karpiówki (po czesku) na zaprawę wapienną wychodzi na 1000 sztuk 0,72 m³ zaprawy, a na samo zasmarowanie spoin zaprawy 0,48 m³.

β. Wpustówka (francuska).

Schył strzechy podług P. min. p. ma być przynajmniej 1:1,5. Waga 1 m² pokrycia (pochyłego) 110 kg. Wpustówki miewają kształt przeróżny, zwykle 38 cm długie, 23 cm szerokie, odstęp łąt 30 do 31 cm. Na 1 m² wychodzi 16 sztuk łącznie z łomem, a łąt 3 m. b. Jedna wpustówka waży 2,75 do 2,95 kg. Układa się ją na wapno tylko po brzegach strzechy, dalej zaś na sucho. Grzbietówki i hultajówki (żłobowe) mają kształt należycie przystosowany do kształtu samej wpustówki. Trwałość pokrycia z wpustówek 25 lat i więcej.

γ. Esówka (holenderka).

Schył strzechy podług P. min. p. ma być przynajmniej 1:1,25. Waga 110 kg na 1 m² pokrycia pochyłego łącznie z krokwiami. Trwałość około 25 lat.

1. W krajach nadbałtyckich.

Duża esówka ma długości 39 do 42 cm, szerokości 26 cm, a grubości 1,5 cm; mała, tam t. zw. holenderka, ma długości 34 cm, szerokości 26 cm, a grubości 2 cm.

Na 1 m ² pokrycia esówka potrzeba	Odstęp łąt	Łąt	Łaciaków	Esówek	Zaprawy	Szczepek lub po- wrząseł ze słomy
dużą esówką	31,5	3,2	3,5	14	0,017	16
małą esówką	23,5—26	4	4	20	0,016	19

Ponadto liczy się 4 do 5% na łom i straty.

Esówki leżą na łątach, które znów spoczywają na łaticach 2,5 cm grubości i 16 cm szerokości, ułożonych w odstępach 1,25 m, na ścieli z desek na zakładkę 5-cio centymetrową. Bal nagrzbietny, 16 cm szeroki, a 5 cm gruby, na nim z każdej strony deska 16 cm szeroka, na tem wreszcie blacha cynkowa, zachodząca po 16 cm na esówkę. Deska przyokapowa bywa 3,5 cm gruba.

2. Nad Renem

używają esówki mniejszych rozmiarów i sposób krycia jest odmienny.

2. Pokrycie łupkowe.

1 m² strzechy pochyłej, krytej łupkiem z niemiecka, waży około 85 kg, łącznie z krokwiowaniem, przyczem deskowanie zawsze 2 cm grube.

Schył podług P. min. p. ma być dla łupku angielskiego 1:1,5 do 1:2, a dla łupku niemieckiego 1:1 do 1:1,25.

Łupek należy zawsze układać na deskowaniu z wąskich desek, na których układają jeszcze warstwę tektury smolowcowej, aby zapobiedz podwiewaniu śniegu, kurzu i sadzy. Do przytwierdzenia łupków (t. j. płytek łupkowych) wypada używać łupczaków (gwoździ) miedzianych, a jeżeli żelaznych, to przynajmniej dobrze cynkowanych lub pomiedzionych (P. min. p.).

Dane poniższe, obliczono dla schyłu 1:1,5 do 1:2; dla strzech bardzo stromych zużycie zmniejsza się o $\frac{1}{8}$, a przy małych, okrągłych kopułkach zwiększa się o 10 do 12%. Na każde 10 m² pokrycia liczy się po 2 haki do drabin, a na każdy mb. po 6 gwoździ „brzeżaków“.

α. Płyty nieforemne, łącznie z łodem przy przyciosywaniu (krzesaniu):

na 1 m² pokrycia potrzeba 55 kg łupku, 84 łupczaki, 1,75 sztuk desek 3 m długich, albo 1 sztukę 4,5 m długości, na deskowanie i 18 wzgl. 14 deszczaków (gwoździ do desek). Płytki zachodzą przyletem na siebie z boku na 8 cm, górą zaś o 2,5 cm mniej niż na połowę.

β. Prostokątne łupkówki angielskie, przy podwójnem kryciu na deskowaniu lub łątach, z przygwożdżeniem, albo przyczepieniem hakami miedzianymi:

Zużycie na 1 m² pokrycia.

Łupkówki		Odstęp łąt przy kryciu		Łaty	Waga 1200 sztuk łupków	Łupczaków (gwoździ)
rozmiary	sztuk	ukośnem	prostem			
cm		cm	cm	mb.	kg	sztuk
61 · 36	10,5	35	28,5	2,90 — 3,70	3000	24
61 · 30	12,4					
56 · 30	13,7	30	23,5	3,35 — 4,50	2450	31
51 · 25	18,3					
46 · 23	23,0	28	21	3,65 — 5,00	1350	50
41 · 20	30,0	25,5	18	3,95 — 5,85	1050	64

Przy ukośnem kryciu łupkówki zachodzą na siebie z boku 8 cm, a górą o 2,5 cm mniej niż na połowę; przy prostem kryciu natomiast górą o 2,5 cm więcej niż na połowę, z boku zaś stykają się ze sobą.

3. Strzechy oszklone. *)

1 m² pokrycia szklanego, ze szkła 4 mm grubego, waży, łącznie ze szczeblinownikami, około 20 kg. (przy odstępnie szczeblin 0,45 m); ze szkła 5 mm grubego: 25 kg, ze szkła 6 mm gr. 30 kg (przy odstępnie szczeblin 0,55 m). O szkle p. str. 99 i nast.

Schył szyb (szklin) przynajmniej 1:3,5, lepiej 1:2 do 1:1. Grubość zwykłego szkła na strzechy bywa 5 do 8 mm; szyby (szkliny) są 50 do 100 cm długie, a szerokość ich stosuje się do rozstawienia szczeblin; oddzielne szkliny (szyby), układane na kit, powinny zachodzić na siebie po 6 do 7 cm. Przy dużych szklinach (szybach) jest wprawdzie mniej spoin, łatwiej jednak zbija je grad, dla tego też stosują szkliny (szyby) na osnowie (siatce) drucianej (p. str. 100).

Układa (obsadza) się szkliny (szyby) między szczebliny przytwierdzone na leźniach, równoległe do krokwi, w odstępach 40 do 60 cm. Szczebliny są albo ze szczeblinowników, albo też z kątowników lub mniejszych dwuteowników, albo wreszcie cynkowe. Lżejsze szczebliny zakładają z rdzeniem z płaskownika żelaznego, z obwojem z blachy cynkowej, w przekroju tak wygiętej, że obustronnie wytwarza się podłoże pod szkliny (szyby), u spodu zaś dwie rynienki do wody się zraszające; rdzeń żelazny, np. o przekroju 45·4 mm, miewa do 2,5 m rozpiętości. Szczebliny nośne, a sztywne i w bok, wytwarzają się z mocniejszych płaskowników z obustronnie donitowanymi kątowniczkami o przekroju: 25·25·3 mm.

b. Pokrycie metalowe.

Schył podług P. min. p. ma być 1:5 do 1:7,5. Należy uwzględnić rozszerzanie się z powodu ciepła, szczególnie przy ołowiu i cynku. Kształty: arkusze gładkiej blachy, blachówki, t. j. strzechówki blaszane, płytki lane i blacha falista. Szczegóły o blasze p. str. 40 i nast.

1. Pokrycie ołowiane.

Ołów utlenia się powoli pomimo malowania olejnego, a nadto z powodu łatwej topliwości przedstawia pewne niebezpieczeństwo na wypadek pożaru. Strzechy kryją się ołowiem na deskowaniu. Schył \leq 1:3,5.

Długość arkuszy (zwojów) do 15 m; szerokość 80 i 100 cm; grubość najwłaściwsza 1,5 do 2,5 mm.

Zużywa się na 1 m² pokrycia strzechy:

z blachy grubości 1,5 mm:		z blachy grubości 2,5 mm:	
ołowiu	gwóździ cynowanych	ołowiu	gwóździ cynowanych
21,6 kg	6 sztuk	37 kg	6 sztuk.

*) Th. Landsberg, Glas- und Wellblechdeckung, Darmstadt 1887.

Stróme strzechy kryją się zazwyczaj na zagietkę, płaskie natomiast na spoiny lutowane, których jednakże wypadałoby naogół unikać wedle możliwości.

2. Pokrycie miedziane.

Najtrwalsze, aczkolwiek drogie, pokrycie metalowe, niewiele jednak droższe od ołowiu. Kryje się na poddeskowaniu, na zagietkę stojącą, albo leżącą. Schył na zymsach, tarasach i t. p. do 4 cm na 1 mb. Arkusze od 0,8 do 2,0 m², największej szerokości 1 m, przy grubości 0,5 do 1 mm. Uczepki 7 do 9 cm długie, a 2,5 do 5 cm szerokie, w odstępach 0,6 do 0,9 m, na końcach każdego arkusza. Na zagietki stojące ubywa z każdego arkusza z szerokości 9 cm, na leżące zaś tylko 4 cm.

Zużycie na 1 m² pokrycia miedzią.

Nr. niemieckiej skali na blachy cienkie	Ilość		Arkusze			
	blachy miedzianej kg	uczepki i gwoździ kg	długości m	szerokości m	wagi kg/m ²	1 arkusz pokrywa m ²
24	5,5	0,35	0,94	0,94	4,45	0,72
22	6,6	0,39				
21	7,9	0,39				
19	10,4	0,32	najwyżej 1,9	{ 0,94	{ 5,56	1,51
17	13,0	0,28				
			2,5 — 3,3	{ 0,94	{ 8,90	2,04 — 2,74
				{ 0,94	{ 11,13	

3. Pokrycia z blachy żelaznej.

α. Pokrycie blachą gładką. Blacha czarna i biała prawie że wychodzi z użycia na pokrycia strzech^{*)}. Przeważnie stosują żelazną blachę cynkowaną (także i ołowioną) w arkuszach: 1,6 m dług., 0,8 — 1,0 m szer. i 0,5 — 0,7 mm grub. Kryją podobnie jak blachą cynkową, t. j. na łatach lub deskowaniu, na zagietkę stojącą lub leżącą z uczepkami (16 cm dług., 40 cm szer. i 1 mm grub., w odstępach 50 cm).

Strzecha taka jest tańsza i bardziej nośna, lecz mniej trwała niż pod pokryciem cynkowym. Nieznaczna rozszerzalność cieplikowa: $\pm 0,5$ mm na 1 mb., przy wahaniach o $\pm 40^{\circ}$ od średniej temperatury $+10^{\circ}$. Trwałość ocynkowania 10 do 15 lat (malowania za ledwie 3 lata). Waga z deskowaniem i krokiewiami 40 kg na 1 m² pokrycia. Sztywność blachy utrudnia wykonanie zagietek. Są w użyciu i blachówki cynkowane, kształtem podobne do wpustówek wypalanych z gliny, a układają je na łąceniu.

β. Pokrycie blachą falistą. Zalety: mała waga własna, niezapalność, dobry ściek wody, wielkie odstępy leżni, mało spoin przy

^{*)} Dotyczy to stosunków niemieckich; u nas, a więcej jeszcze w Cesarstwie, blacha czarna znajduje obszerne zastosowanie do krycia strzech.

dużych płytach, a deskowanie lub łączenie jest zbyt ciężkie. Wady: znaczne przewodnictwo ciepła, a więc zimno zimą, latem zaś gorąco, roszczenie się, hałas w czasie deszczu. Żelazna blacha falista, cynkowana, z pomalowaniem olejnym, czy też bez niego, niszczy się w przeciągu zaledwie lat kilku pod wpływem gazów spalania z lokomotyw opalanych koksem; przykład: strzechy dworców kolei miejskiej w Berlinie *).

Strzechy leżniowe. Używa się przeważnie cynkowanej blachy płytkofalistej, albo głębokofalistej (dźwigarowej), p. str. 43 i nast. Leźnie żelazne z kształtowników **L**, **T**, **I**, **Z** lub **C** w odstępach 1,75 do 2,25 m; dla zwykłej blachy falistej nie można zalecać odstępów między leźniami ponad 2,5 m, natomiast sklepieniasto wygiętą blachę głębokofalistą można układać bezpiecznie na rozpiętość 3,5 m. Gięcie bezpieczne dla blachy falistej bywa $k_b = 500$ do 600 kg/cm². Waga łącznie z leźniami 20 do 25 kg na 1 m² pokrycia. Grubość blachy (niecynkowanej) ≥ 1 mm. Najwięcej używane są profile o szerokości fali 100 do 120 mm przy wysokości 50 do 70 mm. Wartości *J* i *W* dla blachy falistej p. str. 44, 45 i 46.

Schył nie mniejszy niż 1:4. Nity cynkowane, a przy lepszym wykonaniu miedziane, średnicy 5 do 6 mm; między blachę, a każdy łeb nita lub śruby podkłada się podkładka ołowiana. Śruby 7 do 8 mm średnicy. Spoiny schylne, t. j. prostopadłe do grzbietu strzechy, nie mijają się, lecz przechodzą od grzbietu do okapu po jednej linii, zawsze po grzbiecie fali, i nitują się na zakładkę 5 do 7 cm. Podziałka nicenia 25 do 30 cm, przy końcach arkuszy zaś 15 do 20 cm. Spoiny poziome ponad leźniami, z zakładką 8 do 18 cm, w miarę pochyłości strzechy od 1:1,5 do 1:4.

Przy możliwości podwiewu nituje się górne brzegi arkuszy do leźni, bijąc po jednym nicie co czwartą lub co piątą falę. Dolny brzeg przyczepia się uczepekami, t. j. wygiętymi strzemionami z żelaznej blachy cynkowanej, 3 do 5 mm grubej, 3 do 5 cm szerokiej, o długości zastosowanej do profilu (obrysu) leźni i blachy; uczepek podchwytuje luźno na 3 cm górny pas leźni, który dogodnie układać równoległe do pokrycia strzechy. Uczepek, w odstępach co 2 lub 3 fale, łączy się na 2 lub 3 nity z grzbietem fali.

Gdy niema obawy podwiewu pod strzechę, niepotrzeba nitować górnego brzegu arkusza do leźni, natenczas starczy bowiem przytrzymywanie przez nakrywający brzeg sąsiedniego arkusza wyższego.

Przy dwóch leźniach przygrzbietnych pokrywa nagrzbietna bywa bądźto z blachy falistej, bądź też wycięta z blachy gładkiej; natomiast przy jednej leźni nagrzbietnej, zamiast oddzielnej pokrywy, lepiej nałożyć wygięty arkusz blachy falistej, znitować go z obustronnymi arkuszami przygrzbietnymi i przyśrubować do leźni nagrzbietnej, na co, przy zwykłej szerokości arkuszy, starczą 4 śruby. Krawężle, hultaje, okapy, oraz złącza z murami należy starannie zabezpieczyć od zaciekania i od zawiewu śniegiem. Roszeniu zapo-

*) Berlin und seine Bauten, 1896, Tom I, str. 234; oraz Centralbl. d. Bauverw 1897, str. 200.

biega wewnętrzne podbicie ze złych przewodników ciepła (korkowiec, deskowanie, wyprawa Rabitz'a i t. p.), przytwierdzone do spodnich pasów leżni.

Strzechy sklepieniaste,*) z wygiętej blachy głębokofalistej (dźwi-garowej). Spoiny schylne jak przy strzechach leżniowych, spoiny poziome natomiast łączą się na 2, lepiej na 3 szeregi nitów 6 mm średnicy. By znieść parcie tego sklepienia blaszanego, zakładają (co 3 do 4 m) ściąg, podwieszony u strzechy. Strzecha ta obywa się bez stolca i leżni, a wezglowiem sklepienia bywa ceownik przechodzący bez przerwy, a wsparty w odstępach 3 do 4 m słupami lub filarami. Strzechy sklepieniaste z blachy falistej wykonywano do 30 m rozpiętości, lecz tylko do 20 m rozpiętości, bywają one tańsze od strzech wiązarowych.

4. Pokrycie cynkiem.

Waga 40 kg/m² pokrycia (pochyłego) z deskowaniem i krokwi-ami. Schył właściwie stosowny powinienby być nie mniejszy niż 1 : 3, w każdym razie nie mniejszy niż 1 : 6. Arkusze w handlu do 1·2 m. Blacha Nr. 12 i 13 stosowna na pokrycia budowli prywatnych, dla monumentalnych zaś przynajmniej Nr. 14. Na strzechach więcej stromych wykonują szwy poziome na zwykłą zagietkę, przy pochyłości zaś niżej 18° lutują je dodatkowo, chociaż lutowanie lepiej zastąpić szerszą zakładką w zagietce. By zapobiedz zaciekaniu przez podwianie wody w czasie burzy, robią zagietkę w górnym brzegu arkusza 32 mm szeroką, a w dolnym brzegu następnego, wyżej leżącego arkusza o 5 mm węższą, t. j. 28 mm szeroką. Blachę przytwierdzają do deskowania uczepekami z grubej blachy cynkowej, przygwożdżanie samego pokrycia okazało się bowiem szkodliwym. O blasze cynkowej p. str. 70 i nast.

Pokrycie cynkowe zaleca się bardzo, jako lekkie, względnie nie drogie, a trwałe, o ile użyty materiał będzie w dobrym gatunku, a ułożenie staranne i uwzględniające rozszerzalność przy zmianach temperatury. W miejscowościach fabrycznych natomiast pokrycia cynkowego zalecać nie można, gdyż sadza i gazy kominowe niszczą je szybko, podobnie też działa świeża zaprawa wapienna i cementowa i dlatego przedzielają od niej cynk zazwyczaj tekturą smołowcową. Uwzględnić też zawsze trzeba rozszerzalność cynku, wynoszącą około $\mp 1,2$ mm/mb, przy wahanii ciepłoty o $\mp 40^{\circ}$, licząc od $+ 10^{\circ}$.

1. Rodzaje krycia na zagietkę. Na 10 m² pokrycia liczyć można około 11 m² blachy.

a) Zagietka pojedyncza na wszystkich 4-ch bokach arkusza: na dwóch przylegających do siebie bokach w górę, na dwóch pozostałych w dół. Do pokrycia strzech stosuje się już rzadko, częściej natomiast do pokrycia ścian.

*) A. Böllinger, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1890, Nr. 46 i 47; 1891, Nr. 10.

β. Podwójna zagiętka stojąca po schyle strzechy, a na szwach poziomych pojedyncza, albo spoina lutowana.

2. **Rodzaje krycia na listwy.** Zapewniają one swobodniejszy ruch pokrycia, a liczy się przy nich na 10 m² pokrycia; 10,5 m² blachy, 1,1 m² nasówek zakrywających, oraz 10 mb. listwy drewnianej.

α) System berliński. Arkusze przy listwach podgięte, a górą od listwy odgięte i zagięte; w te zagięcia wsuwa się nasówkę, t. j. pas pokrywający listwę, a zagięty po obu brzegach na wewnątrz.

β) System angielski. Arkusze półwałcowatemi zawitkami u dłuższych boków przykrywają się wzajemnie, na podłożonej, półokrągłej listwie.

γ) System belgijski. Pod listwy, u wierzchu szersze niż spodem, podkłada się uczepekki, które zagiętkami swemi przytrzymują arkusze o prostopadle podgiętych brzegach. Nasówka zakrywająca szew podchwytuje swą zagiętką pod uczepekki.

δ) System francuski. Listwy u wierzchu węższe niż spodem, do ich boków przylegają podwinięte brzegi arkuszy, a nasówka lekko zagięta pokrywa szew, nie zachwytyjąc w podwinięte krawędzie arkuszy.

ε) System Frika. Listwy u wierzchu obustronnie ścięte, podobnie i nasówka pokrywająca, która zawitkami zachwytyje w podwinięte brzegi arkuszy. Uczepekka, przytwierdzona do listwy bezpośrednio pod nasówką, przytrzymuje podwinięcia arkuszy, a tem samem i samą nasówkę. Sposób ten nadaje się li tylko do stromych strzech i grubszej blachy.

3. **Ukośne pokrycie blachówkami.** Płyty kwadratowe lub ukośnikowe, o brzegach wałkowato zawiniętych, leżą przekątniami swemi w kierunku schyłu.

α) Blachówki kwadratowe. Na 10 m² pokrycia potrzeba 13,3 m² blachy Nr. 13 (na blachówki mające po 0,6 m² powierzchni), 0,2 m² blachy na uczepekki dolutowane do narożnika i 0,8 m² blachy na luźne uczepekki w zawitkach bocznych.

β) Blachówki uprzywilejowane. Na 10 m² liczy się 31 płyt po 0,6 m² powierzchni.

γ) Blachówki ukośnikowe przybijają się każda dwoma gwoździ (bez uczepek), a na 10 m² pokrycia potrzeba 135 ukośników 58 cm długich, a 29 cm szerokich (w przekątniach). Pokrycie takie, z blachy Nr. 12, waży 8,2 kg/m².

4. System rynienkowy:

α) z zamknięciem szczeliny: Rynienki korytowe, w odstępach co 1,93 m, z brzegami do wewnątrz zagiętymi, układają się w kierunku schyłu strzechy. Na te zagięcia nasuwa się arkusze z półwałkowato zawiniętymi brzegami, pozostającą zaś między nimi szczelinę zamyka się specjalną wsówką, wygiętą z paska blachy podług profili (obrysów) obrzeżnych zawitek arkuszy.

β) bez zamknięcia szczeliny: Arkusze zagina się obustronnie pod kątem ostrym w dół, poczem nasuwa się je na rynienki tak, aby zagiętki arkuszy zachwytywały za zagiętki rynienek, przyczem załamane krawędzie zagiętek arkuszowych stykają się ze sobą.

5. Krycie w łuskę. Używa się blachówki wytłaczanej w łuskę, i przytwardza się ją jak blachówkę powyżej pod 3. opisaną, albo też zakłada się jedną na drugą i lutuje ze sobą. Kryją nią przeważnie strzechy mansardowe, kopuły i t. p.

6. Krycie blachą falistą. (Szczegóły o cynkowej blasze falistej p. str. 71). Odstępy leźni 0,65 do 1,10 m zależnie od profilu blachy Nr. 15. *A* do *D* (p. str. 71). Cięższych numerów blachy (Nr. 12 do 14) na pokrycia zalecać nie można. 1 m² pokrycia (pochyłego) łącznie z leźniami waży 25 do 30 kg. Szwy pozostają bez dalszego połączenia, przyczem szwy schylne zawsze na grzbiecie fali z zakładką 5 do 7 cm szeroką. Szwy poziome nad leźniami, na zakładkę 8 do 18 cm, przy schyle strzechy 1:1,5 do 1:3. Arkusze przytwierdzają się do żelaznych leźni uczepkami z blachy cynkowej Nr. 16 do 18, przylutowanemi u spodu dolnej części arkuszy, a zachwytyjącemi swem zagięciem co najmniej 35 mm za górny pas leźni, przyczem arkusz ten przytrzymuje zarazem wierzchni brzeg sąsiedniego arkusza niższego. Do leźni drewnianych stosują haczykowane uczepki kątowe, wbijane w leźnię, a chwytające blachę za ucha przylutowane do niej co drugą, albo co trzecią falę.

Jeżeli fale blachy profilu *E*, ułożonej na deskowaniu lub łąceniu, leżą w kierunku szerokości arkusza, to lutują się szwy tak poziome, jako też schylne; gdy jednak fale leżą w kierunku długości arkusza, to na stromych strzechach lutują tylko szwy poziome, zostawiając szwy schylne bez wylutowania.

c. Pokrycie z materiałów smolistych.

1. Pokrycia asfaltowe.

Stosują się jedynie na balkony, tarasy i t. p. przy małym schyle. Układają dwie warstwy asfaltu, po 1 cm grubości, najlepiej na podkładzie betonowym, 13 do 15 cm grubym, lub bezpośrednio na sklepieniu. Spodnia warstwa pozostaje szorstką, górną wygładza się. Przy ścianach (przeciw zaciekaniu) podciąga się asfalt na 1 do 1,5 cm wysokości ponad powierzchnię pokrycia.

2. Pokrycia tekturą smołowcową.

Waga około 35 kg/m² pokrycia (pochyłego) łącznie z krokwiemi. Schył zazwyczaj stosowany od 1:5 do 1:7,5. Deskowanie 2,5 cm grube, przyczem łączenie desek na wpust pożądane, aczkolwiek nie konieczne. Deski do 20 cm szerokości przybijają się o mijających się zetknięch. Przy mniejszych odstępach między krokwiemi (0,9 do 1,0 m) starczą deski 2 cm grube, bez wpustu.

Krycie na listwy trójkątne, o podstawie 6,5 cm, a wysokości 3,3 cm, przybijane na deskowanie druciakami (Nr. 19/36) co 0,75 m. Listwy same leżą w odstępach 0,98 m, a należy przybijać je dokładnie w liniach prostych; na pole między listwy rozwija się zwój tektury smołowcowej, 1 m szeroki tak, aby cały pas się ułożył gładko, bez fald i aby brzegi jego się nakładały na boki listew, do których

się tekturę przybija. Na listwę i szew nakłada się pokrywy z pasów tekturowych, 10 cm szerokich, które co 5 do 6 cm przybija się druciakami Nr. 16/12 do 16¹/₂/12.

Na grzbiecie strzechy tak obustronne pasy tektury, jako też i paski pokrywające, zachodzą na siebie po 10 cm, w szwach zaś poziomych, niezbędnych na tej samej połaci dachu, zakładka bywa tylko 8 cm.

Paski pokrywające i wszelkie szwy, oraz okapy powlekają się mieszaniną mazi pogazowej i asfaltu do strzech, która po skrzepnięciu ma ciągliwość miękkiej smoły. Następnie powleka się całe pokrycie wrzącą mazią pogazową, z małym dodatkiem asfaltu i nasiewa suchy ostroziarnisty piasek. Potrzeba ponowienia powłoki objawia się zanikiem pierwszej powłoki i przezieraniem tektury.

Krycie bez listew nadaje się tylko do celów czasowych lub na podrzędne budynki. Tekturę ze zwojów układa się pasami poziomymi, poczynawszy od okapu, z zakładką 4-o centymetrową każdego następnego pasa na górny brzeg poprzedniego. Gwoździe co 5 cm, w odstępach 2 cm od krawędzi. Szwy i okapy smaruje się mazią (lakiem) asfaltową (jak przy kryciu na listwy), następnie smaruje się całą powierzchnię dachową i posiewa piaskiem.

Na 1 m² pokrycia z wyborowej tektury smołowcowej, na listwy trójkątne, potrzeba:

Tektury	Listew m. bież.	Gwoździ		Asfaltu kg	Mazi pogazowej kg
		19/36 sztuk	16 ¹ / ₂ /12 sztuk		
1,05 m ² wagi około 3,0 kg	1,05	3	60	0,3	0,7

Na 1 m² pokrycia z tektury pośledniejszego gatunku, bez listew potrzeba:

Tektury	Gwoździ 16/12	Asfaltu kg	Mazi pogazowej kg
	sztuk		
1,05 m ² wagi około 2,5 kg	50	0,2	0,7

Na lepsze budynki używają też podwójnej warstwy tektury smołowcowej. Dolna warstwa w pasach równoległych do okapu, na zakładki 6 do 8 cm, gwoździe co 8 do 10 cm u górnego brzegu; na nią układają druty zabezpieczające, przeciągnięte od okapu do grzbiecia strzechy w odstępach 1 m, a co 92 do 94 cm przybijane, potem pierwszą tę warstwę smaruje się grubo lakiem asfaltowym i nalepia na nią drugą warstwę tak samo pasami równoległymi do okapu, zaczynając jednak u okapu pasem o połowie szerokości. Przybija się tę warstwę w sposób podobny jak spodnią, wreszcie smaruje się całą powierzchnię jak przy kryciu na listwy.

3. Strzechy warstwiczne (holcementowe).

Waga 1 m² łącznie z krokwiami i deskowaniem 180 kg. Zwykły schył 1:18 do 1:20 (podług P. min. p.).

Rozstawienie krokwi 0,7 do 0,8 m, przy przekroju 12·15 do 13·18 cm. Deskowanie 2,5 do 3,5 cm grube, na wpust. Na deskowanie nasiewa się przedewszystkiem warstwa suchego drobnego piasku lub popiołu, grubości 2 do 3 mm, na niej układa się albo 4 warstwy papieru, albo jedną warstwę tektury i 3 warstwy papieru, stąd i nazwa „warstwiec“. Zwoje papieru bywają 1 do 1,05 m szerokie, a pasy jego układają się ze szwami mijającymi się i na zakładkę 15 cm. Każdą warstwę smaruje się mazią warstwiczną, (dawniej z niemiecka cementem drzewnym lub holcementem zwaną, chociaż w niej niema ani cementu, ani drzewa, ani też przeznaczeniem jej nie jest zlepianie drzewa, lecz warstw papieru, a jest ona tylko swoisto przysposobioną mazią pogazową), poczem nalepia się warstwa następna.

Czwartą warstwę smaruje się trochę grubiej mazią warstwiczną i posiewa drobnym piaskiem na 1 do 1,5 cm grubości, na który nasypuje się warstwę grubego żwiru, 6 do 10 cm wysoką, której warstewkę wierzchnią należy zmieszać z gliną lub mułkiem ze żwirówek, w celu ochrony od wyplukiwania.

Cynkową blachę okapową wkleja się między warstwy papieru i przybija do deskowania. Warstwę żwiru odgradza od rynny t. zw. odźwirka, t. j. mocna listwa dziurkowana, wsparta dolutowanemi podpórkami trójkątnemi, z blachy Nr. 14 lub 15, a służąca jednocześnie za odsiek (filtr) dla wody zbierającej się w żwirze. Należy zapewnić prawidłowe przewietrzanie pod deskowaniem.

d. Rynny i deszczówki.

Rynny. Pochyłość około 1:120. Dla mniejszych budynków szerokość 15 do 20 cm, a głębokość przynajmniej 7 cm; dla większych zaś szerokość 20 do 25 cm, a głębokość przynajmniej 10 cm. Na 1 m² strzechy w planie liczą średnio przekroju rynny 0,8 do 1 cm². Rynny przytwierdzają się hakami co 0,8 do 1,25 m. Przednia krawędź rynny powinna leżeć niżej od tylnej, aby, na wypadek zapchania lub w czasie ulewy, woda przelewała się zawsze na zewnątrz, a nie w stronę strzechy. Pożądane bywają niekiedy t. zw. odśnieżki, chroniące od spadania śniegu i lodu. I rynny trzeba od czasu do czasu doglądać, by zaradzać zawczasu złemu, jakieby się pojawić mogło.

Deszczówki (rury spustowe) urządza się co 15 do 25 m rynny. Średnica ich prześwitu zazwyczaj 13 do 15 cm; przekroju zaś liczą 1,0 do 1,2 cm² na 1 m² strzechy w planie. Deszczówki przytwierdza się do ścian okleszczkami w odstępach 1,5 do 3,0 m.

e. Ochrona budowli od wyładowań elektryczności atmosferycznej.

Patrz Dział XVI. Elektrotechnika.

IV. WYKOŃCZENIE WEWNĘTRZNE. *)

a. Schody. **)

Wygodną stromość schodów otrzymamy, zakładając:

2 razy szerokość stopnia + wysokość stopnia = 62 do 64 cm;
lepiej zaś: $\frac{4}{3}$ szerokości stopnia + wysokość stopnia = 52 cm.

Schody główne: w domach mieszkalnych szerokość schodów 1,3 do 2 m, w budynkach publicznych do 3 m, przyczem stopnie 16 do 17 cm wysokie, a 31 do 29 szerokie. Schody ponad 3 m szerokie miewają stopnie 15 cm wysokości, przy 32 cm szerokości; zwykle schody 18 na 28 cm (w Berlinie liczą 6 stopni na 1 m wysokości); **schody podrzędne** 20 na 25,5 cm (podł. P. min. p. 19 na 25 cm), przy szerokości schodów 1 do 1,2 m.

Stopnie nie ponad 24 cm wysokości i nie mniej niż 22 cm szerokości; najwygodniejsze 16,5 cm na 30 cm. Stosunek stromości raz obrany należy na tych samych schodach, przeprowadzić przez wszystkie piętra. Wysokość w prześwicie między dwoma, ponad sobą leżącymi ramionami schodów ma być nie mniejsza niż 2,2 m. Jedno ramię powinno w sobie zawierać nie więcej niż 18, a nie mniej niż 3 stopnie; ponajczęściej bywa 12 do 15. Zawrąty (podesty) i dojścia z dworu nie węższe niż same ramiona schodów. Dostatnie oświetlenie jest niezbędne, a każde ramię schodów należy zaopatrzyć we wspory z poręczami.

W schodach kręconych szerokość stopni mierzy się w środku ich długości. W schodach rozszczepiających się suma szerokości obu ramion bocznych nie ma przekraczać półtorakrotnej szerokości ramienia środkowego.

Z każdego punktu budynku oddalenie do najbliższej schodni (klatki schodowej) nie ma przekraczać 25 m.

Schody drewniane należy od spodu podtrzcinać i wyprawić, albo też zasłonić w inny, ale nie mniej ogniotrwały sposób. Za schody ogniotrwałe należy uważać tylko takie, których części dźwigające (schodnice i t. p.), podstopia i przedstopki są murywane, kamiennie lub żelazne; wyłożenie stopni takich (żelaznych o ile nie są dzirkowane) drzewem nie uwłacza pojęciu ogniotrwałości.***)

b. Stropy.

Obciążenia podano w dziale XV, rozdz. I. Wypełnianie stropów gruzem budowlanym jakiegobądź rodzaju, jest niewłaściwe.

*) Wanderley, Baukonstruktion: Baukunde des Architekten: Gottgetreu, Hochbaukonstruktionen, Tom I i II, Berlin, Wilh. Ernst & Sohn.

**) Obliczenie samonośnych schodów kamiennych, Centralbl. d. Bauverw. 1891, str. 288 i 380.

***). Ściśle biorąc schody żelazne można uważać tylko za niezapalne, bo ogniotrwałości one bynajmniej nie są.

1. Stropy drewniane.

a. Stropy belkowane.

W domach mieszkalnych liczy się 1,6 do 0,8 mb. belki na m² stropu.

Odstępy środków belek warunkują się nośnością belek i podłogi, oraz ich obciążeniem: w składach przedmiotów ciężkich co najwyżej 0,8 m, w mieszkaniach 0,8 do 1,05 m, ponajczęściej 0,95 m. Zakładając wagę własną i obciążenie stropu 500 kg/m², a naprężenie bezpieczne drzewa $k_b = 80$ kg/cm², otrzymamy poniższe:

Przekroje belek.

Rozpiętość m	Odstępy między środkami		Rozpiętość m	Odstępy między środkami	
	0,9 m	1,0 m		0,9 m	1,0 m
2,5	12 · 15 cm	12 · 16 cm	4,5	17 · 22 cm	18 · 23 cm
3,0	13 · 17 "	13 · 18 "	5,0	18 · 24 "	19 · 25 "
3,5	14 · 19 "	14 · 20 "	5,5	19 · 26 "	20 · 27 "
4,0	15 · 21 "	16 · 22 "	6,0	21 · 27 "	21 · 28 "

Zwykle belki układają się przy rozpiętościach do 6 m, podług P. min. p. nawet tylko do 5,6 m. Przy rozpiętościach przekraczających 6 m, berlińska policja budowlana wymaga już przedstawienia obliczeń nośności.

Belki zębione. Wysokość $\frac{1}{15}$ do $\frac{1}{12}$ rozpiętości, strzałka podgięcia $\frac{1}{60}$ długości. Zęby conajwyżej 1 m długie, przy wysokości równającej się $\frac{1}{10}$ do $\frac{1}{8}$ wysokości całej belki. Między zęby wkładają wkładki z blachy żelaznej.

Belki sklinione. Kliny lub wsadki z drzewa twardego, obustronnie wyłożone blachą, w odstępach h do $2h$; szerokość ich $0,5h$, wysokość $0,1h$, jeżeli przez h oznaczmy wysokość całej belki złożonej. Nad podporami wypada ześrubować je kilkakrotnie, zwiększając ku środkowi belki odstęp między śrubami.*)

β. Usztywnienie i podparcie stropów drewnianych.

Wykrzyżniaki, są to kawałki łat, w przekroju 4 cm wysokie, 2,5 cm szerokie, wpuszczone końcami w belki sąsiednie, a parami na krzyż w pionowej płaszczyźnie ułożone i między belki tak silnie wbite, aby je rozpięrały. Wykrzyżowania te zakładają się w polu międzybelkowym w odstępach 2 do 2,3 m, a wpoprzek belek w jednej linii, w której też układa się ściągi przeciwdziałający rozporowi wykrzyżniaków.

Rozprze są to bale 5 cm grube, na wysokość belki szerokie, w końcach ukośnie przycięte i wbite jak kliny z góry między belki sąsiednie; rozpięrając silnie belki, wymagają i one ściągów, tak samo jak wykrzyżniaki.

*) Obliczenia belek zębionych i sklinionych, Ph. Forchheimer, Zeitschr. d. V. d. Ing. 1892 str. 100, oraz: Wochenschr. d. oesterr. Arch. u. Ing. V. 1891.

Siestrzan (podciąg), wspierając belki w pośrodku, pozwala zwiększyć rozpiętość stropu do 9,5 m, przy zastosowaniu zwykłych przekrojów belek.

Siestrzańce są to słupy pod siestranami, w odstępach 3 do 4 m stawiane. Dodając jeszcze do nich ramiona pod 45° pochylone, oraz siodła nad nimi, można podeprzeć siestran jeszcze w oddaleniu 2-m od siestrzańca, czyli ogółem osiągnąć rozpiętości siestrzana do 8 m między siestrzańcami.

Grubość drewnianych słupów kwadratowych (o wysokości h w m) bywa $(16 + h)$ cm do $(16 + 1,3h)$ cm; bezpieczniej jednak będzie, obliczyć je na ciśnienie i wyboczenie, p. Tom I, str. 342, oraz 345 i nast.

γ. Stropy drewniane, o znacznej rozpiętości.

1. Rozpornie. Rozpornia zwykła, t. j. pojedynczy koziół rozporniany, z dwóch zastrzałów wciętych w belkę główną, która podpiera albo bezpośrednio belkowanie, albo też siestrzany w odstępach 3 do 4 m; rozpiętość 7,5 do 9 m. Rozpornia z rozporą: łączy zastrzałów łączą się z rozporą środkową, albo bezpośrednio na zetknięciu ukośną (przyczem zaleca się nadzianie żeliwnego czepca na takie złącze), a siestrzany spoczywają natenczas na rozporze, albo też każdy z dwóch siestranów leży między łbem zastrzała a końcem rozporzy; rozpiętość do 12 m.

Rozpornica zwykła: belka wsparta bezpośrednio kozłem z pary zastrzałów, wciętych w spód belki w środku jej rozpiętości; rozpornica trzyprzęsłowa może być bez rozporzy, a natenczas zastrzały wecinają się w spód belki w punktach, dzielących rozpiętość w przybliżeniu na 3 równe części, albo też z rozporą, a natenczas pod belką mamy niejako rozpornię z rozporą. Dla jeszcze większych rozpiętości można zdwoić zastrzały, otrzymując rozpornicę o zastrzałach zdwojonych cztero-, albo pięcioprzęsłową (z rozporami lub bez nich). Stopy zastrzałów opierają się zawsze na podporze, a więc na murze, na zamurowanej poduszce z ciosu i t. p.

2. Wieszary. Wieszary jednostorczykowe na 7,5 do 10 m rozpiętości, dwustorczykowe do 15 m, trzystorczykowe (zdwojone) do 20 m rozpiętości. Belka główna, ściągnicą zwana, podwiesza się u storczyków (słupów wieszarowych) w lżejszych ustrojach co 5 do 6 m, w bardziej obciążonych co 4 do 5 m. Storczyk można zastąpić lisicą, t. j. parą pionowych bali, obejmujących obustronnie ściągnicę i węzeł górny (t. j. złącze zastrzałów lub złącze zastrzału z rozporą) i biorących je jakoby w dyby. W nowszych ustrojach zastępują go ściągciem żelaznym, nadziewając nadto żeliwne czepce na górne węzły.

W wieszarach jednostorczykowych łączy się zacięcie z górnym końcem storczyka, albo też, przy zastosowaniu lisicy lub ściąga, łączą się bezpośrednio ze sobą w czepcu żeliwnym, na zetknięciu ukośną, albo wreszcie wywierają swe parcie na przegrodę odlaną we wnętrzu czepca. W dwustorczykowych łeb zastrzału łączy się w sposób podobny z końcem rozporzy. Wieszar

trzystorczykowy jest niejako połączeniem wieszara jedno i dwustorczykowego. Storczyki i zastępujące je ustroje, jako lisice i ściągigi, należy zaopatrzyć w przyrządy do wyprężania.

Stopy zastrzałów łączą się ze ściągnicą na zacięcie, zazwyczaj z dodaniem śruby ściągającej to złącze.

Pochyłość zastrzałów względem poziomu, tak w rozpornicach i rozpornicach, jako też w wieszarach, bywa od 25° do 60° , jednakże zalecałoby się raczej nie przekraczanie granic ciśniejszych, a mianowicie od 30° do 45° .

Obliczenie rozporni i wieszarów p. Dział XV.

d. Podpory belek.

Dostateczną jest długość oparcia belki na podporze, równająca się wysokości belki; lepiej jednak dawać przynajmniej 25 do 30 cm. Końce belek nie powinny stykać się bezpośrednio z murem: potrzebną jest swobodna przestrzeń 2,5 do 4 cm wokół, zwłaszcza zaś od storcowej strony belki, a przestrzeń tę (dla jej przewietrzania) należy połączyć z wewnętrzną przestrzenią budynku. Nadto ochraniają końce belek, owijając je tekturą smołowcową, wojłokiem, albo smarując olejem, mazią drzewną i t. p., rozumie się, w założeniu, że drzewo było wyschnięte.

Podbelcza (murłaty) 10 · 13 do 13 · 13 cm przekroju, należałoby układać jedynie na odsadzkach ścian, a drzewo na nie powinno być rdzenne i wyrosnięte (p. str. 109). Układa się je licująco z wewnętrzną krawędzią odsadzki, a stosuje przeważnie tylko pod belkowanie strzechy.

W celu wzajemnego związania ze sobą ścian frontowych przekłada się przynajmniej niektóre belki przez całą głębokość budynku; do skotwienia ze sobą ścian używa się jednakże tylko belek leżących ponad filarami. Kotwy (ankry) żelazne, przyczepiane do końców takich belek, składają się przedewszystkiem z pręta żelaznego, zwykle płaskownika, długości 1 do 1,25 m, o przekroju 1 na 4 do 5 cm. Pręt ten przytwierdza się do belki gwoździami, oraz szponą (klamrą), wbiją tuż przed zaczepem, t. j. przed zgrubieniem wewnętrznego końca pręta. W drugim, na zewnątrz skierowanym końcu wyrobione jest w pręcie oko, w którym tkwi przetyk długości 1 m, a przekroju 1,5 · 4 cm. Waga całej, takiej kotwy bywa 5 do 10 kg. **Ściany szczytowe** przykotwiają się do belek podobnemi, lecz dłuższymi kotwami, sięgającemi poprzez 3 lub 4 belki, a układanemi w odstępach wzajemnych 3 do 4 m. Taka kotwa waży 10 do 15 kg.

e. Polepy.

Na 1 m² powały potrzeba: 7,5 mb. żerdzi 12 cm średnicy w środku, 0,4 m³ gliny luźnej i 0,3 snopa słomy.

Na 1 m² polepy zwykłej, 13 cm wysokiej, licząc całe pole stropu, t. j. wraz z belkami, potrzeba: 0,025 m³ żerdzi lub okrajek (obladrów), 0,1 m³ gliny luźnej i 0,3 snopa słomy.

Na 1 m² polepy pełnej, 26 cm wysokiej (przez całą wysokość belkowania), nie odliczając belek (leżących w odstępach 1 m), potrzeba: 0,025 m³ żerdzi, 0,16 m³ gliny i 0,42 snopa słomy. Na każdy dodatkowy cm wysokości belek dolicza się po: 0,008 m³ gliny i 0,02 snopa słomy, na każdy m² polepy.

2. Stropy niepalne.

Dwuteowniki pod sklepienia należy łączyć wzajemnie ściągami, a końce takich belek układać na podkładkach lanożelaznych (żeliwnych), o ile samo pole dolnego pasa, wspierającego się na murze długością 0,25 do 0,3 m, nie starczy na bezpieczne przeniesienie obciążenia na mur. Ciśnienia bezpieczne na mur podano w tomie I, str. 339, a z nich łatwo obliczyć niezbędne pole podkładek. Siostrzany bliźniacze, składające się z dwóch (lub więcej) obok siebie leżących, ześrubowanych ze sobą belek żelaznych, wspiera się zawsze na wspólnej, większej podkładce. Kilka warstw tuż pod podkładkami muruje się zazwyczaj z klinkieru na zaprawę cementową. Przejmy (weksle), bezpośrednio nad otworem ułożone, albo mające odciążać łuki, a również i siostrzany, podpierają leżące na nich belki żelazne bezpośrednio, t. j. bez podkładek, same natomiast spoczywają najczęściej na podkładkach. Ściany, na których leżą belki lub dźwigary, powinny być przynajmniej 1 cegłę grube, lepiej 1½, cegły (p. str. 159 i 160).

Sklepienia łączaste między dwuteownikami. Ustrój p. str. 165.

Wagi i obciążenia p. Dział XV. rodz. I.

Stropy ustroju Monier'a, sklepione między dwuteownikami, składają się z osnowy żelaznej i wstęgi z zaprawy cementowej; siatki druciane zwiększają ich wytrzymałość. Na rozpiętość 4,5 m starczy strzałka 0,4 m przy grubości sklepienia 5 cm; waga sklepienia takiego 115 kg/m², a obciążenie bezpieczne, nawet jednostronnie działające, 1500 kg/m². Na rozpiętość 8 m strzałka 0,75 m, grubość 5 cm w zworniku, a 8 cm przy wezgiłowiu, waga 140 kg/m², a obciążenie bezpieczne 2500 kg/m². Przy tym ustroju przejmy nad oknami i drzwiami bywają najczęściej zbyteczne. Szeregi słupów, wspierających belki sklepień, (a ustawianych w odstępach około 4-ro metrowych), należy łączyć ze sobą ściągami, albo też poprzecznymi beleczkami wiązaniami.

Doświadczenia w Peszcie (w r. 1890) wykazały, że nośność sklepienia ustroju Monier'a była 5,2 razy większa, niż nośność równo grubego sklepienia betonowego, a nośność płaskiej płyty monierowskiej 12 razy większa, w porównaniu z równie grubą płytą betonową, zwykłą.

W ostatnich latach, oprócz monierowskich zeskładów żelazno-betonowych, pojawiło się bardzo wiele, przeróżnych ustrojów pokrewnych, starających się wyzyskać jak najlepiej odmienne właściwości materiałów składowych, t. j. znaczne ciągnięcie bezpieczne żelaza i ciśnienie betonu. Stosując podobne ustroje, należałoby jednakże sprawdzać uprzednio obliczeniem, czy istotnie dany ustrój przy danym obciążeniu pracuje zgodnie ze swym przeznaczeniem, t. j. żelazo na ciągnięcie, a beton na ciśnienie.*

*) Porównaj liczne artykuły w tym przedmiocie M. Thullie'go, we wielu ostatnich rocznikach Przeglądu Technicznego, np. r. 1902, str. 261, 262.

Płaskie stropy z desek gipsowych, bądźto na belkowaniu drewnianem, bądź też na żelaznem. Deski gipsowe (z gipsu twardego) układają na belkach drewnianych, jako podłogę, zamiast powały, w grubościach 5 do 7 cm, albo też jako sufit, zamiast podsiębitki, trzciniowania i wyprawy, w grubościach 2,5 do 3 cm. Pod strop, sklepiony na dwuteownikach, układają deski gipsowe, grubości 5 do 7 cm, na dolne pasy belek, w celu wytworzenia płaskiego sufitu.

Stropy Rabitz'a, z gipsu, na osnowie z żelaznej siatki drucianej, stosują do wytworzenia płaskiego sufitu pod sklepieniami łączastemi na dwuteownikach, a stropy te wspierają się na pionowo ustawionych płaskownikach przekroju 60·8 mm, spoczywających na dolnych pasach dwuteowników.

Stropy systemu Klein'a. Płaski strop rozpiętości 1,0 do 2,0 m, między belkami żelaznemi lub ścianami z cegły zwyczajnej, dziurowanej, dętej lub dziurkowatej, wytwarza się w ten sposób, że na płaskiem poddeskowaniu układają się cegły na rąb, szeregami w kierunku swej długości, wpoprzek pół międzybelkowych. W zaprawę cementową, wypełniającą każdą podłużną spoinę, wkłada się taśmownik żelazny, wspierający się końcami na belkach lub ścianach. Przestrzeń ponad tego rodzaju płaskiem sklepieniem, aż do wierzchu belek żelaznych, wypełnia się popiołem, albo betonem żuźlowym, a na wypełnieniu tem układa się podłoga. *) Waga stropu 220 kg/m².

Betonowe stropy ubijane między dwuteownikami, p. str. 178.

Stropy z blachy głębokofalistej, proste, albo sklepieniaste, na dwuteownikach, z wypełnieniem zagłębień fal z wierzchu betonem cementowym.

c. Podłogi.

1. Podłogi z desek.

Deski na podłogę przybijają się zazwyczaj wprost na drewniane belki stropu. Nad sklepieniami, albo też wprost nad ziemią, wypada ułożyć uprzednio legary o przekroju 10·12 do 12·15 cm, w odstępach 0,8 do 1,1 m, np. w podłoże z czystego, suchego popiołu.

Układając jednak legary na ziemi, trzeba wybrać ją do pewnej głębokości i starannie zastąpić przynajmniej suchym piaskiem, gliną i t. p., w celu zapobieżenia pojawieniu się grzyba (p. str. 108). Najpewniejszym pod tym względem ustrojem będzie jednak układanie legarów na filarkach z cegły i złączenie tak powstałej pod podłogą swobodnej przestrzeni z jednej strony otworami z dworem, z drugiej zaś z kominem lub piecem, w celu zapewnienia ustawicznego przewietrzania. Podłogę zwykłą na legarach można też zastąpić podłogą klepkową, ułożoną na asfalcie, który znów spoczywa na podbetonowaniu lub podbrukowaniu.

*) Centralbl. d. Bauverw. 1894, str. 360.

2. Bruk w dziedzińcach i t. p. *)

Bruk z kamieni zwykłych: Kamienie powinny być możliwie równej wielkości i twardości, pod nimi zaś 10 do 15 cm podsypu piaskowego, silnie ubitego.

Bruk z kamienia polnego: Na 10 m² bruku 21 cm grubego potrzeba: 2 m³ kamieni, 1,6 do 0,4 m³ żwiru. Przy grubościach bruku 13 do 16 cm potrzeba tylko 0,16 m³ kamieni.

Bruk (posadzka) z płytek układa się na zaprawę wapienną, gipsową, a na dworze na cementową. Na 10 m² posadzki potrzeba, oprócz płytek, 0,25 m³ zaprawy i 0,8 do 1,6 m³ piasku na podsyp.

Wypełniać spoiny należy nie zaprawą cementową, lecz jasno-barwną zaprawą z wapna wodotrwałego, a to ze względu na lepszy wygląd; cement bowiem czernieje.

Bruk (posadzka) z trocinowca (ksylolitu) p. str. 84.

Bruk drewniany (drewniak) nie powoduje turkotu, podatny zatem zwłaszcza na przejazdy, dziedzińce, w bramach, stajniach i t. p. Podkład betonowy, 10 do 20 cm gruby, (z betonu cementowego, w stosunku 1 cementu na 7 żwiru) na nim nieraz układają warstwę piasku, 1 cm grubą, albo też cieniutką warstewkę asfaltu smołowego. Podkłady ze żwiru, makadamu lub desek, zamiast betonu, okazały się nieprzydatnymi.

Klocki drewniane z buczyny, albo z cienkowlókniстых drzew iglastych, o krawędziach pełnych, prostokątnych, należycie wysuszone, bez bielu i sęków, nasycają się chlorkiem cynkowym (p. str. 109), a nie kreozotem. Wysokość i szerokość 5 do 8 cm, przy długości 15 do 16 cm. Pewna ilość klocków łączy się przez obwiniecie cynkowanym drutem żelaznym, 2,5 mm grubym, w płyty wielkości 0,25 do 0,50 m², które przed ułożeniem zanurza się na 3 cm głęboko w mieszaninę mazi i smoły. Powierzchnie storcowe klocka tworzą jego podstawę i wierzch. Szerokość spoin 3 do 4 mm, a wypełnia się je najpierw na 1 do 2 cm wspomnianą powyżej mieszaniną smoły i mazi, resztę zaś spoiny zalewa się potem albo zaprawą cementową, albo też asfaltem. Na gotowy bruk nasiewa się warstewkę żwiru 1 cm grubą.

Bruk ceglany. Na 1 m² bruku (posadzki) z cegły na płask, ułożonej na podkładzie piaskowym, z zalaniem spoin, potrzeba: 32 cegły i 8 l zaprawy; a jeżeli pod cegłę podłożyć 12-to milimetrową warstwę zaprawy, to liczy się na m²: 32 cegły i 17 l zaprawy. Na 1 m² posadzki z cegły na rąb, bez podkładu z zaprawy: 56 cegieł i 15 l zaprawy, a z podkładem zaprawy: 56 cegieł i 30 l zaprawy. Podkład piaskowy, 10 do 20 cm gruby, nasypują w dwóch warstwach, z których każdą z osobna wplawiają i walcują. Dla możliwie równomiernego ścierania się posadzki pożądanem jest, aby twardość cegły i zaprawy (po związaniu) była możliwie jednakowa.

*) O brukach ulicznych (Wybór materiału kamiennego, formatu, dobowanie kamienia, kosztu porównawcze i t. p.) w dziele nagrodzonym na konkursie: E. Dietrich, Die Baumaterialien der Steinstrassen, Berlin.

3. Klepiska (jastychy).

Klepisko asfaltowe. Asfaltem wylewają podłogi piwnic, kuchen, pralni, łazienek, spichrzy, stajen; wylewają nim chodniki, tarasy, deptaki i t. p. na pokładzie z cegły na rąb lub na płask, albo na betonowym, 8 do 15 cm grubym. Na klepisko takie, 2 cm grube, liczy się na 1 m²: asfaltu 40 kg, gudronu 2 kg, żwirku 20 kg. W lepszym wykonaniu kładą się na siebie 2 warstwy po 1 cm grube. Na bruki uliczne stosują wyłącznie asfalt stłaczany, p. str. 104.

Klepisko (jastych) gipsowe p. str. 90.

Klepisko z zaprawy wapiennej (terazzo weneckie) układa się w dwóch warstwach. Spodnia, 10 cm gruba, składa się z części objętościowych: 3½ grubo tłuczonych strzechówek (dachówek), 1 wapna gaszonego i 1 do 2 miążko mielonej cegły; w tę warstwę wciska się oddzielne kawałki marmuru. Do wierzchniej warstwy dodają nadto jeszcze farb ziemistych i zacierają potem olejem lnianym. Na 1 m² takiego klepiska wychodzi średnio: 0,11 m³ tłuczonej strzechówki, 0,04 m³ mielonej cegły, 0,06 m³ wapna gaszonego, 14 kg kamyków marmurowych, 0,4 do 0,5 kg farb ziemistych i 0,2 kg oleju lnianego.

Klepisko betonowe, grubości 10 cm, a mianowicie podkład betonowy 8 cm i warstwa 2 cm gruba z zaprawy cementowej. Na 1 m² potrzeba 0,05 m³ zaprawy cementowej.

Klepisko z papirolitu układa się w grubości 2 cm na podkładzie betonowym, drewnianym, lub na innej posadzce, a po tygodniu można po niem chodzić i jeździć. Jestto klepisko bez spoin, ciepłe, niepalne, nieprzemakalne, a i dźwięk mało przez nie przenika.

d. Okna i drzwi.

Skrzydła okienne: 0,5 do 0,8 m szerokie, z drzewa 3 do 5 cm grubego.

Krzyż w oknie: 4 do 5 cm szeroki, 5 do 8 cm gruby.

Malowanie okien: Stosunek pola prześwitu okna do powierzchni pomalowanej okna pojedynczego, za wyłączeniem podoknicy (deski parapetowej) bywa średnio:

1 : 2½	„ „ „	w oknach dwuskrzydłowych,
1 : 2 do 1 : 2½	„ „ „	cztero „
1 : 1½	„ „ „	sześćcio „

w założeniu, że szerokość drzewa nie przekracza 6,5 cm.

Szyby (szkliny). Zazwyczaj unikają szyb większych niż 50 · 70 cm, a to w celu nie powiększania kosztów utrzymania. Na szyby rozmiarów do 30 · 40 cm starczy szkło 1,5 mm grube, do 40 · 70 cm szkło 2 mm grube, do 80 · 100 cm szkło 3 mm grube, ponad tę wielkość biorą 4 mm grube, albo nawet szkło zwierciadlane (podług P. min. p.). O szkle por. str. 99 i nast.

Odrzwice. Długość drzewa, zużytego na odrzwicę, równa się obwodowi prześwitu + 1,5 m.

W ściany grubości 25 cm lub mniej wstawiają zazwyczaj odrzwice z bali, w ściany zaś 38 cm lub grubsze wstawiają odrzwice z dwo.

jone (dwie odrzwice z krzyżulców, złączone ze sobą rozworami). W ścianach 38 cm i grubszych można zamurowywać wsadki (tyble) dla przytwierdzenia drzwi i okładzin, lecz tylko dla drzwi mało przetwieranych. (P. min. p.).

Drzwi z łąt. Na dwie poprzecznicę i zastrzał dolicza się $\frac{1}{5}$ całego pola drzwi, na obwódkę $\frac{1}{6}$, a potem na m² liczy się 9 mb. łąt i 20 łaciaków (gwoździ).

V. BUDOWLE POSZCZEGÓLNE.*)

Kościóły. a) Katolickie. Na jedno siedzenie liczy się 0,47 m² podłogi, na 1 miejsce dla stojących 0,3 m². Szeregi ławek w odstępach 0,94 m.***) Chodnik środkowy, między ławkami, ze względu na procesy przynajmniej 2,0 m, lepiej 2,5 m lub więcej. W dogodnych miejscach, zwłaszcza przy filarach, w nawach bocznych ustawia się konfesyonały. Nawę od ołtarza wielkiego przedziela wspora 0,8 m wysoka, z kłęcznikiem.

b) Protestantckie. Na jedno siedzenie liczy się 0,42 m², przy odstępach szeregów ławek 0,84 m. Chodnik środkowy może być węższy niż w kościołach katolickich, konfesyonały zbyteczne. Ponieważ granica dokładnego słyszenia bywa w oddaleniu 25 do 30 m, a dosłyszenie kazania jest rzeczą podstawową w kościele protestanckim, więc też uznano za najwłaściwsze budować kościoły protestanckie z balkonami (emporami) i nie większe niż na około 1000 siedzeń.***)

c) Dane wspólne dla obydwu wyznań. Na 1000 parafian (łącznie z dziećmi) można liczyć, że jednocześnie nie bywa więcej w kościele niż 450 dorosłych i 120 dzieci. Na wielki ołtarz, stojący na kilkostopniowym wywyższeniu, potrzeba swobodnego miejsca 4 do 8 m w kwadrat. Kazalnica zazwyczaj przy filarze ze schodami widocznymi, albo też nieraz ukrytymi w grubszych filarach muryrowanych. Chór przynajmniej 3,5 ponad posadzką kościoła. Zakrytya, w bliskości wielkiego ołtarza, powinna być ogrzewana. Kierunek nawy głównej: ołtarz wielki na wschód—kruchta (babiniec) zazwyczaj na zachód.

Szkoły. Na jednego ucznia, stosownie do jego wieku i rodzaju szkoły, liczą w Prusach 0,7 do 0,9 m² podłogi, przy 70 do 80 ucz-

*) Okólnik prusk. minist. robót publ. z 1 list. 1892: Przepisy dotyczące sposobu budowania budowli stawianych przez państwowy zarząd budowlany, z uwzględnieniem bezpieczeństwa komunikacji; Centralbl. d. Bauverw. 1892, str. 549. — Odbitki u Wilh. Ernst & Sohn w Berlinie. Dane szczegółowe dotyczące budynków różnych przeznaczeń zawiera Tom II dzieła: Baukunde des Architekten, 1884, Berlin, Ernst Toeche.

**) Zeitschr. f. Bauwesen 1871, str. 149.

***) Kongres w sprawach budowy kościołów protestanckich; Centralbl. d. Bauverw. 1894, str. 226 i 232. Oraz: A. Sturmhoefel; Akustik des Baumeisters, Berlin 1894.

niach w każdej klasie. Objętość zaś przynajmniej $2,25 \text{ m}^3$, w szkołach średnich zaś $4,0 \text{ m}^3$ na ucznia. W szkołach wiejskich liczą w różnych państwach niemieckich na ucznia od $0,31$ do $0,69 \text{ m}^2$ podłogi. Pole prześwietu okien powinno być przynajmniej równe $\frac{1}{3}$ pola podłogi, a filary międzyokienne nie szersze niż $1,2 \text{ m}$.

Odstęp między przednią ławką a ścianą przynajmniej $1,7 \text{ m}$, chodnik środkowy $0,5 \text{ m}$, boczny przy oknie $0,4 \text{ m}$, boczny przy ścianie środkowej $0,6 \text{ m}$, między tylną ławką a ścianą $0,3 \text{ m}$, wokoło pieca wreszcie $0,8 \text{ m}$ swobodnego przejścia; wszystkie miary podane są minimalne, gdyż właściwie wszystkie chodniki powinny być szersze niż $0,7 \text{ m}$.

Długość ławki na jednego ucznia, w zależności od jego wieku, $0,47$ do $0,70 \text{ m}$; najczęściej liczą po $0,56 \text{ m}$. W jednej ławce nie powinno siedzieć więcej niż 5 uczni. Największa długość L klasy nie ma przenosić $9,5 \text{ m}$, aby uczniowie i z tylnych ławek mogli dojrzeć pismo na tablicy. Szerokość B klasy powinna pozostawać do długości L w stosunku $2:3$, a co najwyżej $3:4$, sama zaś szerokość klasy bywa $5,5$ do $7,5 \text{ m}$, w Prusach $B \leq 6,5 \text{ m}$. Wysokość izby szkolnej $3,2$ do $4,5 \text{ m}$. Okna powinny się sięgać aż pod sam strop, należałoby zatem unikać zasklepienia ich łukami o większej strzałce. Oboknie powinno się rozszerzać do wnętrza izby. Wierzch okna ponad podłogą ma się znajdować nie niżej niż na $\frac{1}{2}$ szerokości izby. Podoknica $1,0$ do $1,2 \text{ m}$ nad podłogą. Dolne części ścian należałoby malować olejno. *)

Sale gimnastyczne (bojnie). Na każdego bojnika $4,0 \text{ m}^2$ boiska, a więc np. bojnia na 50-ciu dorosłych bojników $22,0 \text{ m}$ dł., $11,0 \text{ m}$ szer. i $5,5 \text{ m}$ wysoka, albo $25,0 \cdot 12,5 \cdot 6,5$. **) W pruskich szkołach gminnych i seminariach na 50-ciu bojników: $15,7 \cdot 9,5 \cdot 5,0 \text{ m}$; na 75-ciu: $20,4 \cdot 11,0 \cdot 5,7 \text{ m}$; na 100: $22,0 \cdot 12,5 \cdot 6,3$. Najmniejsze bojnie $15,0 \cdot 7,5 \cdot 5,0 \text{ m}$.

Łazienki. Celki łazienkowe 2 do 4 m dł., $1,8 \text{ m}$ szer.; wanny $0,7$ wys., górą $1,5$ do $1,8 \text{ m}$ dł., a $0,8 \text{ m}$ szer. Pływalnie: na osobę 2 do 4 m^2 pływalnika w planie.

Teatry. ***) Szerokość siedzenia $0,5$ do $0,6 \text{ m}$, odstęp rzędów $0,8$ do $0,9 \text{ m}$, a przy siedzeniach samopodnoszących się przynajmniej $0,7 \text{ m}$. Dla stojących wypada liczyć przynajmniej po $\frac{1}{3} \text{ m}^2$ na widza. W krzesłach i na balkonie pierwszego piętra nie więcej niż 14 miejsc w szeregu (przy bocznym lub środkowym chodniku), na innych piętrach najwyżej po 12 miejsc. Ilość pięter nie ponad 4 (we Włoszech budują teatry więcejpiętrowe). Sufit przynajmniej $2,5 \text{ m}$ ponad podłogą najwyżej położonych miejsc ostatniego piętra.

*) Dienstanweisung f. d. Kngl. prouss. Bauinspektoren der Hochbauverwaltung (v. J. 1888 mit Nachtrag. v. 1893) str. 356 i 460, Berlin u Wilh. Ernst & Sohn.

**) Jak powyżej, lecz str. 349.

***) Przepisy pruskiej policji, dotyczące urządzeń budowlanych i wewnętrznych w teatrach, cyrkach i salach zebrań, z 12 paźdz. 1889, z dodatkiem z 18 marca 1891, Centralbl. d. Bauverw. 1889, str. 447 i 1891, str. 173. Odbitki u Wilh. Ernst & Sohn w Berlinie.

Stopnie schodów: szerokość przynajmniej 26 cm (a w schodach wachlarzowych, w najwęższym miejscu, 23 cm), wysokość nie więcej niż 18 cm. Nadscenie na poziomie przynajmniej o 3 m ponad sufitem widowni. W widowni na każdym 70-ciu widzów liczy się 1 m szerokości chodników (przejść) i drzwi do korytarza, a ich szerokość ma być przynajmniej 0,9 m. Przed pierwszym rzędem krzeseł przejście przynajmniej 0,65 m. Korytarze nie węższe niż 3 m, a na każdym 80-ciu widzów przynajmniej po 1 m szerokości.

Salę. W salach stołowych po 0,75 m² do 1 m² na osobę, a w pierwszorzędnych po 1,25 m². W salach zebrań, jeżeli wszyscy mają siedzieć, to po 0,5 m² na osobę, a jeżeli część zebranych stoi, to po 0,4 m² podłogi. *)

Więzienia. Celki dla więźniów odosobnionych przynajmniej po 25 m³ objętości (4,0 do 4,2 m dł. 2,2 do 2,4 m szer., a conajmniej 3,8 · 2,2 m). Celki wyłącznie na pobyt nocny przeznaczone: 12 m³ objętości (2,2 m dł. 1,2 m szer.); wspólne sypialnie 10 m³ na więźnia; pracownie zamknięte 8 m³ na więźnia.

Szpitalę. **) 10 do 12 łóżek na salę uważa wielu za ilość najwłaściwszą, lecz zdania lekarzy są tu bardzo podzielone. Szerokość sal na 2 szeregi łóżek 7,5 do 8,0 m przy wysokości 4,0 do 4,5 m. Odstęp między łózkami (swobodny) przynajmniej 1 m. Na 1 łóżko liczą 7 do 10 m² podłogi, a 36 m³ przestrzeni. Dla wielkich szpitali potrzeba na każde łóżko około 160, dla małych około 200 m² placu na urządzenie szpitala z otoczeniem.

Stajnie. Wielkość stanowisk bywa:

- na 1 konia roboczego: 2,5 do 2,8 m dł., a 1,25 do 1,5 m szer.,
- na 1 konia wierzch. lub cugowego: 3,1 do 3,5 m dł., a 1,7 m szer.,
- na 1 ogiera 3,5 m dł., a 2,2 do 2,5 m szer.,
- na 1 kobyłę ze źrebięciem 3,7 do 5 m długości i szerokości,
- na 1 źrebca 3,6 do 4,0 m².

Szerokość chodnika (przejścia) jednostronnego 1,5 do 2,8 m, dwustronnego (środkowego) 3,7 do 5,0 m. Mniejsze stajnie 3,0 do 3,5 wysokości, większe do 4,7 m. Strop możliwie odporny na wyziewy stajenne, najlepiej sklepiony.

Drzwi zazwyczaj 1,25 do 1,5 szer., a 2,2 do 2,5 wysokie; dla wjeżdżania konno przynajmniej 2,5 m szer. i 3,0 m wysokie. Okna 1,4 do 1,6 m szerokie, a 0,8 do 0,9 m wysokie; podoknie 2,0 do 3,0 m ponad podłogę.

Podłoga w przedniej części pozioma, w tylnej ze spadkiem 3%, brukowana drzewem, asfaltem lub kamieniem, zaopatrzona w ścieki 0,30 m szerokie, a 0,25 m głębokie.

Wierzch żłobu 1,20 m nad podłogą, szerokość żłobu na dnie 0,25 m, u wierzchu 0,35 m w prześwicie. Drabinki do siana 0,3 do 0,5 m ponad żłobem. Przewory 0,95 m ponad podłogą.

*) Porównaj uwagę odsyłacza poprzedniego.

**) P. Böttger, Grundsätze für den Bau von Krankenhäusern: Berlin 1894, Wilh. Ernst & Sohn.

Wozownie. Powóz bywa bez dyszla 3,0 do 3,2 długi, z dyszlem zaś 6,25 m przy szerokości 1,5 do 2,0 m. Sikawka bez dyszla 2,8 m, z dyszlem 5,3 m długa, a 1,5 m szeroka. Brama, przez którą ma wjeżdżać woźnica, siedząc na koźle, powinna być przynajmniej 2,5 m szer., a 3,4 m wysoka.

Parkany drewniane. Parkany z desek miewają w odstępach 2 do 2,5 m stojce, które zwykle wystają około 2 m ponad ziemię, a zakopują się na 0,9 m głęboko. Sztachety miewają stojce w odstępach 2 m, przekroju 15 do 18 cm w kwadrat, oraz 2 szeregi rozwór o przekroju 10 do 13 cm w kwadrat. Na mb. takiego parkanu liczy się 9 lat sztachetowych i 20 laciaków.

VI. KOSZTA I TRWAŁOŚĆ BUDOWLI.

Poniżej oznaczać będziemy przez:

W wartość nowej budowli w markach niemieckich, t. zn. ogólne koszty budowy z wyłączeniem kosztów placu; [W_f oznaczać będzie wartość tę na m^2 powierzchni zabudowanej; W_v na m^3 przestrzeni obudowanej];

D trwałość budowli wyrażoną w latach, t. zn. do czasu, kiedy budowla mimo staranne utrzymanie i poprawki dalej utrzymać się nie da i musi uleść rozbiórce;

U roczne koszty utrzymania budowli, wyrażone w procentach wartości W ;

A kwotę umorzenia w procentach wartości W , t. zn. kwotę, którą rocznie trzeba odkładać, aby po D latach, bez procentów składanych, otrzymać wartość W .

Zmniejszenie wartości E budowli w markach, po Z latach, będzie:

$$E = W \frac{Z}{D} \frac{Z + D}{2D}$$

Poniższe koszty budowy obliczono na zasadzie cen podstawowych: 25 do 30 mar. za 1000 cegły i 35 do 40 mar. za m^3 budulca.

a. Budowle niepalne z cegły lub kamienia łomowego.

1. Proste domy mieszkalne, o średniej wysokości piętr 3,5 m, na wsi lub w miasteczkach; oficyny na piwnicach w większych miastach; wykończenie wewnętrzne skromne.		W_f		$W_v = 10-14$ $D = 100-200$ $U = 0,80-1,20$ $A = 0,5-1,0$
	przyziomowe	70-100		
	1-piętrowe	105-150		
	2- "	140-200		
	3- "	165-240		
	4- "	195-290		

2. Miejskie domy mieszkalne w lepszym wykonaniu i wille , o wysokości niższych pięter około 4 m, pod strzechą łupkową, w dobrym wykończeniu wewnętrznym.	przyziomowe	110—150	$W_v = 15,5—20$ $D = 100—200$ $U = 0,75$ $A = 0,5—1,0$
	1-piętrowe	165—230	
	2- „	215—295	
	3- „	270—355	
	4- „	315—420	
3. Pańskie domy mieszkalne w mieście i wille , o wysokości niższych pięter 4,3 do 4,4 m, w doskonałym wykończeniu, wielkie szyby, okucia mosiężne, piece ozdobne, posadzka parkietowa w lepszych pokojach.	przyziomowe	180—215	$W_v = 20—26$ $D = 150—200$ $U = 0,5$ $A = 0,5—0,66$
	1-piętrowe	260—315	
	2- „	335—415	
	3- „	410—485	
4. Monumentalnie budowane domy mieszkalne, miejskie , z przedliczem z ciosów i o wewnętrznym wykończeniu wyszukanej dobroci.	przyziomowe	250—380	$W_v = 28—40$ $D = 200—400$ $U = 0,35—0,50$ $A = 0,25—0,40$
	1-piętrowe	380—580	
	2- „	500—750	

Jeżeli nadbudowano **mieszkania mansardowe**, to wartości W_f podług danych powyższych należy zwiększyć jeszcze o 10 do 15 marek.

5. **Kościóły wiejskie i kaplice**, na 400 do 700 osób, z małą wieżyczką, kruchtą (babińcem) i absydą, sklepione, o skromnym wykończeniu: $W_f = 120$ do 150; $W_v = 12$ do 15; $D = 150$; $U = 0,75$; $A = 0,66$. [Dla kościołów protestanckich liczą koszt jednego miejsca dla siedzącego na 80 do 150 marek].

6. **Kościóły miejskie**, na 800 do 1500 osób, zupełnie zasklepione, w dobrym wykończeniu, lecz o skromnym zdobnictwie zewnętrznym i wewnętrznym, $W_f = 275$ do 450; W_v (nawy) = 17,5 do 22,5; W_v (wieży) = 30 do 50; $U = 0,25$. [Dla protestanckich kościołów liczą po 250 do 400 marek na siedzenie].

7. **Teatryki** na 1000 do 1500 widzów, na komedye i operetki, w prostym wykończeniu: $W_f = 325$ do 450; $W_v = 15$ do 20; $U = 1,0$; koszta budowy na jednego widza: 375 do 475 marek.

8. **Wielkie teatry** na 1500 do 2000 widzów, na dramaty i opery, w dobrym wykończeniu; $W_f = 400$ do 550; $W_v = 18$ do 24; koszta budowy na jednego widza: 600 do 800 marek.

9a. **Spichrze** oddzielnie stojące, o nośności stropów 1250 do 1500 kg/m², wysokość pięter około 3,0 m, z dźwigarami drewnianymi na takichże słupach (siestrzeńcach):

$$D = 100, \quad U = 0,75, \quad A = 1,0.$$

Piwnice: gdy nad nimi tylko przyziom					
i strych:	$W_f = 28,$	$W_v = 9;$			
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 2,5,$	$W_v = 0,8;$			
Przyziom: gdy nad nim tylko strych:	$W_f = 24,$	$W_v = 8,5;$			
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 3,0,$	$W_v = 0,8;$			
Strych: (podług obliczonej objętości)	$W_f = 28,$	$W_v = 7,5.$			
9b. Spichrze jak wyżej, lecz z dźwigarami i słupami żelaznymi:					
	$D = 150$ do $200;$	$U = 0,5;$	$A = 0,5$ do $0,66.$		
• Piwnice: gdy nad nimi tylko przyziom					
i strych:	$W_f = 33,$	$W_v = 10;$			
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 3,0,$	$W_v = 1,0;$			
Przyziom: gdy nad nim tylko strych:	$W_f = 33,$	$W_v = 10;$			
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 5,0,$	$W_v = 1,5;$			
Strych: (podług obliczonej objętości):	$W_f = 28,$	$W_v = 7,5.$			
10a. Budynki fabryczne, oddzielnie stojące, o nośności stropów 500 do 1000 kg/m ² , o wysokości pięter 3,5 do 3,8 m, z dźwigarami drewnianymi i takimiż słupami:					
	$D = 80;$	$U = 1,0;$	$A = 1,25.$		
Piwnice: gdy nad nimi tylko przyziom					
i strych:	$W_f = 27,$	$W_v = 9;$			
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 1,5,$	$W_v = 0,5;$			
Przyziom: gdy nad nim tylko strych:	$W_f = 30,$	$W_v = 8,0;$			
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 1,8,$	$W_v = 0,5;$			
Strych: (podług obliczonej objętości):	$W_f = 28,$	$W_v = 7,5.$			
10b. Budynki fabryczne, jak wyżej, lecz z dźwigarami i słupami żelaznymi:					
	$D = 100;$	$U = 1,5;$	$A = 1,0.$		
Piwnice: gdy nad nimi tylko przyziom					
i strych	$W_f = 28,$	$W_v = 9;$			
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 1,45,$	$W_v = 0,5;$			
Przyziom: gdy nad nim tylko strych:	$W_f = 33,$	$W_v = 10;$			
na każde piętro dodatkowe:	$W_f = 1,85,$	$W_v = 0,5;$			
Strych: (podług obliczonej objętości):	$W_f = 28,$	$W_v = 7,5.$			

	W_f	W_v	D	U	A
11a. Budynki fabryczne, z oświetleniem przez strzechę wielokrotną, przyziomowe; ściany zewnętrzne murywane, bez piwnic; jedna przestrzenna wyrobnia bez ścian przedziałowych; więźba strzechy drewniana, na słupach żeliwnych:	35	4,75	100	0,60	1,0

	W_f	W_v	D	U	A
wieżba strzechy żelazna	40—45	6—7	150	0,30	0,67
11 b. Kominy fabryczne , niezdobione:	—	20—25	100—150	0,10	1—0,5
skromnie zdobione:	—	25—30	100—150	0,10	1—0,5
12. Szopy (schownie) , jeden front otwarty, pokrycie smółcowe:	22	3,3	100	0,75	1,0
zamknięte, zresztą jak wyżej:	35	4,5	100	0,75	1,0
13. Browary, gorzelnie , po części sklepione, na piwnicach, przyziomowe:	50—55	} 6,3—6,8	80	0,75	1,25
1-piętrowe:	70—80				
14. Zwykłe mosty murywane i sklepione , mierzone na powierzchni:	70—80	—	100	1,25	1,0

b. Budowle drewniane i w rozwozy, z drzewa iglastego.

1. Domy mieszkalne , przyziomowe:	70—215	10—26	100	1,25—1,6	1,0
1-piętrowe:	105—315	10—26	100	1,25—1,6	1,0
2. Wyrobnie (warsztaty) i zwykłe budynki na silnice ,	40—65	} 8—14	70	1,5	1,43
przyziomowe:	60—100				
1-piętrowe:	55—65	} 6—8	80	1,0	1,25
2-piętrowe:	70—100				
3-piętrowe:	90—120				
3. Spichrze i składy , 1-piętrowe:	55—65	} 6—8	80	1,0	1,25
2-piętrowe:	70—100				
3-piętrowe:	90—120				
4. Małe mosty drewniane :	20—30	—	15—25	1,5—3,5	6,6—4,0

Uwaga: W Warszawie 1 m³ przestrzeni obudowanej, obliczony podług rozmiarów zewnętrznych i wysokości od chodnika do wierzchu zysmu głównego, przy obecnych cenach materiałów budowlanych (1902), szacują:

w mieszkalnych domach frontowych, trzypiętrowych
w dobrym wykończeniu na: $W_f = 8$ rubli;
w oficynach i t. p. na: $W_f =$ od 5 rub

DZIAŁ JEDENASTY.

KOLEJNICTWO.

I. BUDOWA KOLEI.

A. Roboty przedwstępne i przepisy.

I. Przepisy Rosyjskie.*)

Zatwierdzone przez Ministerium Komunikacji według protokółów Rady Inżynierskiej Nr. 129/1899 r., Nr. 3/1900 r., Nr. 23/1901 r. i Nr. 106/1901 r.

Streszczenie.

Kierunek. Między punktami, wskazanymi przy wydaniu pozwolenia na budowę, należy projektować kolej w kierunku możliwie najkrótszym, lecz z uwzględnieniem miast pośrednich i ważniejszych środowisk przemysłowych.

Na skrzyżowania się z innymi kolejami, na przejścia przez rzeki spławne, drogi bito i miejscowości kopalniane, wreszcie na połączenia z portami handlowymi należy przedstawiać projekty z opinią właściwych zarządów kolejowych, zarządów okręgów komunikacji, wzgl. okręgowych inżynierów górniczych.

Wybór miejsca na stacje dla miast uskutecznia się w porozumieniu z władzami miejsciami. W razie łączenia się z istniejącą już koleją trzeba opracować i przedstawić projekt stacji węzłowej lub bocznicę łączącą, wraz z opiniami zarządu istniejącej kolei i miejscowych władz wojskowych.

Kolej projektowana na przecięciu innych kolei pierwszorzędných, jako też ważniejszych dróg bitych powinna leżeć w innym poziomie.

Przelotność kolei określa się zazwyczaj w pozwoleniu na budowę, w przeciwnym zaś razie kolej zaraz po wykończeniu ma być zdolną na przelot 2-ch par pociągów osobowych i 7-miu par towarowych na dobę, przy prędkości jazdy piewszych 30 w/g (32 km/g), a drugich 20 w/g (21,34 km/g).

Największa odległość między stacjami ma być nie większa niż 30 w (32 km). Na żądanie można zwiększyć przelotność, otwierając między stacjami przystanki, które należy z góry w projekcie tak przewidzieć, aby w przyszłości dały one możliwość uruchomienia na dobę: 1-ej pary pociągów osobowych o szybkości 30 w/g (32 km/g) i 19-tu par pociągów wojskowych, złożonych każdy z 50-ciu wagonów, a jeżdżących z prędkością 22 w/g (23,5 km/g). Dla wykazania powyższej przelotności należy dołączyć wykresny rozkład jazdy.

Zdolność przewozowa kolei, o ile jej nie określono odmiennie w pozwoleniu na budowę, powinna co do ilości taboru przynajmniej czynić zadość wymaganiom powyżej wyszczególnionym. Przy określaniu ilości taboru należy uwzględnić również i pociągi służbowe, a nadto jeszcze pewien zapas ponad tę część taboru, jaka, podlegając naprawie, czasowo się wycofuje z obrotu. Na pomieszczenie i naprawę taboru trzeba urządzić niezbędne parowozownie, wagonownie, oraz naprawiarnie (warsztaty remontowe).

Pochyłość wpodłuż toru nie ma przekraczać 0,008 w prostej lub w krzywych o promieniu nie mniejszym niż 300 saż. (640 m); w tunelach zaś dozwala się tylko $\frac{2}{3}$ tej pochyłości. Sąsiednie punkty załamania obrysu podłużnego mają leżeć nie bliżej siebie niż 60 saż. (128 m), a załamania same należy zaokrąglić promieniem 2000 saż. (4272 m).

*) Wydane przez drukarnię Min. Kom.

Pochyłe ponad 0,002 pochyłości, idące kolejno za sobą bez przerwy, nie mają w sumie wytwarzać różnicy poziomów, któraby przekraczała 25 saż. (53,3 m). W tym celu dłuższe szlaki pochyłe należy dzielić na części dopełniające warunek powyższy i przedzielać je poziomami 200 saż. długości, albo też pochyłymi w stosunku 0,002, długości przynajmniej 250 saż. (533 m). O ile różnica pochyłości dwóch przyległych pochyłych przekracza 0,002, to punkt załamania nie ma leżeć ani na moście samym, ani też bliżej niego niż 12 saż. (25,6 m).

Stacye i przystanki mają leżeć w poziomej przynajmniej 450 saż. (960 m) długiej, a o ile stacya ma parowozownię, to 500 saż. (1067 m). Dla stacyi II klasy pozioma ta ma być przynajmniej 600 saż. (1174 m), a dla stacyi I klasy oznacza się ona podług projektu szczegółowego. Dla wymijanek zaś, t. j. przystanków, na których pociągi się tylko wymijają, starczy 400 saż. (853 m) i dozwala się nawet pewna pochyłość, nie przekraczająca jednakże 0,002.

Promienie krzywych na szlaku nie mniejsze niż 300 saż. (640 m), wyjątkowo 250 saż. (533 m); przy wjazdach na stacye i w punktach przedstawiających niezwykle trudności dozwala się 200 saż. (427 m). Zbieg krzywej z największymi pochyłościami dozwolonymi może mieć miejsce przy krzywych o promieniu 300 saż. (640 m) i większym. W krzywych o mniejszym promieniu należy zmniejszyć odpowiednio pochyłość, stosownie do wskazówek Min. Kom.

Między krzywymi przeciwnej krzywosci, o ile choć jeden z promieni jest mniejszy od 1000 saż. (2133,6 m), należy wsunąć prostą wstawkę o długości: $10 + 500 \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} \right)$ sażeni, czyli $21,3 + 2276 \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} \right)$ metrów. Punkta przejściowe krzywej w prostą mają leżeć przynajmniej w odległości 8 saż. (17 m) od punktów załamania pochyłych, a przynajmniej $\frac{500}{R}$ saż. $\left(\frac{2276}{R} \text{ m} \right)$ od mostów.

Rozmieszczenie stacyi i przystanków, oprócz powyżej już podanych wskazówek, powinno uwzględniać: bliskość miast i bardziej ludnych osad, skrzyżowania się z ważniejszymi traktami handlowymi lub rzekami spławnymi, dostatek dobrej wody. Stacya lub przystanek ma leżeć w prostej, a jeżeli już na krzywej, to promień powinien być nie mniejszy niż 600 saż. (1280 m), wyjątkowo zaś niż 400 saż. (853 m)—na krzywych przeciwnych zakładać stacyi wogóle nie wolno.

Klasyfikacya stacyi. Stacye w zależności od ruchu, rozwoju torów, istnienia parowozowni dzieli się na 4 klasy. Dworce osobowe podobnie dzieli się na 4 klasy, stosownie do wielkości budynku, ruchu osobowego i urządzenia bufetu. Podziały te zatwierdza Ministerium Komunikacyi.

Wymijanki między stacyami rozmieszczają się w zależności od pożądanej przelotności.

Odległość między stacyami z parowozowniami zależy od rozkładu pracy służby parowozowej, który należy objaśnić wykresem obiegu parowozów przy ustanowionej, największej ilości pociągów.

Wywłaszczenie gruntu odbywa się odrazu w rozmiarach niezbędnych dla toru podwójnego, z uwzględnieniem powierzchni na boczne wykopy, odwały, na rowy ochronne i t. p., a nadto dobiera się obustronnie na zapas jeszcze po pasie 2 saż. (4,27 m) szerokości. Wywłaszczony pas gruntu nie ma być węższy niż 20 saż. (42,7 m); aczkolwiek w miastach i wobec drożyzny gruntów można szerokość tę zmniejszyć do 6 saż. (12,8 m), a nawet do 4 saż. (8,53 m). Dla stacyj już przy wywłaszczaniu wypada uwzględnić możliwy rozwój w przyszłości. Pas gruntu na wodociągi nie < 4 saż. (8,53 m). W miejscach, narażonych na zaspę śnieżną, wywłaszcza się i pas gruntu na urządzenie żywoptłów lub innego rodzaju odśnieżni, chociaż w razie potrzeby można takie grunta i dzierżawić.

Szerokość torowiska (plantu) na szlaku urządzi się zazwyczaj na razie tylko pod jeden tor (o ile koncesya nie zastrzega warunków odmiennych), na stacyach zaś odrazu pod wszystkie tory niezbędne dla pożądanej przelotności, wreszcie na przystankach i wymijankach na 3 tory, łącznie z torem głównym.

Szerokość torowiska ma być: na szlaku jednotorowym 2,6 saż. (5,55 m), na szlaku dwutorowym 4,6 saż. (9,81 m), a na przystankach i wymijankach przynajmniej 7,6 saż. (16,21 m).

Stoki (skarpy) nasypów i wykopów miewają stoczystość zależną od rodzaju gruntów, ponajczęściej 1:1½; przy nasypie wyższym od 3 saż. (6,4 m) poszerza się jeszcze podstawę ponad powyższy stosunek stoku po 0,25 saż. (0,53 m) na każdy sażen (2,13 m) wysokości nasypu, przekraczający 3 saż. (6,40 m). W skałach wietrzejących stoczystość bywa ½:1, a w skałach trwałych ¼:1.

Brzeg wykopu bocznego ma być oddalony przynajmniej o 1,5 saż. (3,2 m) od podstawy nasypu, a brzeg podstawy odwału przynajmniej o 4 saż. (8,53 m) od górnej krawędzi wykopu drogowego.

Wysokość torowiska nad poziomem wód rzecznych. Torowisko ma być wyniesione przynajmniej o 0,50 saż. (1,07 m) ponad najwyższy poziom wód spiętrzonych i nie narażone na zalewanie falą. Stoki takiego torowiska, przynajmniej do wysokości 0,25 saż. (0,53 m) ponad ów poziom wód, trzeba należyście umocnić.

Odwodnienie torowiska w wykopach w gruncie zwykłym ma zadośćczynić przynajmniej następującym warunkom: Spadek rowów 0,001, szerokość dna 0,2 saż. (0,43 m), głębokość 0,25 saż. (0,53 m), z odsadą 0,3 saż. (0,64 m) od strony stoku wykopu. Rowy ochronne mają leżeć nie bliżej niż 0,50 saż. (1,07 m) od tylnej podstawy odwałów, a w każdym razie, nie bliżej niż 2,50 saż. (5,33 m) od wierzchniej krawędzi samego wykopu obliczonego na 2 tory. Wykopy boczne wzdłuż nasypów powinny mieć spadek poprzeczny w kierunku od torowiska przynajmniej 0,02 i należyty spadek podłużny do najbliższego rowu, rzeki lub doliny.

W celu zabezpieczenia od zasp śnieżnych i piaszczystych należy:

- 1) unikać małych nasypów poniżej 0,3 saż. (0,64 m) wysokości i wykopów o głębokości nie dochodzącej do 0,5 saż. (1,07 m);
- 2) rozszerzać wykopy mniej niż 1 saż. (2,13 m) głębokie, górą do 8 saż. (17,07 m);
- 3) nie wyrąbać lasów i krzewów wzdłuż granic wywłaszczenia;
- 4) zaopatrzyć drogę w odśnieżnie przenośne.

Projektowanie i rozmieszczenie budowli drogowych. Ilość, rodzaj, prześwity i położenie budowli drogowych powinny odpowiadać warunkom bezpiecznego przepływu wód przy najwyższym ich stanie. Na rzekach spławnych należy uwzględnić dogodny ruch statków i tratw. Stosunki te wypada zbadać przed przedstawieniem odnośnych projektów, w których przekroje przepływu określają się na podstawie wydanych w tym celu przepisów ministerjalnych.

W parowach suchych lub wysychających latem, o ile przewidywać można przegon bydła, a nasyp przewyższa 1 saż. (2,13 m), należy projektować otwarte mosty jedno-prześłowe, o prześwicie przynajmniej 2 saż. (4,27 m).

Opory przepustów sklepionych z cegły mają leżeć przynajmniej 0,1 saż. (0,21 m) nad najwyższym poziomem wód — otwory zasklepione kamieniem lub betonem mogą być zalewane powodzią do $\frac{3}{4}$ swej wysokości, z warunkiem jednak, aby w sklepieniach o strzałce $\frac{1}{3}$ lub więcej zwornik leżał co najmniej 0,4 saż. (0,85 m) [przy mniejszych strzałkach 0,25 saż. (0,53 m)] ponad najwyższym poziomem wód.

Przyczółki i filary mostowe i t. p. należy budować od razu na 2 tory, chyba że w pozwoleniu określono warunki odmiennie.

Przepusty sklepione i rury. Przepusty mają być murowane i sklepione, albo pokryte metalem. Rozpiętość ich nie mniejsza niż 0,5 saż. (1,07 m), a nadsyp (łącznie ze żwirem) przynajmniej 0,5 saż. (1,07 m) między sklepieniem a podkładem. Grubość tej warstwy można wyjątkowo zmniejszyć do 0,2 saż. (0,43 m), przystosowując się jednak w takim razie do szczegółowo na ten cel wydanych przepisów.

Rury żeliwne (lano żelazne) pod koleją można stosować tylko w średnicach 0,5 do 0,75 saż. (1,07 do 1,60 m), albo też zastępować je rurami metalowymi innego rodzaju, zawsze jednak z przystosowaniem się do szczegółowych przepisów ministerjalnych.

Mosty i wiadukty mogą być sklepione, albo z dźwigarami metalowymi lub drewnianymi, a przyczółki ich i filary mają być murowane lub metalowe i mogą być ukośne; wierzchnia budowa jednak w zasadzie ma być prostokątna, a w wyjątkowych razach, z pozwolenia ministerjum i dźwigary mogą być ukośne.

Spadki na mostach nie mają być większe niż 0,006, a na spadkach ponad 0,001, oraz w krzywych, można budować mosty jednoprzęsłowe tylko o rozpiętości nie przekraczającej 7 saż. (14,93 m) w prześwicie. W mostach dłuższych oddzielne przęsła nie mają przekraczać 5 saż. (10,67 m) prześwitu. Dźwigary mostowe układają się poziomo, spadek zaś otrzymuje się przez stosowne ułożenie poprzecznic.

Między ciosem poddźwigarowym, a krajem przyczółka lub filara, ma się pozostawiać przynajmniej 0,25 saż. (0,52 m) muru, cała zaś szerokość przyczółka lub filara jednotorowego w żadnym razie nie ma być mniejsza niż 2 saż. (4,27 m) przy wysokościach do 2,5 saż. (5,33 m), a nie mniejsza niż 2,5 saż. (5,33 m) przy wyższych mostach. Przy dwóch torach szerokość nie mniej niż 4 saż. (8,53 m), niezależnie od wysokości.

Na mostach o prześwicie 2 saż. (4,27 m) lub więcej i na wszelkich mostach w obrębie stacji należy ustawiać wspory z poręczami. Odstępy w prześwicie między drewnianymi poprzecznkami (podkładami) na mostach nie mają przekraczać 8" (0,2 m).

UWAGA. Dźwigary drewniane można stosować tylko jako czasowe, oraz na liniach objazdowych. Wysokość takich mostów nie ponad 4 saż. (8,53 m) w krzywych do 500 saż. promienia, a nie ponad 6 saż. (12,80) w krzywych o większym promieniu i w prostych. Spód dźwigara ma być przynajmniej 0,50 saż. (1,07 m) ponad najwyższym poziomem wód spiętrzonych, a na rzekach spławnych wysokość tę określa się w porozumieniu z Zarządem Okręgu komunikacji. Okólniki ministerjalne określają rodzaje muru i zaprawy. Przyczółków nie należy zasypywać ziemią zmarzłą, gliniastą lub torfiastą.

Stożki nasypowe, zabezpieczenia od podmycia, tamy przy mostach i t. p. Stożki stożków nasypowych przy przyczółkach 1:1 do wysokości 3 saż. (6,4 m), u stożków wyższych dodaje się na każdy sażeń nadmiaru wysokości po 0,25 saż. (0,53 m) do promienia podstawy stożka. Stożki te, jako też i dno mostu i t. p. trzeba wzmacniać nalezycie, a w razie potrzeby dodaje się tamy kierownicze pod wodę, a odwodzące z wodą.

Tunele w przekroju poprzecznym powinny odpowiadać wymiarom **obrysu** (gabarytu). W obydwóch ścianach tunelu naprzemiany trzeba w odstępach 30 saż. (64 m) porobić wnęki schroniskowe. Jeżeli dwutorowy tunel ma narazie służyć tylko na jednotorową przelotność kolei, to można, zasklepiwszy tunel na 2 tory, o ile to nie powoduje niebezpieczeństwa, nie przebiegać drugiej połowy tunelu. Tunel zasklepia się kamieniem w gruntach nieściśłych lub w skałach wietrzących, natomiast w gruntach suchych sklepienie to może być z cegły wyborowej. Wodę z nad sklepienia i z poza ścian należy odprowadzić, a również i wodę zbierającą się w samym tunelu. Oświetlenie i przewietrzanie tunelu jest również niezbędne.

Materyały na budowie drogowe powinny czynić zadość przepisom ministerjalnym.

Przejazdy. Hość przejazdów ustanawia się zgodnie z § 165 Ustawy Ogólnej Kolei Rossyjskich i podlega zatwierdzeniu Inspektora budowy kolei, ustrój zaś przejazdów ma być zgodny z przepisami technicznymi. Inne koleje, tramwaje, a także ważniejsze drogi bite, lub wskazane przez Min. Kom., albo Min. Wojny, nie mają przecinać w poziomie kolei budowanej; to samo stosuje się i do przejazdów w wykopach ponad 3 saż. (6,4 m) głębokich, o ile ich się nie przesunie objazdem do dogodniejszego punktu.

Wykazy przejazdów niestrzeczonych ustanawia władza inspektorska w porozumieniu z inżynierem naczelnym lub z zarządzającym drogą.

Przejazdy ponad koleją do wysokości 6 saż. (12,8 m) mogą być drewniane, z takimiż słupami na podmurowaniu, lecz z żelazną osłoną blaszaną lub powłoką niepalną na tych częściach, pod którymi będą chodziły pociągi.

Wierzchnia budowa kolei powinna się przystosować do taboru i przewidzianej prędkości jazdy, w każdym razie powinna ona bezpiecznie znosić jazdę normalnych, sprzężonych parowozów osmiokołowych z prędkością 45 w. (48 km) na godz. i pospiesznych parowozów osobowych z prędkością 60 w/godz. (64 km/godz.).

Prześwit toru 0,714 saż. = 5 st. ang. = 1,524 m.

Odstęp torów, od środka do środka, ma być co najmniej: na szlaku 1,77 saż. (3,77 m), a na stacjach dla torów głównych i osobowych 2,5 saż. (5,33 m), dla pozostałych 2,27 saż. (4,84 m).

O ile na międzytorzu ma stanąć żóraw wodociagowy, sygnał i t. p., to odstęp torów zwiększa się zgodnie z wymaganiami obrysu (gabarytu).

Tory spoczywają na podtorzu z gruboziarnistego piasku, żwiru lub szabru, wyjątkowo z innych, odpowiednich materyałów.

Na szlaku, w suchych wykopach i piaszczystych nasypach do 1 saż. (2,13 m) wysokich, grubość tej warstwy ma być przynajmniej 0,25 saż. (0,53 m); w mokrych zaś wykopach i na wyższych nasypach 0,27 saż. (0,57 m); na stacjach wreszcie i na międzytorzu warstwę tę można zmniejszyć do 0,23 saż. (0,49 m) grubości. Stosując żwir lub szaber można, grubość warstwy zmniejszać o 0,05 saż. (0,11 m), na granicy gliniastym natomiast wypada ją stosownie zwiększać. Szerokość podtorza, mierzona w poziomie spodu szyn, ma być przynajmniej 1,45 saż. (3,09 m), stoki boczne zaś nie bardziej strome niż 1:1½.

Podkłady. Szyny spoczywają na poprzecznych podkładach drewnianych, wymiarów zgodnych z przepisami ministerjalnymi.

Na torach stacyjnych, oprócz głównych przejściowych, można układać podkłady mniejszych rozmiarów, a mianowicie podług typu kolei żatrogodnych.

Ilość podkładów pod szyną i ich rozkład podlega zatwierdzeniu ministerjalnemu.

Wymiary podkładu mają być takie, aby spokojny nacisk parowozu, rozłożony równomiernie na całą podstawę podkładu, nie powodował większego ciśnienia niż 1 pud/cal (2,59 kg/cm²).

Szyny stalowe, według typu zatwierdzonego przez Min. Kom., oblicza się podług największych nacisków koła taboru projektowanego, lecz na nacisk nie mniejszy niż 7000 kg na koło. Naprężenie, obliczone podług wzorów Zimmermann'a, nie ma przekraczać 1400 kg/cm² przy obciążeniu spokojnym, a 2000 kg/cm² przy obciążeniu dynamicznym, t. j. przejeżdżającym po szynie z największą dozwoloną prędkością jazdy.

Wspomniany wzór Zimmermann'a brzmi:

$$R = M \frac{Z}{J} = \frac{8 \frac{k}{\mu} + 7}{16 \frac{k}{\mu} + 40} P l \cdot \frac{Z}{J}$$

a w nim oznacza:

P nacisk koła w kg,

l odstęp między osiami podkładów w cm,

Z moment wytrzymałości przekroju szyny w cm³,

J moment bezwładności przekroju szyny w cm⁴,

k = $\frac{12 E J}{0.89 a b C P}$, przyczem znaczenie oddzielnych czynników jest następujące

E współczynnik sprężystości stali = 2000000 kg/cm²;

J moment bezwładności przekroju szyny w cm⁴;

a szerokość, b długość podkładu w cm;

C współczynnik podporza = 4: a l jak wyżej podano.

Przy obciążeniu dynamicznym nacisk P zastępuje się naciskiem P^1 , wartości:

$$P^1 = \frac{P}{1 - \frac{8 \frac{k}{\mu} + 7}{16 \frac{k}{\mu} + 40} \cdot \frac{P l v^2}{E J g}}$$

w którym to wzorze, oprócz oznaczeń powyżej już podanych, v oznacza prędkość jazdy w cm/sek., a g przyspieszenie ciężkości 98,1 cm/sek².

Łączniaki, t. j. złączniaki do szyn. Szyny łączą się nawzajem ze sobą na ztkniach, a przytwierdza do podkładów tak, aby zapobiedz ich pełzaniu. Ustrój złączenia podlega zatwierdzeniu ministerjalnemu. Łubki obustronne mają być nie płaskie, lecz kształtowe, razem o momencie bezwładności przynajmniej 60% momentu szyny. Złącza wiszące przynajmniej na 4 śruby. Na podkładach przy lub pod złączem, a w torach głównych na wszystkich podkładach mostowych (poprzecznicach) układać należy podkładki żelazne lub stalowe z wyżłobieniem na szynę. W krzywych o promieniu niżej 500 saż. (1067 m) układa się takie podkładki:

a) na każdym podkładzie, gdy promień krzywosci < 250 saż. (534 m).

b) co drugi podkład w krzywych o promieniu od 250 do 500 saż. (534 do 1067 m).

Szynę do podkładu przytwierdza się dwiema żabkami (hakami) lub dwoma wkrętami (trefond); w krzywych o promieniu mniejszym niż 500 saż. (1067 m) dodaje się po jednej żabce lub po jednym wkręcie.

Budynki drogowe. Dla dozorców, dla stróży przejazdowych i obchodowych i dla robotników należy zbudować niezbędne domy mieszkalne. Ilość ich, oraz rozmieszczenie podlega zatwierdzeniu inspektora budowy kolei lub naczelnika robót. Powierzchnia wewnętrzna planu tych budynków ma być przynajmniej: dla domków dozorców 25 saż.² (113,8 m²); dla domków starszych robotników i robotników 15 saż.² (68,3 m²); a dla domków dróżniczków 6 saż.² (27,31 m²).

Zabudowania gospodarcze przy tych domkach mają mieć powierzchnię pożyteczną przynajmniej równą 33% powierzchni samych domków pierwszych dwóch kategorii, a 50% domków dróżniczków.

Niezbędna jest studnia obok lub zbiornik na wodę w razie jej dowożenia.

Wskaźniki drogowe. Wzdłuż drogi ustawia się słupy wiorstowe i wskaźniki podziałowe, oraz wskaźniki pochyłości i krzywosci na początku i końcu odnośnych części szlaku.

Tory i budynki na stacjach. Projekt stacji należy przystosować do największej przełotności kolei i do przepisów Min. Kom. w ten sposób, aby tory i budynki nie

przeszkadzały przyszłemu rozwojowi. A zatem baszty wodne wypada budować w odstępnie przynajmniej 7 saż. (14,9 m) od osi najbliższego toru, inne zaś budynki jeszcze dalej od toru głównego; odstęp dworca od toru głównego (z wyjątkiem stacy I i II klasy) ma być dostateczny, by w przyszłości między nimi można było ułożyć jeszcze 2 tory dodatkowe na stacjach, a jeden na przystankach. Użytkowa długość torów (między wskaźnikami rozjazdowymi) dla linii przyjazdowej, wyjazdowej i do wymijania się powinna wystarczać na najdłuższy pociąg dwuparowozowy. Przynajmniej jeden z torów stacyjnych (oprócz głównego) powinien dla wymijania się pociągów mieć długość użytkową nie mniejszą niż 315 saż. (672 m), inne zaś 235 saż. (501 m). Toru głównego nie należy zajmować podczas przerządzenia pociągów (manewrów).

Dworce (osobowe). Powierzchnia wewnętrzna w planie dworców klasy I podług projektów szczegółowo zatwierdzanych: klasy II 200 saż.² (910 m²); klasy III 125 saż.² (569 m²); klasy IV 42 saż.² (191 m²); na przystankach 20 saż.² (91 m²). Oddalenia wzajemne stacy bufetowych z kuchnią gorącą nie mają przekraczać 150 w. (160 km).

W dworcach wszystkich klas mają być oddzielne pokoje dla kobiet, z wygodkami, umywalkami i t. p., dla mężczyzn zaś tylko w dworcach trzech pierwszych klas. Na wszystkich stacjach trzeba urządzać wewnętrzne waterklozety dla mężczyzn i kobiet, oraz ogrzewane ustępy na zewnątrz dworca.

W każdym dworcu powinien być oddział pocztowy, a gdzie potrzeba i pokoje dla wojskowych komendantów stacy, dla członków zarządu, dla służby pociągowej i parowozowej. Dworce piętrowe mają być murowane, parterowe zaś mogą być drewniane, lecz na podmurowaniu.

Wsiady (perony) przy dworcach powinny mieć przynajmniej 75 saż. (160 m) długości, jednakże dla bezbufetowych dworców klasy III i dla dworców klasy IV starczy 50 saż. (106,7 m). Wzniesienie wsiadów ponad wierzchem toru 0,125 saż. (0,27 m); w przypadkach właściwych Min. Kom. może jednak pozwolić na wzniesienie 0,5 saż. (1,07 m).

Przy dworcach klasy I i II nad wsiadami powinny być daszki (strzechy). Szerokość wsiadów obok dworca 3 — 4 saż. (6,4 — 8,53 m), poza dworcem 2 — 3 saż. (4,27 — 6,4 m).

Gdy dworzec znajduje się zdala od wsiadu, to podłoga jego nie ma być na więcej niż 1 saż. (2,13 m) poniżej wsiadu, a natenczas przejście łączące musi być przynajmniej 6 saż. (12,8 m) szerokie, różnicę poziomów zaś należy przewycięgać schodami nie bardziej stromymi niż w stosunku 1²/₃ : 1.

Przy wsiadach w miarę potrzeby budują się oddzielne składy kryte na towarownie pospieszna.

Najmniejsza szerokość wsiadów międzytorowych ustroju wzniesionego 1,5 saż. (3,2 m), niskiego zaś 2,0 saż. (4,27 m).

Ładownie do ładowania i wyładowywania towarów przynajmniej 4 saż. (8,53 m) szerokie, przy długości zależnej od rodzaju i rozmiarów ruchu towarowego. Ładownie w razie potrzeby należy pokrywać strzechami, zaopatrywać w budki dla wagowego, towarownie kryte dla cenniejszych towarów i t. p.

Na żądanie Min. Wojny należy urządzać ładownie wojskowe 150 saż. (320 m) długie, a 5 saż. (10,7 m) szer., oddzielne wsiady 3 saż. (6,4 m) szer., z torami długości odpowiedniej na 50 wagonów.

Domy mieszkalne na stacjach należy budować dla wszystkiej służby stacyjnej w miejscowościach mało zamieszkałych, w innych zaś razach tylko dla tych pracowników, których obecność bez przerwy jest niezbędną na stacjach.

Ogólna powierzchnia tych domów powinna przystosować się do etatu służby stacyjnej i do norm Min. Kom., a w każdym razie ma być nie mniejsza niż po 6 saż.² (27,3 m²) na każdą wiorstę kolei. Zabudowanie gospodarcze przynajmniej ¹/₄, tak określonej powierzchni, która nie obejmuje jeszcze pokoi dla służby pociągowej i parowozowej, łaźni, lecznic, szpitali i t. p.

Parowozownie, szopy na wagony i naprawiarnie. Parowozownie przynajmniej na 60%, szopy na wagony na 6% taboru, naprawiarnie według norm Min. Kom., który zatwierdza też rozmieszczenie wszystkich tych budynków.

Rozjazdy, sygnały, obrotnice i inne przynależności stacy. W projektach stacy należy podać liczbę wjazdów i ich przeznaczenie, oraz stanowiska zwrotniczych. Zwrotnice i krzyżownice powinny być ze stali lub z szyn stalowych. Krzyżownice mogą też być z żeliwa (lanego żelaza) utwardzonego. Zwrotnice wejściowe na torach głównych powinny mieć sygnały dzienne i nocne. Każda stacya i przystanek muszą być ogrodzone sygnałami. Zespólenie zwrotnic i sygnałów na stacjach, które wskaże Min. Kom.

Waga setna tam, gdzie stacja ładuje rocznie przeszło $\frac{1}{2}$ miliona pudów towarów narzecznych.

Na stacjach z parowozowniami muszą być obrotnice lub trójkąty torowe dla nawrotu parowozów. Średnica obrotnicy przynajmniej 63' (19,2 m).

Na każdym oddziale drogowym powinien być skład na materiały zapasowe do torów i na narzędzia, również warsztaty i kuźnia.

Na potrzeby kolei lub dla celów wojskowych należy na odpowiednich stacjach urządzić składy węgla, materiałów, nafty i t. p. Wszystkie stacje powinny otrzymać dojazdy brukowane do dworca i do ładowni, oraz niezbędne ogrodzenia.

Zaopatrzenie kolei w wodę. Ilość wody niezbędnej stosuje się do przelotności kolei i do potrzeb miejscowych. Największe oddalenie wzajemne stacyi z basztami wodnymi określa się w zależności od podłużnego obrysu drogi, oraz od ustroju samych parowozów i tendrów.

Ilość wody na każdej stacyi wodnej oblicza się według zasad poniższych:

a) na każdą pociągowiorstę użytkowego obiegu parowozu, określoną podług poziomej długości z zastępczej obrysu, liczy się po 6 stóp³ (0,17 m³), a na zawartość tendra 400 stóp³ (11,33 m³).

b) na przerzadzanie wagonów, oraz na potrzeby naprawiarni, parowozowni i domów mieszkalnych, na stacjach z parowozowniami głównymi: 10 saż.³ (97,1 m³), z podrzędniemi: 4 saż.³ (38,9 m³), a na stacjach bez parowozowni i t. p. po 1 saż.³ (9,7 m³) na dobę.

c) dla przewozu wojsk na stacjach końcowych i z parowozowniami 2,5 saż.³ (24,27 m³) i po 1 saż.³ (9,71 m³) na innych stacjach.

Na stacje wodne wypada przewidzieć wedle możliwości stacje, położone blisko naturalnych, dostatecznie obfitych zbiorników wody. W ich braku można urządzać zbiorniki sztuczne. Zdatowność wody do użycia należy sprawdzić przez rozbiór chemiczny i t. p.

Pompy napędza się silnikami mechanicznymi, a pompownię stosownie do warunków miejscowych stawia się albo przy naturalnym zbiorniku wody, albo też przy, a nawet w samej baszcie wodnej.

Urządzenia pompowni mają być w możności dostarczania ilości wody, obliczonych na dobę podług zasad powyżej określonych, w przeciągu 18 godz., a jeżeli ustawiono pompę zapasową, to, bez jej uwzględnienia, w ciągu 24 godz.

Zawartość zbiornika w baszcie wodnej ma być nie mniejsza niż $\frac{1}{4}$ zużycia przez parowozy na dobę i w każdym razie nie mniejsza niż 8 saż.³ (77,7 m³), a poziom wody w nim przynajmniej 4,5 saż. (9,6 m) ponad wierzchem toru.

Na każdej stacyi i przystanku, zaopatrzonym w wodę, powinny być przynajmniej 2 źródła wodne przytorowe, a prócz tego jeden źródło w parowozowni i tamże stosowna ilość kurków do przepłukiwania parowozów. W naprawiarniach i na terenie stacyjnym wogóle należy rozstawić hydranty przeciwpożarne i kurki czerpalne.

Średnice rur mają być przynajmniej: rur tłocznych 4" (0,1 m), przy zużyciu do 40 saż.³ (388 m³) na dobę; rur rozprowadzających 6" (0,15 m) przy długości przewodu do 300 saż. (640 m). Jeżeli ilość, względnie długość jest większa, to średnicę zwiększa się o 1", a przy długości przewodu ponad 500 saż. (1070 m) oblicza się średnicę tak, aby każdy źródło dawał przynajmniej $\frac{1}{2}$ stopy³ (0,014 m³) wody na sek.

Telegraf i telefon. Między stacyami powinien być telegraf elektromagnetyczny o 3-ch przewodnikach: 2 druty o średnicy 5 mm, trzeci zaś 4 mm.

Domki dozorców na linii mają mieć połączenie telefoniczne ze stacyami.

Urządzenie telegrafu ma być zgodne z przepisami Min. Kom. i Zarządu Poczty i Telegrafów.

Tabor. Kolej należy zaopatrzyć w tabor stosownie do zamierzonej zdolności przewozowej. Parowozy towarowe i tendry nie mają być lżejsze, ani słabsze od normalnych parowozów 8-mio kołowych.

Siła pociągowa parowozów osobowych ma być dostateczna, aby pociąg przynajmniej 200 ton wazący, na prostej wznoszącej się przynajmniej w stosunku 0,002, mógł ciągnąć z prędkością 60 w. (64 km) na godz. Parowozy mają posiadać hamulce i wytrzymywać jazdę z prędkością 90 w. (96 km) na godz.

Wagony towarowe, albo podług typu normalnego, albo ulepszone: osobowe zaś klasy I i II, oraz półowa klasy III mają być ośmiokołowe, na wózkach pulmanowskich i z urządzeniem sypialnym, reszta zaś wagonów III klasy może być zwykła, sześciokołowa.

Hość wagonów hamulcowych określa się zgodnie z przepisami, a mianowicie towarowych dla prędkości 45 w. (48 km), a osobowych dla 90-ciu w. (96 km) na godz.; wszystkie zaś wagony powinny być przystosowane do zastosowania zespolonych hamulców samodiałających.

Części, jakie powinien zawierać projekt budowy kolei:

- a) Plan kolei na mapie w podziałce 10 w. na cal (1 : 42 000).
- b) Takiż plan w podziałce większej, przystosowanej do istniejących map.
- c) Przekrój podłużny w podziałce 0,0001 dla długości poziomych, a 0,001 dla wysokości.
- d) Normalny przekrój poprzeczny torowiska i budowy wierzchniej pod jeden i dwa tory w podziałce 0,01.
- e) Przekroje poprzeczne trzeba dołączać dla tych części, w których kolej przechodzi po stokach wzgórz bardziej pochyłych niż 1 : 5. Podziałka 0,005 dla długości poziomych, a 0,01 dla wysokości. Torowisko pod drugi tor należy wkropkować.
- f) Plany i przekroje rzek spławnych i nawadniających.
- g) Plany okolic podmiejskich, przez które kolej przechodzi.
- h) Plany z warstwicami, w miarę potrzeby objaśnienia prawidłowości obranego kierunku.
- i) Wykaz robót ziemnych na każdą wiorstę torowiska.
- j) Wykazy prostych i krzywych, pochyłych i poziomych, ze wskazaniem stosunku procentowego; wykazy poziomych długości zastępczych dla szlaków w obydwóch kierunkach, z obliczeniem współczynnika zastępczego tak dla oddzielnych szlaków, jako też dla całej drogi.
- k) Wykreślne rozkłady jazdy pociągów zwykłych i wojskowych z obliczeniem czasu przejazdu przez oddzielne szlaki.

l) Wykreślne rozkłady obiegu parowozów z rozmieszczeniem parowozowni.

Żądane w powyższych przepisach odezwy różnych władz należy dołączyć do projektu.

Oprócz tego projektu ogólnego trzeba przedstawić jeszcze Min. Kom. do zatwierdzenia:

1) Rysunki normalne budowli drogowych, wzmocnienia tam, budowy wierzchniej, budynków drogowych i stacyjnych, oraz ustroju toru i urządzeń stacyjnych.

2) Wykazy: robót ziemnych co 50 saż. (106,7 m), tam na rzekach, budowli drogowych; wykaz stacji i przyrządów telegraficznych, podział linii na oddziały, odstępy, działki robocze i obchodowe; wykazy przejazdów i budynków drogowych; etat osobowy z wykazem mieszkań, narzędzi drogowych, mebli i innych urządzeń stacji i oddziałów; wykazy zmian służby parowozowej i pociągowej; obliczenie powierzchni naprawiarni i ich urządzeń.

3) Projekty większych mostów, projekty stacji z dokładnymi opisami, projekty stacji wodnych z obliczeniami.

4) Projekty taboru.

Wszystkie projekty i wykazy przedstawiają się do odpowiedniego Zarządu Min. Kom. przynajmniej na 2 miesiące przed rozpoczęciem robót lub zamówień.

Odbiór kolei przed jej otwarciem. Komisji sprawdzającej należy przedstawić wszelkie projekty, rysunki i wykazy określone przepisami wydanymi na ten cel przez Min. Kom.

b. Przepisy dotyczące budowy i ruchu parowozowych kolei podjazdowych do użytku publicznego. *)

Zatwierdzone przez Min. Kom. 30 czerwca 1892 r.

Streszczenie.

Koleje podjazdowe głównych kolei żelaznych bywają trojakiego rodzaju:

- 1) o torach podatnych dla wszelkiego taboru kolei głównej,
- 2) o torach podatnych tylko dla wagonów, nie zaś dla parowozów kolei głównej.
- 3) o torach niepodatnych ani dla parowozów, ani dla wagonów kolei głównej.

*) Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczące służby drogowej dr. żel. Tom II, str. 115 — 138.

Uwaga. Przepisy te nie dotyczą kolejek do prywatnego użytku jednego lub kilku zakładów górniczych.

Wybór rodzaju kolei podjazdowej zależy od projektującego, z warunkiem jednak przystosowania się do § 24 prawa o kolejach podjazdowych.

Przepisy niniejsze dotyczą tylko parowozowych kolei podjazdowych, o torze dwutokowym i o prędkości jazdy, nie przekraczającej 25 w. (26,7 km) na godz. Odstępstwa od tych przepisów wymagają przyzwolenia Min. Kom.

Szerokość toru dwóch pierwszych rodzajów kolei podjazdowych musi być ta sama jak linii głównej, trzeciego zaś rodzaju może być odmienna, nie mniejsza wszakże niż 0,6 m.

Największa pochyłość nie ma przekraczać 0,04, a określa się w zależności od siły i ustroju parowozów.

Na załamaniach obrysu podłużnego różnica pochyłości szlaków do siebie przylegających nie ma przekraczać 0,01, a gdy tylko przekracza 0,005, to punkt takiego załamania powinien leżeć przynajmniej w odległości 5 saż. (10,7 m) od mostu.

Najmniejszy dozwolony promień krzywosci toru zależy i od szerokości toru i od ustroju taboru i od dozwolonej prędkości jazdy. Między dwiema krzywymi przeciwnej krzywosci wstawia się wstawka prosta, przynajmniej 5 saż. (10,7 m) długa. Początki krzywych nie mają leżeć na załamaniach obrysu podłużnego drogi.

Szerokość grzbietu torowiska ma być przynajmniej równa trzykrotnej szerokości toru, a w żadnym razie nie mniejsza niż 1 saż. (2,13 m). Gdy tor leży na podtorzu, wówczas torowisko poszerza się z każdej strony o 0,05 saż. (0,11 m). Przy dwóch lub większej liczbie torów odległość wewnętrznej krawędzi szyny toku skrajnego od wierzchniej krawędzi torowiska nie ma być mniejsza niż szerokość samego toru. Pochyłość stoków torowiska zależy od rodzaju gruntu. Torowisko trzeba należycie odwodnić.

W miejscowościach podlegających powodziom i torowisko (stosownie do uznania projektującego) może podlegać zalewom; w przeciwnym zaś razie powinno ono o tyle wznosić się nad poziomem wód spiętrzonych, aby się ruch na kolei podjazdowej mógł odbywać bezpiecznie.

Budynki i inne przedmioty stałe nie powinny wchodzić w obrysia torów, zatwierdzone przez Min. Kom. dla dróg znaczenia państwowego, t. j. dla kolei o prześwitach toru: 5 st. (1,524 m), 4' 8¹/₂" (1,435 m) i 3' 6" (1,067 m). Podobne obrysia dla torów o prześwicie 1,0 m i 0,75 m podano w rys. 883-e i 883-f na str. 221. Dla torów odmiennej szerokości miarodajnym będzie obrysie najbliższej, większej z szerokości powyżej podanych. Obrysia te normują odległość budynków i t. p. od toru w prostej; w krzywych odległości te należy zwiększyć stosownie do pochylania się obrysia na torze pochylonym.

Międzytorze na linii oblicza się tak, aby między obrysiami, dozwolonymi dla taboru, pozostał jeszcze prześwit 0,2 saż. (0,42 m), na stacjach zaś przynajmniej 0,7 saż. (1,49 m).

Podtorze może być z materiałów miejscowych: piasku, żwiru, szabru lub żużlu.

Warstwa podtorza ma mieć grubość przynajmniej 0,06 saż. (0,13 m), licząc od spodu podkładu pod linią szyn. Szerokość tej warstwy (w poziomie spodu szyn) powinna sięgać poza końce podkładów przynajmniej 0,075 saż. (0,16 m).

Grubość warstwy tej na gruntach gliniastych i nieściślych należy zwiększać do 0,1 saż. (0,21 m). Na torowisku z gruntu jednakowego z podtorzem, pod torami, po których nie przechodzą pociągi, grubość podtorza można zmniejszyć nawet do zera.

Zasypywanie okienek między podkładami na prostych o mniejszej pochyłości niż 0,005 nie jest obowiązkowe.

Ilość podkładów na wiorstę, jako też ich wymiary, określają się w zależności od rodzaju szyn, ich przyborów, oraz wagi taboru.

Najmniejsze wymiary toru o szynach Vignola, przytwierdzanych żabkami (bakami), określają się jak następuje: podkłady wystają poza zewnętrzny spód szyny o 0,15 saż. (0,32 m). Szerokość podkładu taka, aby największy nacisk koła, równomiernie rozdzielony na łoża podkładu nie przekraczał 1 puda na cal kw. (2,54 kg/cm²). Grubość podkładów dla kolei podjazdowych pierwszego rodzaju przynajmniej 5" (0,13 m), dla pozostałych zaś nie mniej niż 4¹/₂" (0,11 m).

Uwagi. Grubość 5" (0,13 m) podkładu stosuje się też do wszystkich kolei podjazdowych o nacisku osi taboru, większym niż 10 ton; o ile jednak żabki (haki) zastąpi się bezpieczniejszym przytwierdzeniem szyn, to można zmniejszyć i grubość podkła-

dów. Przy zastosowaniu podkładów podłużnych trzeba nadawać im grubość i szerokość dostateczną, aby nie pękały przy wbijaniu żabek i aby przenosiły naciski prawidłowo na podtorze; nadto trzeba łączyć je ściągami poprzecznymi.

Typ szyn dobiera projektujący, obliczając przekrój ich w zależności od największego nacisku kół taboru, oraz od ustroju pozostałej budowy wierzchniej. Pozwala się stosować i szyny używane, byle wytrzymały bezpiecznie obciążenia przy największych, dozwolonych prędkościach jazdy.

Napężenie materiału nie ma przekraczać 12 kg/cm² dla stali, a 7,5 kg/cm² dla żelaza.

Pochylenie szyn o $\frac{1}{20}$ ku środkowi toru obowiązuje tylko wtedy, gdy koła taboru mają obrotę stożkową.

Szyny ułożone w torach należy przytwierdzać prawidłowo do podkładów, a na zetknięciach łączyć właściwymi łącznikami i zabezpieczać je tak od pełzania w kierunku toru, jako też od poprzecznego przesuwania się lub pochylenia.

Budowie drogowe mogą być murowane, betonowe, metalowe lub drewniane, przy czem napężenie materiałów nie ma przekraczać granic dozwolonych przez Min. Kom.

Otwory mostów i przepustów mają zapewniać bezpieczny odpływ największych wód, dogodny spław i żeglugę na rzekach spławnych, a same mosty należy zabezpieczyć od kry i zatorów.

Mosty można też zastąpić promami. Kolej może przecinać drogi jezdne w tym samym poziomie, lecz kąt przecięcia nie ma być mniejszy niż 30°, w przeciwnym zaś razie należy kierunek drogi odchylić.

Szerokość przejazdu ma być przynajmniej 1,5 saż. (3,2 m), a stromość wjazdów na przejazdy nie ma przekraczać 0,05. Gdy nasyp wjazdu jest wyższy niż 0,5 saż. (1,07 m), wypada brzozi jego ochronić słupkami, poręczami lub żywopłotami. Przejazd w granicach torowiska, a więc i między szynami, trzeba wybrukować lub wyłożyć pokładem drewnianym. Rogatki są niezbędne tylko na przejazdach strzeżonych.

Przy przecięciu się kolei podjazdowych z liniami głównemi lub innemi kolejami podjazdowymi w jednym poziomie, a także obok tuneli i mostów rozwodzonych, należy ustawiać stałe sygnaly i posterunki strażnicze.

Przy budowie kolei podjazdowej wypada baczyć na zabezpieczenie jej od zasp śnieżnych, jeżeli przewiduje się ruch pociągów zimą.

Stacje i przystanki. Liczba stacji i przystanków, urządzanych na koszt właściciela, pozostawia się jego uznaniu. Jeżeli jednak Min. Kom. zastrzeże swój nadzór nad daną koleją, to ono też rozstrzyga i kwestye powyższe.

Stacje mogą leżeć na pochyłości do 0,003, przystanki zaś do 0,004, wreszcie przystanki wyłącznie osobowe nawet do 0,006.

Długość użytkowa torów do wymijania zależy od długości największego pociągu. Stacje trzeba zaopatrzyć w wodę niezbędną dla ruchu kolejowego i na cele postronne.

Budynki stacyjne i mieszkalne. Na stacjach, gdzie wsiadają lub wysiadają podróżni wypada zbudować stosowne dworce, a przynajmniej schroniska. Parowozownie mogą być nawet drewniane.

Pas gruntu pod kolej określa się według istotnej potrzeby torowiska z rowami i stokami, odwałami, budowlami i t. p., z dodaniem jeszcze obustronnych pasek 0,5 saż. (1,07 m) szerokich, na zapas. Gdzie ziemia cenna, można zmniejszyć szerokość pasek zapasowych. Przy wywłaszczaniu pasów szerszych niż powyżej określone, trzeba ich niezbędność wymotywać.

Kolej podjazdowa, ułożona na drodze bitej lub zwyczajnej, nie powinna przeszkadzać bezpiecznej jeździe i wymijaniu się zwykłych wozów.

Sposób porozumiewania się stacji między sobą pozostawia się uznaniu projektującego.

Tabor. Ustrój części biegowych i rozstawa osi powinny się przystosowywać do dozwolonych promieni łuków.

Obrysa (gabaryty) taboru należy stosować:

a) dla torów o prześwicie 5' (1,524 m), 4'8 $\frac{1}{2}$ " (1,435 m) i 3'6" (1,067 m) obrysa zatwierdzone dla kolei państwowych;

b) dla torów o prześwicie 1,00 m i 0,75 m obrysa specjalnie przepisane;

c) dla torów innej szerokości należy stosować obrysy przepisane dla najbliższego, szerszego z prześwitów powyżej podanych.

Największe obciążenie osi taboru naładowanego powinno odpowiadać wytrzymałości budowy wierzchniej toru i budowli drogowych.

Parowozy. Prężność pary w kotle parowozu na kolejach podjazdowych nie ma przekraczać 15 atmosfer. Każdy parowóz powinien posiadać następujące przybory i urządzenia:

a) przy kotle nie mniej jak dwa zawory bezpieczeństwa, z których jeden ma być tak urządzony, aby nie można było zwiększać jego naciążeń, a powinno ono dozwalać

na dostateczne uchylanie się zawora, aby para przy nadmiernej prędkości swobodnie mogła uchodzić:

- b) 2 od siebie niezależne przyrządy do zasilania kotła wodą;
- c) 2 wodoskazy, z których jednym może być rurka szklana z siatką ochronną, drugim zaś mogą być kurki dozorcze, w liczbie przynajmniej dwóch, z których dolny ma leżeć tak wysoko, aby na największym spadku był jeszcze zapas 50 mm nad paleniskiem, gdy para zaczyna wychodzić z tego kurka;
- d) wskaźnik najniższego dozwolonego stanu wody;
- e) przynajmniej jeden korek łatwotopliwy w podniebieniu paleniska;
- f) manometr z oznaczeniem najwyższej dozwolonej prędkości pary w kotle;
- g) gwizdawka parowa, dzwonek lub trąbka i urządzenia do przytwierdzenia sygnałów według instrukcji o sygnałach;
- h) iskrochłony i zabezpieczenia od wypadania węgla z paleniska;
- i) sprzęgła i zderzaki z przodu i z tyłu parowozu i tendra;
- k) latarnie do oświetlenia i sygnalizacji;
- l) schodki do wejścia na parowóz;
- m) miejsce na parowozie lub tendrze dla paliwa i wody.

Przy przebieganiu pociągów kolei podjazdowej przez punkta zamieszkałe lub ulice miast, w granicach przystani i t. p. Min. Kom. może zarządzić stosowanie paliwa odpowiedniego lub nawet specjalnych silników.

Gdy kolej podjazdowa przechodzi przez ulice miast i wsi, to parowozy powinny mieć osłony ochronne na poruszających się mechanizmach. Na każdym parowozie mają być napisy: a) dozwolona, najwyższa nadprędkość, b) dozwolona największa prędkość jazdy, c) data i miejsce ostatniej próby kotła, d) numer parowozu, e) rok wykonania i fabryka, która parowóz zbudowała.

Wagony osobowe i pocztowe mają być na resorach i posiadać sprzęgła sprężynujące, a przy prędkości jazdy, przekraczającej 15 w.godz. (16 km/godz.) nadto i zderzaki sprężynujące; na zimę powinny one być ze wszech stron osłonięte, a jeżeli przebiegają drogi ponad 50 w. (53,3 km) to i ogrzewane.

Projekt kolei podjazdowej. Jeżeli przy wydaniu pozwolenia, na podstawie § 37 prawa o kolejach podjazdowych, zastrzeżono nadzór Min. Kom., to projekt kolei podjazdowej trzeba przedstawić temuż Ministrowi, albo jego miejscowemu zarządowni. Projekt ma się składać: z planu gruntów przeznaczonych do nabycia, z oznaczeniem kierunku linii (na mapie w podziacie 10 wiorst na cal lub większej), z przekroju podłużnego i normalnych przekrojów poprzecznych torowiska i budowy wierzchniej, z projektów lub typów budowli drogowych, szyn, oraz ich łączników, rozjazdów, ustroju toru, stacyi wodnych, budynków, sygnalizacji i taboru.

Do projektu należy dołączyć i opis techniczny. O wyniku rozpatrzenia projektu właściciel kolei powinien otrzymać odpowiedź w przeciągu dwóch miesięcy od daty przedstawienia projektu.

Jeżeli nie zastrzeżono nadzoru Min. Kom., to starczy przedstawienie tylko ogólnego planu kierunku linii, oraz przekroju podłużnego.

Otwarcie ruchu na nowozbudowanej kolei podjazdowej odbywa się na zasadzie § 42 prawa o kolejach podjazdowych. Ogłędziny przez delegatów Min. Kom. lub jego Zarządu miejscowego mają się odbyć możliwie bez zwłoki, przyczem należy przedstawić: plany kierunku kolei i pasu zajętej ziemi, przekrój podłużny, przekrój poprzeczny torowiska i budowy wierzchniej, rysunki wykonawcze budowli drogowych, budynków, toru i taboru, dalej objaśnienia dotyczące ochrony i utrzymania toru z wyjaśnieniem, czy będzie się odbywał ruch nocny i czy przez cały rok bez przerw.

Eksploatacja kolei podjazdowych. Na zasadzie § 180 Ustawy ogólnej Dr. Ż. Rosyjskich eksploatacja kolei podjazdowych, publicznego użytku odbywa się pod nadzorem inspekcji rządowej. Kolej podjazdową z przynależnościami i taborem trzeba tak utrzymywać, aby przy największej dozwolonej prędkości jazdy i obciążeniu taboru, ruch odbywał się z pełnem bezpieczeństwem, za które odpowiedzialność, na zasadzie § 39 prawa o kol. podj., ciąży na właścicielach kolei. Ich uznaniu pozostawia się też dozór nad torem i przejazdami, które jednakże należy oglądać przynajmniej raz na dobę.

Przejazdy, prócz znajdujących się na ulicach miejskich i wiejskich, oraz na traktach głównych, mogą podostawać bez nadzoru. O ile z przejazdu pociąg nie jest z daleka widoczny, to na odległości $\frac{1}{2}$ w (0,53 kl) należy ustawić znaki ostrzegawcze. Zbliżając się do tego znaku, silniczy powinien ostrzegać przejeżdżających gwizdami lub innymi sygnałami słuchowymi. Nadzór nad przejazdami można powierzać miejscowym mieszkańcom.

Oprócz hamulców na parowozie i tendrze, powinna znajdować się jeszcze u wagonów każdego pociągu określona liczba hamulców czynnych, a to w zależności od istnie-

jących spadków, a mianowicie przy prędkości jazdy, nie przekraczającej 25 w/godz. (26,7 km/godz.),

na spadkach: 0,002 | 0,005 | 0,008 | 0,009 | 0,010 | 0,015 | 0,020 | 0,025 | 0,030 | 0,040

ma	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$
----	----------------	----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

wszystkich osi być hamowana.

Prędkość jazdy na szlaku nie ma przekraczać 25 w/godz. (26,7 km/godz.), a przy wjeździe na stacye, przy przejeździe z jednego toru na drugi i t. p., należy ją zmniejszać przynajmniej do 10 w/godz. (10,7 km/godz.).

Gdy w wagonach towarowych, nie spoczywających na resorach i nie posiadających zderzaków sprężynujących, mają jeździć podróżni lub być przewożone zwierzęta, to prędkość jazdy nie powinna przekraczać 15 w/godz. (16 km/godz.); tej też prędkości nie należy przekraczać na spadkach o pochyłości ponad 0,025.

Jeżeli kolej jest ułożona na drodze jezdnej, to prędkość jazdy nie ma przekraczać 12 w/godz. (12,8 km/godz.).

Niewolno wyprawiać zadnego pociągu ze stacyi bez pozwolenia właściwego urzędnika.

Przed wyprawieniem pociągu ze stacyi krańcowej należy go obejrzeć i zbadać jak najdokładniej.

Przy zachowaniu niezbędnych ostrożności, pozwala się zatrzymywać pociągi w drodze i rozdzielać je w celu wciągnięcia ich częściami pod górę lub też opuszczenia w dół.

Jeżeli prędkość jazdy nie przekracza 15 w/godz. (16 km/godz.), to, przy zachowaniu należytych środków ostrożności, można wyprawiać po jednym torze jeden pociąg wstąd za drugim w odstępie 15-tu minut, pod warunkiem, aby prędkość następującego pociągu nie była większa od prędkości pierwszego.

Zimą, w czasie zawiei śnieżnych, dozwala się przerywać ruch pociągów, lecz o przerwie takiej należy bezzwłocznie dać ogłoszenie na stacjach i przystankach, a w razie przerwy ponad dobę, należy zawiadomić inspektora rządowego i sąsiednie drogi, z którymi kolej podjazdowa pozostaje w bezpośredniej łączności.

Parowóz ma się zawsze znajdować na przedzie pociągu; z tyłu może on być tylko w pociągach roboczych i pomocniczych, oraz w przypadkach wyjątkowych, lecz natenczas na przednim wagonie powinien się znajdować konduktor z sygnałami, a prędkość jazdy pociągu nie ma przekraczać 10 w/godz. (10,7 km/godz.).

Parowóz pomocniczy może pracować i z tyłu pociągu, gdy na przedzie ciągnie parowóz pociągowy, lecz takiego parowozu pomocniczego niewolno sprzęgać (zцепiać) z pociągiem.

Na parowozie ma się znajdować: silniczy (maszynista) i podsilniczy (pomocnik maszynisty) lub palacz. Jeżeli parowóz ma dogodnie połączenie z pociągiem, to podsilniczy lub palacz może obsługiwać i pociąg, a może on również przestawiać zwrotnice, przez które pociąg przejeżdża.

Niewolno pozostawiać parowozu pod parą bez zaufnego dozoru.

Wagony na stacjach należy zabezpieczać od samoczynnego rozruszania się, np. pod wpływem pochyłości toru lub parcia wiatru.

By nie straszyć zwierząt, należy unikać gwizdania, zastępując je innymi sygnałami, np. dzwonieniem lub trąbieniem.

Jeden z obsługujących pociąg naznacza się na **naczelnika pociągu**, któremu pozostali są podwładni, a który prowadzi też dziennik pociągu.

Silniczy może być tylko osoba zaufna i należyście obeznana z parowozem, co należy sprawdzić przy jazdach próbnych. Palacz powinien umieć zatrzymać pociąg.

Parowozy, oprócz zwykłych oględzin, podlegają **próbom kotłowym** przynajmniej co 3 lata, a nadto po każdej ważniejszej (większej lub średniej) naprawie.

Przy oględzinach trzeba parowóz obnażyć z opony i próbować kocioł ciśnieniem wodnym. W tych samych terminach oglądać należy i tendry.

Przy próbach wystawia się kotły na ciśnienie wodne, o 5 atmosfer większe od dozwolonej prężności roboczej; kotły zaś z nadprężnością roboczą mniejszą od 5 atm. na podwójne nadeisnienie. Równocześnie należy sprawdzać zawory bezpieczeństwa i manometry.

Zupełne zbadanie kotła z rozebraniem rur dymowych dokonywa się pierwszy raz po 8 latach pracy, później zaś co 6 lat. Każdy wagon podlega zbadaniu przynajmniej co 3 lata. O wszystkich próbach należy spisywać protokoły.

Na szlaku powinny być urządzone **sygnały**, pozwalające zawiadamić służbę pociągową tak ze szlaku samego, jako też ze stacyi:

- 1) aby pociąg **zwołnit biegu**,
- 2) aby pociąg się **zatrzymał**.

Służba drogowa, jako to: dozorczy drogowi, dróżnicy, stróże drogowi i robotnicy, oraz służba stacyjna, o ile ma obowiązek dawania sygnałów, powinna posiadać chorągiewki i latarki sygnałowe.

Silniczy na parowozie musi mieć możność w czasie biegu pociągu dawać sygnały następujące: 1) **hamować!** 2) **odhamować!** 3) **baczność!**

c. Udzielanie pozwoleń i koncesyi.

Pozwolenia na przystąpienie do badań dla prac przedwstępnych kolei podjazdowych udziela w Rosyi właściwy gubernator, innych zaś kolei Min. Kom.

Koncesye na budowę drogi użytku publicznego wydają się wyłącznie tylko z Najwyższego zatwierdzenia.

Podania o koncesye rozpatruje najpierw Komisya budowy nowych kolei, przy Departamencie spraw kolejowych Min. Skarbu, potem Komitet Ministrów, wreszcie Rada Państwa.

Prywatne koleje podjazdowe, łączące się z innymi kolejami, o ile się napędzają silnikami mechanicznymi, można budować jedynie za pozwoleniem Min. Kom., natomiast koleje konne, nawet użytku publicznego, za pozwoleniem Min. Spraw Wewn.

W Królestwie Polskiem, na Litwie, Wołyniu, Ukrainie, Podolu i Kaukazie na budowę wszelkich kolei podjazdowych należy uzyskać nadto zgodę Min. Wojny.

Warunki opracowania i zatwierdzenia projektów, budowy i otwarcia ruchu podano powyżej.

d. Rodzaje kolei rosyjskich i szerokości torów, oraz ich obrysia.

W Rosyi rozróżniają następujące rodzaje kolei:

1) **Koleje pierwszorzędne**, przepisy dla nich podano str. 205 i nast.;

2) **koleje drugorzędne**, dla których przepisów szczegółowych jeszcze nie opracowano, a obowiązują je przepisy okólnika b. Departamentu Dróg Żel. z 26 stycznia 1898 r., Nr. 1608;

3) **koleje małe**, czyli miejscowe;

4) **koleje podjazdowe**;

5) **kolejki wązkotorowe**.

Przepisy dla kolei podjazdowych, użytku publicznego, podano powyżej pod b. str. 212: przepisy dla takichże kolei użytku prywatnego, p. Zbiór rozporządzeń Min. Kom. dla Służby Drogowej Dr. Żel. zes. II.*) Dla kolejek wązkotorowych o prześwicie toru $3\frac{1}{2}'$ (1,067 m) wydano przepisy tymczasowe z 3 czerwca 1870 (p. Tom I str. 62 zbioru postanowień Min. Kom.). Koleje wązkotorowe, państwowego znaczenia, o prześwicie innym, t. j. nie $3\frac{1}{2}'$ (1,067 m), podlegają oddzielnemu zatwierdzeniu w każdym poszczególnym przypadku.

Koleje pierwszorzędne i drugorzędne są szerokotorowe,**) t. j. o prześwicie toru 5 st. ang. = 1,524 m; jedynie kolej Warszawsko-Wiedeńska z odnogą Aleksandrowską i kolej Fabryczno-Łódzka mają tor średni, t. j. o prześwicie $4' 8\frac{1}{2}''$ = 1,435 m.

Koleje wązkotorowe mają ponajczęściej tor $3\frac{1}{2}'$ = 1,067 m.

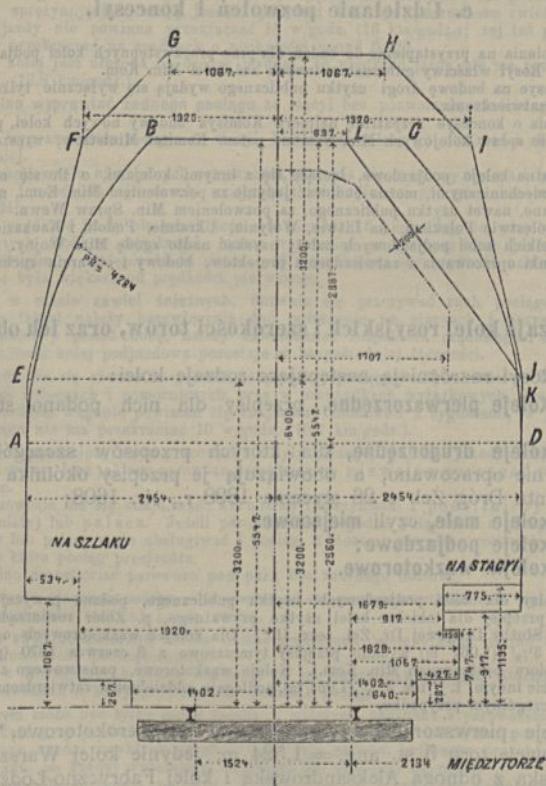
*) Wydane w Petersburgu w drukarni A. Fabera.

**) W dalszym tekście nazywać będziemy: tor szeroki o prześwicie $5'$ = 1,524 m; tor średni o prześwicie $4' 8\frac{1}{2}''$ = 1,435 m, t. j. tor kolei Warsz.-Wied., kolei niemieckich, austriackich i t. p.; tor wązki o mniejszych prześwitach.

Koleje podjazdowe posiadają zazwyczaj jednakowy prześwit toru z kolejami, do których dobiegają i z którymi się łączą, albo też o ile mają tory odmiennie, to najczęściej o prześwicie 1,00, 0,80, 0,75 lub 0,60.

Uchybienia od normalnego prześwitu toru szerokiego, będące skutkiem uderzeń kół podczas jazdy, pozwala się w granicach: rozszerzenie o 0,003 saż. (6,4 mm), a zwężenie o 0,001 saż. (2,1 mm).

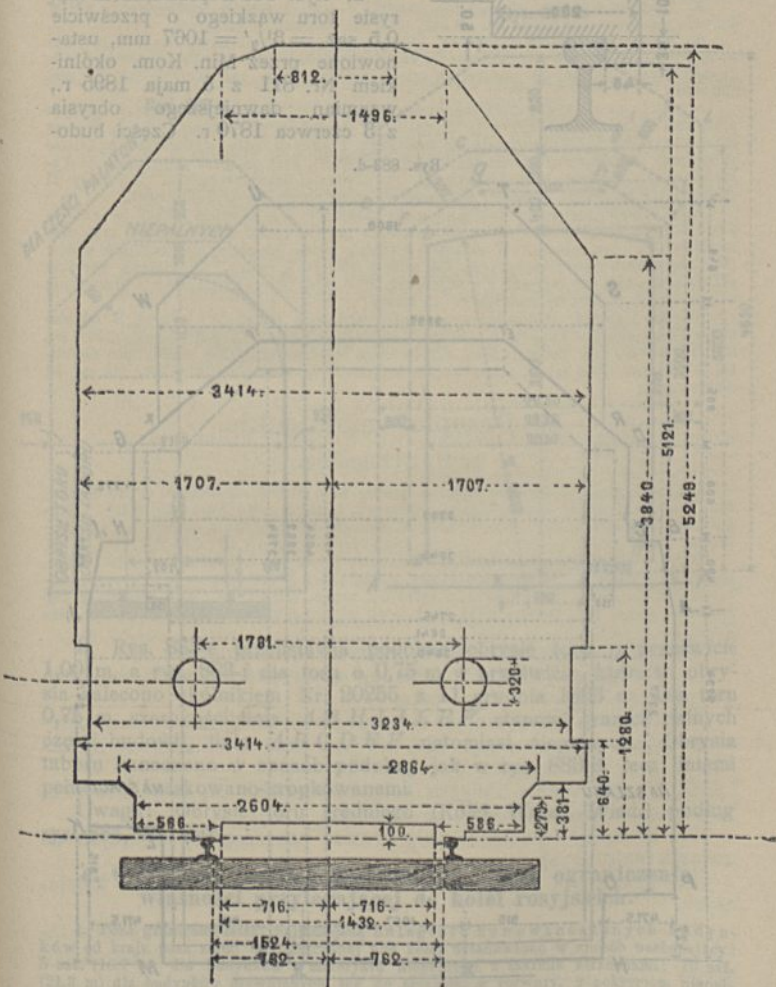
Rys. 883-a.



1. Rys. 883-a przedstawia **obrysie** (gabaryt) toru szerokiego, o prześwicie $5' = 1,524$ m, ustanowione okólnikiem Nr. 18260 z 12 listopada 1893; rys. 883-b zaś podobne **obrysie** dla taboru. Największa wysokość ładowni nad wierzchem toru może być 1195 mm. Najmniejsza szerokość międzytorza $7' = 2134$ mm, licząc tę szerokość

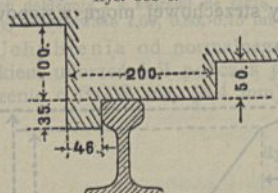
kość między prześwitami torów sąsiednich. Budynki stacyjne okapami swymi i innymi częściami więzby strzechowej mogą wstępować

Rys. 883-b.



w obrysie toru po za linię *EFGH*, lecz nie dalej jak do linii *KL*.

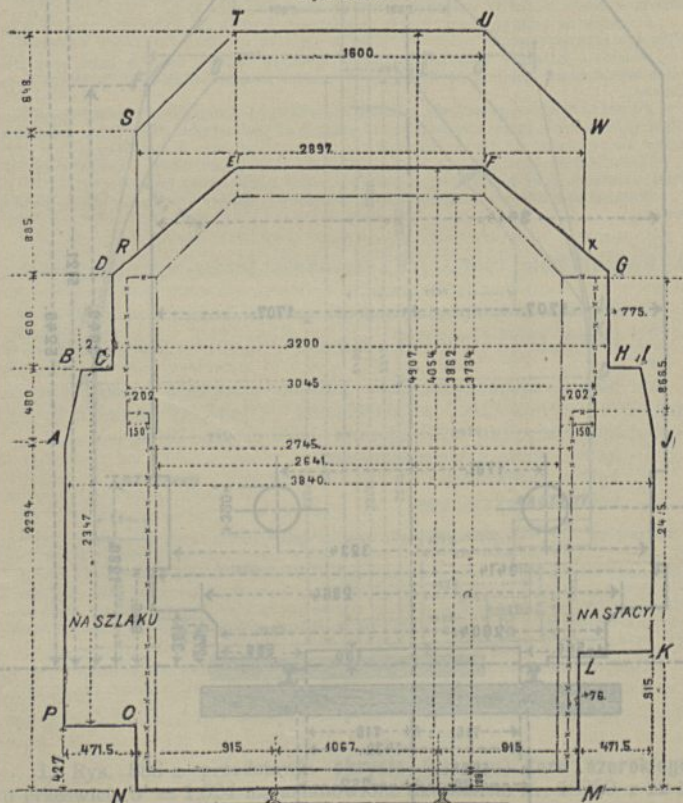
Rys. 883-c.



Szczegóły obrysu taboru u samej szyny przedstawiono w rys. 883-c.

2. Rys. 883-d przedstawia obrysie toru wazkiego o prześwicie 0,5 saż. = $3\frac{1}{2}' = 1067$ mm, ustanowione przez Min. Kom. okólnikiem Nr. 811 z 5 maja 1895 r., wzamian dawniejszego obrysu z 3 czerwca 1870 r. Części budo-

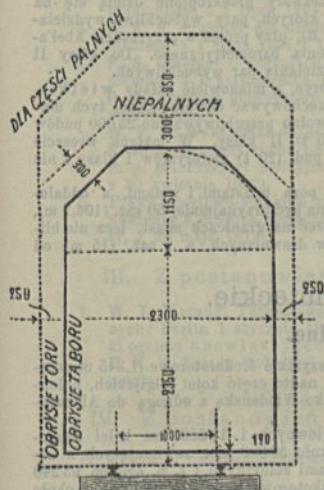
Rys. 883-d.



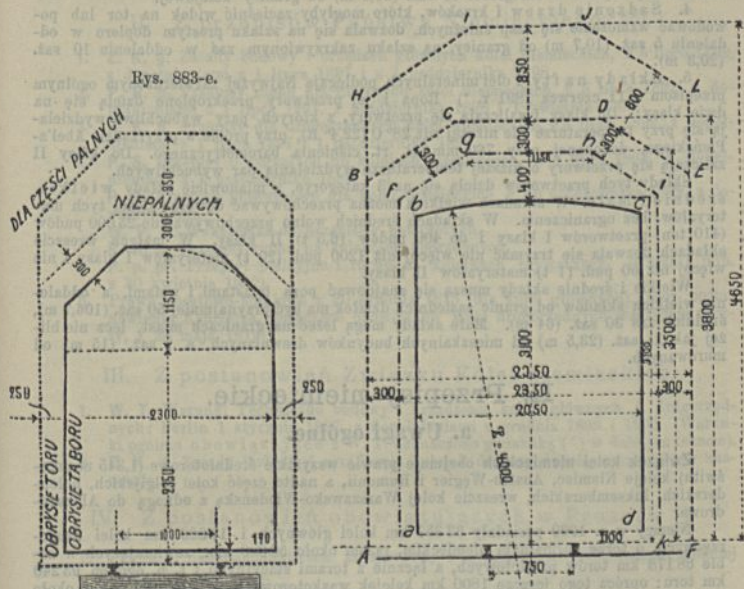
wli żelazne i wogóle niepalne mogą się zbliżać aż do linii *ABCD EFGHIJKLMNOP*, części drewniane zaś i wogóle zapalne

tylko do linii *ABCD RSTUWXGH IJKLMNOP*. Linią kreskowano-dwukropkowaną określono granicę tułowi taboru, linią zaś kreskowano-krzyżykowaną oznaczono skrajną granicę występujących części taboru.

Rys. 883-e.



Rys. 883-f.



3. Rys. 883-e przedstawia podobne obrysy toru o prześwicie 1,00 m, a rys. 883-f dla toru o 0,75 m w prześwicie, które to obrysy zalecono okólnikiem Nr. 20255 z 11 grudnia 1893 r. Dla toru 0,75 m szerokości linia *ABH I J L E F'* stanowi granicę palnych części budowli, linia *AB C D E F'* natomiast niepalnych. Obrysy taboru oznaczono w sposób podobny jak w rys. 883-d, lecz liniami pełnymi i kreskowano-kropkowanymi.

Uwaga: Obrysy toru średniego (Kolej Warsz.-Wied.) podług rys. 884, str. 227.

e. Odległości budowli postronnych i inne ograniczenia własności przylegającej do kolei rosyjskich.

1. Poza granicami miast najmniejszą odległość nowowznoszonych budynków od kraju pasa ziemi wyłączonej pod kolej ustanowiono w sposób następujący: 5 saż. (10,7 m) dla budynków z materiału niepalnego, z takimiż strzechami; 10 saż. (21,3 m) dla budynków drewnianych lub ze ścianami w rozwozy, z pokryciem niepalnym; 20 saż. (42,7 m) dla budynków krytych materiałami palnymi; 80 saż. (170,7 m) dla składów materiałów łatwo palnych, z wyjątkiem zboża i traw przy sprzęcie, oraz nawozu, które mogą zbliżać się na 10 saż. (21,3 m) do granicy gruntu kolejowego.

2. Na strumieniach i rzekach, z których się wodne stacje kolejowe zasila wodą, nie wolno powyżej punktu zacierpywania wody ani tamować przepływu wody, ani też kierować go w inną stronę. Na 2 wiorsty powyżej tegoż punktu nie wolno do strumieni wpuszczać ścieków fabrycznych lub innych nieczystości, któreby mogły być szkodliwe dla parowozów.

3. Kopanie piasku, gliny, torfu, kamieni i t. p. i wogóle wykopywanie dołów dozwala się dopiero w odległości 10 saż. (21,3 m) od granicy kolejowej.

4. Sadzenie drzew i krzaków, które mogłyby zacieśnić widok na tor lub powodować wzmoczenie się zasp śnieżnych, dozwala się na szlaku prostym dopiero w oddaleniu 5 saż. (10,7 m) od granicy, na szlaku zakrzywionym zaś w oddaleniu 10 saż. (20,3 m).

5. Składy nafty i olei mineralnych podlegają Najwyżej zatwierdzonym ogólnym przepisom z 11 czerwca 1891 r. *) Ropa i jej przetwory przekroplone dzielą się na dwie klasy: Do klasy I zaliczają się przetwory, z których pary wybuchliwe wydzielają się przy temperaturze nie niższej niż 28° C (22,4° R), przy próbie w przyrządzie Abel'a-Pieńskiego, dokonanej przy 760 mm sł. rt. ciśnienia barometrycznego. Do klasy II zaliczają się przetwory o niższej temperaturze wydzielania par wybuchliwych.

Składy tych przetworów dzielą się na 3 kategorie, a mianowicie składy wielkie, średnie i małe. W składach wielkich można przechowywać dowolne ilości tych materiałów, bez ograniczenia. W składach średnich wolno przechowywać do 25 000 pudów (410 ton) przetworów I klasy i do 400 pudów (6,5 t) II klasy. W małych wreszcie składach dozwala się trzymać nie więcej niż 1200 pud. (20 t) materiałów I klasy i nie więcej niż 60 pud. (1 t) materiałów II klasy.

Wielkie i średnie składy muszą się znajdować poza miastami i wsiami, a oddalenie wielkich składów od granic sąsiednich działek ma być przynajmniej 50 saż. (106,7 m), średnich zaś 30 saż. (64 m). Małe składy mogą leżeć na granicach miast, lecz nie bliżej jak 11 saż. (23,5 m) od mieszkalnych budynków drewnianych, a 7 saż. (15 m) od murowanych.

II. Przepisy niemieckie.

a. Uwagi ogólne.

Związek kolei niemieckich obejmuje prawie wszystkie średniotorowe (1,345 m prześwitu) koleje Niemiec, Austro-Węgier i Rumunii, a nadto część kolei belgijskich, holenderskich, luksemburskich, wreszcie kolej Warszawsko-Wiedeńską z odnogą do Aleksandrowa.

Niemcy w r. 1900 posiadały 32 357 km kolei głównych i 17 666 km kolei drugorzędnych, o torze normalnym niemieckim, razem około 50 000 km., zawierających w sobie 68 178 km torów przelotowych, a łącznie z torami stacyjnymi i t. p. ogółem 93 240 km toru; oprócz tego jeszcze 1800 km kolejek wązkotorowych, o długości torów około 2000 km.

Kategorie przepisów obowiązujących są następujące:

I. Przepisy wynikające z układów między państwowych, mają one pierwszeństwo przed innymi przepisami.

II. Przepisy obowiązujące w państwie niemieckim, wydane bądź to w formie prawodawczej, bądź też jako postanowienia Rady Związkowej, a ogłaszane przez Kanclerza Rzeszy.

III. Postanowienia Związku kolei niemieckich są częściowo obowiązujące, częściowo zaś tylko doradcze.

IV. Przepisy i postanowienia prawne poszczególnych krajów do związku należących.

V. Przepisy i postanowienia poszczególnych Zarządów kolejowych.

Poniżej zestawiono tytuły ważniejszych przepisów, oraz oznaczenia skrócone niektórych z nich, stosowane w dalszym tekście niniejszego działu, przy powoływaniu się na owe przepisy:

*) P. Zbiór rozporządzeń Min. Kom. dotyczących służby drogowej kolei żel. Tom I, str. 121 do 141.

I. Z układów międzypaństwowych:

1. J. T. Postanowienia dotyczące jednostek technicznych w kolejnictwie (umowa w Bernie) z 15 maja 1886, z dopełnieniami, obowiązujące od 1 kwietnia 1887.*)
2. Postanowienia o niezawodnych pod względem celnym urządzeniach wagonów w przewozie międzynarodowym. Obowiązują one od 1 kwietnia 1887.**)

II. Z przepisów Państwa Niemieckiego:***)

1. Z. K. g. Zasady budowy i urządzeń głównych kolei niemieckich, z 5 lipca 1892, z dopełnieniami z 1 lipca 1897 i z 1 października 1898.
2. P. R. g. Przepisy ruchu dla głównych kolei niemieckich, z 5 lipca 1892, z dopełnieniami z 1 lipca 1897, 1 października 1898 i 1 kwietnia 1902.
3. P. K. d. Przepisy dla drugorzędnych kolei niemieckich, z 5 lipca 1892, z dopełnieniami z 1 lipca 1897 i 1 października 1898.
4. P. S. Przepisy o sygnałach na kolejach niemieckich, z 5 lipca 1892, z dopełnieniami z 1 października 1898.****)
P. P. Przepisy przewozowe dla kolei niemieckich, z 26 października 1899, z dopełnieniami.
W. P. P. Wskazówki do przepisów powyższych.
P. R. p. Przepisy ruchu na kolejkach podrzędnych.
P. p. pr. Przepisy policyjne i ruchu na kolejkach prywatnych. (Okólnik min. z 30 kwietnia 1902).
5. Prawo pocztowo-kolejowe z 20 grudnia 1875 (dla kolei głównych), oraz postanowienia Kanclerza, dotyczące obowiązków kolei drugorzędnych względem poczty, z 28 maja 1879.

III. Z postanowień Związku Kolei niemieckich:

1. W. T. Warunki Techniczne budowy i urządzenia kolei głównych i drugorzędnych; Berlin 1 stycznia 1897, z dopełnieniami z grudnia 1898 i 1900. (Warunki ogólnie obowiązujące z W. T. odznaczono gwiazdką (*) w dalszym tekście).
2. Z. K. d. Zasady budowy i urządzenia kolejek drugorzędnych, miejscowego znaczenia.

IV. Z postanowień obowiązujących w Prusach: †)

1. Prawo o przedsiębiorstwach kolejowych, z 3 listopada 1838 (uległo później znacznym zmianom).
2. Pr. W. Prawo o wywłaszczaniu, z 11 czerwca 1874.
3. Prawo o kolejkach podjazdowych i prywatnych, z 28 lipca 1892, ze wskazówkami (oraz przepisami ruchu), z 13 sierpnia 1898 i dopełnieniem z 29 listopada 1900. ††)

V. Z przepisów dla pruskich kolei państwowych: †)

1. Z. o. Pr. Zasady ogólnikowych prac przedwstępnych dla budowy kolei, z 15 maja 1897.
2. Z. t. Pr. Zasady technicznych prac przedwstępnych dla budowy kolei (ulożone w pruskim ministerium handlu), z października 1871. Do prac szczegółowych nie stosują się one już ściśle, jakkolwiek nie zastąpiono ich jeszcze nowymi.

*) Eisenb.—Verordn.—Bl. 1887, str. 233.

**) Eisenb.—Verordn.—Bl. 1887, str. 237.

***) Wydanie urzędowe u Carl Heymann'a w Berlinie, oraz Wilh. Ernst & Sohn, w Berlinie.

****) Przepisy wykonawcze podano w „Signalbuch der preuss. Staatsbahnen“, nowe wydanie z 1901 r.

†) Jako przykład uwzględniono pod IV i V tylko Prusy, bo uwzględnienie wszystkich krajów Rzeszy niemieckiej zajęłoby za wiele miejsca. Szczegóły p. Cauér, Betrieb u. Verkehr der Preussischen Staatsbahnen.

††) Eisenb.—Verordn.—Bl. 1900, str. 605.

3. W. Pr. St. Wskazówki do projektowania stacji kolejowych, ze szczególniejszym uwzględnieniem nastawiania zwrotnic i sygnałów.
4. Wskazówki do układania budowy wierzchniej na pruskich kolejach państwowych, wydanie z r. 1900.
5. Przepisy dla zarządu pruskich kolei państwowych, z 1 kwietnia 1895, z dopełnieniami.
6. Zasady skarbowości w zarządach pruskich kolei państwowych, z 1 kwietnia 1901.
7. Przepisy telegraficzne, z 1 stycznia 1902.
8. Zasady wykonywania elektrycznych urządzeń blokujących. *)

b. Postępowanie przy pracach przedwstępnych i wykonawczych.

Ogólnikowe prace przedwstępne mają wykazać nie tylko możliwość budowy kolei lecz i jej techniczną i ekonomiczną celowość, a zarazem mają one określić w przybliżeniu kosztu budowy. Dane te służą za podstawę do udzielenia koncesyi na budowę kolei prywatnych, a do uchwalania funduszy na budowę kolei państwowych. Pozwolenie na prace przedwstępne, czyli tak nazwaną „koncesyę przedwstępną”, udziela w Prusach minister robót publicznych. Przepisy o wstępie na cudze posiadłości p. Pr. W. § 5. Koncesyę na budowę, wraz z prawem wywłaszczenia, podług Pr. W., udziela naczelnik danego państwa (Pr. W. § 2).

Szczegółowe prace przedwstępne mają na celu opracowanie wykonawczego projektu budowy. Projekty rozpatruje nasamprzód pod względem technicznym właściwa dyrekcya kolejowa, a projekty kolei prywatnych przez dyrekcję, ustanowioną jako komisarz rządowy, potem pod względem krajowo-policyjnym właściwy prezes rejencji, zwłaszcza w stosunku do publicznych dróg lądowych i wodnych, oraz strumyków i pod względem prześwietów budowlı drogowych, tak co do ich wysokości jak i przelotów, potem zatwierdza je (tymczasowo) minister robót publicznych.

Wykonanie projektu zaczyna się od wykupu gruntów, budynków i t. p., alboważ bezpośrednio rozpoczęciem robót, z zastrzeżeniem następnego odszkodowania, wedle możności za wzajemnym porozumieniem się. O ile zaś ono zawiedzie, następuje wywłaszczenie przymusowe, wdrażane, na wniosek zarządu kolejowego, przez właściwego prezesa rejencji, po uprzednim wyłożeniu w poszczególnych gminach przez 2 tygodnie na widok publiczny szczegółowych planów gruntów wywłaszczanych, wraz z rejestrami pomiarowymi. Wysokość wynagrodzenia i inne zobowiązania zarządu kolejowego ustanawia Wydział okręgowy, a w drugiej instancji Rada prowincjonalna. Postanowienia te można zaskarżać sądownie w terminach 6-cio miesięcznych, lecz w przypadkach naglących przez rejencji ma prawo zarządzić wywłaszczenie, nie czekając wyroku sądownego, pod warunkiem, że zarząd kolejowy złoży tymczasowo określoną sumę odszkodowania (Pr. W. § 19).

Badania pod względem krajowo-policyjnym, jako też postępowanie wywłaszczające w razach spornych, dokonywują się zazwyczaj w terminach oznaczonych, na miejscu, z udziałem wszystkich zainteresowanych władz i osób prywatnych.

Na otwarcie ruchu, po odbiorze krajowo-policyjnym, udziela pozwolenia sam minister, zazwyczaj najprzód na ruch towarowy, później dopiero na osobowy. Uprzednio jednakże władze policyjno-krajowe dają już pozwolenie na parowozowy ruch pociągów roboczych.

c. Rodzaje kolei niemieckich.

W przeciwstawieniu do kolei głównych P. K. d. znają tylko koleje drugorzędne lub podrzędne, natomiast Związek kolei niem. różni między niemi jeszcze:

α) **Koleje drugorzędne**, średnio torowe (normalny tor niemiecki), o ruchu parowozowym, służące do użytku publicznego i tak zbudowane, że tabor kolei pierwszorzędnych może na nie przechodzić,

*) Eisenb.-Verordn.-Bl. 1899, str. 255.

przyczem jednakże nie wolno w żadnym punkcie szlaku przekraczać prędkości 40 km/godz. Uwzględniając tę zmniejszoną prędkość i naogół uproszczony ruch takich kolei, można do nich zastosować pewne ulgi od przepisów obowiązujących koleje główne, (por. uwagi wstępne do W. T.).

β) **Koleje miejscowe**, t. zn. podrzędnego znaczenia koleje średnio- lub wązko-torowe, przeznaczone do użytku publicznego, przeważnie jednak tylko do ruchu na małe oddalenia. Napędzają się one również silnikami, nie wolno na nich jednakże w żadnym punkcie szlaku przekraczać prędkości określonej zazwyczaj na 30 km/godz. Do kolei miejscowych wypada zaliczyć i kolejki, które wyróżniają się przede wszystkim swym małym znaczeniem przewozowym (p. uwagi wstępne do Z. K. d.). Jednakże i koleje miejskie, o ile się ograniczają do (nieraz bardzo znacznego) ruchu śródmiejskiego i podmiejskiego, wypadaloby również zaliczyć do owych kolejek.

d. Przepisy techniczne.

Dane poniższe, o ile nie zaznaczono wyraźnie odmiennego ich znaczenia, odnoszą się do kolei głównych.

Skrócone oznaczenia rozmaitych przepisów i t. p. podano powyżej w ustępie a.

Obowiązujące postanowienia W. T. oznaczono gwiazdką (*), a postanowienia takie obowiązują i koleje drugorzędne, o ile nie zaznaczono wyraźnie wyjątku. Do tych też postanowień obowiązujących powinny się stosować wszystkie zarządy kolejowe, należące do Związku kolei niem., o ile odmienne umowy międzypaństwowe, albo rozporządzenia naczelnych władz państwowych temu nie stają na przeszkodzie.

Prześwit toru prostego (między łbami szyn) kolei głównych, jako też średniotorowych kolei podrzędnych jest 1,435 m, wązkiotorowych natomiast 1,0 m, albo 0,75 m. (Z. K. g. § 5; P. K. d. § 1; W. T.* § 2; Z. K. d. § 2). Dla kolejek dozwala się i tor o prześwicie 0,60 m (Z. K. d. § 2; W. P. P.).

Jedynie w okolicy, gdzie się już poprzednio rozwinęła sieć kolei wązkiotorowych o prześwicie odmiennym od powyżej ustalonych, zaleca się przy budowie nowych kolei dostosować się do prześwitu kolei istniejących. (Z. K. d. § 2).

Uchybienia w prześwicie, powodowane uderzeniami kół w czasie jazdy, dozwala się: rozszerzenie do 10 mm, zwężenie do 3 mm przy torze średnim, a przy wązkim stosownie mniej (W. T.* § 2; Z. K. d. § 2).

Uwaga: **Prześwit toru w różnych krajach ustalono:** W Niemczech, Austrii, Węgrzech, Szwajcarii, Włoszech, Francji, Anglii, Szwecji, na Półwyspie Bałkańskim i w Ameryce północnej stosują przeważnie normalny tor średni 1,435 m = $4' 8\frac{1}{2}''$ ang., albo też z nieznacznym, kilkominimetrowym odstępstwem (Francja 1,450).

Szeroki tor posiadają koleje rosyjskie (1,524 m, z wyjątkiem Warszawsko-Wiedeńskiej z odnogą Aleksandrowską i kolei Fabryczno-Lódzkiej, które mają tor średni 1,435), Hiszpania 1,74 m, Irlandya 1,6 m, Chili, Argentyna, oraz Indye Wschodnie przeważnie szeroki tor staro-angielski $5' 6'' = 1,676$ m; kolej Great Western w Anglii miała do r. 1890 nawet $7' = 2,134$ prześwitu, obok toru średniego 1,435 i t. p. Węższe tory stosują przeważnie w Grecji, na Korsyce, w Algierze, Brazylii (1,0 m); dalej zaś w Norwegii, Japonii, na Jawie, Przylądku Dobrej Nadziei, w Australii Południowej (1,067 m = $3' 6''$ ang.). W innych częściach Australii tory o podobnym, często jednak i od-

miennym prześwicie, a w Indyach Wschodnich, oprócz toru szerokiego, i tor 1,0 m. Szwajcarya posiada także wiele kolejek o torze 1,0 m, a kolej Festiniog w Anglii (Walii) ma nawet tylko 0,591 m prześwitu. W Niemczech kolejki wąskotorowe są przeważnie 1,0 m szerokie, część ich jednak (w Saksonii) ma 0,75 m lub (na Górnym Śląsku) 0,785 m szerokości.

Rozszerzać tor potrzeba tylko w krzywych o promieniu poniżej 500 m. Rozszerzenie to nie ma przekraczać 30 mm na kolejach głównych (Z. K. g. § 5; W. T.* § 2), a 35 mm na średniotorowych kolejach drugorzędnych (P. K. d. § 4). Na kolejach wąskotorowych rozszerzenie toru, podług Z. K. d. § 2, nie ma przekraczać 25 mm dla toru 1,0 m, 20 mm dla 0,75, a 18 mm dla toru 0,60 m prześwitu. Krańcowe te wartości obejmują już w sobie i rozszerzenie powstające skutkiem uderzeń kół, a więc, np. dla średniego toru, największy, dozwolony prześwit będzie w prostej 1,445 m, a w krzywych 1,465 m (W. T.* § 2; Z. K. d. § 2). Szczegóły podano w rozdziale o budowie wierzchniej.

Na kolejach zębnicowych w celu rozszerzenia toru odsuwa się tylko wewnętrzny tok toru zakrzywionego, a rozszerzenie takie nie ma przekraczać 14 mm, aby zapewnić dostateczny odstęp między obrzeżami kół zębatach a zębnicą, lub naodwrot między obrzeżami zębicy a kołem zębata. Toru tramwajowego z szyn o wąskich złobkach wcale się nie rozszerza (K. Z. d. § 2).

Żłobek na przejazdach należy stale utrzymywać, nawet przy zużyciu się szyn, w głębokości przynajmniej 38 mm i szerokości w prześwicie nie mniejszej niż 67 mm. Kolejki, po których jeździ tabor kolei głównych lub drugorzędnych na własnych kołach, mają mieć żłobki tych samych wymiarów, na ulicach zaś żłobki przynajmniej 35 mm głęb. i 45 mm szer. W krzywych szerokość żłobków tych zwiększa się o rozszerzenie toru (Z. K. g. § 1 i 10; P. R. g. § 2; P. K. d. § 6; W. T.* § 8 i 19; Z. K. d. § 8 i 17). Szerokość żłobka w krzyżownicach rozjazdowych można zmniejszać do 49 mm, a przy prowadnicach do 41 mm (Z. K. g. § 1; P. R. g. § 2; P. K. d. § 6; W. T.* § 40).

Obrysia toru i taboru dla kolei głównych są miarodajne i dla średniotorowych kolei drugorzędnych. Obrysie toru p. rys. 884, 885 i 886. (Z. K. g. § 1; P. K. d. § 6, dołączniki C i D; W. T.* § 29 i 33; Z. K. d. § 25).

Przy budowlach nowych, albo przy znaczniejszych przebudowach, trzeba obowiązkowo zastępować niższe stopnie obrysia. (kropkowane obustronnie w rys 884) liniami pochyłymi podł. rys. 886. Stopnie te pozwala się natomiast jeszcze zachowywać dla budowli istniejących, a również podwyższać wysokość następnego stopnia 1,120 m do 1,220 m. Tenże stopień po lewej stronie rys. 884, wysokości 0,76 m, można podwyższyć do 1,00 m, w celu budowania peronów wyniosłych tak dla pociągów wojskowych (P. R. g. § 2 doł. A i B; P. K. d. § 6 doł. A i B), jako też dla osobowych (W. T. § 33; Z. K. d. § 25), chociaż w ostatnich czasach budują wyniosłe perony i nieco niższe, t. j. wznoszące się tylko 0,76 m ponad wierzch toru, np. w Berlinie, na kolei do Wannsee i na dworcu szczecińskim, w Gdańsku i t. p.

Pod mostami zbudowanymi nad koleją, a zwłaszcza w tunelach, między obrysiem a ścianami powinno pozostawać wszędzie jeszcze 400 mm przy jednorodnych, a 300 mm swobodnej przestrzeni przy liniach dwutorowych (W. T. § 17). Doświadczenie wykazało bowiem, że wobec zwiększania szerokości parowozów należałoby, w celu zmniejszenia niebezpieczeństwa dla wychylającego się silniczego, rozszerzać wyższą część obrysia toru, począwszy od 0,76 m ponad wierzchem toru. Rozszerzenie to swobodnego przelotu powinno być 20 cm przy nowych budowlach stacyjnych i drogowych, a przynajmniej 12 cm przy istniejących, wreszcie 50 cm na otwartym szlaku. *)

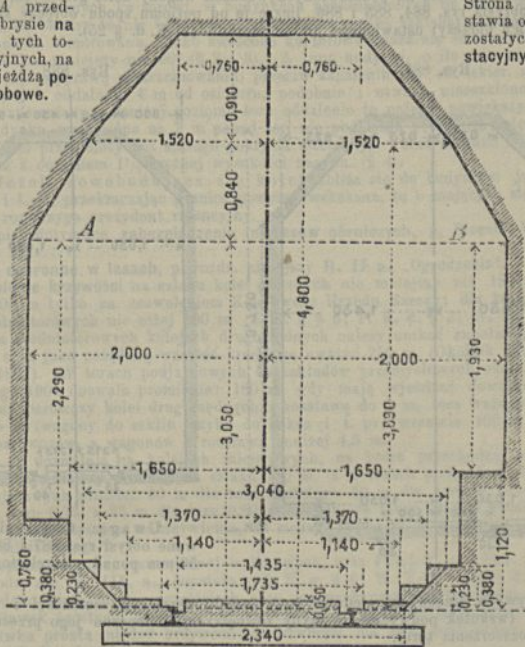
Na średniotorowych kolejach miejscowych, na które przechodzą wagony kolei głównych, można w obrysii toru (rys. 884) miarę szerokości 2,000 m zwężyć do 1,725 m, przyczem jeszcze między obrysiem toru, a obrysiem wagonu, pozostanie luz 150 mm. Zwężenie to pozwala się między poziomami obrysia od 0,76 m (wzgl. 1,12 m) do 3,53 m ponad wierzchem toru. Na kolejach zębnicowych, albo o ruchu mieszanym (zwykłym i zębniczym), jeśli przechodzą na nie wagony kolei głównych lub drugorzędnych, można zacieśnić obrysie w jego osi na szerokości do 500 mm i wysokości do 100 mm ponad wierzch toru, a to w celu ułożenia zębicy. Natomiast na kolejach zwykłych, na które przechodzi tabor kolei zębnicowych, podobnego zacieśnienia się nie pozwala. (W. T. dołącznik 1; Z. K. d. § 25). Jeżeli tabor nie przechodzi na inne koleje, to obrysie to-

ru kolei miejscowej można w każdym poszczególnym przypadku ustanowić w zależności od obrysu przynależnego taboru (Z. K. d. § 25). Luz w tunelach kolei miej-

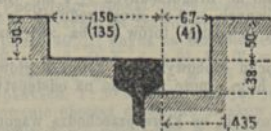
Rys. 884.

Strona *A* przedstawia obrysie na szlaku i tych torów stacyjnych, na których jeżdżą pociągi osobowe.

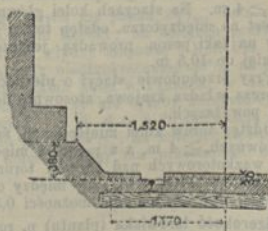
Strona *B* przedstawia obrysie pozostałych torów stacyjnych.



Rys. 885.



Rys. 886.

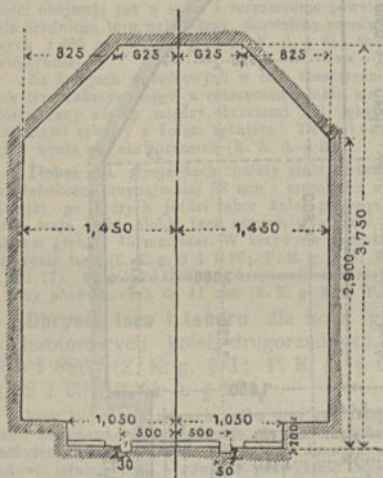


scowych ma być przynajmniej 200 mm (Z. K. d. § 16).

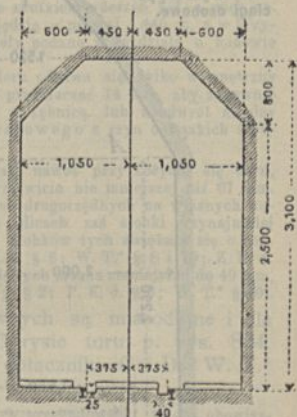
Zacieśnienia obrysu średnioszerokich torów ładunkowych, po których nie jeżdżą pociągi przejściowe, może zdecydować władza nadzorcza, inne odstępstwa od obrysu kolei głównych tylko Rada Związkowa. a dla drugorzędnych kolei średniotorowych Kolejowy Urząd Rzeszy. (Z. K. g. § 1; P. R. g. § 2; P. K. d. § 6).

Obrysia torów wąskich o prześwicie toru 1,0 m podaje rys. 887, 0,75 m rys. 888, a dla prześwitu toru 0,60 m miarodajnym jest również obrys rys. 888, ze zmianą jedynie miary 375 na 300 mm. W podobny sposób byłoby pożądane przeprowadzenie obrysia rys. 887 dla torów 0,75 m szerokości (Z. K. d. § 25 i 29). Ustalenie obrisy pozostawia się władzom krajowym (P. K. d. § 6). Na kolejkach wąskotorowych, po których mają się przewozić na podstawionych wózkach wagony kolei głównych, należy zachowywać obrysia rys. 884, 885 i 886, licząc je od poziomu spodu obręczy kół wagonu (nie licząc ich obrzeży) ustawionego już na wózku. (Z. K. d. § 25).

Rys. 887.



Rys. 888.



Uwaga: Części niezakreskowane obrisy rys. 887 i 888 wystają 50 mm ponad wierzch toru.

W krzywych trzeba uwzględnić przy torach wszelkiej szerokości i pochylenie się obrysia (wskutek podwyższenia szyny zewnętrznej) i boczne jego przesunięcia się (wskutek rozszerzenia toru).

Odstęp torów *) mierzą się od osi do osi. (Z. K. g. § 9; W. T. § 30 i 38). Odstęp pary torów przynależnych na szlaku $\geq 3,5$ m (W. T. w § 30 zalecają dla nowych kolei 4 m, co jednak przeprowadzono tylko w Saksonii), odstęp innych torów, a więc trzeciego toru, albo między sąsiednimi torami dwóch par torów, zawsze zgodnie z obrysiem ≥ 4 m. Na stacjach kolei głównych $\geq 4,5$ m, drugorzędnych ≥ 4 m. Gdy peron jest na międzytorzu, odstęp torów kolei głównych ≥ 6 m, drugorzędnych $\geq 4,5$ m, a gdy na taki peron prowadzą jeszcze schody, to odstęp torów trzeba zwiększyć co najmniej do 10,5 m.

Przy przebudowie stacji o nieznacznym ruchu osobowym, na kolejkach głównych, nadzorca władza krajowa, stosownie do § 9 Z. K. g., może zezwolić na odstępstwa od zasad powyższych.

Odstęp torów kolei miejscowych, średniotorowych, na które przechodzą wagony kolei głównych, ≥ 4 m, a z peronem międzytorzowym $\geq 4,5$ m. Na innych kolejkach średnio i wąskotorowych nad każdym torem ma być przynajmniej swobodne obrisy torowe, a odstęp torów taki, aby między obrysami taboru pozostawało luzu przynajmniej 0,6 m na stacjach, a wedle możliwości 0,5 m na szlaku (Z. K. d. § 26 i 32).

Szerokość torowiska (plantu) p. rozdział niniejszy B. I. a. 1.

*) Rozróżniamy: odstęp torów jak wyżej; oddalenie toru, t. j. jego osi od innego przedmiotu; szerokość międzytorza, t. j. między prześwitami dwóch torów sąsiednich; wreszcie szerokość śródtorza równa się prześwitowi toru.

Oddalenie kolei od budynków i przedmiotów łatwopalnych określają w Prusach ogólne przepisy policyjne z r. 1893 (p. Eisenb. Verordn. Bl. 1893, str. 513), które streszczamy poniżej:

a) Budynki nowowznoszone: 1. Kryte nieogniotrwałe (nawet esówką) przynajmniej 25 m od osi najbliższego toru z dodatkiem jeszcze $1\frac{1}{2}$ -krotnej wysokości nasypu, gdy torowisko leży ponad terenem. Te same oddalenia stosują się i do otworów w ścianach zwróconych ku torowi, w budynkach przeznaczonych na skład przedmiotów palnych, o ile otwory te nie będą zastąpione szklaną (szybą szklaną) przynajmniej 1 cm grubą i wokół zamurowaną. Jako zwrócone ku torowi uważa się ściany, które tworzą z osią toru kąt mniejszy niż 60° (§ 2 i 3). 2. Inne budynki, o ile nie są skutecznie osłonięte (np. wyprawą na trzcinowianiu) przeciw zapaleniu się od iskier, muszą leżeć przynajmniej w oddaleniu 4 m od osi toru, podobnie i otwory nieoszlone w sposób powyżej wspomniany. Poniżej poziomu toru oddalenie to należy powiększyć do 5 m. Część budynku, wzniesiona na 7 m ponad tor, nie podlegają przepisom ustępu 2. (§ 1). Łatwozapalne przedmioty bez stałego pokrycia (strzechy) wolno składać tylko w oddaleniu 38 m z dodaniem $1\frac{1}{2}$ -krotnej wysokości nasypu. (§ 4).

b) Jeżeli nowobudująca się kolej zbliża się do budynków już istniejących i t. p., przekraczając granice powyżej wskazane, to o mających się zastosować środkach rozstrzyga prezydent rejencyjny.

Przepisy dotyczące zabezpieczenia interesów górniczych, p. Eisenb. Verordn. Bl. 1886, str. 271.

Pasy ochronne w lasach, p. rozdz. niniejszy B. II a. „Ogrodzenia“.

Promienie krzywości na szlaku kolei głównych nie mniejsze niż 180 m, lecz już poniżej 300 m tylko za zezwoleniem Kolejowego Urzędu Rzeszy; dla kolei drugorzędnych, średniotorowych nie niżej 100 m (Z. K. g § 6; P. K. d. § 3; W. T. § 28). Jednakże na średniotorowych kolejach drugorzędnych należy unikać zupełnie promieni poniżej 180 m, a jako pożądaną wartość końcową uważać 250 m. (Okólnik min. prus. z 24 czerwca 1897). W torach podjazdowych do zakładów przemysłowych okólnik prus. min. z 11 lutego 1901 dozwala promienie: 180 m, gdy mają wjeżdżać dowolne parowozy; 140 m, gdy parowozy kolei drugorzędnych z rozstawą do 3 m, lecz wagony z rozstawą ponad 4,5 m (wagony do szklin (szyb), do koksu i t. p.); wreszcie 100 m dla takich samych parowozów, a wagonów z rozstawą poniżej 4,5 m.

Z. K. d. dozwalają na kolejach miejscowych, na które przechodzą wagony kolei głównych, najmniejszy promień na szlaku 150 m, a w torach podjazdowych tychże kolejek miejscowych promień 60 m dla toru średniego, 50 m dla toru o prześwicie 1 m, 40 m dla toru 0,75, a 25 m dla toru 0,60 m. Jeżeli się tabor urządzi swoście na przejeżdżanie przez ostrzejsze zakrzywienia, to można stosować i mniejsze promienie na kolejach miejscowych.*)

Podwyższenie szyny zewnętrznej w krzywych, oraz łuki i spadki przejściowe, p. rozdz. nin. B. III. a., (zgodnie z Z. K. g. § 6; W. T. § 7 i 28; Z. K. d. § 24) także podano wiadomości o przejściach przy zmianach promieni krzywości, oraz o unikaniu wstawek prostych, poniżej 40 m, między krzywymi równokierunkowej krzywości.

Wstawka prosta między krzywymi przeciwnymi ma być dostatecznie długa, aby tabor przechodził łagodnie i z ciągłością. (Z. K. g § 6).

Proste wstawki między krzywymi powinny mieć w sobie połowy długości obydwóch, przejściowych wzniesień szyny zewnętrznej, oraz przynajmniej 10 m toru poprzecznie nie pochylonego. Starczy na to od biedy 50 m na kolejach głównych, a 30 m na podrzędnych.

Pochyłości (spadki lub wzniesienia) kolei głównych nie ponad 25‰ , lecz powyżej $12,5\text{‰}$ już tylko za zezwoleniem Kolejowego Urzędu Rzeszy; na kolejach podrzędnych nie ponad 40‰ , chyba za zezwoleniem nadzorczej władzy krajowej i Kol. Urz Rzeszy. (Z. K. g. § 7; P. K. d. § 2). W. T. w § 27 zalecają nieprzekraczanie 30‰ na kolejach drugorzędnych, a Z. o. Pr. w § 4 pozwalają dla takich kolei w Prusach, w skrajnych przypadkach, $1:30 = 33\text{‰}$ żądając jednak zbadania, czy nie byłoby korzystniejsze zastosowanie chociaż częściowe szlaków zębnicowych. Z. K. d. w § 23 dozwalają dla kolei miejscowych 35‰ , lecz w żadnym razie nie ponad 45‰ ; na kolejach zębnicowych do 250‰ , lecz nie ponad 100‰ , jeżeli tabor kolei głównej ma przechodzić na linię na własnych kołach.

*) W istocie też okazały się bez zarzutu tory ostrzej zakrzywione, np. Paryska kolej podziemna, przy torze średnim, ma promienie do 30 m; takaż kolej w Bostonie 37 m; przy torze 1 m kolej w Appenzell 30 m; przy torze 0,60 m kolej w Wrocławiu 19 m i t. p.

Złagodzenie pochyłości na szlakach stromych zaleca się w ten sposób, aby opór pociągu na prostej i krzywej był możliwie jednakowy (przy jeździe pod górę), w tym to celu należy zmniejszać wzniesienie w krzywych (W. T. § 27).

Zafamania wskutek zmiany pochyłości **zaokrąglenia** się na kolejach głównych i drugorzędnych: promieniem ≥ 5000 na szlaku, ≥ 2000 tuż przy stacjach (Z. K. g. § 8; W. T. § 27); na kolejach miejscowych zaś Z. K. d. w § 23 pozwalają promień 1000 m, wyjątkowo nawet 500 m.

Między przeciwnymi pochyłościami przekraczającymi 5‰ , jeżeli jedna pochyła przewyższa przeszło 10 m wysokości, należy wstawić wstawkę ≥ 500 m, o pochyłości mniejszej niż 5‰ . Na wstawce tej mogą znajdować się niezbędne zaokrąglenia zafamań (Z. K. g. § 8). W. T. w § 27 wymagają podobnej wstawki o długości pociągu towarowego, gdy jedna z pochyłych przekracza 1000 m długości. Z. K. d. w § 23 uważają wstawki poziome lub mniej pochyłe jako pożądane przy przeciwpochyłościach przekraczających 10‰ .

Wskaźniki podziałowe z wskazaniami całych km., oraz ich dziesiątych części, jako też wskaźniki pochyłości na każdym zafamaniu ze wskazem długości i pochyłości danej części szlaku wymaga § 6 P. R. g., oraz § 23 i 24 W. T. Na kolejach drugorzędnych wskaźniki pochyłości są niezbędne tylko wtedy, gdy na długości ≥ 500 m znajduje się pochyłość przekraczająca $6,66\text{‰}$ (podł. P. K. d. § 8), względnie 10‰ (podł. Z. K. d. § 21 i 22).

W szlakach ostrozakrzywionych należy unikać znacznych zafamań obrysu podłużnego. (W. T. § 28; P. K. d. § 24).

Uwaga. Pochyłości na kolei gothardskiej dochodzą do 2,7%, na Mont-Cenis i Arlberg 30 do 32‰ na starej kolei Giovi $35,4\text{‰}$ (1:28), nie wymagając jeszcze niezwykłych środków ruchu. Nowa kolej Giovi ma jednak tylko pochyłości nie przekraczające 15‰ .

Na kolejach głównych pozwalają się **prędkości**: (podł. P. R. g. § 26) pociągów osobowych bez hamowania ześrodkowanego 60 km/godz., z niem zaś 80, a w okolicznościach sprzyjających (począwszy od 1 kwietnia 1902) 100 km/godz.; pociągów towarowych 45 do 60, a roboczych 30 do 45 km/godz. W krzywych o promieniu r i na spadkach $s\text{‰}$ nie wolno przekraczać prędkości wskazanych w zestawieniu poniżsem:

100 km/godz.	przy	$s = 5\text{‰}$	lub	$r = 900$ m,
90	"	$s = 7,5\text{‰}$	"	$r = 800$ m,
80	"	$s = 10\text{‰}$	"	$r = 700$ m,
75	"	$s = 12,5\text{‰}$	"	$r = 600$ m,
70	"	$s = 15\text{‰}$	"	$r = 500$ m,
65	"	$s = 17,5\text{‰}$	"	$r = 400$ m,
60	"	$s = 20\text{‰}$	"	$r = 300$ m,
55	"	$s = 22,5\text{‰}$	"	$r = 250$ m,
50	"	$s = 25\text{‰}$	"	$r = 200$ m,
45	"	$s = -$	"	$r = 180$ m.

Na kolejach drugorzędnych i miejscowych, podł. § 27 P. K. d., pozwala się ogólnie prędkość 30 km/godz, lecz dla średnitorowych pociągów osobowych, z hamowaniem ześrodkowanym i o liczbie osi nie przekraczającej 26, gdy tor leży na oddzielnym swem torowisku, pozwala się do 40 km/godz.

Największa długość pociągu na kolejach głównych zależy od prędkości jazdy V (km/godz), a mianowicie liczba z osi wagonowych w pociągu, podług P. R. g. § 23, nie ma przekraczać:

V	Pociąg osobowy				Pociąg towarowy			
	> 75	75 do 61	60 do 51	< 51	60 do 56	55 do 51	50 do 46	< 46
$z \leq$	40	50	60	80	60	80	100	120

Nadzorcza władza krajowa może pozwolić na zwiększenie liczby osi wagonowych w pociągach towarowych do 150, lecz tylko przy szczególnie sprzyjających warunkach pochyłości i krzywości linii. W pociągach o hamowaniu ześrodkowanym nie ma być ponad 60 osi wagonowych. Pociągi wojskowe i mieszane (towarowo-osobowe), jeżdżące z prędkością $V \leq 45$ km, mogą mieć do 110 osi wagonowych.

Na kolejach drugorzędnych § 23, P. K. d. ogranicza liczbę tych osi do 120, a w pociągach wojskowych do 110; Z. K. d. w § 97 określają największe liczby tych osi w pociągach na torach 1,0, 0,75, wzgl. 0,60 m szerokości na 80, 60, wzgl. 60 osi.

Największy, spokojny nacisk koła na szyny kolei głównych liczą 7 t, lecz przy dostatecznie wytrzymałej budowie wierzchniej 8 t, a przy nowej budowie toru należy liczyć tor na 8 t. (Z. K. g. § 11 i 29; W. T.* § 6 i 66). Na kolejach drugorzędnych, na które przechodzą wagony towarowe z linii głównych, podług § 6 i 66 W. T., liczy się 7 t. Na kolejach miejscowych z nieograniczonem przechodzeniem wagonów z innych linii § 6 i 44 Z. K. d. zaleca 6 t, bez przechodzenia wagonów 5 t; na wąskich torach 1 m, 0,75 m i 0,60 m naciski 4,5 t, 4 t i 3,5 t. Rozkład nacisków p. Dział XV, Statyka budowlana.

e. Sposób opracowania projektu.

1. Sposób przedstawienia wyników ogólnikowych prac przedwstępnych jest w Prusach (podł. Z. o. Pr. z 15 maja 1897) następujący:

1. **Mapa ogólna** z nakreśloną w niej cynobrem linią kolejową, podzieloną na km. Na cel ten nadają się mapy sztabu generalnego w podziałce 1:100000, a dla krótszych linii także mapy w podziałce 1:25000, zdejmowane stolikiem mierniczym.

2. **Plan sytuacyjny i przekrój podłużny.** Podziałka 1:10000 dla długości (w trudnym terenie i większa), a 20 razy większa dla wysokości. Stromy teren należy objaśnić przez wrysowanie warstwic. Na stromych stokach, gdy się okaże potrzeba murów oporowych i t. p., należy dodać przekroje poprzeczne. Oznaczenie działek posiadłości podług przepisów mierniczych.

3. **Opis techniczny** ma objaśniać sposób prowadzenia linii wogóle i w szczegółach, a zatem: korzystanie z dróg publicznych; nacięcie przez linie lasów państwowych, kopalni i zakładów wojskowych; zdolność przewozową i przelotność kolei; wykup gruntów; uwagi do nacenu (kosztorysu).

4. **Nacenu (kosztorys) ogólnikowy** układać należy zgodnie z działami przepisane go księgowania rozchodów, lecz z możliwem ograniczeniem ilości podziałów i zaokrągleniem długości kolei na dziesiętne kilometra i t. p. Działy są następujące:*)

- Dział I Wykup gruntów i odszkodowania za używalność.
- " II Roboty ziemne i stokowe, mury oporowe i t. p. wraz z temiż robotami dla przejazdów.
- " III Ogrodzenia z wyłączeniem stacyjnych.
- " IV Przeprowadzenie poprzez koleje dróg, oraz innych kolei.
- " V Przepusty i mosty.
- " VI Tunele.
- " VII Budowa wierzchnia z wszystkimi torami bocznymi i rozjazdami.
- " VIII Sygnały z przynależzonymi strażnicami i domkami.
- " IX Stacje, przystanki, wymijanki z budynkami i t. p., lecz bez naprawiarni i wyrobni. (Tu wlicza się też obrotnice, przesuwnice i t. p.).
- " X Wyrobnie i naprawiarnie.
- " XI Urządzenia nadzwyczajne, jako to: przesunięcie koryt rzecznych, przejścia przez warownie i t. p.
- " XII Tabor.
- " XIII Koszty zarządu (wraz z kosztami prac przedwstępnych).
- " XIV Wydatki ogólne.
- " XV Straty po otwarciu ruchu, odnieść się mające na koszt budowy.
- " XVI Odsetki za czas budowy.
- " XVII Straty na kursie.
- " XVIII Pierwsze wyposażenie funduszy rezerwowych i t. p.

Uwaga. Cztery ostatnie działy są zbyteczne dla kolei państwowych.

5. **Memoryał** mający służyć za podstawę wniosku dla ciał prawodawczych, a dotyczący celu, długości, kierunku kolei, stosunków ekonomicznych i przewozowych, wykupu gruntów, kosztów budowy, oraz udziału w nich zainteresowanych i państwa.

6. **Obliczenie dochodności**, a więc dochodów i wydatków na podstawie projektu eksploatacyi.

*) Ten podział ułożony przez Związek Kolei niem. obowiązuje wszystkie koleje podlegające Kolejowemu Urzędowi Rzeszy, p. Handb. d. Ing. Wiss. Tom I wyd. 3, str. 131 i nast. i str. 191 i nast., oraz: Finanzordnung der Preuss. Staatsbahnen. Kwiecień 1901.

2. Wyniki szczegółowych prac przedwstępnych mają zawierać: *)

a) Plan sytuacyjny i przekrój podłużny: długości w podziałce 1 : 2500, a w terenie nierównym lub zabudowanym lepiej 1 : 1000; wysokości 1 : 250; z liczbowaniem (numeryacją) kolejnym, przejściowym w km i przedziałkami co 100 m. Sytuacja ma obejmować obustronne pasy około 250 m szerokości, przyczem należy odmiennie oznaczyć dane z pomiarów i dane z map zacerpnięte.

b) Projekty murów oporowych i t. p., przejazdów, mostów, tuneli i innych niezwykłych budowli (1 : 100).

c) Projekty stacji (1 : 1000), por. W. Pr. St. § 1.

d) Szczegółowy opis techniczny.

III. Zasady prac przedwstępnych.

a. Rodzaj i zakres prac przedwstępnych.

Wykonanie prac przedwstępnych obejmuje w sobie wybór najdogodniejszej linii, oraz jej opracowanie w postaci zupełnego projektu. Linię należy tak wybrać, aby ogólne koszta roczne, a więc procent od kapitału zakładowego, wraz z rocznymi kosztami ruchu i utrzymania, były w stosunku do dochodu możliwie jak najmniejsze. Prace przedwstępne obejmują zatem nietylko właściwy wybór linii, opracowanie i obliczenie kosztów budowy, lecz nadto i określenie kosztów ruchu i utrzymania, a więc i określenie oczekiwanej wielkości ruchu i dochodów, które to dane są niezbędne do obliczenia zyskowności linii, a zarazem pozwalają ocenić, jaki kapitał najwłaściwiej będzie włożyć w całe urządzenie danej linii.**)

Koszta ruchu wzrastają zwłaszcza też wraz z oporem od wzniesień i od krzywości. Wydajność każdego gatunku parowozów (zależna od ich wymiarów i wagi, oraz od prędkości jazdy) daje się najlepiej wyzyskać, gdy opór pozostaje możliwie jednakowym. Dlatego też podstawową zasadą technicznego przeprowadzenia linii jest wyszukanie linii o możliwie równomiernym oporze, a mianowicie przez porównanie rozmaitych wariantów w celu wyboru z pomiędzy nich najwłaściwszego, tak pod względem zyskowności, jako też z uwzględnieniem swoistych warunków miejscowych.

b. Opory i długość pociągu.

Oznaczmy przez:

μ współczynnik tarcia (przyczepność) między kołem napędnym a szyną (średnio $\mu = 0,14$ do $0,154$, lecz w czasie wilgotnym, śnieżnym lub podczas gołoledzi i t. p. nieraz znacznie mniejsze),

a_1 ilość osi napędnych parowozu,

L_1 waga napędna parowozu, w t, (waga powodująca przyczepność),

L całkowita waga robocza parowozu bez tendra, w t,

*) Zasady techn. prac przedwstępnych z r. 1871 nie stosują się już w całej rozciągłości do prac szczegółowych, nie zastąpiono ich jednakże jeszcze innymi. Porównaj: „Anleitung für ausführende Vorarbeiten“ Kr. Dyrekcji Kolejowej w Kolonii z r. 1892.

**) Z. o. Pr. 1897, oraz Handb. d. Ing. Wiss. Tom I, wyd. 3, rozdz. I. § 20; Launhardt, Theorie des Trassierens, Hannover 1884 i 1888 i rozprawy jego w Centralbl. d. Bauv. 1883 str. 237 (Kwestye gospodarze w kolejnictwie); 1894 str. 256 (Korzyści ekonomiczne kolei); 1897 str. 286 (Jakie koleje drugorzędne warto budować).

- T waga tendra napełnionego, w t,
 Q największa, możliwa waga pociągu bez tendra i parowozu, w t,
 $G = Q + T$ w t,
 $Q_0 = L + T + Q$ całkowita waga pociągu, w t,
 q średni nacisk osi obciążonej, w t,
 i ilość osi pociągu bez tendra i parowozu,
 V prędkość jazdy w km/godz. ($= 3,6 v$ m/sek.),
 w współczynnik oporu wagonów i tendra (łącznie z oporem powietrza) w kg/t, a więc w ‰,
 w_1 także współczynnik dla parowozu bez tendra, także w ‰,
 W opór całego pociągu z parowozem, w kg,
 Z średnia siła pociągowa parowozu, na obwodzie kół napędnych, w stanie ustalonym, w kg (zawsze $Z \leq \mu L_1$),
 N wydajność (moc) kotła w MK,
 H jego powierzchnia ogrzewalna w m²,
 r promień krzywości toru, w m,
 $s = 1000 : n$ pochyłość toru, w ‰,

a otrzymamy:

$$1) \quad W = wG + w_1 L = w(Q + T) + w_1 L \leq Z, \text{ a zatem:}$$

$$2) \quad Q = \frac{Z - w_1 L}{w} - T = \frac{Z}{w} - \left(\frac{w_1}{w} L + T \right), \text{ oraz } i = \frac{Q}{q}.$$

Średnia siła pociągowa parowozu będzie:

$$Z = 270 N : V,$$

zależy ona zatem od prędkości jazdy i od wydajności (mocy) kotła, która podł. Frank'a *), przy średnim gatunku węgla, bywa:

$$N = (0,6 + 0,527 \sqrt{V}) H \text{ w parowozach towarowych, a}$$

$$N = 0,617 H \sqrt{V} \text{ w parowozach osobowych i pospiesznych.}$$

Z powyższych wzorów otrzymamy:

$$3) \quad \begin{cases} Z = (162 : V + 142 : \sqrt{V}) H \text{ dla parowozów towarowych, a} \\ Z = 166,5 H : \sqrt{V} \text{ dla parowozów osobowych i pospiesznych.} \end{cases}$$

Przy ruszaniu z miejsca potrzeba większej siły pociągowej, która osiąga się przez zwiększenie dopływu pary, a która jednakże nie może przekroczyć wartości krańcowej μL_1 , uwarunkowanej wagą napędną. Dalsze szczegóły patrz rozdział II.

Znaczenie współczynników oporu w i w_1 .

S współczynnik oporu	w dla $G = Q + T$	w_1 dla J
na torze prostym i poziomym . . .	w_g	w_1
w krzywej o promieniu r . . .	w_r	w_r
na pochyłości s ‰ ($= 1000 : n$) .	$\pm s$	$\pm s$
Ogółem:	$w = w_g + w_r \pm s$	$w_1 = w_1 + w_r \pm s$

*) S. Frank w Org. f. F. 1899, str. 161 i 1888, str. 106 i tegoż: Die Widerstände der Locomotiven u. Bahnzüge, Wiesbaden 1886.

Wartości współczynników oporu dla toru średniego. *)

w_g	w_t	w_r na kolejach o $r_{\min} \geq 300$ m	w_r na kolejach o $r_{\min} < 300$ m
‰	‰	‰	‰
$2,5 + \beta V^2$	$2,6\sqrt{a} + \beta_1 V^2$	$650 : (r - 60)$	$500 : (r - 30)$

W których to wzorach (podług Frank'a, Org. f. F. 1899, str. 146 i nast.) będzie:

$\beta = 0,00052$ dla pociągów towarowych, złożonych z wagonów otwartych i krytych.

$\beta = 0,00026$ dla pociągów towarowych, złożonych z wagonów otwartych, naładowanych (wagonów do surowców).

$\beta = 0,00040$ dla pociągów osobowych i pospiesznych, złożonych z wagonów lekkich.

$\beta = 0,00014$ dla pociągów pospiesznych, złożonych z wagonów ciężkich.

$\beta_1 = 0,0023$ dla parowozów towarowych, o $a = 3$.

$\beta_1 = 0,0016$ dla parowozów osobowych, o $a = 2$.

albo też ogólnie: $\beta_1 = 0,00075 a$.

Przy oznaczeniu powyższych wartości β_1 liczone, że w parowozach towarowych $L = L_1 = 38$ do 40 t, a w osobowych $L = 48$ t. Jeżeli L będzie znacznie większe (wzgl. mniejsze), to i wartość β_1 zmniejsza się (wzgl. zwiększa) w stosunku różnicy wagi do wag powyżej podanych. Wpływ tych zmian zaznacza się zwłaszcza przy większych prędkościach V .

Uwagi. Opór podlega znacznym zmianom zależnie od prawidłowości drogi, od stosunku średnic czopa osiowego i koła, od rozstawy osi i od ich ilości, od położenia środka ciężkości, oraz od sposobów obciążenia wagonów i t. p. Dla tego też wzory powyższe mogą dawać wyniki tylko przybliżenie prawdziwe. Część oporu, zależna od prędkości, jest przeważnie oporem powietrza i wypadaloby ją właściwie nie obliczać z wagi pociągu, pomnożonej przez pewien współczynnik, a ustosunkować do powierzchni pociągu, przeciwstawiającej się oporowi powietrza. Dla udogodnienia wzorów oznaczono jednak z doświadczeń średnie wagi wagonów, odpowiadające owej powierzchni oporu; następnie określono współczynnik i tej części oporu względnie do wagi pociągu i włączono go do wartości ogólnego współczynnika w ‰. Metodę tę stosuje Frank do wagonów, tu zaś przystosowano ją i do parowozów, sprowadzając współczynnik β_1 (określony przez Frank'a dla $L + T$) z wagami L (bez tendra) i dzieląc go potem przez L . Dlatego też okazała się potrzebną podana powyżej poprawka na wypadek, gdyby waga parowozu różniła się znacznie od wagi, która była podstawą obliczenia współczynników. Podobnie też wyraz wzoru: $2,6\sqrt{a}$, niezależny od V , zgadza się w swym wyniku (po przemnożeniu przez L bez T) z wartościami podanymi przez Frank'a dla parowozów o dwóch lub trzech osiach napędnych, lecz w swym kształcie ogólnym uwydatnia on lepiej zależność od ilości osi napędnych i od wagi parowozu. Wartości β dla wagonów

*) Wartość $2,5$ ‰ dla w_g dobrano bardzo dostatecznie, co daje się odczuwać zwłaszcza w powoli idących pociągach towarowych. Dotychczas brano zwykle wartości $1,8$ do 2 ‰ (natomiast liczone w_t błędnie za wielkie). Wartość owa oznacza ten spadek, na którymby się pociąg bez parowozu (na szlaku prostym i w czasie bezwietrznym), raz wprawiony w ruch, poruszał samoczynnie dalej z tą samą prędkością, bez przyspieszenia i bez potrzeby hamowania.

podano podług Frank'a, utrzymując jednakże rozdział T od L , ponieważ opór tendra w zasadzie może się tylko nieznacznie różnić od oporu wagonów, a więc słuszniej też będzie, wartość w_l , która jest znacznie większa od w_g , stosować tylko do wagi parowozu bez tendra.

Opór od krzywości (w_r, G) ma zawsze wartość dodatnią. Charakter wzoru $w_r = k:(r - r_0)$ wskazuje, że przy małych promieniach opór ten wzrastałby szybko do wartości nieskończenie wielkiej. Wartości ilościowe k i r_0 zależą przeważnie od rozstawy osi, a więc dla całego pociągu (o rozmaitych rozstawach) mogą one dawać wyniki tylko przybliżenie prawdziwe. Wartości 650 i 60 zgadzają się z wartościami oznaczonymi dla kolei głównych (bez ostrych krzywości) doświadczalnie przez v. Röckl'a i rachunkowo przez Boedecker'a*). Na kolejach o małych promieniach zmniejsza się współczynnik w_r , ponieważ na nich wielkie rozstawy osi same przez się bywają prawie wykluczone: wagony miewają małe rozstawy, albo też wspierają się zwrotnie na wózkach. Jeżeli, jak być powinno, przy opracowaniu projektu kolei łagodzone prawidłowo w krzywych „wzniesienie miarodajne s_m ” do wartości, któraby łącznie z oporem od krzywości przedstawiała dla danej wagi pociągu opór nie większy niż samo s_m na szlaku prostym, to, przy oznaczaniu największej, potrzebnej siły pociągowej, nie potrzeba już uwzględniać takich krzywych, ograniczając się do oznaczenia oporu na wzniesieniu s_m .

Opór od pochyłości (s, G) jest dodatni podczas jazdy pod górę, odjemny zaś przy jeździe w dół, a natenczas nie będzie on przekraczał wartości bezwzględnej $s_b, G = (w_g + w_r) G$, gdyż na spadkach bardziej stromych nadmiar przyspieszenia ciężkości znosi się samowolnie w tym celu, aby suma ogólna oporów ($w, G + w, L$) nie była trwale odjemną, co mogłoby stać się groźnym dla pociągu.**)

Wartość krańcową s_b zowią spadkiem samowolności.

Wzory dla ciałych pociągów, (Q , obejmuje i wagę parowozu) nie uwzględniające stosunku L do Q , jakkolwiek dogodnie do obliczeń przedwstępnych, nie mogą jednak dać wyników zgodnych z rzeczywistością. W takich wszakże razach możnaby stosować następujące wartości współczynnika w_0 :

$w_0 = 2,5 + 0,0006 V^2$ do pociągów osobowych o wagonach lekkich, albo też do towarowych o mieszanym składzie wagonów;

$w_0 = 25 + 0,0004 V^2$ do pociągów osobowych o ciężkich wagonach, albo też do towarowych o naładowanych wagonach otwartych.

Dla torów wąskich brak jeszcze doświadczeń. Przy zupełnie prawidłowem utrzymaniu toru i taboru wartość α we wzorze $\alpha + \beta V^2$, względnie do wartości dla toru średniego, powiększy się tylko nieznacznie dla wagonów, znacznie zaś dla parowozów, a to z powodu ich skupionego ustroju. Natomiast zmniejsza się powierzchnia dająca opór powietrza, a zatem i wartość β . Średnio można liczyć:

Prześwit toru mm	w_g ‰	w_l ‰	w_r ‰
1000	$2,6 + 0,0003 V^2$	$2,7 \sqrt{a} + 0,0015 V^2$	$400:(r - 20)$
750	$2,7 + 0,0002 V^2$	$2,8 \sqrt{a} + 0,001 V^2$	$350:(r - 10)$
600	$2,8 + 0,0002 V^2$	$2,9 \sqrt{a} + 0,0008 V^2$	$200:(r - 5)$

Opór od krzywości zależy jednak w wysokim stopniu od rozstawy osi taboru.

*) Boedecker, Wirkung zwischen Rad u. Schiene, Hannover 1887 i v. Röckl, Z. f. Baukunde, 1880; Org. f. F. 1881, str. 161.

**) O wydajności kilku gatunków pruskich parowozów na rozmaitych wzniesieniach p. Cauer, Betrieb u. Verkehr der Preuss. Staatsbahnen, Berlin 1897, tablice str. 282 do 285.

Przykłady obliczeń.

1) Jaką wagę (Q) pociągu może ciągnąć dany parowóz towarowy (L) pod górę na wzniesieniu s , z prędkością V , jeżeli szlak ma liczne krzywe o promieniu r ?

Załóżmy $L = 38,5$ t; $a = 3$ osie napędne; $H = 125$ m²; $T = 28,5$ t; $V = 20$ km/godz.; $r = 300$ m; $s = 2\text{‰}$, a dla pociągu towarowego o mieszanym składzie wagonów otrzymamy:

$$w_g = 2,5 + 0,00052 \cdot 20^2 = 2,71\text{‰}$$

$$w_l = 2,6 \sqrt{3} + 0,0023 \cdot 20^2 = 4,5 + 0,92 = 5,42\text{‰}$$

$$w_r = 650 : (300 - 60) = 2,7\text{‰}, \text{ a zatem:}$$

$$w = 2,71 + 2,7 + 2 = 7,41\text{‰} \text{ dla } G = Q + T,$$

$$w_1 = 5,42 + 2,7 + 2 = 10,12\text{‰} \text{ dla } L. \text{ A że średnia siła pociągowa jest:}$$

$$Z = \left(\frac{162}{20} + \frac{142}{\sqrt{20}} \right) \cdot 125 = 4988 \text{ kg, więc w przybliżeniu:}$$

$$Q = (4988 - 10,12 \cdot 38,5) : 7,41 - 28,5 \approx 620 - 29 = 591 \text{ t.}$$

Jeżeli średni nacisk osi naładowanej będzie $q = 7,5$ t, to pociąg mógłby mieć około 79 takich osi. Jeżeli pociąg składa się wyłącznie z otwartych wagonów naładowanych (do surowców), to $w_g = 2,5 + 0,00026 \cdot 20^2 = 2,6\text{‰}$, a natenczas możliwa waga pociągu wzrasta o 10 t, a to z powodu, że V jest nieznaczące. Gdyby zaś było $s = 1\text{‰}$, a $r \geq 500$ m, to otrzymalibyśmy $w_r = 1,5\text{‰}$; $w = 5,21\text{‰}$, oraz $w_1 = 7,92\text{‰}$, a zatem:

$$Q = (4988 - 7,92 \cdot 38,5) : 5,21 - 28,5 \approx 898 - 29 = 869 \text{ t,}$$

co przy $q = 7,5$ t, dawałoby 116 osi, czyli prawie dozwoloną ilość kranicową 120-tu osi, a jeśli nie wszystkie osie naładowane, to nawet więcej. Jeżeli jednak zwiększymy prędkość do 30 km, to zmniejszymy siłę pociągową do 3925 kg, natomiast w_g zwiększy się do 2,97; w_l do 6,57, a więc w do 7,67, w_1 do 11,27, a przy $s = 2\text{‰}$, otrzymamy natenczas $Q = 426$ t.

2) W projekcie kolei górskiej przewidziano parowozy o 168 m² pow. ogrzew. i 4-ch osiach napędnych, $L = 56$ t, $T = 30$ t, $V = 15$ km/godz. Wzniesienie miarodajne, łagodzone należycie w krzywych, ma być $s = 27\text{‰}$. Ile może ważyć pociąg węglowy, jadący pod górę? W sposób podobny, jak powyżej, otrzymamy: $Z = 8000$ kg, $w_g = 2,5 + 0,00026 \cdot 15^2 = 2,56$, a zatem $w = 2,56 + 27 = 29,56\text{‰}$,

$$w_l = 2,6 \sqrt{4} + 0,003 \cdot 15^2 = 5,88, \text{ a więc } w_1 = 5,88 + 27 = 32,88\text{‰}.$$

$$\text{Wreszcie } Q = (8000 - 32,88 \cdot 56) : 29,56 - 30 = 178 \text{ t.}$$

3) Do pociągu pospiesznego, o ciężkich wagonach, jadącego z prędkością $V = 90$ km/godz., mamy parowóz o $H = 125$ m², $L = 48$ t; $a = 2$; $T = 40$ t. Jaka może być waga pociągu przy wzniesieniu miarodajnym 1, 2 i 3‰?

$$Z = 166,5 \cdot 125 : \sqrt{90} = 2193 \text{ kg; } w_g = 2,5 + 0,00014 \cdot 90^2 = 3,63;$$

$$w_l = 2,6 \sqrt{2} + 0,0016 \cdot 90^2 = 16,63; w = w_g + s; w_1 = w_l + s,$$

$$a) s = 1\text{‰}; Q = (2193 - 17,63 \cdot 48) : 4,63 - 40 = 251 \text{ t,}$$

$$b) s = 2\text{‰}; Q = (2193 - 18,63 \cdot 48) : 5,63 - 40 = 191 \text{ t,}$$

$$c) s = 3\text{‰}; Q = (2193 - 19,63 \cdot 48) : 6,63 - 40 = 149 \text{ t.}$$

Przy $s = 3\text{‰}$ możnaby zatem wstawiać w pociąg nie więcej niż 3 wagony przejeściowe, typu ciężkiego, a dla większej ilości wagonów, trzeba by zmniejszyć prędkość V .

4) Jeżeli dla danego pociągu mamy ze wzoru $Z \geq w G + w_1 L$ oznaczyć niezbędną siłę pociągową, to wypada wagi L i T naprzód ocenić i wartości te wprowadzić we wzory na w_g i w_l , a potem dopiero określić dokładniej L i T podług potrzebnej siły pociągowej.

c. Wzniesienie najwłaściwsze.

Jeżeli danym rodzajem parowozu mamy wzniesić się na określony wznios (wysokość) h z prędkością w przybliżeniu jednostajną, a do przezwyciężenia tego wzniosu możliwe są linie różnej długości, to najwłaściwszym będzie to wzniesienie s_z , dla którego stosunek

waga pociągu
 długość linii $= Q: \frac{h}{s}$ stanie się największością; przy nim bowiem podniesienie jednostki ciężaru na dany wznios wypadnie najtaniej.

Jeśli opór parowozu i tendra $w_l L + w_g T$ oznaczymy przez W_l , to na linii prostej lub też na łukach łagodnie zakrzywionych będzie:

$$s_s = -w_g + w_g \sqrt{\frac{Z - W_l}{w_g(L + T)}} + 1.$$

d. Wzniesienia miarodajne i nieszkodliwe.

Przeprowadzenie linii o możliwie jednostajnym oporze, w celu zupełnego wyzyskania siły pociągowej, wymaga złagodzenia największych wzniesień s_m na łukach ostrzej zakrzywionych (i dłuższych), a mianowicie o w_r , tak aby było $s + w_r = s_m$. Wzniesienie to s_m określa siłę pociągową, wzgl. długość (wagę) pociągu, jest ono zatem „miarodajne“ przy projektowaniu linii.

Jeżeli linia musi przezwyciężać znaczne wzniosy, to celowem będzie, wzniesienie miarodajne wybrać możliwie równe wzniesieniu właściwyszemu, rozumie się, o ile ono da się już określić, t. zn. o ile obrano już typ parowozu i prędkość jazdy, które w razie przeciwnym należy określić naodwrot z obranego już wzniesienia miarodajnego.

Uwaga. Krótkie wzniesienia przebiegane siłą rozpędu, mogą być i większe.

Wzniesienia bezwzględnie mniejsze od spadku samohamowności s_b , a mianowicie:

$s_b < w_g$ na prostej, wzgl. $s_b < (w_g + w_r)$ w krzywej, są „nieszkodliwe“, o ile wagi rocznego przewozu w obu kierunkach nie wykazują znacznych różnic. Jeśli miarodajne wzniesienie s_m jest bezwzględnie mniejsze od spadku samohamowności, to o tyle też zniża się i granica wzniesienia nieszkodliwego.

Gdy wzniesienie miarodajne jest większe od s_b , to linia nabiera charakteru kolei górskiej, a natenczas trzeba starannie unikać wszelkiego spadku straconego. Wtedy też każde wzniesienie s na wznios h , o ile jest mniejsze od s_m (wzgl. $s_m - w_r$) powoduje wydłużenie linii $\left(\text{o długość } \frac{h}{s} - \frac{h}{s_m} \right)$, które lepiej byłoby zużytkować na zmniejszenie wartości s_m dla całej linii.

Jeśli s_m jest mniejsze od s_b , to linia jest kolejją równinną, w której spadki stracone, mniejsze od nieszkodliwych, nie wywierają już wpływu niekorzystnego.

Złagodzenie wzniesień w krzywych (leżących na pochyłościach najbardziej stromych) najdogodniej wykreślać na obrysie (profilu) podłużnym, mianowicie sposobem następującym:

Jeżeli s_0 jest średnim wzniesieniem zastosowanym przy wyszukiwaniu linii, l jego długością, a więc $H = s_0 l$ jego wzniosem, to obliczamy wysokość oporu od krzywych znajdujących się na danym wzniesieniu, mianowicie $h_r = w_r l_r$ dla każdej oddzielnej krzywej, a otrzymamy sumy:

$$\Sigma(h_r) = \Sigma(w_r l_r).$$

A natenczas wzniesienie miarodajne będzie:

$$s_m = \frac{H + \Sigma(h_r)}{l}.$$

s_m pozostaje na linii prostej w swej pełnej, niezmnieszonej wartości, a w każdej krzywej zmniejsza się ono o odpowiednie w_r , (czyli że koniec krzywej obniża się o h_r).

Na szlakach, na których już z innych powodów $s < s_m$, należy tę różnicę ($s_m - s$) odjąć od ilości w_r , o którą mieliśmy złagodzić spadek; jeżeli zaś $s_m - s \geq w_r$, to złagodzenie spadku w krzywej staje się wogóle zbytecznym, bo warunkiem było tylko, aby $w_r + s$ nie było większe od s_m .

Krótkie, bardziej strome wzniesienia można przewyżczać bądźto przez czasowe zwiększenie dopływu pary (zmniejszając jednakże przez to sprawność silnika), bądź też rozpedem, zużywając pracę rozpędu, tkwiącą w rozpędzonym pociągu, co jednak stopniowo zmniejsza prędkość pociągu.

W końcu wspomniany sposób nie powoduje niedogodności jedynie tuż przed stacjami, na których pociąg i tak się ma zatrzymywać.

e. Porównanie różnych linii.

Uznanie jednego z wariantów linii projektowanej za ekonomicznie najdogodniejszy wymaga porównania rocznych kosztów przewozu, zależnych przeważnie od sposobu przeprowadzenia linii. Koszty stacyjne, jak również i ogólne, nie wchodzą tu w rachubę, ponieważ nie różnią się one znacznie od siebie dla rozmaitych linii poprowadzonych między tymi samymi punktami krańcowymi, t. j. między stacjami.

Roczne koszty eksploatacyi przedstawiają się zatem w postaci:

$$S = (iA + U) + F.$$

We wzorze tym oznacza A koszt budowy; i stopę procentową; U tę część kosztów eksploatacyi, która jest mało zależna od ilości przewozu i od prowadzenia linii (dozór nad drogą, utrzymanie budowy dolnej i t. p.), a której wartość średnia określa się na podstawie danych statystycznych na km długości kolei, przyczem jednak dla mało się od siebie różniących długości linii porównywanych, można części tej zupełnie nie uwzględniać. *) F oznacza koszty przewozu, zależne od krzywości i wzniesień, szczególnie zaś od wzniesienia miarodajnego, które wpływa na wagi pociągów i parowozów, na ilości osi hamulcowych i t. p. Koszty przewozu, przy mniej więcej jednakowym ruchu, można oznaczyć w fenygach z poniższych wzorów Lannhardt'a. **)

$$q = 0,56 + 23\frac{1}{3} s_m + 39\frac{2}{3} s \text{ na tono-kilometr ładunku użytkowego,}$$

$$p = 0,973 + 10\frac{2}{3} s_m + 29\frac{1}{3} s \text{ na osobo-kilometr.}$$

We wzorach tych s jest rzeczywistym wzniesieniem zwiększonym w miarę potrzeby o w_r ; można jednak przy wzniesieniach nieszkodliwych zastąpić je przez w . W ten sposób dla każdego poszczegół-

*) Przy bardzo znacznych różnicach wzniesień miarodajnych, równe ilości przewozowe mogą wymagać bardzo nierównych ilości pociągów, a więc nawet podwojenia liczby dróżników i t. p. z powodu służby nocnej; mogą one zatem powodować i znaczne powiększenie wartości U .

**) S. Lannhardt, Technische Trassierung, str. 59, Hannover 1888, należy jednak zauważyć, że dane zaczerpnięto tu z pewnych lat ruchu na pruskich kolejach państwowych (1885 i 1886), wyniki wzorów nie mogą zatem stosować się do każdego poszczególnego przypadku. Dalej Lannhardt: Korzyści ekonomiczne kolei, Centralbl. d. Bauv. 1894, str. 253. Baumeister, Org. f. F. 1880, str. 105. P. Schmidt; Określenie kosztów ruchu, Z. f. A. u. Ing. 1899.

nego kawałka linii obliczamy wartości p i q , z których znów rachunkowo lub wykreślnie oznaczamy:

$$F = T \Sigma (ql) + P \Sigma (pl)$$

dla właściwej wielkości przewozu rocznego T ton i P osób.

W obu przypadkach F oznacza ogólne koszty przewozu w obu kierunkach, tak że każde s wlicza się tylko raz jeden, a mianowicie z wartością dodatnią.

Uwaga. Zastąpienie rzeczywistej długości linii z pochyłemi i krzywemi prostą linią poziomą, o takim samym oporze, czyli tak zwaną „poziomą długością zastępczą”, może tylko wtenczas służyć do porównania kosztów przewozu, gdy wzniesienia miarodajne pozostają mniej więcej jednakowe. Prawidłowe określenie istotnej długości zastępczej, t. j. powodującej jednakowe koszty eksploatacyi, wymagałoby uprzedniego oznaczenia tychże kosztów, z uwzględnieniem wzniesienia miarodajnego, p. Lannhardt'a rozprawy powyżej podane w odsyłaczu.

Według wskazówek rosyjskiego ministerjum komunikacyi, poziomą (długość zastępczą do opracowania etatów należy określać podług wzoru poniżej podanego (Okólnik b. Dep. Dróg. żel. z 31 lipca 1891 Nr. 9817), a mianowicie dla każdego z dwóch kierunków oddzielnie:

$$L = l_0 + l_n' (1 + \alpha_1) + l_n'' (1 + \alpha_2) + l_n''' (1 + \alpha_3) + \dots + \dots + l_c + l_k' \beta_1 + l_k'' \beta_2 + l_k''' \beta_3 + \dots$$

w którym to wzorze oznacza:

L poziomą długość zastępczą całej kolei dla kierunku od A do B , w wiorstach,

l_0 ogólną długość linii poziomych, w wiorstach,

l_n', l_n'', l_n''' ogólne długości poszczególnych kategorii wzniesień I', I'', I''' , w wiorstach,

l_c ogólną długość spadków w wiorstach,

l_k', l_k'', l_k''' ogólną długość poszczególnych kategorii łuków o promieniach R', R'', R''' , w wiorstach,

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ współczynniki zależne od wzniesień i , a obliczane według wzoru:

$$\alpha = i \left(\frac{122 + 0,077 i}{371 + 1,21 i} \right),$$

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ współczynniki zależne od oporu w krzywych o promieniach R', R'', R''' ... i obliczają się, zastępując opór od krzywości równoważycielskim oporem od wzniesienia zastępczego, którego wielkość oznacza się podług wzoru:

$$i_1 = 21 \left(\frac{4d + 2,1 d^2}{R - 21} \right).$$

We wzorze powyższym zaś oznacza:

i , szukane wzniesienie zastępcze w ‰,

d rozstaw osi (skrajnych, niezwrrotnych) wagonu towarowego = 1,78 saż.,

R promień krzywych danej kategorii (R', R'', R''' , i t. d.) w sażenach.

IV. Wykonanie technicznych prac przedwstępnych.

a. Kolejność poszczególnych prac.

1. Ogólnikowe prace przedwstępne.

1. Ustalenie warunków określających charakter kolei, jakimi są: ilość torów, ich prześwit i obrysie, wzniesienia i krzywości miarodajne, największy nacisk kół, waga pociągów i prędkość jazdy.

2. Jasne przedstawienie miejscowości tak co do położenia, jako i wysokości: W okolicach górzystych warstwie w odstępach piono-

wych co 1 do 5 m; szerokość planu w granicach przewidywanej możliwości przesunięć linii; podziałki na długości 1 : 10000 do 1 : 5000, na wysokości zaś 1 : 500 do 1 : 250.*)

Do celów powyższych nadają się często mapy istniejące (np. sztabu generalnego, w wydaniu zdjęć stolikiem mierniczym, w podziale 1 : 25000, a w ich braku inne mapy istniejące) dopełnione poziomowaniem.

3. Opracowanie projektu na papierze, a mianowicie: Wyszukanie linii na mapie podług warstwic; wykreślenie obrysu podłużnego, z wkreśleniem linii torowiska, z oznaczeniem jej pochyłości, a spodem i krzywości; obliczenie i rozmieszczenie mas ziemnych, z uwzględnieniem budowli drogowych, jako też naturalnych przeszkód, które mogłyby być wskazanymi kresami rozwoju mas ziemnych. Prace te wykonywamy na razie zupełnie pobieżnie dla rozmaitych, możliwych położeń linii, z których wybrawszy najudatniejszą, powtarzamy dopiero dla niej tę samą pracę, lecz już z większą dokładnością, a to w celu poprawienia i ostatecznego ustalenia linii tak w jej położeniu poziomem, jako i pionowem. Następnie określamy położenia, prześwity i wysokości budowli drogowych, lecz tylko z dokładnością niezbędną do zarysu naccennego (kosztorysu pobieżnego), którego opracowaniem kończymy ten dział prac przedwstępnych.

4. Przepisy o sposobie przedstawienia projektu p. str. 231, dla kolei rosyjskich zaś str. 212.

2. Szczegółowe prace przedwstępne.

1. Szczegółowe przedstawienie węższego pasa miejscowości podług dokładnych zdjęć poziomych i pionowych (plany wykonawcze). Podziałka przynajmniej 1 : 2500, lecz w miejscowościach górzystych lub więcej zaludnionych większa (zaleca się 1 : 1000), a na zupełnej równinie mało zaludnionej może być i mniejsza (1 : 5000). Opis właściwości gruntów na podstawie otworów wiertniczych lub rozkopów (p. poniżej pod 6).

2. Opracowanie projektu wykonawczego, a mianowicie: Dokładne ustalenie linii na papierze i wytknięcie jej na gruncie, wraz z wyznaczeniem krzywych, co wykonywać wcześniej byłoby bezcelowem. Ostateczne zdjęcie linii, a więc pomiar wzdłuż, poziomowanie wzdłuż i licznych przekrojów poprzecznych. Dokładne opracowanie projektu torowiska i stacyi, budowli i przejazdów, odwodnienia i t. p. Spis wszystkich nowych budowli, jako też zmian na drogach, rzekach, strumieniach i t. p. wraz z opisem.

3. Sporządzenie wymaganych przepisami przedkładów, t. j. pism i rysunków przedkładanych do zatwierdzenia. Na ten cel zaleca się sporządzać kopie planów wykonawczych, a dokładne rysunki pierwotne zachowywać do dalszego przepracowania przy budowie.

4. Opracowanie programu wykonania robót, jest przy większych robotach prawie niezbędne.

*) O wstępie na obce posiadłości p. Pr. W § 5.

5. Prace przedwstępne do nabycia gruntów należy rozpocząć niezwłocznie po wytknięciu linii na miejscu.

6. Spółcześnie z pracami powyższymi należy: zbierać dane o stanie wód (ich spływie, prześwitach przepływów, poziomach wód wezbranych i t. p.); badać grunt (w celu oznaczenia: stoczystości, rozmieszczenia mas ziemnych, cen dobywania, posadowienia i t. p.); wywiadywać się o ceny i źródła materiałów i t. p.

Uwaga. Przy wykonywaniu prac przedwstępnych zaciiera się niekiedy różnica między pracami ogólnikowymi a szczegółowymi, które pod względem czasu ich wykonania i dla niektórych działek linii zlewają się ze sobą. Wszelkie prace przedwstępne składają się z prac mierniczych i z właściwego projektowania; związek między nimi jest jednak tak ścisły, że nie wypadałoby powierzać każdej z tych części innym osobistościom. Papieru na pierwotne, dokładne plany wykonawcze, oraz na plany wyłączenia, nie należałoby nalepiać na deski, bo papier taki kurczy się przy ścinaniu z deski, lepiej rysunki te sporządzać na papierze podlepionym płótnem, unikając nadto podmalowywania całych pól.

b. Sposób wykonywania prac przedwstępnych. *)

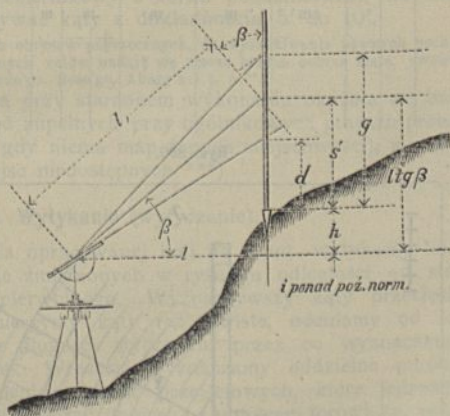
α. Przedwstępne prace miernicze.

1. Zdjęcia.

Pierwszym warunkiem szybkiego postępu zdjęć będzie należyte rozróżnianie rzeczy ważnych od mniej ważnych, potrzebnych tylko

do uzupełnienia poglądu na całość. Rzeczy ważne należy mierzyć starannie i dokładnie; mniej ważne można nieraz nawet tylko oceniać na oko, albo podług mapy. Wypadałoby jednak w rysunkach odróżniać przez odmiennie oznaczenia to, co istotnie mierzono, od tego, czem tylko uzupełniano rysunek. Podobnie też nie należy szczerzyć trudu i mierzyć dokładnie to, z czego błędy przenosiłyby się dalej, a nawet wzrastały (np. poziomowanie lub pomiary dłuższych linii, trójkątowanie i t. p.), pozwalając sobie wzajemian na pewną pobieżność w pomiarach podrzędniejszego znaczenia (np. zdjęcia krótkich przekrojów i szczegółów).

Rys. 889.



*) Por. Wskazówki do wykonywania szczegółowych prac przedwstępnych, Król. Dyrekcji Kolejowej w Kolonii (kolej lewe go brzegu Renu) 1892.

Sposoby zdjęć.

1. **Poziomowanie barometrem** na podstawie istniejących planów położenia (sytuacyjnych). Stosowne tylko do prac ogólnikowych, ale na ten cel też bardzo właściwe (por. str. 146).

2. **Zdjęcia przyrządami do mierzenia kątów, z dalmierzami**, np. tachymetrem (szybkomierzem), albo szwajcarskim stolikiem mierniczym z dalmierzem i linią, *) bardzo przydatnym przy pracach szczegółowych do pomiarów oddzielnych części (w podziałce 1 : 1000); por. str. 147.

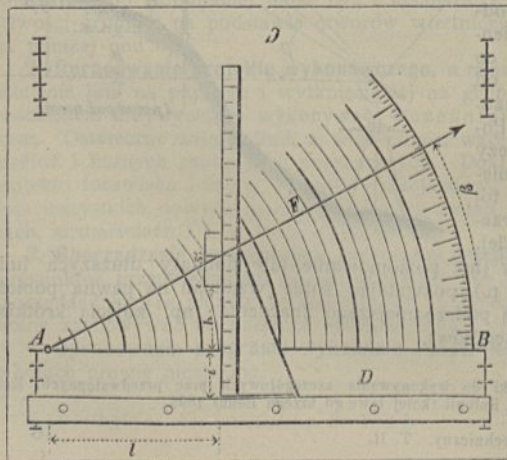
Przeczyty dogodnie zapisywać w dziennik pomiarowy, podług schematu poniżej podanego, w którym zapisujemy zaraz i wyniki obliczeń, dokonywanych na podstawie wzorów (p. rys. 889):

$$l = l_1 \cos \beta = k(g - d) \cos^2 \beta = k(g - d)(1 - \sin^2 \beta);$$

$$h = l \operatorname{tg} \beta - s.$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nr. punktu	Kąt poziomy	Kąt pionowy	Przeczyt na łańcu		Odległość pozioma	$l \operatorname{tg} \beta$	h	Pionik (kota) poziomu przyrządu	Pionik punktu	Uwagi
	α	β	$g =$ $d =$ $s =$	$k(g - d)$	l			i	$i \pm h$	
			cm	m	m	m	m	m	m	$k =$ stałemu współczynnikowi przyrządu (zazwyczaj $k = 100$, albo 200).
						+	-			

Rys. 890.



Uwaga. Rubryki (rzędy) 5 do 10 dla szybkomierza (a 7 do 10 dla stolika) obliczamy i wypełniamy w pracowni, pozostałe zaś w polu. Przy pomiarach stolikiem wypełnianie rzędu 2 jest zbyt ciężkie. Mnożenia przez $\sin^2 \beta$ dokonywamy najdogodniej z pomocą suwaka rachunkowego.

Obliczywszy podług tego wzoru pioniki każdego stanowiska przyrządu, a więc pioniki i punktów głównych, możemy obliczenia dla punktów drugorzędnych wykonywać prę-

*) n. p. Kern'a w Aarau.

dziej zapomocą swoiście przystosowanych suwaków rachunkowych np. Teischinger'a, *) Wild'a i innych, albo też **sposobem wykreślnym** (rys. 890), do którego narzędzia niezbędne każdy z łatwością sam sobie przysposobi: Ze sztywnego papieru wykrawamy: koło podziałkowe (stopniówkę), podziałkę, którą przyczepiamy do kątownki (ekierki) suwającej się po liniale, wreszcie suwaczek przesuwający się po owej podziałce, a odpowiadający łacie szybko mierza. W środku koła podziałkowego przytwierdzamy nitkę, poczem ustawiamy całe urządzenie tak, aby AB leżało o i (podług podziałki) ponad liniałem, równoległe do niego (jeżeli pioniki i są za wielkie, możemy normalny poziom pioników w rysunku podnieść dowolnie). Oznaczywszy długość $k(g-d)$ na nitce, pod kątem β wyciągniętej, mnożymy ją przez $\cos^2 \beta$, a to za pomocą dwukrotnego pionowania (rzutowania), czyli wykreślamy l , a zarazem $h+s$, od której to wysokości odejmując suwaczkiem wysokość (przečitana) s , otrzymamy szukany pionik: $i+h$. Dla odjemnych wartości β odwracamy całe urządzenie. Pożądaną jest tu praca wspólna z dwoma pomocnikami: jeden nastawia i trzyma nitkę w położeniu właściwym (β), drugi zaś odczytuje głośno dane już wielkości i , β i $k(g-d)$, oraz zapisuje wyniki.

3. **Zdjęcia za pośrednictwem (długich) obrysów poprzecznych** są mozolne i przestarzałe, a stosują je w braku lepszych przyrządów. Aby kierunek obrysu mógł dogodnie przystosować do nierówności gruntu, a raczej aby pomierzyć ten kierunek obrany, do tego starczy obrotny dajkąt przeziernikowy z kołem podziałkowym, na którym można przeczytywać kąty z dokładnością 5' do 10'.

Do zdejmowania krótkich obrysów poprzecznych, do wyszukiwania pewnych pochyłości gruntu i do tym podobnych celów nadają się nieraz bardzo dobrze małe, swoiste miernice pochyłości, np. Wrede'go, Bose'go, Abney'a i t. p. **)

4. **Fotogrametria** przy starannem wykonaniu okazała się bardzo przydatną do zdjęć zupełnych przy ogólnikowych pracach przedwstępnych (zwłaszcza gdy niema map danych miejscowości), a w górach do pomiarów miejsc niedostępnych. ***)

2. Wytykanie (wytyczanie).

W celu przeniesienia opracowanej linii na grunt wytykamy linie proste przez odkładanie zmierzonych w rysunku odległości od stałych punktów zdjęcia pierwotnego. Wyznaczywszy kąty przecięcia się tych prostych, mierzymy kąty rzeczywiste, odcinamy od ich wierzchołków obliczone długości stycznych, przez co wyznaczamy zarazem początki łuków. Wreszcie wyznaczamy oddzielne punkty krzywych z uwzględnieniem łuków przejściowych, które jednakże ponajczęściej starczy wyznaczać dopiero na gotowem torowisku, przy układaniu budowy wierzchniej.

*) Z. ó. A. u. Ing. V. 1883. Stosując szybko mierze z przesówkami systemu Wagner-Fennel'a i t. p., można wyniki powyższych obliczeń otrzymywać bezpośrednio jako przeczyty na przyrządzie; por. Jordan, Vermessungskunde. Tom II, 1893, str. 609.

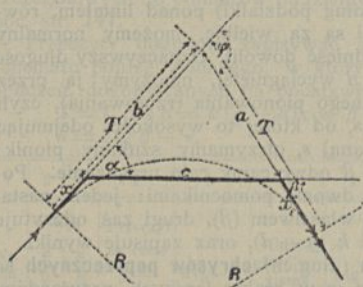
**) C. d. Bauv. 1886, str. 272 i 452; Deutsche Bauztg. 1877, str. 359.

**) Handb. d. Ing. Wiss. Tom I wyd. 3, rozdz. 1; oraz Steiner, Die Photographie im Dienste des Ingenieurs; Wiedeń 1891.

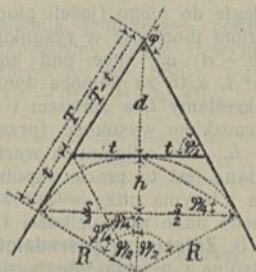
Gdy wierzchołek kąta jest zbyt oddalony, albo zgoła niedostępny, przekładamy dowolną linię pomocniczą, przecinającą obydwa ramiona kąta, a pomierzwszy obydwa kąty nowo wytworzone, obliczamy z nich kąt o wierzchołku niedostępnym i potrzebne długości.

Sposób obliczenia (p. rys. 891): Mierzono kąty α i β , oraz długość c ; dany nadto promień R .

Rys. 891.



Rys. 892.



$$\begin{aligned} \text{Mamy:} \quad \varphi &= \alpha + \beta; & T &= R \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varphi; \\ b &= \frac{c \sin \beta}{\sin \varphi}; & a &= \frac{c \sin \alpha}{\sin \varphi}; \\ x &= T - b; & x_1 &= T - a. \end{aligned}$$

Oprócz początku i końca łuku (punktów stycznych) wyznaczamy odrazu i jego środek, który posłuży nam zarazem za sprawdzian, a mianowicie: na dwójsiecznej kąta (rys. 892) odcinamy odległość odwierzchołkową d łuku, albo też posilkujemy się styczną pomocniczą t , którą dla większych kątów φ w każdym razie wytknęliśmy musieli:

$$t = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4}; \quad d = t \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = T \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4}.$$

$$\text{Połowa cięciwy będzie: } \frac{s}{2} = R \sin \frac{\varphi}{2},$$

$$\text{a strzałka: } h = \frac{s}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{4} = 2 R \sin^2 \frac{\varphi}{4},$$

długość łuku wreszcie (φ w stopniach):

$$l = \pi R \frac{\varphi}{180} = 0,0174533 R \varphi.^*)$$

Wartość l , h i s dla danych kątów φ p. Tom I, str. 36 i 37.

*) Do wszystkich, tego rodzaju dokładnych obliczeń, dogodnie są tablice linii trygonometrycznych i długości łuków w Rühlmann'a: „Logarithmische u. trigonometrische Tafeln;“ Lipsk u Arnoldi'ego. Do wyznaczania krzywych wystarcza jednakże i suwak rachunkowy.

Kilka zaufnych sposobów wyznaczania punktów łuku.

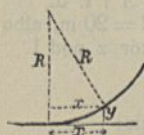
1. **Od stycznej**, najlepiej na zasadzie równych odcinków na stycznej, ponieważ na łuku i tak podział długości na stacye pomiarowe potem zrobić musimy.

Wzór dokładny brzmi (rys. 893): $y = R - \sqrt{R^2 - x^2}$,

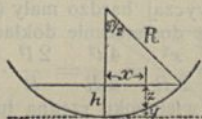
który wygodniejszym jednak będzie w postaci: $y = \frac{x^2}{2R} + \frac{y^2}{2R}$.

Obliczamy dla $x = 10, 20, 30$ m i t. d. nasamprzód wartości przybliżone $y = \frac{x^2}{2R}$, do których dodajemy potem jeszcze $y^2 : 2R$. Łatwo się przekonać, że, z wyjątkiem bardzo wielkich wartości x , albo bardzo małych R , dodatek ów zawsze możnaby zaniedbać, zadawając się wzorem przybliżonym: $y = x^2 : 2R$, którego wynik z łatwością można przeczytywać wprost na suwaku rachunkowym.*)

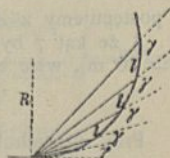
Rys. 893.



Rys. 894.



Rys. 895.



2. **Od cięciwy**, gdy styczna nie jest dostępna, albo dogodna; zaznaczamy od środka cięciwy, stosując wzór przybliżony (rys. 894):

$$z = h - y = h - \frac{x^2}{2R}$$

3. **Celowaniem przez przyrząd mierzący kąty na przedni kostur** (łańcucha lub taśmy mierniczej), który naprowadzamy w kierunku celowany, podczas gdy tylny kostur pozostaje na poprzednio wyznaczonym punkcie łuku (rys. 895).

Do jednakowych odcinków łuku (cięciw), o długości jednego odmiaru łańcucha, przynależą równowielkie kąty obwodowe:

$$\gamma = \frac{180}{\pi} \frac{l}{2R} = 206\,265 \frac{l}{2R} \text{ sekund.}$$

Uwaga. Kierunki celowania i łańcucha (taśmy) nie powinny różnić się nadmiernie od siebie, w przeciwnym bowiem razie dokładniejsze odcięcie punktu staje się wątpliwym: dlatego też po wyznaczeniu kilku punktów należy przyrząd przestawić na punkt ostatnio wyznaczony, nacelować poprzednie stanowisko, obrócić celownicę o kąt Σ (γ), a otrzymawszy tak kierunek nowej stycznej, wypada odwrócić lunetę na wywrót i postępować dalej jak poprzednio.

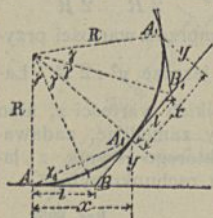
Posiłkując się natomiast do tegoż celu stolikiem mierniczym, kreślimy na nim w dowolnej, lecz możliwie wielkiej podziałce łuk i dzie-

*) Szczegółowe tablice między innymi: Hecht'a, Knoll'a, Kröhnke'go (13 wyd. 1896) Sarrazin'a i Oberbeck'a (13 wyd. 1901).

limy go cyrklem, a zatem bez obliczeń. Stolik niekoniecznie musi stać na łuku, łatwiej też możemy zmieniać stanowiska.

Jeżeli nawet wklęsła strona łuku nie jest swobodna (np. w tunelach, chodnikach górniczych i t. p.), to w razie konieczności zmieniamy stanowisko nawet po każdym odmiarze łańcucha; i jeżeli za pierwszym razem wyznaczyliśmy kąt γ od kierunku stycznej, to następnie wyznaczamy kąty 2γ zawsze od ostatniej cięciwy i odwracamy lunetę na wywrót.

Rys. 896.



4. Po wielokącie opisanym (rys. 896). Do danej długości l (np. jednego odmiaru łańcucha) przynależy kąt $\gamma = \arctg(l : R)$, albo dla małych kątów z dostateczną ścisłością:

$$\gamma = 206265 (l : R), \text{ sekund.}$$

Spółrzędne punktu A_1 , dla kąta środkowego 2γ , będą:

$$x = 2R \sin \gamma; \quad y = 2R \sin^2 \gamma.$$

Łącząc otrzymany punkt A_1 z B , otrzymujemy nową styczną (bok wielokąta opisanego)

i postępujemy z A_1 dalej tak samo, jak poprzednio z A i t. d.

A że kąt γ bywa zazwyczaj bardzo mały (np. dla $l = 20$ m, albo $l = 10$ m), więc będzie też dostatecznie dokładnym wzór z pod 1.

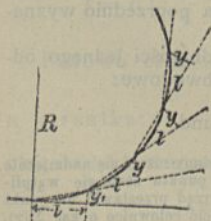
$$y = \frac{x^2}{2R} = \frac{4l^2}{2R} = \frac{2l^2}{R}.$$

Przy wierzchołkach B wieloboku rzędna łuku będzie:

$$y_1 = \frac{l^2}{2R} = \frac{y}{4}.$$

Sposób powyższy nadaje się do wytykania łuków zwłaszcza wtedy, gdy i sposób 1 i 2 staje się nieprzydatnym z powodu braku swobodnego miejsca na linii pomocnicze tak po wklęsłej jak i po wypukłej stronie łuku.

Rys. 897.



Podobnym jest sposób wyznaczania punktów łuku po **wielokącie wpisanym**, p. rys. 897.

Przybliżona wartość pierwszej rzędnej będzie (jak poprzednio):

$$y_1 = \frac{l^2}{2R}, \text{ a wszystkich następnych: } y = 2y_1.$$

W ten bardzo prosty sposób, prawie bez obliczeń i zupełnie bez mierzenia kątów, wyznaczamy bardzo prędko łuk koła, chociaż z małym uchybieniem co do wielkości promienia. Sposób ten jest zatem bardzo przydatny, zwłaszcza do linii wytykanych na próbę. O łukach przejściowych patrz poniżej w rozdz. I. B. III a. 3.

β. Prace przy projektowaniu.

1. Obliczenia pól przekrojów i objętości mas ziemnych.

1. **Pole przekroju** do projektu szczegółowego (a przy nierównym obrysie poprzecznym gruntu i do ogólnikowego) oznaczamy

z rysunku bądźto obliczeniem, bądźto planimetrem (powierzchnikiem), bądź też wreszcie wykreślnie, przez zamianę pola na trójkąt, dochodząc nawet do odmierzenia wyniku na podziałce liniowej (p. rys. 898 i 899), a mianowicie sposobem poniższym:

Kreślimy (rys. 898):

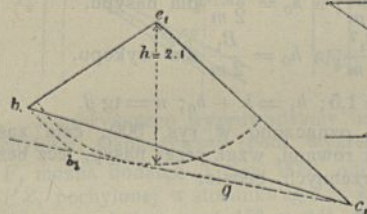
- 1) $b b_1 \parallel ca$;
- 2) $c c_1 \parallel b_1 d$;
- 3) $e e_1 \parallel b_1 f$;

a będzie:

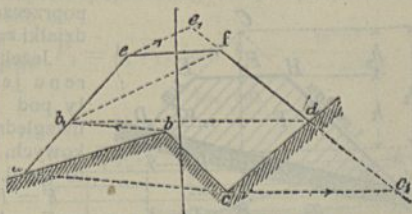
$$\triangle b_1 c_1 e_1 = a b c d f e.$$

Ten sam trójkąt $b_1 c_1 e_1$ przedstawia rys. 899; zataczamy z e_1 łuk koła o promieniu $h = 2 \cdot 1$ i kreślimy styczną do tego łuku $c_1 b_2$, dalej $b_1 b_2 \parallel e_1 c_1$, a otrzymamy w podziałce zastosowanej $g = c_1 b_2 = \triangle b_1 c_1 e_1 = a b c d f e.$ *)

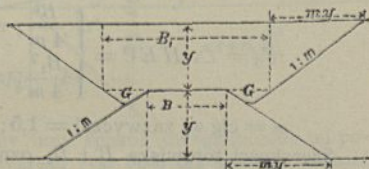
Rys. 899.



Rys. 898.



Rys. 900.



Do projektu ogólnikowego, gdy pochyłości poprzeczne gruntu są w przybliżeniu proste, oznaczamy pola przekrojów z tablic, albo jeszcze dogodniej z **wy-**

kresów przekrojowych, a mianowicie:

Jeżeli linia poprzeczna gruntu jest zupełnie, albo prawie pozioma, to na pola przekrojów (rys. 900) mamy wzory:

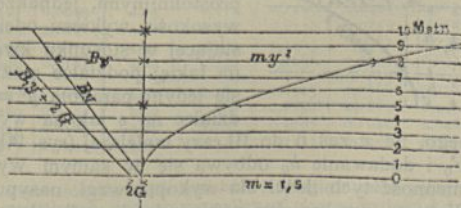
$$F = B y + m y^2 \text{ dla nasypu, a}$$

$$F = B_1 y + 2 G + m y^2 \text{ dla wykopu,}$$

jeżeli przez G oznaczymy pole przekroju jednego rowu.

Z wzorów tych (najdogodniej metodą różnic) można zestawiać tablice, albo też jeszcze dogodniej wykresy złożone z linii parabolicznej (p. T. I, str. 108 i n.) i prostej. Na wykresie (rys. 901) w kierunku pionowym odcina się

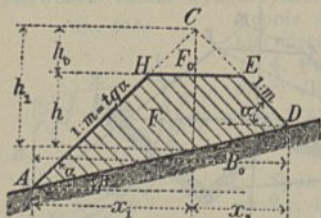
Rys. 901.



*) Szczegóły p. Deutsche Bauztg. 1890, str. 537.

wprost wysokości wzięte z obrysu podłużnego, t. j. wysokość nasypu, wzgl. głębokość wykopu w danym punkcie, podług podziałki tegoż obrysu, a na przynależnej do tej wysokości poziomej kresie między parabolą, a prostą ukośną (B_1y , wzgl. $B_1y + 2G$), określa w dowolnie obranej podziałce bezpośrednio zawartość pola przekroju poprzecznego w m^2 (np. 1 mm podziałki = 1 m^2 lub 2 m^2 i t. p.).

Rys. 902.



Jeżeli poprzeczny obrys terenu jest prosty, lecz pochylony pod kątem β (co wypadaloby uwzględnić i przy pracach ogólnikowych, gdy tylko $n = \text{tg } \beta > 1/9$), to (podl. rys. 902) otrzymamy:

$$F = F_1 - F_0 \text{ dla nasypów, a}$$

$F = F_1 - F_0 + 2G$ dla wykopów; we wzorach tych oznacza:

$$F_1 = \triangle ADC = \frac{m}{1 - m^2 n^2} h_1^2 = k h_1^2,$$

$$F_0 = \triangle HEC = \begin{cases} \frac{B^2}{4m}, & \text{a } h_0 = \frac{B}{2m} \text{ dla nasypu,} \\ \frac{B_1^2}{4m}, & \text{a } h_0 = \frac{B_1}{2m} \text{ dla wykopu,} \end{cases}$$

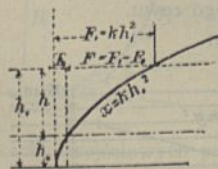
$$m = \text{ctg } \alpha, \text{ zazwyczaj } = 1,5; h_1 = h + h_0; n = \text{tg } \beta.$$

Szerokości torowiska B i B_1 oznaczono w rys. 900; cała zaś szerokość zajęta przez wykop z rowami, wzgl. przez nasyp, lecz bez rowów obok niego czasami potrzebnych, będzie:

$$B_0 = \frac{2m}{1 - m^2 n^2} h_1 = 2k h_1.$$

Wzór powyższy jest dogodny do określenia potrzebnego obszaru gruntów pod kolej (szerokość B_0 najlepiej odcinać jako rzędne na obrysie podłużnym).

Rys. 903.



Wyniki wzoru $F_1 = k h_1^2$, dla stałego m , a zmiennego n , możemy zestawić w tablice, albo też w wykresy paraboliczne (rys. 903), które wreszcie można zastąpić i wykresami prostoliniowymi, jednakże pod warunkiem, aby wysokości wykresu odcinać w podziałce wznoszącej w stosunku kwadratów. Odmierzania na takiej podziałce można uniknąć, posilując się jedyną parabolą $y^2 = x$, o takiej samej podziałce na y jak na wysokości obrysu podłużnego, na x zaś 5 do 10 razy mniejszej (rys. 904).

Odejmowanie ilości F_0 i dodawanie h_0 odbywa się w samym wykresie, przyczem odmiennosc tych ilości dla wykopu, wzgl. nasypu, należy uwzględnić. Wykresy przekrojowe najdogodniej wykreślać na papierze drobno-

kratkowanym. Stosować można je do dowolnej szerokości torowiska, wkreślając tylko właściwe proste na h_0 i F_0 .

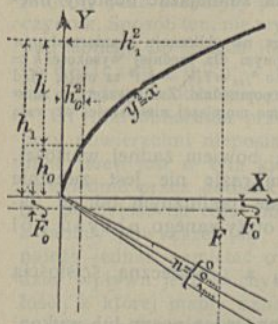
Gdy $n=0$, t. j. dla terenu bez pochyłości poprzecznej, otrzymamy inny kształt wykresu podług wzoru:

$$x = \bar{F}_1 = F_0 + \bar{F} = m h_1^2.$$

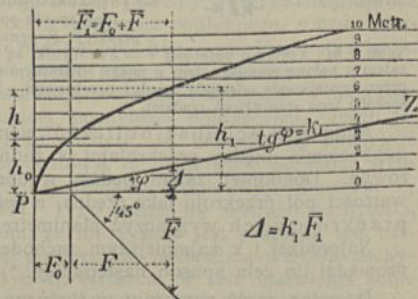
Zaniedbując zatem pochyłość poprzeczną, otrzymujemy zawsze wynik za mały, a mianowicie o:

$$F_1 - \bar{F}_1 = \Delta = \frac{m^2 n^2}{1 - m^2 n^2} \bar{F}_1 = k_1 \bar{F}_1, \text{ jeśli } k_1 = \frac{m^2 n^2}{1 - m^2 n^2}.$$

Rys. 904.



Rys. 905.



Z powyższego wyprowadzamy inny sposób uwzględniania tej pochyłości: Oznaczywszy (podl. wykresu rys. 903, dla $n=0$) wartość \bar{F} , można dodatek Δ (rys. 905) odchwytywać jako rzędną prostej PZ , pochylonej w stosunku $\text{tg } \beta = k_1$, a wyprowadzonej z P . Druga prosta, pochylona pod 45° w dół, pozwoli nam odchwytywać wprost wartości $F = \bar{F} + \Delta$. *) Do metody tej podajemy poniższą tablicę

Wartości k_1 dla przekrojów z pochyłością poprzeczną.

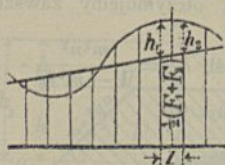
wyrażone w częściach pola F_1 przekroju równowysokiego, lecz bez owej pochyłości.

ctg β	$= \text{tg } \beta$	Wartości k_1 przy stoczystości 1 : m			ctg β	$= \text{tg } \beta$	Wartości k_1 przy stoczystości 1 : m		
		m=1,5	m=1,0	m=0,7			m=1,5	m=1,0	m=0,7
10,0	0,100	0,0230	0,0101	0,0049	4,75	0,211	0,1108	0,0464	0,0222
9,0	0,111	0,0286	0,0125	0,0061	4,50	0,222	0,1250	0,0519	0,0248
8,0	0,125	0,0364	0,0159	0,0077	4,25	0,235	0,1423	0,0587	0,0279
7,0	0,143	0,0481	0,0208	0,0101	4,00	0,250	0,1636	0,0667	0,0316
6,5	0,154	0,0563	0,0242	0,0117	3,75	0,267	0,1905	0,0766	0,0361
6,0	0,167	0,0667	0,0286	0,0138	3,50	0,286	0,2250	0,0889	0,0417
5,5	0,182	0,0804	0,0342	0,0165	3,25	0,308	0,2707	0,1046	0,0486
5,0	0,200	0,0989	0,0417	0,0200	3,00	0,333	0,3333	0,1250	0,0576

*) Bliższe szczegóły o stosowaniu obydwóch sposobów, z uwzględnieniem pochyłości poprzecznej i punktów przejściowych, wraz ze szczegółowymi danymi wartościami k i k_1 dla 4-ech stoczystości (pochyłości skarp, czyli stoków) podano w dziele: A. Goering, Massenermittlung i t. d. 4 wyd. Berlin 1902, u A. Seydel'a. — Wykresy przekrojowe można sporządzać i w innych postaciach, np. sprowadzając pole przekroju o pochyłej podstawie sposobem wykresnym do pola przekroju wyższego, lecz o poziomej podstawie, por. Coulmas w Centrabl. d. Bauv. 1900, str. 89.

2. **Obliczenie objętości mas ziemnych** zasadza się ponajczęściej na dodawaniu graniastoslupów o długości l i średnim przekroju $\frac{1}{2}(F_1 + F_2)$ podług wzoru (rys. 906):

Rys. 906.



$$V = \frac{1}{2}(F_1 + F_2)l,$$

który, przy płaskiej powierzchni ziemi między przekrojami, daje wyniki za wielkie o $\frac{1}{6}ml(h_1 - h_2)^2$.

Błąd wzrasta zatem w stosunku kwadratu różnicy wysokości przekrojów sąsiednich, dla tego też przy znacznych zmianach tych wysokości wypada zmniejszać odstęp między przekrojami.

Inny sposób polega na obliczaniu graniastoslupów o przekroju F , oznaczonym dla średniej wysokości $h = \frac{1}{2}(h_1 + h_2)$, a więc o objętości $V = Fl$. Wyniki są tu o $\frac{1}{12}ml(h_1 - h_2)^2$ za małe, błąd zatem o połowę mniejszy, lecz o znaku odwrotnym niż poprzednio. Zmniejszamy go znów przez zmniejszenie odstępów między przekrojami. Mimo mniejszej nieścisłości używają sposobu tego stosunkowo rzadziej.

Nadmierna ścisłość obliczeń niema bowiem żadnej wartości, gdyż ziemia między przekrojami w żadnym razie nie jest zupełnie równa. Dogodniej zatem będzie, w obrysie podłużnym odciąć zawartości pól przekroju jako rzędne, a pole otrzymanego obrysu pól przekrojowych wyznaczyć planimetrem.

Najprędzej i z najmniejszym zachodem, a dostateczną ścisłością prowadzi do celu sposób następujący: *)

Dowolną część przekroju podłużnego, np. jeden nasyp lub wykop, albo pewną część jego, pomyślmy sobie podzieloną rzędnymi y_1, y_2, \dots na szereg pasków pionowych, szerokości (długości) l . Pole tego przekroju oznaczamy przez $\sum ly$, a jego moment statyczny względem podstawy przez $\sum ly^2$. Sposób sumowania może być dowolny, np. podług wzoru Simpson'a lub innych, podanych w Tomie I, str. 132 i 133, albo wreszcie planimetrem. Znak \sum oznacza tylko prawidłowe zesumowanie wartości, odnoszących się do poszczególnych pasków lub rzędnych, w celu otrzymania istotnej wartości pola lub jego momentu, nie znaczy zaś bynajmniej, że szereg wartości ma się sumować algebraicznie. Otóż wartość $\sum ly$ najdogodniej oznaczyć z przekroju podłużnego planimetrem zwykłym, wartość $\sum ly^2$ zaś planimetrem do momentów statycznych, przyczem wypada jeszcze baczyć na to, że, jeżeli podziałka wysokości jest np. 10 razy większa niż dla długości, to (w stosunku do podziałki długości) otrzymamy dla $\sum ly$ wynik 10 razy większy, a dla $\sum ly^2$ nawet 100 razy większy od szukanego pola, względnie od jego momentu, co oczywiście łatwo da się uwzględnić przez stosowny współczynnik do stałej planimetru.

Dla przekrojów bez pochyłości poprzecznej było (str. 247)

$$\text{dla nasypu: } F = By + my^2,$$

$$\text{dla wykopu: } F_1 = B_1y + 2G + my^2;$$

*) Podany przez Redakcję niniejszego wydawnictwa.

mnożąc obydwie strony przez l i sumując w sposób powyżej określony, otrzymamy:

$$\text{objętość całego nasypu: } V = \sum F'l = B \sum ly + m \sum ly^2,$$

$$\text{objętość całego wykopu: } V_1 = \sum F_1 l = 2 G \sum l + B_1 \sum ly + m \sum ly^2.$$

We wzorach tych wielkości B , B_1 , G i m dla zwykłych wykopów i nasypów bywają stałe dla danej kolei (jedynie przy niezwykłym gruncie, w rozszerzeniach torowiska, albo w wykopach poziomych ulegają one zmianom, lecz dla takich części linii można zmiany te uwzględnić szczegółowiej), a $\sum l$ jest po prostu długością obliczanej części przekroju podłużnego. Pole $\sum ly$ i moment $\sum ly^2$ otrzymujemy jako przeczyty planimetrów, pomnożone przez stosowny współczynnik. Sposób ten, nie wymaga żadnej pracy wykreślnej, oprócz potrzebnego do innych już celów przekroju podłużnego, a nader mało obliczeń i tylko 2 planimetrowania podłużnego przekroju dla każdego, oddzielnie obliczanego nasypu lub wykopu.

Wyniki obliczenia przedstawiają objętości wykopów i nasypów przy powierzchni nieposiadającej pochyłości poprzecznej. Jeżeli jednak teren jest w tym kierunku pochyły, to możemy tę pochyłość uwzględnić przez dodatek procentowy, a mianowicie oceniając średnią pochyłość na całej obliczanej długości i dobierając stosowne k_1 z tablicy powyższej (str. 249). Przy ocenie tej średniej pochyłości, należy jednak pamiętać o tem, że im wyższy jest przekrój, tem bardziej wpływa jego pochyłość poprzeczna na średnią wartość pochyłości, z której mamy oznaczyć k_1 . Wreszcie, w celu ułatwienia sobie następnego rozmieszczenia mas ziemnych, zaleca się z góry już rozdzielać do obliczeń na dwie, a lepiej jeszcze na 3 części (środkowa najmniejsza) te wykopy, które prawdopodobnie wypadnie rozwozić na obydwie strony, i te nasypy, na które ziemię będzie trzeba z obydwóch stron przywozić.

2. Rozmieszczenie mas ziemnych

przeprowadza się drogą obliczeń i prób w taki sposób, aby ogół kosztów na roboty ziemne (wraz z terenem na odwały lub wykopy boczne, czyli ukopy) był możliwie najmniejszy, o ile inne względy nie zmuszają do uchybienia tej zasadzie (koszt budowli drogowych, bezpieczeństwo od zawiei śnieżnych i t. p.). Obliczenie objętości mas ziemnych, sposób ich rozmieszczenia, wraz z obliczeniem kosztów, należałoby tak zestawić w tablice, aby były one zrozumiałe i przejrzyste bez wszelakich objaśnień. Do tego nadaje się wzór tablicy, podany na str. 252 (por. Wykonanie robót ziemnych, pod **B. I. b.** rozdziału niniejszego).

3. Wykreślanie objętości i rozmieszczenia mas ziemnych.

Obrysy pól i mas ułatwiają i przyspieszają tak sporządzenie rozmieszczenia mas z uwzględnieniem rodzajów rozwoju, jako też i obliczenia kosztów.

Wielkości pól przekrojów poprzecznych (bez względu na to, w jaki sposób je oznaczyliśmy) odcinamy, jako kresy w dowolnej podziałce

Lewa strona (obliczenie objętości mas ziemnych).

Nr. pozycji	Nr. stacji pomiarowej	Długość m	Wykop				Nasyp				Rozmieszczenie			
			Połowa przekroju m ²	Przekrój średni m ²	Objętość m ³	Rowy podłużne m ³	Połowa przekroju m ²	Przekrój średni m ²	Objętość		w obrębie pozycji m ³	Poza pozycją		
									obliczona m ³	zmniejszona m ³		nadmiar m ³	braknie m ³	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	

Prawa strona (rozmieszczenie mas ziemnych i obliczenie kosztów).

Nr. pozycji	Dobycie — Przedmiot i miejsce	Klasa gruntu Nr.	Zużycie — Przedmiot i miejsce	Sposób rozwozu Nr.	Objętość		Rozwóz			Cena rozwozu za m ³			Koszty rozwozu				Cena dobywania za m ³	Koszty dobycia		Ogólny koszt robót ziemnych	
					Rozwóz wzdłuż linii m ³	Rozwóz wpoprzek linii m ³	Odległość środków ciężkości m	Podnios m	Spadek ‰	Poziomego k.	Dodatek na podnoszenie k.	Razem k.	Poszczególne		Ogółem			Rb.	k.	Rb.	k.
													Rb.	k.	Rb.	k.					
15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.	32.	33.	34.		
np.	Wykop boczny przy stac. 1 b.		Przejazd przy stac.	III.	Σ (13.)	Σ (12.)	400	4	10	21	4	25	375	—	—	—	10	150	—	525	—

(np. $1 \text{ mm} = 2 \text{ m}^2$), na rzędnych przekroju podłużnego, od rysu pochylonych (gradienty) poczynając, w górę lub w dół (wykop, nasyp). Rzędne nasypu pomniejszamy przytem w stosunku rozpulchnienia ziemi dobywanej. *) Otrzymany w ten sposób obrys pól przekrojów, czyli krócej obrys pól określa nam zawartością swego pola bezpośrednio objętość mas ziemnych. Zawartość tę określamy planimetrem, albo też wykreślnie, dzieląc obrys na pionowe paski jednakowej szerokości (np. równej odmiarowi stacyi przy pracach szczegółowych, a więc 20 lub 25 m), poczem sumujemy te paski, a raczej środkowe ich wysokości, odcinając je kolejno nad sobą na pionie nakreślonym przy początku lub końcu nasypu, wzgl. wykopu. [Ze względu na rozmiary rysunku trzeba ponajczęściej wysokości te odcinać w podziałce 2 do 4-ech razy pomniejszonej. *)] Wysokości odcięte na tym pionie, mierzone właściwą podziałką, wyznaczają nam objętości. Jeżeli punkty podziałowe tego pionu zrzutujemy poziomo na przynależne rzędne, to bez jakichkolwiek obliczeń wyznaczają nam one obrys mas ziemnych, czyli krócej **obrys mas**, którego dowolna rzędna (w podziałce właściwej) wyznacza objętość mas ziemnych, zawartych między początkiem (wzgl. końcem) nasypu lub wykopu, a daną rzędną.

Np. podziałka pól przekroju niech będzie $1 \text{ mm} = 2 \text{ m}^2$ (rysujemy ją pionowo obok obrysu pól), a szerokość pasków 25 m. Podziałkę mas (objętości) rysujemy pionowo obok obrysu mas, a będzie ona: $1 \text{ mm} = 2 \text{ m}^2 \times 25 \text{ m} = 50 \text{ m}^3$, jeżeli zaś zastosujemy pomniejszenie o połowę, to $1 \text{ mm} = 100 \text{ m}^3$. Gdy pola przekrojów wyznaczamy z wykresów przekrojowych (podł. str. 247 i 248), to odchyciwszy je cyrklelem z wykresu, odcinamy je wprost jako rzędne obrysu pól przekrojowych, nie troszcząc się wcale o ich wartość liczebną.

Podobnie i **rozmieszczenie mas** ziemnych da się łatwiej i prędzej skutecznie wykreślnie, na podstawie obrysu mas, aniżeli z mudnemi obliczeniami i próbami. Nawet przy ogólnikowych pracach przedwstępnych, posiłkując się wykresem przekrojowym, można z łatwością dla każdej linii próbnej wykreślać obrysy przekrojów i mas, poczem, rozmieściwszy i masy, oceniać ogólne koszty przewozu ziemi.***) Przy pracach szczegółowych cały przebieg prac tych pozostaje taki sam, jedynie pola przekrojów oznacza się na podstawie wrysowanych przekrojów poprzecznych. Zastępując jeszcze zwykłe tablice cen rozwoju wykresami tychże cen, można w jednym rysunku zestawzić krzywe dla różnych rodzajów rozwoju, co jeszcze bardziej ułatwi należyte ich uwzględnianie (p. uwagę do odsyłacza na str. 249).

γ. Program robót

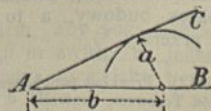
powinien poglądowo przedstawiać (najlepiej wykreślnie):

1. Rozkład robót co do czasu (na miesiące i kwartały).

*) Te i tym podobne pomniejszania w pewnym stosunku ułatwia znakomicie kąt pomniejszeń (rys. 907). Kresę b odcinamy z wierzchołka kąta A na ramieniu AB i odchwytyjemy cyrklelem prostopadłą do AC kresę a , pomniejszając zatem kresę pierwotną w stosunku $a:b$, czyli w stosunku wstawy danego kąta.

**) Goering, Massenermittlung. Massenvertheilung u. Transportkosten, 4 wyd. Berlin 1902 u A. Seydel'a.

Rys. 907.



2. Zapotrzebowanie na te poszczególne okresy wszelakich materyałów budowlanych, sił roboczych, narzędzi i pieniędzy, a to w celu dostarczenia materyałów na czas i przysposobienia dla nich dojazdów i dostępu, a zarazem aby rozmaite roboty, nie przeszkadzając sobie nawzajem, wiązały się prawidłowo ze sobą. Do określenia niezbędnego czasu roboczego posłużyć mogą dane poniższe:

Liczyć można dni robotnika, czyli dzionek, na 1 m³:

Robót ziemnych przy posadowieniu	około 0,25	dzionek.
Pogłębiania podwonego (np. przy posadowieniu na studniach)	1,8	„
Betonowania	1,4	„
Ścianek studzien z cegły	1,4	„
„ „ z ciosów	2,7	„
Zamurowania studzien	1,4	„
Muru z cegły	1,25 do 2	„
Muru z ciosów	3,5 do 4	„
Muru z kamieni łomowych, średniej ciężkości „	2 do 3	„
Sklepień z cegły	2	„
Zamurowania pachwin sklepiennych	1,6	„

W braku innych wskazówek można też ceny kosztorysowe (nacenne) na robociznę podzielić przez średnią dniówkę (płacę dzienną) w celu otrzymania dzionek niezbędnych na wykonanie danej roboty.

Roboty ziemne wymagają pod tym względem jeszcze szczególnych badań p. str. 259 i nast.

Do określenia istotnego czasu roboczego, uwzględniając niedziele, święta, dni słotne i przeszkody zimowe, należy liczyć średnio 24 dni robocze, 10-ciogodzinne na miesiąc, jednakże latem więcej, zimą mniej. W Rosyi liczba świąt jest większa.

Na roboty mularskie pod gołym niebem pewniej będzie w programie nie brać wcale w rachubę czasu od połowy listopada do połowy kwietnia; podobnie na roboty ziemne potrącać czas od połowy grudnia do końca marca. Robót w skale można przeważnie zimą nie przerywać. Przy robotach wodnych i przywodnych trzeba liczyć się z okresami przyborów i wylewów.

Dzieląc ilość potrzebnych dzionek przez liczbę dni roboczych całego okresu danej roboty, otrzymamy liczbę potrzebnych robotników, a pośrednio dalej i liczbę miejsc, w których należy równocześnie prowadzić roboty, aby uniknąć przepełnienia robotnikami poszczególnych miejsc pracy.

Roboty podziemne i podwodne (tunele, posadowienia pod sprężonym powietrzem i t. p.) prowadzą się zazwyczaj bez przerwy, a więc i w niedziele i w święta, dzionkami 6-cio do 8-miogodzinnymi, na zmianę, dniem i nocą. Na te roboty można zatem liczyć pełne 24 godziny na dobę, zwiększając jednakże wzamian cały, tak obliczony okres budowy, a to ze względu na nieprzewidziane przeszkody i przerwy. *)

*) Przykład podobnego programu p. Goering'a: Budowa drugiego mostu na Wiśle pod Tczewem, Centralbl. d. Bauv. 1899, str. 323 i nast.

B. Budowa kolei.

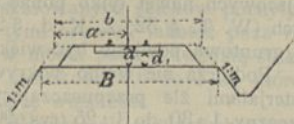
I. Poddroże (Budowa spodnia).

a. Projektowanie poddroża.

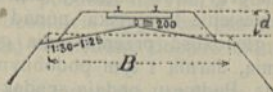
1. Podtorze z torowiskiem.

1. **Torowisko** (powierzchnia, w której styka się poddroże z podtorzem) szerokość jego $B = b + 2md$, jeżeli b jest szerokością korony, a d średnią grubością podtorza między torowiskiem i podstawą

Rys. 908.



Rys. 909.



szyny (rys. 908 i 909). Wartości na $b = 2a$ i d podano poniżej. Niekiedy w projektach uwzględniają ułożenie drugiego toru w przyszłości (Z. K. g. § 1), a natenczas odstęp torów podług str. 228.

2. **Szerokość korony.** Korona jest pojęciem, w rzeczywistości nieistniejącego pasa płaszczyzny, przez spód szyn przelożonej, a ograniczonego przedłużonymi stokami poddroża. Szerokość b korony w Niemczech określa się odległością a krawędzi korony od środka najbliższego toru, a mianowicie:

na kolejach głównych $a \geq 2m$ (Z. K. g. § 3. W. T. § 31). Na kolejach drugorzędnych $a \geq 1,75m$ (W. T. § 31). Na kolejach miejscowych średnitorowych $a \geq 1,5m$, na wązkotorowych a co najmniej równa się szerokości toru (Z. K. d. § 27). W łukach znacznej krzywizny i na wysokich nasypach wypada powiększać szerokość a (W. T. § 31).

3. **Grubość podtorza** pod podkładami na kolejach głównych $d_1 \geq 200$ mm (Z. K. g. § 4. W. T. § 3); na kolejach drugorzędnych $d_1 \geq 150$ mm; na kolejach miejscowych średnitorowych $d_1 \geq 130$ mm, wązkotorowych $d_1 \geq 100$ mm, na szlakach zębnicowych $d_1 \geq 200$ mm, (W. T. i Z. K. d. § 3).

Średnia więc grubość podtorza d (rys. 909) od spodu szyn na kolejach głównych z podkładami drewnianymi, 160 mm grubości, będzie około 400 mm.

Pod podkładami żelaznymi mimo ich mniejszej wysokości, wypada grubość d_1 nie zmniejszać, lecz raczej zwiększać; pod podkładami podłużnymi $d_1 \geq 300$ mm.

4. **Szerokość podtorza** określa się warunkiem, aby poza końcami podkładów było przynajmniej jeszcze po 0,5 m żwiru; na jeden tor kolei głównych szerokość podtorza w poziomie torowiska bywa 3,5 do 3,7 m.

5. **Szerokość torowiska**, gdy $m = 1,5$, będzie: pod koleje główne $B = 4 + 2 \cdot 1,5 \cdot 0,4 = 5,2$ m dla jednego toru, a pod dwa tory szerokość ta zwiększa się o odstęp torów. Według § 5. Z. o. Pr. na pruskich kolejach drugorzędnych $B = 4,2$ m, niekiedy 4,5 m, a przy sprzyjających okolicznościach zmniejsza się do 4 m.

2. Wzniesienie torowiska ponad poziom wód i jego odwodnienie.

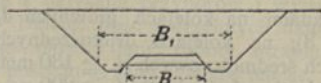
Spód szyny ma się wznosić przynajmniej 0,6 m ponad najwyższy poziom wód spiętrzonych z wyjątkiem nizin otamowanych (Z. K. g. § 4, W. T. § 32). Spód szyny, lepiej zaś samo torowisko, nie ma być narażony na zalewanie falą wód falujących. Spód szyn kolei drugorzędnych wznosi się nieraz zaledwie ponad najwyższy znany poziom przyboru, a kolei miejscowych nawet tylko ponad poziom przyborów częściej zachodzących (W. T. § 32; Z. K. d. § 28). Wzniesienie torowiska ponad wodę gruntową powinno być większe niż głębokość przemarzania gruntu. Podtorza nie wolno pokrywać ziemią, darnią i tym podobnymi materiałami źle przepuszczającymi wodę. Podtorzu nadają spadek poprzeczny 1:30 do 1:25 (rys. 909). Odwadniają je kanalikami odsącznymi, albo sączkami. W każdym razie odwodnienie prawidłowe jest niezbędne, zwłaszcza na gruntach mokrych (W. T. § 32).

Na łukach o znacznej krzywości zaleca się jednostronna pochyłość poprzeczna torowiska, równoległą do przechylenia toru, albo też przesunięcie toru o 2 cm ku środkowi krzywości na każdy cm podwyższenia szyny zewnętrznej, i równoczesne rozszerzenie torowiska po tej stronie.

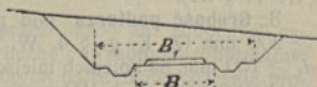
3. Rowy (rys. 910, 911).

1. **Dno rowu w wykopach** od 0,6 do 0,4 m, a w suchym gruncie do 0,3 m poniżej poziomu torowiska, z pogłębieniem niezbędnym na spadki rowów, jeżeli ich pochyłość (która ma być nie mniejsza

Rys. 910.



Rys. 911.



niż 1:600) nie jest równoległą do pochyłości szlaku. Pożądanem jest, aby poziom wody gruntowej leżał o tyle poniżej dna rowu, aby woda gruntowa nie zamarzała.

Szerokość dna 0,4 do 0,6 m, a w suchych miejscach nawet 0,3 m. Znaczniejsze ilości wody odprowadzanej wymagają stosownego poszerzenia rowu, podobnie też i wysokie stoki wykopów grożące obusami

Rowy wzdłuż podnóża nasypu są zazwyczaj zbyt wysokie po stronie, ku której spada teren, a stają się niezbędnymi, gdy wypada odprowadzić niuni wodę z wykopów, a natenczas otrzymują spadek nie mniejszy niż 1:600, w skrajnych wypadkach 1:800.

Pochyłość stoków rowów zwykle 1:1,5, oskałowanych 1:1 do 1:0,5. W rowach o spadku ponad 1:100 do 1:50 wzmacniamy stoki, zależnie od osuwistości gruntu, np. odzieżą z darni, murawy, oskałowaniem i t. p.

2. **Odsady stoków** w przekopie (rys. 911) szerokości 0,5 do 1 m, wzdłuż rowu na poziomie torowiska lub spodu szyn (a obok nasypu na poziomie samego terenu) nie są konieczne, a pozostawiają się przeważnie tam, gdzie stoki są osuwiste, albo rowy mogą ulegać замуłaniu, a natenczas służą one jako miejsce na wyrzucanie owych замуłów.

Wzdłuż górnej krawędzi wysokich stoków, po stronie, ku której teren się wznosi, rowy ochronne zbierają wodę i wprowadzają ją do wyskałowanych ścieków pochyłych, ułożonych wpoprzek stoku. Poza tymi rowami, jakoteż poza rowami u podnóża nasypu, a gdy rowów niema poza krawędzią stoków, pozostawia się jeszcze **pas gruntu**, szerokości 0,6 do 1 m, którego kraj zewnętrzny dopiero stanowi granicę własności.

W gruntach gliniastych ukształtowanie torowiska, podtorza i stoków wymaga wielkiej staranności w projektowaniu i wykonaniu *).

4. Stoki.

1. **Pochyłość** ich bywa zazwyczaj 1:1,5; większa stromość stoków nasypowych (1:1,25 do 1:1) wymaga narzutu kamiennego, oskałowania, a przynajmniej obrukowania stoków. Stoki wykopów w gruntach bardziej spoistych mogą być więcej strome w skałach do 1:1/6 przy sprzyjającym uwarstwowaniu.

Wzmocnienia stoków, zabezpieczające od wpływu wody, wiatru, mrozu i t. p. Ponajczęściej zabezpieczamy stoki murawą, wytworzoną bądźto przez odarniowanie, bądź też przez pokrycie stoków ziemią rodzajną i zasianie trawy. W gruntach bardziej osuwistych stosują z korzyścią płotki z chrustu, a między nimi zakrzewienia, w wodzie lub nad wodą bruk i narzut kamienny; brukować stoki wypada jednak dopiero, gdy nasyp osiadzie należycie. — W przypadkach właściwych stosują nadto:

2. **Mury**. Mury **odzieżne** chronią tylko od wietrzenia, mury **wsporcze** zaś wspierają nasyp lub ściany wykopu, przejmując na siebie parcie ziemi **).

Nader ważne jest należyte odwodnienie gruntu poza murem: w murach na zaprawie zostawia się otwory odciekowe, na przestrzał, ze stromym spadkiem, dodając nadto poza murem narzuty ze żwiru lub **tluczenia** (szabru), albo też rury odciekowe, sączki lub kanaliki odsączne. Zaleca się odchyłać silnie przedlicze (powierzchnię frontową) muru od pionu ku tyłowi.

Rozmiary murów pełnych na zaprawie (rys. 912 do 918) można oznaczać przedwstępnie podług poniższych wzorów, opartych na do-

*) E. Schubert, Zeitschr. f. Bauwesen 1889 i 1891, oraz Org. f. Fortschr. d. Eis. 1891.

**) S. Haeseler. Ustrój murów wsporczych, Handb. d. Ing. Wiss. tom I. Wydanie 3-je. rozdz. V. 1897.

świadczeniu, jednakże z zastrzeżeniem sprawdzenia stateczności rachunkiem lub wykreślnie (por. rozdz. XV. Statyka budowlana).

Rys. 912: mur odziewny z kamienia łomowego:

$$d = 0,6 \text{ m}; \quad d_1 = 0,1 h, \text{ lecz } \geq 0,6 \text{ m.}$$

Rys. 913: mur wsporczy (kolei Gothardzkiej) z kamienia łomowego:

$$a = 0,05 h_1, \text{ lecz } \geq 0,6 \text{ m.}$$

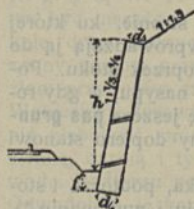
Rys. 914: mur wsporczy z cegły (przekrój Haeseler'a):

$$a \geq 2\frac{1}{2} \text{ cegły}; \quad a_1 \geq 2 \text{ cegły.}$$

Rys. 912.

Rys. 913.

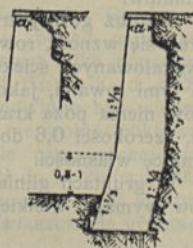
Rys. 914.



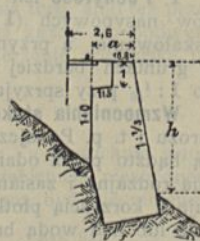
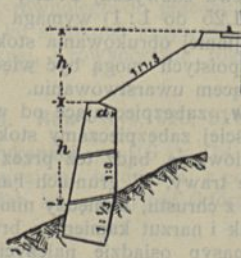
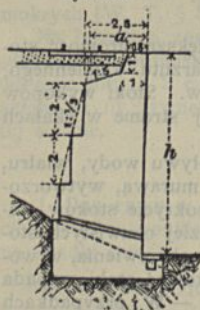
Rys. 915.



Rys. 916.



Rys. 917.



Rys. 915: mur wsporczy z kamienia łomowego, przy braku miejsca na odchylenie muru ku tyłowi (kolei Gothardzka):

$$a = 0,5 \text{ m} + 0,22 h, \text{ lecz } \geq 0,8 \text{ m.}$$

Rys. 916: mur wsporczy (kolei Gothardzkiej) z kamienia łomowego:

$$a = 0,1 h_1, \text{ lecz } \geq 0,6 \text{ m.}$$

Rys. 917: mur wsporczy (kolei Gothardzkiej) z kamienia łomowego aż do wierzchu podtorza:

$$a = 0,4 \text{ m} + 0,16 h, \text{ lecz } \geq 0,8 \text{ m.}$$

Mury na sucho układają się bez uszczelniania ziemią lub mchem, aby były przesączne; nie wiąże się ich też z murami na zaprawie, a pochyłość ich bywa: w nasypach 1:2/3 do 1:1/2, w wykopach zaś przy dobrym materyale aż do 1:1/3. Odsadki na tyle muru nie są pożądane, powodują one bowiem nierównomierne osadzenie się ziemi. Wierzchu muru nie należy wystawiać na wstrząśnienia

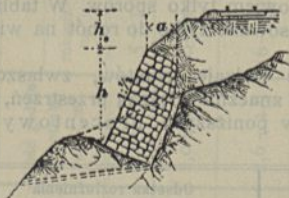
przez ciężary bezpośrednio się po nim poruszające. Krzywa paré nie powinna oddalać się nadmiernie od środka. Szerokość grzbietu nasypu wypada zwiększyć o $\frac{1}{50}$ do $\frac{1}{30}$ wysokości muru, a to ze względu na znaczne osadzanie się nasypu.

Rys. 918: mur na sucho, jako mur wsporczy, (na kolei Gothardzkiej tylko do $h=6$ m, a naówczas $a \geq 1$ do 1,5 m, $h_0 \geq 1,5$ m. Odchylenie od pionu do tyłu $1:1/2$).

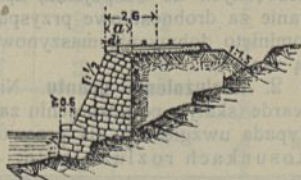
Rys. 919: podobny mur, lecz $a \geq 1$ m, $d=0,6$ m

3. **Układanki kamienne** (z kamieni nieprzykrzesywanych, o stokach $1:1$) z powodu znacznego osadzania się wymagają też dostatecznego powiększenia górnej szerokości nasypu, a mianowicie przynajmniej $\frac{1}{25}$ wysokości układanki.

Rys. 918.



Rys. 919.



4. **Warstwy wodonośne**, zwłaszcza bardziej pochyłe, jeżeli je wykop ma przecinać, należy uprzednio odvodnić sączkami lub kanalikami odsącznymi w dostatecznej odległości od brzegu zamierzonego wykopu, a to w celu zapobieżenia osuwom. Urządzenia te w razie potrzeby wykonywamy sposobem górniczym. (Chodniki z boku, albo z szybów wyprowadzone, z następnym wypełnieniem kamieniami). To samo dotyczy i nasypów, spoczywających na warstwach wodonośnych, które, leżąc tuż pod powierzchnią gruntu, wzbudzają obawę osuwów po obciążeniu nasypem *).

Zasadą być powinno zapobieganie wszelkim ruchom gruntu, a mianowicie przez **uprzednie** odwadnianie, a więc jeszcze przed rozpoczęciem właściwych robót ziemnych w danym miejscu, czyli przed naruszeniem równowagi pierwotnej.

b. Wykonanie robót ziemnych.

Oprócz właściwych robót ziemnych, czyli dobywania i przewozu ziemi, obejmuje ono i roboty przygotowawcze, a mianowicie miernicze, polegające na dokładnym sprawdzeniu poziomowania, wytknięciu krawędzi wykopów i nasypów i t. p., oraz gospodarcze, polegające na udostępnieniu miejsc budowy, zwiezieniu narzędzi, urzą-

*) S. Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau, Heft V. Unterbau, 3 wydanie, Praga 1877. v Kaven, Rutschungen der Böschungen u. s. w. Wiesbaden 1883. v Kaven, Anwendungen der Theorie der Böschung, Lipsk 1885. Gustav Meyer, w Handb. d. Ing.-Wiss. tom I. 3-ie wydanie, 1897. Barkhausen, w Handbuch d. Baukunde, r. III, 1892.

dzeniu mieszkań dla robotników i t. p. Ceny za **dobycie** obejmują **odspojenie** gruntu i **narzucenie** w niskie woźdła (przrządy przewozowe). Do cen za **przewóz** włączają zazwyczaj **wysypanie** i **rozwównianie** ziemi na miejscu przeznaczenia, oraz ładowanie, o ile się ono odbywa w warunkach utrudnionych. Za roboty stokowe (zrównianie i odzież) liczą zazwyczaj oddzielne dopłaty, bądźto za m² stoku, bądź też pewną nadwyżkę za m³ ziemi; natomiast za **rozwównianie** ziemi na miejscu przeznaczenia wyjątkowo tylko liczą oddzielne dopłaty.

1. Dobycie ziemi.

1. **Rodzaje gruntu i ceny za dobycie.** Zaleca się podział gruntów na niezbyt wielką ilość klas, w zależności od rodzaju narzędzi niezbędnych do odspojenia, np. podług tabl. str. 261; rozklasyfikowanie za drobnostkowe przysparza bowiem tylko sporów. W tablicy pominięto dobycie maszynowe, stosowane tylko do robót na wielką skalę *).

2. **Rozluźnienie gruntu.** Niektóre rodzaje gruntów, zwłaszcza twarde (skały), po odspojeniu zajmują znacznie większą przestrzeń, co wypada uwzględnić dla przewozu, w poniższych procentowych stosunkach rozluźnienia:

Rodzaj gruntu	Odsetka rozluźnienia	
	początkowy	stały
Piasek i żwir	10 do 20	1 do 2
Gлина zwykła i t. p.	20 „ 25	2 „ 4
Margle i t. p.	25 „ 30	4 „ 6
Gлина bardzo spoista	30 „ 35	6 „ 7
Skały	35 „ 50	8 „ 25

3) **Rozsadzanie.** **) Głębokość **wywiertu** t wzrasta wraz ze średnicą d . Wielkość naboju dobieramy w stosunku t^2 , ponieważ opór rozsadzania wzrasta w stosunku do stożkowej powierzchni odspojenia. Stosowne wartości na t i d są np.:

$t = 300$ do 500 mm;	$d = 30$ mm na proch;	$d = 23$ mm na dynamit.
500 „ 800 „	40 „ „ „	30 „ „ „
800 „ 1200 „	55 „ „ „	40 „ „ „

Wywierty wykonane maszynowo bywają głębsze od wykonanych ręcznie, wiercone wirowo — szersze niż przy wierceniu uderzmem. Przez próbne rozsadzanie oznaczamy najkorzystniejszy stosunek kosztów wiercenia i naboju do ilości gruntu rozsadanego. Dwóch robotników, pracując ręcznie, wyrobi dziennie wywiertu o $d = 25$ mm:

w piaskowcu i t. p.	około 6 do 6,5 m
we wapniakach spoistych i t. p.	„ 2 „ 3 m
w granicie i t. p.	„ 1,75 „ 2,5 m

*) Gustav Meyer. w Handb. d. Ing.-Wiss. tom I. 3-ie wydanie, 1897, str. 34 i nast. Ph. Forchheimer, Poglebiarki suche, Zeitschr. d. Ver. deut. Ing. 1887; Barkhausen, w Handbuch der Bauk. rozdz. III. 1892.

**) Handb. d. Ing.-Wiss. tom I. rozdz. IX, oraz Dolezalek, Tunnelbau, 1899. (dalszy ciąg str. 264).

Koszt dobywania ziemi (obliczony dla płacy 10 kop. za godzinę).

Klasa	Rodzaj gruntu	Narzędzia do odspajania gruntu	Ilość godzin robotnika na 1 m ³	Koszta w kopiejkach na 1 m ³			
				robocizna *)	narzędzia	materyały wybuchowe	Ogółem **)
I.	Grunt łatwo ukopny: piasek, ziemia nasypowa i t. p.	Łopata i rydel	0,5—1	5—10	.	.	7,5—12,5
II.	Grunt trudno ukopny: żwirek, glina piaszczysta lub lekka	Te same (lepiej rydel szląski), oraz kliny drewniane lub żelazne z pobijakami	1,0—1,5	10—15	1,5—2,5	.	12,5—20
III.	Glina twarda, gruby żwir, grunt kamienisty, rumowisko luźne.	Czekan oraz kliny z pobijakami.	1,6—2,3	16—23	2,5	.	20—27,5
IV.	Rozkruchowce: druzgoty (rumowisko) spoiste, piaskowiec miękki, łupek drobnołamiwy, wapieniak szczeliniasty.	Oskardy i łamaki niekiedy i rozsadzanie.	2,4—3,3	24—33	2,5—5	.	30—40
V.	Skąły łatwo rozsadzalne: zwłaszcza wapienne i kredowe, spoiste łupki i piaskowce, zlepione, (zwane także skałą miękawą).	Przyrządy do wiercenia i rozsadzania oraz łamaki.	3,3—6	33—60	5—7,5	10—15	45—85
VI.	Skąły trudno rozsadzalne: granit, gneis (gnusiec), syenit, kwarczoc (twardziec), rogowiec, porfir, melafir, zieleńce. Spoista waka szara.	Te same wraz z klinami i pobijakami.	6—8	60—80	7,5—10	15—25	85—120

U w a g i.

*) Robocizna ta obejmuje koszt naładowania jednym rzutem w niskie wozidła (przyrządy przewozowe), za ładowanie w wysokie wozidła, oraz za roboty podwodne dolicza się nadwyżkę.

**) Ceny powyższe obejmują i skromny zysk przedsiębiorcy.

Zawartość wody w lekkich gruntach zwiększa koszt o 7¹/₂ do 10 kop. za 1 m³.

Możnaby wprowadzić jeszcze klasę IV b, t. j. skałę nie wymagającą rozsadzania.

Przewóz

№	Określenia	I	II
		Taczki	Tak ręczny
1	a) Ilość ładunków na 1 m ³ ziemi dzie- wiczej, t. j. jeszcze nie wzruszonej. b) Toż samo dla skały, średnio:	15—16 17—18	3—3,5 3,5—4
2	a) Ilość wozideł i siły roboczej w jed- nym pociągu } b) Toż samo przy przewozach pod górę.	15—20 taczek z ty- łuź ludźmi Tak samo	Poszczególne taki z 2-ma ludźmi. Każdy tak z 3-ma ludźmi
3	a) Odległość przewozu w m b) Stosowna granica tej odległości. . .	{ 10—300 mniej niżeli 25 m } liczy się za 25 m ≧ 80—100	80—600 ≧ 300
4	a) Największe jeszcze możliwe wzniesie- nie s_{max} } b) Największy spadek nie zwiększający jeszcze kosztów $s_0 = \frac{1}{n_0}$ }	$\frac{1}{10}$ (do $\frac{1}{7}$) $\frac{1}{12}$	$\frac{1}{17}$ (60‰) $\frac{1}{27}$
5	a) Najwłaściwsza długość przewozowa na każdy m wzniosu $n_1 = \frac{1}{s_1}$ } b) Najwłaściwsza długość przewozowa na każdy m spadu $n_2 = \frac{1}{s_2}$ }	18 25	20 35
6	a) Dodatek długości na 1 m wzniosu $\frac{\Delta}{h} = a + b s$ (w m). } b) Dodatek długości na 1 m spadu $\frac{\Delta}{h} = -a + b s$ (w m) }	$a = \begin{cases} 13 \text{ dla wzniosów} \\ 9 \text{ „ spadów} \end{cases}$ $b = \begin{cases} 325 \text{ dla wzniosów} \\ 106 \text{ „ spadów} \end{cases}$	20 350
Uwaga. Gdy dodatki wypadną odjemne.			
7	a) Spadek samohamowności w b) Najwłaściwsza waga ładunku na dro- dze poziomej Q_0 w kg } c) Prędkość średnia przewozu i powrotu w m/min. }	$\frac{1}{30} - \frac{1}{15}$ 84 50—60	$\frac{1}{25} - \frac{1}{30}$ 540 50—75
Koszt przewozu wraz z przyrządami w kop. za 1 m ³ lekkiej ziemi suchej ^{*)} :			
8	Przewóz poziomy w kop. łącz- } $k =$ nie z kosztem narzędzi } jednakże nie niżej kop.	3 + 11 ł 6	7 + 4,6 ł 8
9	a) Nadwyżka s w kop. za wzniosy h w m przy przewozie na przepisaniem wzniesieniu s w ‰; (h jest wzniosem pionowych rzutów środków ciężkości na torowisko); b) przy krótkim przewozie (wpoprzek szlaku, gdy $l < \frac{n_1 h_0}{n_0 h_0}$, lecz gdy przez objazdy osiągnę	1,5 h + 0,035 s $9 h_0$	h + 0,15 s $10 h_0$
	1. Wznios, długości przewozu $l = n_1 h_0$ cena k za l z nadwyżką s za h_0 na wzniesieniu $s = \frac{1}{n_1}$ (p. № 5 a). Albo też tylko cenę k za odległość za- stępczą: $l_1 = (a + 2 \sqrt{b}) h_0 = . . .$	50 h_0 12 h_0	60 h_0 17 h_0
	2. Spad, długość przewozu $l = n_0 h_0 =$ Cena k za l bez nadwyżki		

*) Dla gruntów cięższych ceny wznoszą się do 25‰, dla skał do 50‰, dla gruntów wodonośnych 12 do 15‰. Z temi nadwyżkami wzory powyższe zgadzają się w przybliżeniu z danymi Gustawa Meyera w Handb. d. Ing.-Wiss., tom I. 3 wyd., 1897, str. 79 do 84.

ziemi.

III	IV a.	IV b.	IV c.
Tak konny	przez ludzi	Wagoniki poruszane: koniami	parowozami
2—2,5 2,5	Pojemność wagoników wązkotorowych 0,5—2,5 m ³ zwykle 1—1,25 m ³ a średniotorowych 2,5—4,5 m ³ .		
2 taki (do 4) na 1 konia lub 4—6 taków na 2 k. 1 tak na 1 konia.	1 wagonik z 1—2 ludźmi. 1 wagonik z 2—3 ludźmi.	4—6 wagoników po 1,5 m ³ na 1 konia. 3—1 wag. na 1 k. lub 1 w. po 2 ¹ / ₃ —1 ¹ / ₅ m ³ na 1 k.	10—36 wagoników na 1 tendrak Stosunkowo mniej
300—1500	{ 80—1000 M ≥ 10 000 m ³ ≤ 500	{ 300—2000 M ≥ 20 000 m ³ 500—1500	{ Począwszy od 500 m jeżeli M > 500 000 m ³ a średnia odległość znaczna
¹ / ₁₇ (60°/∞)	¹ / ₃₃ — ¹ / ₂₅ (30—40°/∞)	¹ / ₄₀ — ¹ / ₂₃ (25—30°/∞)	} Zależnie od budowy parowozów s _{max} do ¹ / ₂₀ .
¹ / ₂₀	¹ / ₅₀ — ¹ / ₆₀	¹ / ₂₀ — ¹ / ₆₀	
25	60—80	60—80	
40	100—120	100—120	
25	80	71	
520	3870	3560	

to się ich zazwyczaj nie uwzględnia.

¹ / ₃₃ — ¹ / ₂₅	dla IV a, b, c średnio ¹ / ₂₀₀ jednakże bardzo zależne od stanu drogi.		
700	1500	3100	—
60—75	60—75	70—75	300—400

t oznacza odległość przewozową w jednostkach 100 m, M zaś masę przewożoną w m³.

$13 + 2,5 t$	$6 + \left(1,25 + \frac{25000}{M}\right) t$	$17 + \left(0,5 + \frac{30000}{M}\right) t$	$10 + \left(0,25 + \frac{37500}{M}\right) t$
17,5	12,5	15	15

$\frac{h}{2} + 0,25 s$	$1,25 h + 0,125 s$	$\frac{h}{2} + 0,30 s$	$0,125 h + 0,375 s$
------------------------	--------------------	------------------------	---------------------

nąć możemy pożądane wzniesienie, a h₀ jest wzniosem istotnych środków ciężkości, to:

12,5 h ₀	30 h ₀ —40 h ₀	30 h ₀ —40 h ₀	} Zależne od budo- wy parowozów
70 h ₀	200 h ₀	200 h ₀	
20 h ₀	50 h ₀ —60 h ₀	50 h ₀ —60 h ₀	

Uwaga. Cyfry w № 4, 5, 6 i 9b zestawiono podług dzieła: Winkler, Unterbau 3 Wyd. 1877, dane zaś z pod № 9a z Goeringa, Massenermittlung usw. 3 Wyd. 1898. Str. 24. Ceny z pod № 8 obliczone na zasadzie płacy robotnika 10 kop. za godzinę, a za konia 2,5 rubla dziennie.

4. **Ceny dobywania** różnych rodzaj gruntu, obliczone na zasadzie płacy 10 kop. za godz., zestawiono w tabl. str. 261; ceny te zmieniają się w stosunku do wysokości płacy.

2. Przewóz ziemi.

Zwykłe sposoby przewozu:

- I. Taczki na koleinach żelaznych lub drewnianych (balach).
- II. Taki ręczne, dwukolne, na podobnych koleinach.
- III. Taki konne, dwukolne, na koleinach z obręczkami.
- IV. Kolejki o przeświśle toru 0,6 do 1-go m, rzadziej średniotorowe; wagoniki czterokolne, a mianowicie napędzane:
 - a) przez ludzi,
 - b) końmi,
 - c) parowozami (zazwyczaj małe tendraki, 20 do 120 M).

Tablica na str. 262—263 uwzględnia wszystkie powyższe sposoby przewozu i zawiera wszelkie niezbędne dane*).

Objaśnienia tablicy na str. 262 i 263.

1. Wybór sposobu przewozu.

Każda robota ziemna rozpoczyna się zazwyczaj prostem odrzucaniem lub taczkami; poczem, ponajczęściej bez posiłkowania się sposobami pośrednimi, przechodzi się wprost do tego sposobu przewozu, jakim się ma wykonywać cała robota, a który już w projekcie należałoby określić i cenę dla niego obliczyć. Do wyboru sposobu najwłaściwszego przewozu posiłkujemy się obrysem mas (str. 251 i nast.) i tablicą powyższą: Pod Nr. 8 i 9 tablicy znajdujemy ceny jednostkowe, a z obrysu mas otrzymujemy ilość, długość i wznios przewozu. Długość i wznios przewozu wzdłuż szlaku oznaczamy nie podług istotnych środków ciężkości, lecz podług ich rzutów pionowych na torowisko, natomiast dla przewozów wpoprzek szlaku miarodajnymi są same środki ciężkości, których położenie, jako też ilości mas ziemnych otrzymujemy z przekrojów poprzecznych.

Przewóz małych mas na wielkie odległości wypadła znacznie drożej niż podano w tablicy; przewozów takich należy zatem wedle możliwości unikać, zastępując je ukopami bocznymi i takimiż odwałami.

2. Obliczanie kosztów przewozu.

Dokonawszy rozmieszczenia mas w projekcie, oznaczamy dla każdej poszczególnej działki roboczej odległość i wznios środków ciężkości w sposób powyżej podany. Podług wzniosu z Nr. 8-go tabl. znajdujemy dodatek długości, poczem z ogólnej długości i sposobu przewozu otrzymujemy z Nr. 8-go cenę jednostkową. Zamiast tego można cenę za przewóz poziomy liczyć podług istotnej długości i Nr. 8-go, a nadwyżkę ceny za wznios podług Nr. 9a. W razie gdy łącząca środki ciężkości jest zbyt stroma, dla danego sposobu przewozu, lecz gdy przez objazd możemy osiągnąć drogę dogodnej pochyłości (co w przewozie poprzecznym bywa zazwyczaj możliwe), to stosujemy dane z pod Nr. 9-go tablicy.

Zamiast wzorów powyżej podanych, dogodniej będzie posiłkować się **tablicami cen**, które obliczamy z wzorów dla każdego sposobu przewozu i stopniowo się zwiększających odległości, a jeszcze poręczniej wykresami tychże tablic cen. A że wykresowe cen są liniami prostymi, więc dla każdej z nich starczy wyznaczenie dwóch punktów, np. dla $t = 0$ i $t = 2000$ m. Dogodne wymiarki tych wykresów będą dla odciętych wymiarka długości, zastosowana w obrysie podłużnym drogi, dla rzędnych zaś, np. 1 mm = 1 kop. Przecięcia się wzajemne poszczególnych wykresowych dla rozmaitych

* Co do innych sposobów przewozu ziemi przy pomocy swoistych urządzeń mechanicznych, jako to: przeróżnych kolejek linkowych, przenośników pasowych lub rylnienkowych i t. p. por. Gustav Meyer, Handb. d. Ing.-Wiss. Tom I. wyd. III. 1897, oraz Buhle, w Centralbl. d. Bauv., 1902, str. 245, jako też dzieło jego: Technische Hilfsmittel zur Beförderung u. Lagerung von Massengütern, Berlin 1901, str. 95 i 145.

sposobów przewozu określają nam odległości, graniczne, dla których następnym sposobem przewozu staje się tańszym*).

Często stosują jeszcze obecnie ogólne tablice cen jednostkowych, nieuwzględniające sposobu przewozu, co powoduje niedokładności w ocenie kosztów robót ziemnych. Tablicę taką (podł. Gust. Meyer'a) podajemy poniżej:

Ogólna tablica cen przewozu, wraz z kosztem narzędzi.

Odległość przewozu m	Cena kop./m ³	Odległość przewozu m	Cena kop./m ³	Odległość przewozu m	Cena kop./m ³	Uwagi
25	7,0	500	25,0	1600	38,0	Kamienie o 20% drożej.
50	9,0	600	27,0	1700	38,5	Za każdy m wzniosu przy odległości przewozu: do 100 m nadwyżka 1,2 kop./m ³
75	11,0	700	28,5	1800	39,0	
100	12,5	800	30,0	1900	39,5	
150	15,0	900	31,5	2000	40,0	100 do 500 m " 1,0 "
200	17,0	1000	33,0	2500	42,5	500 " 1500 m " 0,5 "
250	19,0	1100	34,0	3000	45,0	ponad 1500 m " 0,3 "
300	20,5	1200	35,0	3500	47,5	Wykres tej tablicy przedstawia krzywą o zmniejszającej się krzywości.
350	22,0	1300	36,0	4000	50,0	Ceny tej tablicy są niższe od cen obliczonych podług tablicy str. 261 i nast.
400	23,0	1400	37,0	4500	52,5	
450	24,0	1500	37,5	5000	55,0	

II. Ogrodzenia, odśnieżenie, przejazdy.

a. Ogrodzenia i pasy przeciwpożarowe. III

1. **Ogrodzenia** są tam niezbędne, gdzie zwykły dozór nie starczy na niedostępnięcie kolei ludziom lub bydłu. Między szlakiem kolejowym a drogami, w jednakowym poziomie, obok idącymi, odgrodzenie jest konieczne; można jednak zastąpić je niekiedy rowem z obok usypaną tamą (P. R. g. § 4. W. T. § 22), w przeciwnym zaś razie zostawić przynajmniej po zewnętrznej stronie rowu pas ochronny 0,5 do 1 m szer.

O niezbędnych odgrodzeniach przy drogach wzdłuż kolei drugorzędnych postanawia władza nadzorcza (P. K. d. § 7), a są one nieodzowne tylko w miejscach zagrożonych, przy prędkościach zaś do 30 km/godz. niewymagane.

Żywopłoty wysokości około 1,2 m. **Odgrodzenia druciane** z drutu żelaznego, ocynkowanego, 4 mm ϕ (100 m drutu waży 10 kg). **Poręcze drewniane** przy drogach, wykonują nieraz ze starych podkładów.

W Rosyi:**) Wsiady (perony), oprócz strony do wsiadania i zejść, w miejscach nieprzylegających do budynków, powinny otrzymać poręcze 1,07 m wysokie, lecz dla wsiad-

*) A. Goering, Massenermittlung u. s. w., III wydanie, Berlin 1898, nakładem A. Seydel.

**) Warunki techniczne co do urządzenia ogrodzeń na stacjach, z dnia 30 października 1902 r. № 86. (Dodatek do protokołu Rady Inżynierskiej).

dów niższych od 0,53 m, na stacyach III, IV i V klasy, oraz na przystankach urządzenie poręczy nie jest obowiązujące; zastąpić je można żywoplotami lub łagodnymi stokami, w stosunku 1 : 6, odarniowanymi lub obrukowanymi. Ważniejsze stacje powinny otrzymać oparkanie przynajmniej 1,7 m wysokie, na stacyach mniej ważnych należy oparkanie przedewszystkiem podwórza towarowe, składy materiałów i paliwa, pozostałe zaś części mogą otrzymać ogrodzenia tańszego rodzaju.

2. Pasy przeciwpożarowe wzdłuż szlaku, są niezbędne w lasach, puszczech, stepach i suchych torfowiskach, a należy je pozbawiać roślinności, ulegającej zatleniu, albo użytkować z nich w sposób wykluczający wzniesienie pożaru. Szerokość tych pasów zależy od warunków miejscowych i od krajowych przepisów policyjnych. Pasy przeciwpożarowe można zastąpić szerokimi rowami, przeprowadzonymi w pewnym odstępnie, równoległe od szlaku, z których należy stale usuwać wszelkie przedmioty palne. Drzewa, któreby mogły grozić przewaleniem się na szlak, trzeba zawczasu usuwać (W. T. § 26).

Rozporządzenia ministerium pruskiego z 27 paźdź. 1873 :

Po obu stronach kolei należy usunąć zadrzewienie na pasach 8 do 16 m szerokich, lecz zaniechać tego można przy głębokich wykopach, o ile stoki zajmują szerokość większą od wymaganej na pasy przeciwpożarowe, jakoteż i w miejscach, w których, z powodu rodzaju gruntu, obawiać się można zapiaszczenia po wyrębieniu drzew. Nadto w odległości 40 m od kolei trzeba wykopać obustronnie rowy, szerokości 0,6 m w dnie, a 2,6 m wierzchem.

W odstępach co 80 m należy wpoprzek od tych rowów aż do pasów przeciwpożarowych poprowadzić podobne rowy, a to w celu odosobnienia pożaru, któryby wybuchnął między rowem głównym a koleją. Podściółkę wypada wedle możliwości usunąć z części lasu między rowami a pasem przeciwpożarowym. Przepisy, dotyczące pasów przeciwpożarowych wzdłuż kolei drugorzędnych^{*)}, podano w Eisenbahn. Verordnungsblatt 1894, Por. nadto przepisy o budowlach i t. d. str. 229.

b. Ochrona od zawiewów śnieżnych. ○ □

Od zawiewów i zasp śnieżnych chroni: unikanie wedle możliwości przekopów płytkich, a gdy to nie możliwe: skierowanie ich równoległe do wiatrów panujących w czasie zawie; albo zmniejszenie stromości stoków do 1 : 4 do 1 : 5; albo wreszcie zastosowanie swoistych odśnieżni, jako to: odśnieżnic (wałów przeciwśnieżnych), płotów odśnieżnych, które można zastąpić żywoplotami 1,3 do 2 m wysokości, niższe bowiem płoty mało są skuteczne. Odśnieżnie takie stawia się w odległości 4 do 5-cio krotnej ich wysokości od krawędzi przekopów i przedłuża je aż poza końce przekopów^{**}). Urządzenia takie wypada uwzględniać już przy projektowaniu kolei (W. T. § 25) i przy nabywaniu gruntu.

Przepisy rosyjskie podano na str. 207^{***}).

c. Przejazdy.

a) Przepisy rosyjskie (por. nadto str. 208)^{****}).

1. Urządzenie przejazdów.

Szerokość przejazdu pod lub nadtorowego niema być w prześwicie mniejsza niż 4,27 m (2 saż.) dla dróg polnych i wiejskich, a dla dróg bitych, pocztowych i traktów

^{*)} Kienitz, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, sierpień, 1901.

^{**} Schubert, Schneewehen u. Schneeschutz-Anlagen, Wiesbaden 1892; Schubert, w Röll'a Encyklopedie d. Eisenbahnwesens, tom VI. 1894. Centralbl. d. Bauverw. 1889; 1893 i 1895. Org. f. Fort. 1891, str. 1 i nast.

^{***} Szczegóły p. Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dla służby drog. Zesz. 2, str. 74. Petersburg, 1900 r.

^{****} Zbiór rozporz. jak wyżej, str. 63.

handlowych przynajmniej 6,4 m (3 saż.). Cała wysokość takich przejazdów w prześwicie nie ma być mniejsza niż 4,27 m (2 saż.), pełną zaś szerokość przejazdową należy zachować przynajmniej do wysokości 2,34 m (1,1 saż.) na drogach bitych i traktach, a do wysokości 1,28 m (0,6 saż.) na drogach polnych i wiejskich.

Szerokość przejazdu w poziomie szyn ma być nie mniejsza od 3,2 m (1,5 saż.), a na drogach bitych i brukowanych przejazd taki nie węższy od samej drogi, kąt zaś przecięcia się ze szlakiem kolejowym w ogóle nie mniejszy niż 45°; w razie potrzeby wypada odchylić drogę. Torowisko między krawężnikami przejazdu takiego ma być zabrukowane w poziomie grzbietu szyn, pokryte balami, lub utrwalone w inny zaufny sposób, przyczem w odstępnie 50 mm (2 cal.) od szyn torowych w całej szerokości przejazdu, należy ułożyć prowadnice z szyn, które można też zastąpić kątownikami. Końce tych prowadnic wystają poza szerokość przejazdu po 300 mm (1 st.) i na tej długości odgina się je w celu rozszerzenia żłobka. Droga na samym przejeździe, oraz obustronnie na 8,5 m (4 saż.) od skrajnych szyn, powinna być w swej osi pozioma. Spadki na wjazdach i zjazdach przejazdowych (również i w przejazdach podtorowych) mają być nie większe niż 0,05, a w miastach i na drogach bitych niż 0,03. Wjazdy na groblach, wysokich ponad 1,07 m (0,5 saż.), należy po bokach ogradać słupkami. Mostki i przepusty pod takimi wjazdami mogą być z kamienia, betonu, metalu lub drzewa. Oddalenie rogatki (1,07 do 1,3 m wysokiej) od najbliższej szyny przynajmniej 8,5 m (4 saż.), a do ich pomalowania należy unikać barw sygnałowych. Rogatki trzeba tak urządzać, aby ich nie można było objeżdżać, a gdzie się odbywa przepęd bydła, to rogatka powinna zapobiegać przechodzeniu i dołem, a z boku otrzymać natenczas przejścia dla pieszych z samozamykającymi się furtkami, kołowrotami lub t. p.

2. Utrzymanie przejazdów.

Naprawianie przejazdów nie powinno tamować ruchu drogowego, a gdy to niemożliwe na drodze bitej, należy się porozumieć z jej właścicielem i zawiadomić policję na tydzień naprzód.

3. Straż na przejazdach *).

Nieodzownem jest strzeżenie przez dróżnika przejazdów natorowych przy prędkości pociągów (średniej między stacyami) 42 wiorsty na godz. lub większej, a przy mniejszej prędkości na drogach bitych, ważnych traktach handlowych i pocztowych, na ulicach miejskich i wiejskich. Na drogach mniej ważnych przejazdy takie można pozostawić bez straży, jeżeli z przejazdu da się dostrzedz pociąg nadchodzący przynajmniej z odległości:

przy średniej prędkości pociągu między stacyami do 25 w./godz.	200 saż.	(426 m)
" " " " " " " "	30 "	250 " (533 m)
" " " " " " " "	35 "	300 " (640 m)
" " " " " " " "	42 "	350 " (747 m).

Zjazd do przejazdu niestrzeżonego niema mieć spadku ponad $\frac{1}{40}$, przynajmniej na długości 21,3 m (10 saż.), licząc od przepisanej części poziomej [8,5 m (4 saż.) od skrajnej szyny]. Nadto z owego [30 m (14 saż.) oddalonego] punktu drogi pociąg nadchodzący z dowolnej strony, powinien być widoczny. Przejazdy niestrzeżone należy zaopatrzyć w znaki przepisane wzoru, a każdy silniczy (maszynista) powinien otrzymać wykaz takich przejazdów z oznaczeniem wiorst.

β. Przepisy niemieckie.

1. Przepisy ogólne.

Przejazdy natorowe, t. j. w poziomie szyn, należy zaopatrzyć w mocne, a łatwo dostrzegalne rogatki, które w stanie otwartym nie powinny zacieśniać obrysu kolejowego (P. R. g. § 4; W. T. § 20). W miejscu, gdzie wozy, konie i bydło ma się zatrzymywać, gdy rogatka zamknięta, ustawia się tablice ostrzegawcze (P. R. g. § 4 i 59; P. K. d. § 7; W. T. § 21 a; Z. K. d. § 18).

*) Co do kolei podjazdowych por. str. 215.

Przejścia dla pieszych można zagradzać kołowrotami lub innemi, równie zaufnemi odgródkami (P. R. g. § 4; W. T. § 20).

Stosownie do § 21-go P. K. d. na kolejach drugorzędnych przy prędkościach, przekraczających 15 km/godz., należy strzedz przejazdu i przejścia więcej niebezpieczne. Rogatki (podł. W. T. § 20) są nieodzowne w miejscach zagrożonych lub o większym ruchu, wreszcie gdy prędkość jazdy przekracza 30 km/godz.

Na kolejach drugorzędnych (podł. Z. K. d. § 18) roгатki są niezbędne tylko przy ruchu bardzo ożywionym, a znaki, wskazujące silniczemu bliskość przejazdu niestrzeżonego, należy stawiać w oddaleniu właściwym od przejazdu (P. K. d. § 8 i 21; W. T. § 21a; Z. K. d. § 18).

Na kolejach głównych wolno zamykać (przewodami drucianymi lub t. p.) z oddalenia ponad 50 m jedynie roгатkę przejazdów mało uczęszczanych, zawsze z warunkiem, aby dróżnik ze swego stanowiska mógł ją widzieć (P. R. g. § 4), oraz aby się przed jej zamykaniem odbywał dzwonek ostrzegawczy. Wszelkie roгатki, poruszane przewodem drucianym, powinny dać się zamykać i otwierać i od ręki (P. R. g. § 4; P. K. d. § 7), por. też W. T. § 21, a dalsze szczegóły p. na str. nast.

Oświetlenie zamkniętej roгатki jest nocą konieczne, gdy się roгатka zdala zamyka, pozatem tylko na przejściach ważniejszych (P. R. g. § 5).

Za pozwoleniem Władzy Krajowej można przejazdy mało uczęszczane trzymać stale w stanie zamkniętym, a otwierać je tylko na żądanie, objawione sygnałem dzwonkowym (P. R. g. § 5).

I kobiety mogą pilnować przejazdów, lecz nadzoru nad torem nie wolno im powierzać (P. R. g. § 5; P. K. d. § 21).

2. Kształt przejazdów.

Droga wedle możliwości ma się krzyżować z koleją pod kątem nie mniejszym od 30°. Powierzchnia drogi między szynami ma być płaska, bez wypukłości. Obustronnie poza roгатkami droga powinna być prawie pozioma przynajmniej 6 do 7,5 m, por. W. T. § 18. Jeżeli droga spada ku kolei, to ów poziomy jej kawałek powinien być przynajmniej 12 do 15 m długi.

Szerokości przejazdów w prześwicie roгатki mają być: dla dróg publicznych w Prusach, ze względu na szerokie maszyny rolnicze, przynajmniej 4,5 m (Rozporz. Min. z 27/XII 1873); zwykła szerokość przejazdów dla dróg bitych na wsi 6 do 8 m, w mieście zaś równa pełnej szerokości ulicy.

3. Ustrój przejazdów.

Żłobki wzdłuż szyn trzeba tak urządzić, aby się w nich podkowy nie zakleszczały, dla tego też prowadnice wypadu stosować tylko w razach wyjątkowych, a bale ze żłobkiem są zupełnie niewłaściwe (wymiały żłobka p. str. 226).

Najlepiej wybrukować przestrzeń między szynami, wytwarzając żłobek bądźto przez stosowne przykrzesanie brukowca, bądźteż wypełniając przestrzeń podżłobkową kamieniami należycie obrobionymi (lub cegłą), albo tłuczniem (szabrem). W celu otrzymania dostatecznej, swobodnej głębokości dla brukowców, przy torach na podkładach poprzecznych, szyny na przejazdach układają się albo na podkładach podłużnych, wspartych głębiej leżącymi poprzecznymi, albo też na wysokich podstawkach (klockach lub podstawkach żeliwnych)*. Natomiast zmiana zasadniczego ustroju toru, np. podkładów poprzecznych na żelazne podkłady podłużne, żadną miarą się nie zaleca.

Żłobek w tłuczniu (szabrze) łatwo wytworzyć przez przejeżdżanie parowozem, żłobek taki powoduje jednakże mitręgę w utrzymaniu, dla podbicia bowiem podkładów trzeba go za każdym razem niszczyć, podczas gdy brukowce łatwo wyjąć i wstawić ponownie.

4. Ustrój rogatek.

1. **Rogatki zasuwne.** Prosty drąg 10 do 12 cm ϕ nadaje się do prześwitów nie ponad 5 lub 6 m, a z podpórką środkową, możemy nim zagradzać dwa razy większe prześwit. Bal szerzą w pion, suwający się między krążkami kierowniczymi, starczy do 8 m, a podobnie przesuwna, lekka kratownica żelazna do 15 m; wysokość takiej kratownicy $\frac{1}{25}$ jej długości.

Wysoka zastawa wykratowana, zapobiegająca podczołganiu się, zazwyczaj żelazna, wsparta krążkami, toczącymi się po progu kamiennym lub szynie, np. dwudzielna, starczy do 12 m i więcej.

2. **Rogatki rozwieralne** (o pionowej osi).

a) Rogatki od ręki przekładane stosują się tylko czasowo lub do celów podrzędnych.

b) Rogatki na kształt wrót, a nawet zupełne wrota wykratowane, jednoskrzydłowe, z ociążkiem, do 6 m, a bez niego, lecz ze ściąganiem lub zastrzałem pochyłym, jednoskrzydłowe do 4 m; dwuskrzydłowe starczą na prześwit dwa razy większe. Dla pieszych furtki, kołowroty i t. p.

3. **Rogatki zachylne** (o poziomej osi) wypada możliwie tak ociążić, by ułatwić ich zachylanie, i aby się same otwierały przynajmniej do 45° lub 60° . Obydwie rogatki przejazdu otrzymują zazwyczaj ruch wspólny przez ich wzajemne zespolenie przewodami drucianymi, łańcuchowymi lub drażnkowymi, przy zastosowaniu niezbędnych dźwigni kątowych lub krążków. Dla zasłonięcia przestrzeni pod drągiem dowieszają do niego na uszkach pręty pionowe, złączone ze sobą dołem spólnym prętem podłużnym. Na drogach ruchliwszych drąg rogatki otwartej staje zupełnie w pion.

4. **Rogatki łańcuchowe** wymagają najmniej czasu do obsługi, natomiast są one mało widoczne nawet przy oświetleniu, a w niezbędnym dla nich żłobku, wyrobionym w drodze, podkowy koni łatwo

*) Oberbau-Anordnungen der preuss. Staatsbahnen, tabl. 17; por. też uwagę odsyłaczną na str. 279.

się zakleszczają, wreszcie konie i bydło może się nieraz zaplątać w łańcuch.

5. **Rogatki zapadowe**, zazwyczaj przegubowe, wymagają starannego wykonania i obsługi; znaczne trudności przedstawia nadto, zwłaszcza podczas śnieżycy, należyte oczyszczanie zagłębienia, w które się roгатki zapada.

6. **Rogatki zdalanastawne** powinny czynić zadość warunkom poniższym (por. też str. poprz.):

α) Dzwonek ma działać niezawodnie, dość długo i już na czas pewien przed zamykaniem roгатki (P. R. g. § 4; P. K. d. § 7).

β. Otwarcie od ręki bez samozamykania się roгатki musi być możliwe, lecz w ten sposób, aby dróżnik otrzymał o niem sygnał słuchowy (dzwonek, grzechotanie pieska wechwykowego i t. p.), w celu powrotnego jej zamknięcia.

γ. W razie pęknięcia drutu (lub zepsucia się innego rodzaju przewodu), roгатka powinna się sama powoli zamknąć.

δ. Łatwe zamykanie.

Warunkom powyższym czynią zadość np. roгатki Schubert'a, o pojedynczym lub podwójnym przewodzie drucianym, Oberbeck'a roгатka pociągana dwoma drutami i t. p. *).

W. T. w § 21 zalecają dopełnienie warunku α przez dzwonek samoczynny, a warunku β wogóle przez sygnał, niekoniecznie słuchowy.

III. Budowa wierzchnia.

a. Położenie toru.

1. Położenie szyn w planie.

Poszerzenie toru w krzywych. Oznaczmy przez:

l rozstęp osi (odstęp osi skrajnych) w m, a mianowicie największy, na danym szlaku stosowany rozstęp osi niezwrrotnych taboru,

ρ promień zewnętrznego obwodu obrzeża kół, w m,

t największą wysokość obrzeża w m,

$l_1 = l + 2\sqrt{2\rho t} = l + 2b$, podstawiając $b = \sqrt{2\rho t}$,

R promień krzywosci toru w m,

ε możliwy przesuw osi środkowej wagonu trzyosiowego, w m,

a w założeniu, że i w krzywej ma być zachowany luz (≥ 10 mm dla kolei głównych, Z. K. g. § 36), stosowany w torze prostym, otrzymamy najmniejsze, teoretycznie potrzebne poszerzenie e toru w m:

dla wagonów trzyosiowych:

$$e = \frac{l_1^2}{8R} - \varepsilon$$

dla wagonów dwuosiowych:

$$e = \frac{lb}{R}$$

Z powyższego dadzą się wyprowadzić wzory dogodnie dla poszczególnych założeń, np. dla $l = 6,5$; $2\rho = 1,1$; $t = 0,035$; $\varepsilon =$

*) Schubert, Fortschritte des Eisenbahnwesens, Wiesbaden 1892, nakl. J. F. Bergmann'a; Röll, Encyclopädie des Eisenbahnwesens, tom I, rozprawa: „Abschlussvorrichtungen“.

12 mm, otrzymamy wzór, ustanowiony w r. 1887 dla pruskich kolei głównych, ważny, gdy $R < 500$ m (R w m, e w mm):

$$e = \frac{6000}{R} - 12.$$

Od r. 1895 *) wprowadzono jednak wzór z doświadczenia zaczerpnięty:

$$e = (1000 - R)^2 : 30000,$$

ważny dla promieni krzywosci ponad 100 m, a więc i dla kolei drugorzędnych. Jednakże, stosownie do rozporządzenia Min. z 24 czerwca 1897, dla promienia 200 m wypada zwiększać e o 5 mm, t. j. do 26 mm. Por. także str. 226.

Dla wąskich torów nadają się wzory:

Prześwit toru 1 m; $R = 80$ do 250 m, $e = 240 : \sqrt{R}$, lecz ≤ 25 mm

„ „ 0,75 m; $R = 50$ do 150 m, $e = 140 : \sqrt{R}$, lecz ≤ 20 mm

„ „ 0,60 m; $R = 30$ do 100 m, $e = 100 : \sqrt{R}$, lecz ≤ 18 mm.

Np. na kolei Landquart-Davos, o torze 1-dno metrowym, poszerzono tor o 25 mm dla promieni 100 do 140 m, o 20 mm dla 150 do 210 m, o 15 mm dla 220 do 280 m, o 10 mm dla 300 do 400 m, o 5 mm dla 450 do 500 m; dla większych promieni bez poszerzania. Podobnie na saskich kolejach o torze 0,75 m: o 20 mm dla promienia 50 do 75 m, o 15 mm dla 75 do 100 m, o 10 mm dla 100 do 200 m, o 5 mm dla 200 do 300 m.

Poszerzamy tor zazwyczaj, odsuwając szynę wewnętrzną; by uniknąć nadmiernej liczby wzorców torowych, stosują ponajczęściej poszerzenia w kilku tylko stopniowaniach.

Największe dozwolone poszerzenia podano na str. 226.

2. Przechylenie szyn i toru (poprzeczne).

Obydwie szyny **przechylają się** ku środkowi toru, zazwyczaj o 1:20 do 1:16. (W. T. § 7) **).

Wierzchy szyn w torach prostych leżą w jednym poziomie (Z. K. g. § 6; W. T. * § 7; Z. K. d. § 7).

W krzywych tok zewnętrzny leży wyżej, a podwyższenie to otrzymujemy przez **przechylenie całego toru**, wraz z podkładami (Z. K. g. § 6; W. T. * § 7; Z. K. d. § 7).

Jeżeli oznaczymy przez:

h podwyższenie toku zewnętrznego w mm,

s odstęp środków szyn w m,

R promień krzywosci w m,

V największą prędkość jazdy na danym szlaku w km/godz., to teoretycznie będzie: $h = sV^2 : 127 R$.

*) Oberbau Anordnungen der preuss. Staatsbahnen str. 19 (por. też Uw. odsył. str. 279) oraz Kreuter w Handb. d. Ing.-Wiss., Tom 5, I § 23.

**) Przepis ten (przechylenie $\geq 1:20$) znajdował się do r. 1885 w Z. K. g. (§ 10), potem go tam opuszczono; W. T. w § 7 zalecają 1:20. Pruskie koleje państwowe stosują ogólnie 1:20, jedynie tor Nr. 11a, dla kolei drugorzędnych, zazwyczaj bez przechylenia szyn (p. str. 287).

We wzorze powyższym założono swobodną ruchomość osi, co się jednakże z praktyką nie zgadza. Podwyższenie, wynikające z tego wzoru, jest nadmierne, jeżeli się jazda odbywa z prędkością, oznaczoną w P. R. g. § 26 dla poszczególnych promieni krzywosci R (p. poniżej). Lepiej zatem wzór ów zastąpić poniższym, opartym na doświadczeniu, w którym V oznacza największą prędkość, dozwoloną w danej krzywosci:

$$h = c V : R = k : R; \text{ (wartości } c \text{ i } k \text{ podano poniżej).}$$

Od 1 kwietnia 1902 r. P. R. g. w § 26 pozwalają w krzywych prędkości następujące:

$$R = 900 \ 800 \ 700 \ 600 \ 500 \ 400 \ 300 \ 250 \ 200 \ 180 \text{ m,}$$

$$V \leq 100 \ 90 \ 80 \ 75 \ 70 \ 65 \ 60 \ 55 \ 50 \ 45 \text{ km/godz.}$$

Nawet w Niemczech uważają powyższe granice prędkości części za niedostateczne; w Austrii na kolejach państwowych dozwolono od r. 1891, a na kolei Południowej od r. 1893, prędkości poniższe:

$$R = 500 \ 450 \ 375 \ 325 \ 280 \ 240 \ 200 \ 160 \text{ m,}$$

$$V \leq 80 \ 75 \ 70 \ 65 \ 60 \ 55 \ 50 \ 45 \text{ km/godz.}$$

Rüppell podał wzór z doświadczeń:

$$V = a \sqrt{R - \beta}, \text{ lecz } \leq 100 \text{ km/godz.,}$$

w którym $a = 4$, $\beta = 50$; jeżeli jednak założymy: $a = 3,7$, a $\beta = 20$, to otrzymamy wzór: $V_{\max} = 3,7 \sqrt{R - 20}$, którego wyniki zgadzają się w przybliżeniu z powyższymi prędkościami kolei austriackich. Stałą c dla poprzednio podanego wzoru ($h = c V : R$ z podstawieniem: $c V = k$) i dla średniorowych kolei głównych lub drugorzędnych można liczyć: $c = 0,53$ do $0,45$. Licząc średnio $c = 0,50$, otrzymamy poniższe (zaokrąglone) wartości:

$$R = 1000 \ 900 \ 800 \ 700 \ 600 \ 500 \ 400 \ 300 \ 250 \ 200 \ 180 \ 150 \ 100 \text{ m,}$$

$$V = 100 \ 100 \ 100 \ 96 \ 90 \ 81 \ 72 \ 62 \ 56 \ 50 \ 47 \ 42 \ 33 \text{ km/godz.,}$$

$$k = 50 \ 50 \ 50 \ 48 \ 45 \ 40 \ 36 \ 31 \ 28 \ 25 \ 23 \ 21 \ 16$$

$$h \leq 50 \ 55 \ 62 \ 68 \ 75 \ 80 \ 90 \ 103 \ 112 \ 125 \ 128 \ 140 \ 160 \text{ mm.}$$

Powyższe dane co do c i h obowiązują na państwowych kolejach pruskich, nie wykluczając drugorzędnych, z zastrzeżeniem, aby h nie przekraczało 110 mm *).

Doświadczenie wykazało, że zbyt małe podwyższenie mniej jest szkodliwe od nadmiernego, zaleca się zatem, nie podwyższać szyny zewnętrznej nad 150 mm na kolejach głównych, a 160 do 170 mm na kolejach drugorzędnych.

W krzywych, w których się prędkość jazdy **zawsze** zmniejsza, np. przed stacyami, podwyższenie należy przystosować do owej zmniejszonej prędkości.

Podwyższania można zaniechać zupełnie na kolejach głównych w krzywych o promieniu ponad 2000 m, a na kolejach drugorzędnych ponad 1000 m, wreszcie w ogóle w krzywych rozjazdowych, a to stosownie do Z. K. g. § 6, W. T. § 39 i Z. K. d. § 33.

*) Oberbau Anordnungen der preuss. Staatsbahnen, str. 18.

Do kolejek wązkotorowych nadają się wzory teoretyczne:
 dla toru 1 m: $h = 8,3 V^2 : R$, dla toru 0,75 m: $h = 6,2 V^2 : R$,
 dla toru 0,60 m: $h = 5 V^2 : R$.

Na kolei Landquart-Davos, o torze 1 m, przy prędkościach 27 do 36 km./godz., oraz promieniach powyżej 100 m, posługiwano się wzorami powyższymi, również i na kolei zębnicowej St. Gallen-Gais, o torze 1 m, przy $V = 15$ do 30 km./godz., $R = 500$ do 30 m; a także na saskich kolejkach wązkotorowych, o torze 0,75, przy $V = 15$ do 25 km./godz., a $R = 600$ do 50 m.

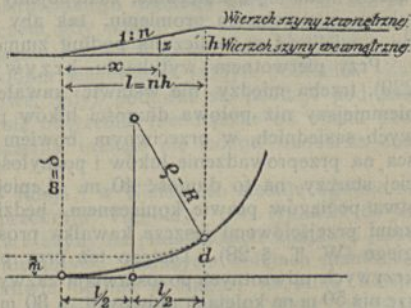
Jak już wspomniano, przechylenie toru otrzymujemy zazwyczaj przez podwyższenie toku zewnętrznego, a to w celu niezmnieszenia grubości podtorza pod tokiem wewnętrznym. Teoretycznie byłoby prawidłowiej, przechylać tor około jego osi, aby nie przesuwając środka ciężkości pociągu w kierunku pionowym. Ten też sposób stosują tam, gdzie torowisko jest zbyt wąskie na pomieszczenie podwyższonego stoku podtorza, np. na kolejach drugorzędnych, a natenczas należy już torowisko przechylać jednostronnie.

3. łuki i pochyłość przejściowe *).

Łagodna pochyłość przejściowa między podwyższonym tokiem w krzywej, a nie podwyższonym w prostej, jest niezbędna, bez niej bowiem przednie koło (wiodące) zewnętrzne, wyjeżdżające z krzywej, mogłoby się wzniesić ponad szynę na więcej nawet niż wysokość obrzeża, co powodowałoby częste wykolejania. Zaleca się zatem stosowanie pochyłości przejściowej na długości niemniejszej niż $l = 300 h$, p. rys. 920, a w każdym razie przynajmniej $l = 250 h$.

Wprawdzie Z. K. g. w § 6 (również W. T. § 7 i Z. K. d. § 7) wymagają tylko $l \geq 200 h$, lecz doświadczenie poucza, że długość taka nie jest dostateczna; określa ona bowiem pochyłość względną (na przejściu) 1 : 200. Przy takim spadku względnym, na wyjeździe z krzywej, w odległości 7 m, otrzymalibyśmy spad względny 35 mm. Gdyby zatem wagon, o rozstępie osi 7 m, obciążony bardziej na tyle i po stronie wewnętrznej (łuku), wyjeżdżał z takiej krzywej i gdyby resor nie działał, toby się zewnętrzne koło przednie wzniosło o 35 mm,

Rys. 920.



* A. Goering, w Röll'a Encyklopädie des Eisenbahnwesens, artykuł: „Schienenüberhöhung“, tenże w Lueger'a: Lexicon der gesamten Technik, art.: „Krümmungsverhältnisse“.

t. j. o wysokość obrzeża, ponad grzbiet szyny, co prawie niechybnie spowodowałoby wykolejenie się wagonu *).

Pochyłość przejściowa powinna w planie leżeć w równo długim łuku przejściowym, którego promienie krzywosci wzrastają stopniowo od $\rho = R^{**}$), przy $z = h$, do $\rho = \infty$, przy $z = 0$. Łuk ten przechodzi zatem z krzywosci danej krzywej zwolna w linię prostą. Podwyższenie na przejściu wzrasta liniźnie, podług wzoru: $z/h = x/l$, promień zaś krzywosci pozostaje w odwrotnym stosunku do z , a mianowicie podług wzoru: $z/h = R/\rho$. Gdy długość na przejściu jest za mała, to pochyłość przejściową wypada raczej częściowo przesunąć w krzywą właściwą, by nie zwiększać jej stromości. Nawet zmniejszenie podwyższenia w całej krzywej mniej będzie szkodliwe, aniżeli przejście nazbyt strome. Łuk przejściowy jest parabolą sześcienną, określoną wzorem: $y = x^3 : 6P$. Wprowadzenie łuku przejściowego wymaga przesunięcia całej krzywej ku środkowi jej krzywosci, a więc zmniejszenia promienia o nieznaczny przesuw m . Przy pierwotnym punkcie styczności łuk przejściowy połowi ów przesuw m , rozciągając się od tego punktu w równych odległościach na obydwie strony (p. rys. 920).

Jeżeli oznaczymy przez:

1: n względną pochyłość przejściową, (t. j. względem szyny wewnętrznej), czyli jej długość $l = nh$,

d rzędną końcową łuku przejściowego (p. rys. 920), to będzie:

$$P = nhR = lR; \quad m = l^2 : 24d; \quad d = 4m.$$

Uwaga: Wszystkie długości w jednakowych jednostkach.

Nieliczne rzędne pośrednie y oznaczamy ze wzoru: $y = d(x:l)^3$.

Wartości na l nie przekraczają zazwyczaj 30 do 40 m, a na m 0,30 do 0,35 m. Gdy przesunięcie całej krzywej, np. toru już istniejącego, nieda się uskuteczyć, zastępujemy przykończową część krzywej łukiem o mniejszym promieniu, tak aby koniec tego łuku przesunął się o wielkość m , obliczoną podług zmniejszonego promienia R .

Przy pierwotnem wytykaniu krzywych odwrotnych (p. str. 229), trzeba między nie wstawić kawałek prostej, w żadnym razie niemniejszy niż połowa długości łuków przejściowych obydwu krzywych sąsiednich, w przeciwnym bowiem razie nie starczyłoby miejsca na przeprowadzenie łuków i pochyłości przejściowych. Ponajczęściej starczy na to długość 40 m. Lepiej jednak, a dla bezpieczeństwa pociągów prawie koniecznem, będzie pozostawienie między łukami przejściowemi jeszcze kawałka prostej przynajmniej 10 m długiego (W. T. § 28). Dlatego też przy pierwotnem wytykaniu takich krzywych odwrotnych pozostawiają zazwyczaj wstawki proste niekrótsze niż 50 m na kolejach głównych, a 30 m na kolejach drugorzędnych.

Nie zbyt długie kawałki prostej (poniżej 40 m) między dwiema krzywymi, jednako w o z w r o t n e m i nie zalecają się; lepiej

* To stało się powodem często spotykanej niewłaściwości (nawet Sarrazin'a i Oberbeck'a w § 6), że, zostawiając pojedynczą długość łuku przejściowego, podwajano tylko długość pochyłości przejściowej, rozciągając ją w połowie na krzywą właściwą, zamiast równoczesnego podwojenia i długości łuku przejściowego.

** Ściśle biorąc: $\rho = R - m$, lecz m względnie do R jest znikomo małe.

już kawałek taki zastąpić łukiem łagodnej krzywości. Jeżeli promienie krzywych nie są równe, to najlepiej przeprowadzić jedną krzywą w drugą krótkim łukiem przejściowym, o zwolna zmieniającej się krzywości.

Pozostawienie prostych kawałków wymaga obniżenia toku zewnętrznego, połączonego z następnem jego podwyższeniem. Aby zapobiedz takim, ze wszech miar niepożądanym, nagłym obniżaniom i podwyższaniom toku na podobnych krótkich wstawkach, zaleca się raczej pozostawiać na nich część podwyższenia (Por. W. T. § 7). Wspomniany łuk przejściowy między krzywą o promieniu R_1 i jednakowozrotną krzywą o promieniu R_2 , jest częścią zwykłego łuku przejściowego, sprowadzającą krzywość $\rho = R_1$ stopniowo do krzywości $\rho = R_2$, na długości niemniejszej od $l = n(h_1 - h_2)$, przyczem krzywa o mniejszym promieniu przesuwają się ku środkowi o $m = m_1 - m_2$, a w pierwotnym punkcie styczności krzywych łuk przejściowy połowi ten przesuw.

b. Ustrój toru. *)

(Por. Dział VIII, Materiały budowlane, zwłaszcza str. 48 i nast.).

1. Szyny.

Tworzywo. Stal zlewna, bardzo wisna, a nie zbyt twarda, o ciągnięciu zrywającym 60 kg./mm^2 , w Niemczech wyjątkowo i 70 , a we Francji nawet 75 do 80 kg./mm^2 . Umowa przewiduje zazwyczaj nadzór nad wykonaniem, oraz próby na wygięcie i na uderzenia. Ciężkość właściwa $7,86$. Cena w Niemczech 100 do 120 mar./tonę .

Naprężenia obliczają w Rosji podł. przepisów str. 209, w Niemczech zaś na zasadzie nieruchomego **nacisku koła** na szynę podł. danych na str. 231, przyczem, gdy odstęp (środków) podkładów poprzecznych jest l , liczą często: moment gnący $M = 0,189 Pl$ (podł. Winkler'a) w założeniu podpór leżących w jednym poziomie. Założenie takie nie jest właściwe, gdyż podtorze się poddaje pod naciskami, a nadto pojawiają się uderzenia nieodłączne od ruchu pociągów, skutkiem czego obliczenia takiego nie można uznać za dostatecznie bezpieczne **).

Kształt i wymiary. W Rosji i w Niemczech stosują ogólnie szyny szerokostopowe, przekroju Vignole'a (por. rys. 921 do 926, i 929 do 932). Dwuwałkowe szyny na podstawkach znajdują jeszcze pewne zastosowania na niektórych, starszych kolejach niemieckich, szersze we Francji, a prawie ogólne w Anglii; na kilku kolejach niemieckich wprowadzają je ponownie na próbę. Przy określaniu wymiarów kierują się wskazówkami poniższymi:

*) Blum, w Handbuch d. Ing.-Wiss. tom V, rozdz. IV, Lipsk, 1897. Tenże w Eisenbahnbau der Gegenwart, tom II, Wiesbaden, 1897.

**) H. Zimmerman, Berechnung des Oberbaus, § 27 i 28. Berlin, 1888, Wilhelm Ernst u. Sohn. Tenże w Centralbl. d. Bauverw. 1891, str. 223. Fr. Engesser, Centralbl. d. Bauverw. 1890, str. 312. Loewe, Org. f. Fortschr. 1883, § 125.

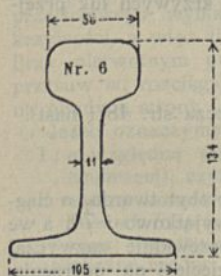
Szerokość łba ≥ 57 mm, dla kolei głównych zaleca się zaś do 70 mm, szeroki bowiem łeb ulega mniejszemu ścieraniu się i dozwala poszerzyć przyłgi na łubki (W. T. § 5; szerokości na różnych kolejach p. tabl. str. 280).

Grzbiet szyny bywa płaski, a jeżeli wypukły, to promień tej wypukłości nie mniejszy niż 200 mm (W. T. § 5).

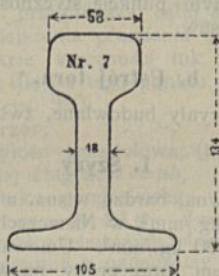
Boczne zaoblzenia łba miewają promień 14 mm (Z. K. g. § 10; W. T. * § 5; Z. K. d. § 5 dla kolei drugorzędnych, na które przechodzi tabór z głównych).

Przyłgi (obustronne, pod łbem i nad stopą) mają być płaskie i względem poziomu pochyłe na 1:4 do 1:2; zbyt mała pochyłość powoduje bowiem zakleszczanie się łubek, a gdy łubka jest za niz-

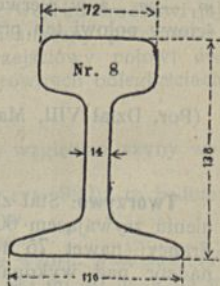
Rys. 921.



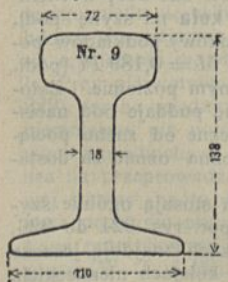
Rys. 922.



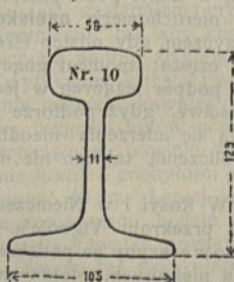
Rys. 923.



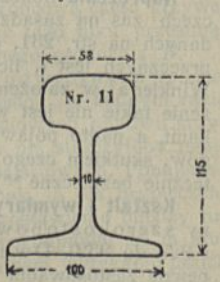
Rys. 924.



Rys. 925.



Rys. 926.

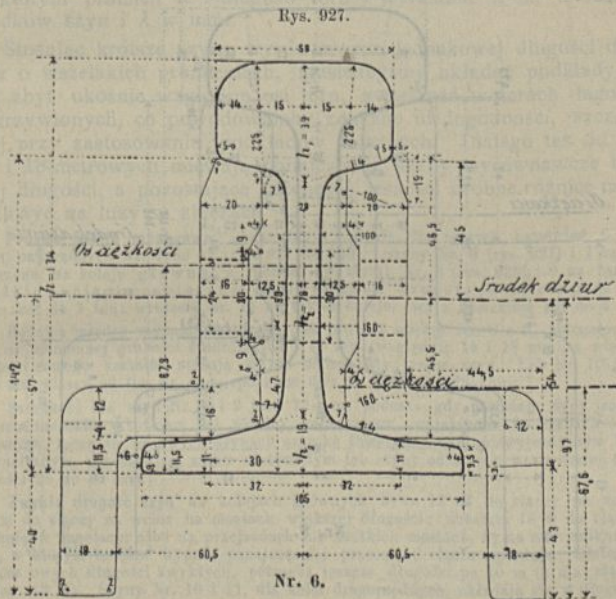


ka lub już na przyłgach starta, zetknie się ona ze środkiem szyny, nie usztywniając należycie złącza. (Kolej Warsz.-Wied. z r. 1894, 1:4; pruskie koleje państwowe 1:4; Austriackie kol. państw. 1:2,5; Kolej Gothardzka 1:3; szyna Goliat'owska Belgijskich kol. państw. 1:5; Kol. Alzacko-Lotaryngskie z r. 1891, 1:2).

Grubość środka w połowie jego wysokości na kolejach głównych 11 do 14 mm (w szynach tunelowych, łączących się na wciós, 18 mm); na średnitorowych kolejach drugorzędnych ≥ 10 mm.

Szerokość stopy na kolejach głównych i podkładach poprzecznych 105 do 120 mm; znaczniejsza szerokość stopy utrudnia wprawdzie walcowanie, jest ona mimo to nader pożądana, zwłaszcza gdy szyny układają się bez podkładek. Za mała szerokość stopy, (uszczuplana niekiedy jeszcze przez zaoblenie spodnich krawędzi promieniem 2 mm) powoduje niestateczność szyny, ułatwia jej wywracanie się i wrzynanie się w podkłady, wyteża zatem nadmiernie łączniki i trzymaki. W celu lepszego wywalcowania stopy, Pruskie kol. państw. ograniczają jej szerokość na 105 i 110 mm (p. rys. 921 do 926), stosując natomiast podkładki na wszystkich podkładach (p. str. 285 i nast.). W. T. w § 5 zalecają szerokość stopy niemniejszą niż 100 mm.

Rys. 927.



Wysokość a starcia się grzbietu, dozwolona 10 do 16 mm.

Wysokość h szyny dzielią zazwyczaj na: wysokość łba h_1 , wysokość środka h_2 , mierzoną między punktami przecięcia się przedłużeń obustronnych przyłg, wreszcie wysokość stopy h_3 (p. rys. 927 i 928). Dla szyn na podkładach poprzecznych $h = 130$ do 140 mm (W. T. w § 5 zalecają $h \geq 125$ mm).

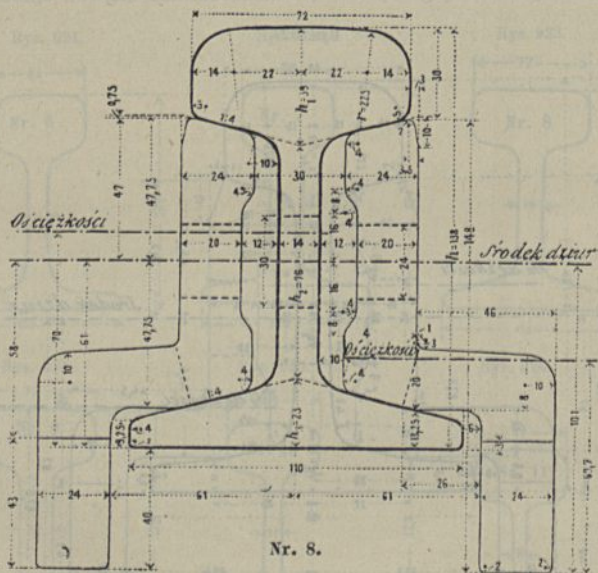
Skrąwężenie krawędzi na końcach szyn, zazwyczaj na 2 mm, rozciąga się tylko na tę część łba, po której się toczą koła, co zalecają też W. T. w § 4.

Nośność szyn oblicza się po potrąceniu części 1ba przeznaczonyj na starcie, a więc dla szyny o wysokości ($h - a$). Do szyn najczęściej używanych (np. Nr. 6 pruskich kolei państwowych, tabl. str. 280 i rys. 927), na podkładach poprzecznych, stosują wzór przybliżony:

$$h = 65 \sqrt[3]{Pl} + a,$$

w który należy wprowadzić: nacisk koła P w l , odstęp podkładów l w m , lecz h i a w mm *).

Rys. 928.



Moment bezwładności J , oraz wytrzymałości, $W = J : e$, najdogodniej oznaczać wykreślnie (p. tom I str. 183 i nast.); do najczęściej używanych przekrojów szyn stosują się w przybliżeniu wzory

$$J = 0,032 h^4 \text{ cm}^4, \text{ a } W = 0,064 h^3 \text{ cm}^3,$$

w których jednakże (jako i w poniższych) h należy wyrażać w cm . Nadto można oceniać: przekrój $F' = 0,238 h^2$, w cm^2 ,

a wagę

$$g = 0,187 h^2 = 0,786 F' \text{ kg./mb.}$$

*) H. Zimmermann w Centralbl. d. Bauverw. 1891, str. 225, objaśnia, dlaczego moment niepozostaje w prostym stosunku do Pl .

Długość szyn bywała do niedawna 9 i 10 m, obecnie przeważnie 12 m, do złączy na wciós 15 m, a w tunelach 18 m (przepisy niemieckie p. poniżej). Dłuższe szyny stawałyby się zbyt ciężkimi i tworzyłyby podczas mrozu nadmiernie szerokie luzy na złączach. Oprócz tego stosują krótsze szyny wyrównawcze, niezbędne zwłaszcza na łukach do wykonania krótszego toku wewnętrznego. Skrócenie λ toku wewnętrznego, w stosunku do zewnętrznego, na długości l m, mierzonej w osi toru, określa się wzorem:

$$\lambda = s \frac{l}{R} = \frac{1500 l}{R},$$

w którym promień R i długość toru l wyrażona w m, a odstęp s środków szyn i λ w mm.

Stosując krótsze szyny wyrównawcze jednakowej długości do torów o wszelakich promieniach, musielibyśmy układać podkłady nieraz zbyt ukośnie względem osi toru, zwłaszcza w torach łagodniej zakrzywionych, co powodowałoby znaczne niedogodności, szczególnie przy zastosowaniu podkładów żelaznych. Dlatego też do szyn 12 i 18-metrowych miewają ponajczęściej szyny wyrównawcze trojkiej długości, a pozostające natenczas jeszcze, drobne różnice można rozłożyć na luzy w złączach *).

Pruskie koleje państwowe **) przewidują obecnie dla nowych zamówień 6 typów szyn, oznaczonych Nr. 6 do 11 (rys. 921 do 926). Szyny Nr. 6 (rys. 927) i 7 są przeznaczone na koleje główne, z ruchem zwykłym; Nr. 8 (rys. 928) i 9 na tory pod ciężkie pociągi pospieszne; Nr. 10 na koleje drugorzędne, obciążane naciskiem kół do 7 ton; wreszcie Nr. 11 na takie koleje, lecz z naciskiem kół do 6 t.

Różnica między szynami Nr. 6 a 7, jak również między Nr. 8 a 9, polega wyłączenie na odmiennej grubości środka (11 i 18 mm, względnie 14 i 18 mm), a więc łuki tego samego kształtu stosują się do takiej pary typów szyn. Leb Nr. 10-go jest o 5 mm niższy od Iba Nr. 6-go, pozatem dwa te typy są jednakowe.

Szerokość Iba szyn Nr. 8 i 9 jest 72 mm, podczas gdy pozostałe typy mają Iby 58 mm szerokie; skutkiem tej różnicy koła taboru, wyjeżdżone na szynach o Ibach węższych, toczą się po owych szynach szeroko Ibiastych swym niewyjeżdżonym krajem zewnętrznym, pozostawiają zatem nietkniętym leb szyny od strony wewnętrznej na szerokości 25 do 30 mm.

Zwykła długość szyn na kolejach głównych bywa 12 m, do złączy na zetknięcie; 15 m do złączy na wciós na mostach większej długości; wreszcie 18 m do złączy na zetknięcie w tunelach, albo na przejazdach lub krótkich mostach, by na nich uniknąć złącza, w którym to celu wypada ponajczęściej przesunąć złącza sąsiednie. Dlatego też, oprócz owych długości zwykłych, potrzeba jeszcze długości po 10 m (a dla złączy na wciós: 12 m). Szyny Nr. 10 i 11, dla kolei drugorzędnych, układają się w długościach po 12 m, a złącza na zetknięcie.

Szyny wyrównawcze do łuków są dla szyn 12 i 15-to metrowych o 40, 80 i 120 mm krótsze, a dla szyn 18-to metrowych: o 45, 90 i 135 mm; nadto dla Nr. 10 i 11, do łuków, o promieniu mniejszym niż 150 m, dodano skrócenia o 160 i 200 mm. Szyny wyrównawcze otrzymują na jednym z końców znaki dla odróżnienia poszczególnych długości.

*) Ruppel, w Org. f. Fortschr. 1892, str. 61.

**) Oberbau-Anordnungen der preussischen Staatsbahnen, 1895, z późniejszymi dopelnieniami są źródłem, z którego przeważnie zaczerpnięto dane o nstroju torów kol pruskich w rozdziale niniejszym Por. nadto: Centralbl. d. Bauverw., 1895, str. 441 i 452, oraz r. 1899, str. 4.

Szyny pruskie 1895 r.	Po starciu o	Grubość średnika	Szerokość stopy	Szerokość łba	Cała wysokość	Pole przekroju	Waga	Odległość e		Względem poziomej osi ciężkości		Względem pionowej osi ciężkości	
	a							środką ciężkości od	podszwy	grzbietu	J	W	J_0	$W_0$
	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	kg/m	mm	mm	cm ⁴	cm ³	cm ⁴	cm ³
Nr. 6.	0	11	105	58	134	42,53	33,4	67,3	66,7	1036,6	154,0	150,7	28,7
	1	—	—	—	133	41,95	33,0	66,4	66,6	1015,9	152,6	149,1	28,4
	5	—	—	—	129	39,63	31,1	62,8	66,2	916,9	138,4	142,6	27,2
	10	—	—	—	124	36,73	28,9	57,9	66,1	796,1	120,3	134,5	25,6
	13	—	—	—	121	34,99	27,5	54,7	66,3	730,6	110,2	129,6	24,7
Nr. 7.	0	18	105	58	134	47,44	37,2	66,4	67,6	1063,0	157,2	153,4	29,2
Nr. 8.	0	14	110	72	138	52,30	41,0	70	68	1351,6	193,1	228,1	41,5
Nr. 9.	0	18	110	72	138	55,32	43,4	69,3	68,7	1362,5	197,0	229,9	41,8
Nr. 10.	0	11	105	58	129	39,70	31,16	62,7	66,3	917,1	138,3	142,7	27,2
Nr. 11.	0	10	100	58	115	35,09	27,55	57,5	57,5	641,4	111,6	117,5	23,5

Szyny niektórych kolei niepruskich.

Nazwa kolei	Waga	Wysokość	Szerokość stopy	Szerokość łba	Grubość średnika	Moment bezwładności J	Moment wytrzymałości W	Zwykła długość szyny	Ilość podkładów na szynę
	kg/m	mm	mm	mm	mm	cm ⁴	cm ³	m	
Saskie państw. 1890 . .	44,0	145	130	66	13	1607	217	10	13
„ „ postarcu o 15 mm	36,9	130	„	„	„	1067	156	„	„
Alzacko-Lotar. 1891 †).	37,8	132	101	52 (68)	14	1108	167,6	12	16
Austryac. państw. 1884 . .	35,3	125	112	58	12	920	186	7,5	10
„ „ 1891 . .	43,0	136	120	60	18††)	1273	194	10	13
Gothardzka 1891 ¹⁾ . . .	46,4	145	130	70	13	1645	222	15	19
„ po starciu o 20 mm	32,9	125	„	„	„	900	144	„	„
Belgijskie państw. 1887 .	52,7	147	135	72	17	1890	256	9	12
Francus. północna 1888.	43,2	142	134	60	15	1466	198	12	14
„ wschodnia 1889.	44,2	141	130	60	13,5	1477	202	12	17
Paryż-Lyon-M.-Śr. 1889	47,0	142	130	66	14	1585	223	12	14(18)
Filadelfia-Reading 1888 .	44,7	127	127	64 (73)	17	—	—	12	15(16)
New-York-Central 1892	49,6	152	133	72 (76)	15	—	—	—	—
Ang. Midland 1896 ²⁾ . .	49,8	148	—	70	19,8	1568	194	10,97	14
Eisenerz-Vordern. 1891 ³⁾	31,7	120	110	57	12	780	125	—	—
Landquart-Davos ⁴⁾ . . .	23,5	108	92	50	9	472	85	—	—
Ta sama po starc. o 10 mm	—	98	„	„	„	359	71	—	—

¹⁾ Do tuneli zgrubiają stopę o 2 mm, uwzględniając jej zerdzewienie, a natenczas waga 48,5 kg/m.

²⁾ Szyna dwulbowa.

³⁾ Miejscowa kolej średniotorowa, zwykła, ze szlakiem zębnicowym do Abt.

⁴⁾ Wązkotorowa (1 m), lecz z prędkością ruchu jak na kolejach głównych; wzniesienia do 45‰.

†) Leś ku dołowi poszerzony, na wzór szyn amerykańskich.

††) Grubość średnika 18 mm uwzględnia możliwość złączenia na wciós.

Wagi szyn dwubłowych: np. Francuska kolej Orleańska 42,5 kg/m; angielskie koleje: South-Eastern i London-Chatham-Dover 41,7 kg/m; Francuska Zachodnia 44,2 kg/m; angielskie Great Northern i Midland 42,2 do 49,8 kg/m; London-North Western i North Eastern 44,6 kg/m*).

Sposoby podparcia szyn:

- I. Oddzielne podpory. $\left\{ \begin{array}{l} 1) \text{ Podpory kamienne znajdują jeszcze tylko zastosowanie w torach bocznych, o przeznaczeniu szczególnem, np. na torach do czyszczenia wagonów (W. T. § 12).} \\ 2) \text{ Żeliwne podpory dzwoniaste z połączeniami poprzecznymi, w krajach bezmroźnych.} \end{array} \right.$
- II. Podkłady poprzeczne. $\left\{ \begin{array}{l} 1) \text{ Drewniane.} \\ 2) \text{ Żelwne, żelazne, walcowane.} \end{array} \right.$

III. Podkłady podłużne.

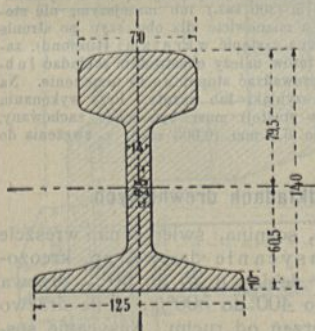
Na niemieckich kolejach głównych stosują tylko: poprzeczne podkłady drewniane (w r. 1903 — 71,6% ogólnej długości torów), także żelazne (25,6%), wreszcie podłużne podkłady żelazne na stosunkowo nieznacznej długości torów (2,3%), inne podparcia bardzo rzadko (0,5%).

Streszczenie rosyjskich przepisów ministerjalnych o szynach oraz ich układaniu.**)

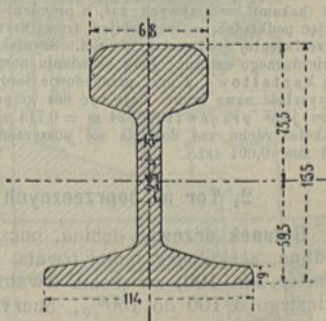
(Por. też str. 57 i nast., oraz str. 208 i nast.).

Od 1-go stycznia 1904, względnie 1905 r. ustanowiono dla kolei rosyjskich, z wyjątkiem podjazdowych i drugorzędnych, cztery typy szyn, Nr. I, II, III i IV, przedstawione w rys. 929 do 932, a. stosownie do używanego typu, rozdzielono i koleje na 4 kategorie I do IV. Typ IV, jako dotychczas przeważnie stosowany, oraz typ III,

Rys. 929. Typ I.



Rys. 930. Typ II.



który w najbliższej przyszłości znajdzie szerokie zastosowanie, przedstawiamy z podaniem wszystkich ważniejszych wymiarów. Poniższa tablica zawiera dane, dotyczące dozwolonych prędkości i obciążeń, dla każdego typu szyn, stosownie do ilości podkładów i podkładek. Dla warunków, tablicą nieobjętych, należy wyjednywać zatwierdzenia ministerjalne.

*) Zestawienie przekrojów szyn podaje: Handb. d. Ing.-Wiss. tom V, str. 130; również Eisenbahnbau der Gegenwart tom II, str. 169.

***) Wiestnik Min. Kom. 1903, Nr. 7 i 21, oraz r. 1904, Nr. 45.

Tablica szyn rosyjskich, ich obciążeń i prędkości dozwolonych.

Typ szyn	Waga		Dozwolony największy nacisk osi	Ilość podkładów na wiorstę**)							
				1300		1400		1500		1600	
	funt/stop.	kg/m		ton	wiorst	km	wiorst	km	wiorst	km	wiorst	km
I	32 ¹ / ₂	43,67	14	60	64	70	74,7	85	90,7	100	106,7
			15	60	64	70	74,7	85	90,7	100	106,7
			16	60	64	70	74,7	85	90,7	94	100,3
			20 *)	—	—	60	64	—	—	—	—
II	28 ¹ / ₂	38,3	14	60	64	70	74,7	85	90,7	94	100,3
			15	60	64	70	74,7	85	90,7	88	93,9
			16 ² / ₃ *)	60	64	70	74,7	78	83,2	80	85,3
			18 ¹ / ₂ *)	—	—	—	—	57	60,8	60	64
III	24 ¹ / ₂	32,69	12 ¹ / ₂	60	64	70	74,7	85	90,7	87	92,8
			14	60	64	70	74,7	77	82,1	—	—
			15	57	60,8	60	64	72	76,8	—	—
			16	—	—	—	—	56	59,7	—	—
IV	22 ¹ / ₂	30,23	12 ¹ / ₂	60	64	70	74,7	74	78,9	—	—
			14	—	—	—	—	54	57,6	—	—
			14 ¹ / ₄	—	—	—	—	—	—	54	57,6

*) Dla przerządzania pociągów (manewrowania).

**) Prędkości i obciążenia liczone w tablicy dla poprzecznych podkładów drewnianych, o długości 2,67 m (1,25 saż.), a szerokości spodu 0,222 m (5 wersz.), i przy podażności podtorza 4 kg/cm². Typy szyn I, II i III należy układać z podkładkami na każdym podkładzie.

Układanie szyn, oraz ich przyborów. *)

Szyny przytwierdzają się do każdego podkładu przynajmniej dwoma szyniakami (hakami), w krzywych zaś, o promieniu 640 m (300 saż.) lub mniejszym, nie stosując podkładek, należy wbijać trzeci szyniak, a mianowicie dla obu szyn po stronie przeciwniejszej środkowi krzywości. Szyniaki można zastąpić wkrętami (trefond), za twierdzonego ustroju. Przy układaniu nowych torów należy obustronnie zakładać łubki kształtowe, a przy przebudowie torów wprowadzać stopniowo to ulepszenie. Na przyszłość nowe szyny mają być bez wcięć na szyniaki lub wkrety. Przy wykonaniu toru jego prześwit (1,524 m = 0,714 saż. w prostej) musi być ściśle zachowany, wskutek ruchu zaś dozwala się poszerzenia do 3,4 mm (0,003 saż.), a zwężenia do 2,1 mm (0,001 saż.).

2. Tor na poprzecznych podkładach drewnianych.

Gatunek drzewa: dębina, buczyna, sosnina, świerczyna, wreszcie jedlina, aczkolwiek mniej trwała. Nasywanie drzewa, np. kreozotem (p. str. 109) zwiększa trwałość: dębiny o 25 do 50⁰/₀, drzewa iglastego o 100 do 150⁰/₀, buczyny o 400 do 500⁰/₀. o ile drzewo nie zniszczyje wcześniej skutkiem uderzeń od ruchu. Nasywanie sosniny i buczyny jest prawie niezbędne (W. T. § 13; Z. K. d. § 12 **).

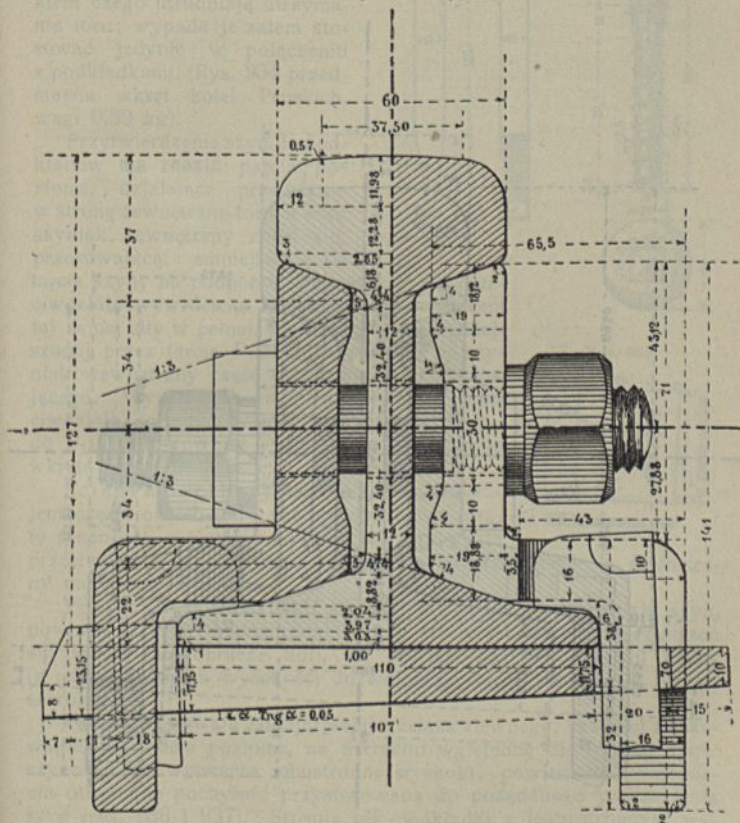
*) Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczących służby drogowej, tom III, str. 3, Petersburg, 1900.

**) Blum, w Handb. d. Ing.-Wiss. tom V, rozdz. IV; tenże w Eisenbahnbau der Gegenwart, II, str. 182. Schneidt, w Org. f. Fortschr. 1897. Podkłady bukowe okazały się we Francji nader trwałymi, wymagają jednakże starannego doboru drzewa i należytego nasywania. Skutkiem tego torują one sobie coraz to szersze zastosowanie i w Niemczech.

Wymiary podkładów. Długość 2,4 do 2,7 m dla średniotorowych kolei głównych i drugorzędnych (W. T. § 13), a dla wąskich torów 1,7 do 1,8 prześwitu torowego. Pod szyny dwulbowe na podstawkach zazwyczaj 2,8 m.

Pruskie koleje państwowe stosują: 2,7 m na kolejach głównych, a 2,5 m na średniotorowych drugorzędnych, przy zwykłej grubości podkładu 160 mm, a szerokości 260 mm, z warunkiem, aby wierzch był 160 mm, a przynajmniej 120 mm szeroki. (Na kolejach wąskotorowych grubość zmniejszają do 120 mm).

Rys. 931. Typ III.

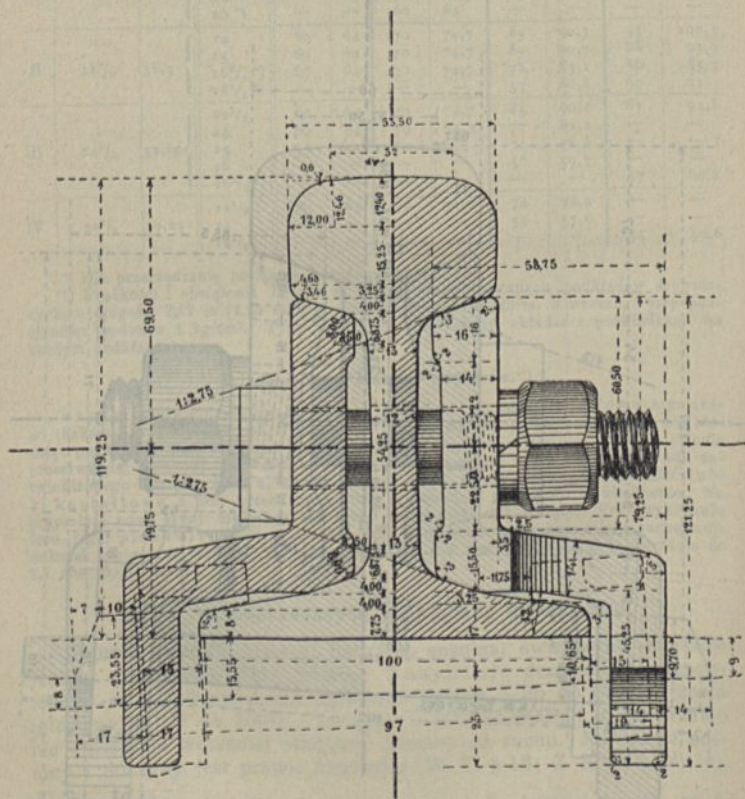


Podkłady podłączowe 300 mm szerokie (Pr. Kol. P. 260 mm) i możliwie ostrokrawędziowe. Zacięć w podkładach (pochyłych stosownie do przechylenia szyn, a więc 1:20 do 1:16), wypadalo-

by zaniechać, zastępując je podkładkami klinowatego przekroju, p. poniżej rys. 936, 937. Zacięcia takie są bowiem zapoczątkowaniem psucia się drzewa.

Szyny przytwierdzają się do podkładów dwoma, obecnie zaś przeważnie trzema, naprzemiennie rozstawionymi szyniakami lub wkrętami. **Szyniaki** mają przekrój kwadratowy, o boku 15 do 16 mm, a długość 150 do 170 mm; rzez ich prostopadły do słoików

Rys. 932. Typ IV.



drzewa; łeb zaopatrzone w ucha do wyciągania szyniaka. (Pruskie koleje stosują już tylko na szlakach drugorzędnych, do szyn Nr. 11, szyniaki wedł. rys. 933; o wadze 0,29 kg). **Wkręty** dają lepsze przytwierdzenie szyn, lecz jedynie pod warunkiem, aby kształt ich był

właściwy, a łeb się wspierał całą swą spodnią powierzchnią. Średnica śruby $d \approx 20$ mm, rdzenia 15 mm, skok $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{2} d$, długość zaś 6 do 7 d ; średnica łba 2 do 2,5 d . Aczkolwiek wkręty, zastosowane nawet bez podkładek, trzymają zrazu silniej niż szyniaki, to jednakże, w braku podkładek, psują one drzewo na większym obszarze, skutkiem czego utrudniają utrzymanie toru; wypada je zatem stosować jedynie w połączeniu z podkładkami. (Rys. 934 przedstawia wkręt kolei Pruskich, wagi 0,39 kg).

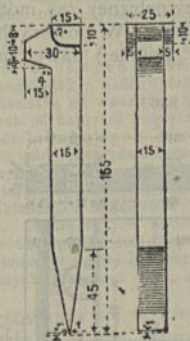
Przytwierdzenie szyn do podkładów **ma znosić** parcia poziome, działające przeważnie w stronę zewnętrzną toru, a więc szyniak zewnętrzny znosi siłę przesuwającą, zmniejszoną o tarcie szyny na podporze, wewnętrzny zaś przeciwdziała wywróceniu się szyny pod wpływem tej samej siły w pełnej wielkości, t. j. niezmnieszonej przez tarcie. Podkładka przenosi na szyniak wewnętrzny część owego parcia przesuwającego. Wywracaniu szyny na zewnątrz przeciwdziała jej przechylenie ku osi toru (o $\frac{1}{20}$ do $\frac{1}{16}$), jak również i silniejsze przyciąganie wkręta wewnętrznego.

Ściąg lub zespory torowe znoszą nawzajem części owych parć poziomych, a ich resztę przenoszą częściowo na drugi tok toru, gdzie przeciwdziała jej i szyniak wewnętrzny na przesunięcie, a zewnętrzny na wywrócenie.

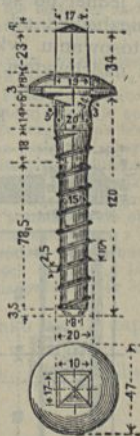
Trzymaki (szyniaki lub wkręty), tak samo jak i łączniki szyn, powinny wzdłuż wewnętrznej strony szyny pozostawiać przestrzeń swobodną (na obrzeże kół), na 38 mm poniżej grzbietu szyny (z uwzględnieniem wysokości dozwolonego starcia się szyn), a 62 mm szeroką.

Podkładki bywają ponajczęściej z żelaza zlewne, rzadziej ze skowalnego, spodem poziome, na wierzchu wgłębione dla objęcia stopy szynowej, co wytwarza obustronne wysoki; powierzchnia wgłębienia otrzymuje pochyłość przystosowaną do pożądanego przechylenia szyn (rys. 936 i 937). Stosują też podkładki z jednostronnym wyskokiem (rys. 935). Podkładki zwiększają i wytrzymałość i trwałość toru, o ile nie są za małe i za cienkie, a prawidłowo dziurowane. (Por. W. T. § 13 i 14, oraz Z. K. d. § 12). Długość podkładki (w kiernku toru i walcowania) 120 do 160 mm, szerokość 180

Rys. 933.



Rys. 934.

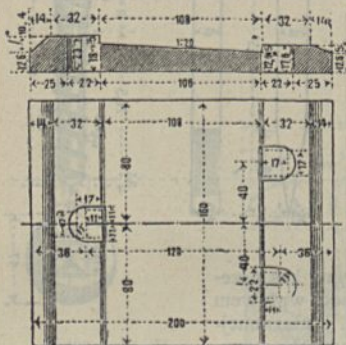


Rys. 935.

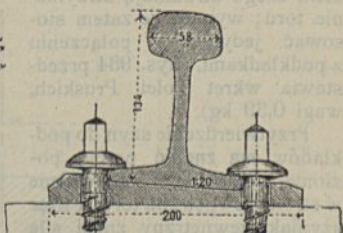


do 300 mm, a wgłębienie podług stopy szyn, wreszcie grubość najmniejsza, t. j. pod wewnętrzną krawędzią stopy szynowej 12 do 18 mm. Zaleca się stosowanie dwóch dziur po stronie wewnętrznej, a jednej po stronie zewnętrznej. Od strony zewnętrznej wyskok jest niezbędny, od wewnętrznej zaś można go opuścić, lecz nie przy zastosowaniu wkrętów. W nowszych czasach stosują też podkładki z nadchwytem (p. poniżej) nawet na podkładach drewnianych. Pod-

Rys. 936.



Rys. 937.



kładki zalecają się wogóle tak z powodu równomierniejszego rozkładu nacisku na podkład, jakoteż lepszego przeciwdziałania parciom poziomym. Wskutek oparcia się szyny o wyskok zewnętrzny, siła przesuwająca przenosi się i na trzymaki wewnętrzne, a przeciw wywróceniu się szyny możemy (przez mocne złączenie podkładki z szyną) zwiększyć i ramię siły, przytrzymującej szynę wraz z podkładką; wreszcie, stosując podkładki, unikamy tak szkodliwego zacinania podkładów.

W podkładkach o dwóch wyskokach odstęp między nimi bywa o 1 do 2 mm szerszy od stopy szynowej; dziury nie powinny występować we wgłębienie, poza wyskoki. Zalecają się podkładki o trzech dziurach i o pochyłej powierzchni wgłębienia; bez pochyłości bywa ta powierzchnia tylko pod zwrotnicami, jakoteż na podrzędnych kolejach miejscowych. Rodzajem próby stosowano też podkładki spodem lekko nażebrowane; lecz ustroju tego zaniechano, gdyż żebra z trudnością wciskają się w podkład, a jednak go nadwyręzają.

Rys. 936 i 937 przedstawia podkładkę pod szyny pruskie Nr. 8 i 9, na podkładach pośrednich; rys. 938 zaś przyłączową podkładkę z nadchwytem, dla szyn Nr. 6, 7 i 10 na podkładach dębowych: pod szyny Nr. 8 i 9 stosują takie same podkładki, przybliżając jedynie środek dziury na trzymak wewnętrzny do krawędzi podkładki na 36 mm. zamiast 41 mm, przez co uwzględnia się rozszerzenie stopy szynowej o 5 mm. Na podkładkach sosnowych stosują (od r. 1900) podkładki podobnego kształtu, lecz nieco szersze, a mianowicie 290 zamiast 275 mm; w zamian dziury wewnętrznej podkładki te otrzymują otwór 24,48 mm, a to w celu pomieszczenia w nim nie tylko wkrętu, ale i spodniego wysoku zaciastki. Nadchwyty otrzymał długość 64 mm, aby się swobodnie pomieścił w wycięciu łubek, stosowanych na poprzecznych podkładkach żelaznych, co umożliwia używanie tychże łubek i nad podkładami drewnianymi.

W krzywych, o promieniu niżej 500 m, oraz na pochyłościach ponad 5‰ , należy na kilku lub na wszystkich podkładach pośrednich zastępować podkładki zwykłe (pośrednie) podkładkami przyłączowymi, które też wypada stosować wyłącznie na wszystkich podkładach drewnianych w tunelach, na mostach i przejazdach.

Szyny Nr. 11, na pruskich kolejach podrzędnego znaczenia, układają pionowo, na podkładach drewnianych, które, wobec nieprzechylenia szyny, nie mają też zacięć; podkładki z nadchwytym, lecz o wgłębieniu niepochyłym, stosują się tylko pod złączami lub przy nich.

Uwaga. Zarząd kolei pruskich nosi się od r. 1900 z zamiarem wprowadzenia podkładek bez nadchwytów na wszystkich dębowych podkładach pośrednich, a na podkładach z innego drzewa wyłącznie podkładek z nadchwytami. Podkłady sosnowe otrzymałyby podkładki 160-290 mm, z zaciską od wewnątrz, na której znajduje oparcie łeb wkrętu, ochronionego w ten sposób od naprężeń gnących. Ze względu na trwałość ważnym jest, aby dziury w podkładach bukowych wiercono przed ich nasycaniem, przy takim zaś wierceniu trudno z góry uwzględnić rozmaite poszerzenia toru; prowadziłoby to bowiem do licznych omyłek i zamętu. Dlatego też dziury w podkładach wiercą podług zwykłej szerokości toru, jego zaś poszerzenie dokonywa się przez stosowne przesunięcie podkładki na podkładzie, a mianowicie za pośrednictwem obustronnych zacisków jednakowego modelu. Dziurę w tych zaciskach przesunięto z osi o 3, względnie o 6 mm, a wytworzone w ten sposób dwa typy zacisków, przez zmianę ich wzajemnej kombinacji, oraz przez obrócenie jednej lub obydwóch zacisków o 180° , wystarczają do otrzymania 8-miu rozmaitych poszerzeń toru, a mianowicie o: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 i 21 mm.

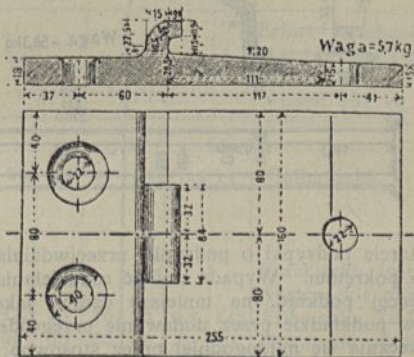
Pełzaniu szyn, t. j. ich przesuwaniami się w kierunku toru, zapobiegano pierwotnie przez wycięcia w stopie szyny, w które to wycięcia wbijano szyniaki; sposób ten zarzucają jednak, jako wadliwy, gdyż zmniejsza on wytrzymałość szyny. Najszersze zastosowanie znalazło oparcie łubek kątownikowych lub zetownikowych o obydwa podkłady przyłączowe złącza wiszącego. (Por. W. T. § 10; Z. K. d. § 9).

W czasach najnowszych, wobec coraz to bardziej się zwiększającej długości szyn, a więc mniejszej ilości złącz, przeciwdziałających pełzaniu, wchodzi w użycie dodatkowe, pośrednie nakładki przeciwpełzne, po dwie lub

więcej na każdą długość szyny, umieszczane jednakże wyłącznie tylko po zewnętrznej stronie szyny. Zapierają się one o trzymaki obydwóch podkładów przyległych, co należy uwzględnić przy projektowaniu rozkładu podkładów na długości szyny. (Koleje pruskie stosują nakładki przeciwpełzne 760 mm długie, przytwierdzone do szyny dwiema śrubami w odstępie 440 mm, a zapierające się o przyległe podkłady, których osie leżą w odstępie 600 mm).

Podkłady w Rosji, podług przepisów ministerjalnych^{*)}, mogą być sosnowe lub dę-

Rys. 938.



^{*)} Zbiór rozporządzeń Min. Kom. dla służby drogowej, zeszyt III, str. 4, Petersburg, 1900.

bowe, z innego zaś drzewa tylko za oddzielnym pozwoleniem ministra. Długość podkładów na kolejach głównych 1,25 saż. (2,67 m), a na szerokotorowych, drugorzędnych 1,15 saż. (2,45 m); grubość stosownie do gatunku drzewa i kształtu przekroju od 3 do 3,5 wersz. (133 do 155 mm). Średnica okrągłaków, przeznaczonych do wyrobu podkładów, tylko o spodzie i wierzchu przyciosanym, ma być przynajmniej 6 do 7 w. (267 do 311 mm) dla sosnowych, a dla dębowych podkładów 5,5 do 6,5 w. (244 do 269 mm), w zależności od ich kształtu przekroju, przy czem większe średnice dotyczą podkładów półokrągłakowych. Na dębowych podkładach zaleca się układać szyny na podkładkach o dwóch dziurach i przytwierdzać je wkrętami.

Wierzch podkładu można pozostawić okrągły, nie sciosując bielu, z wyrobieniem jedynie zacięć pod szynę lub podkładkę.

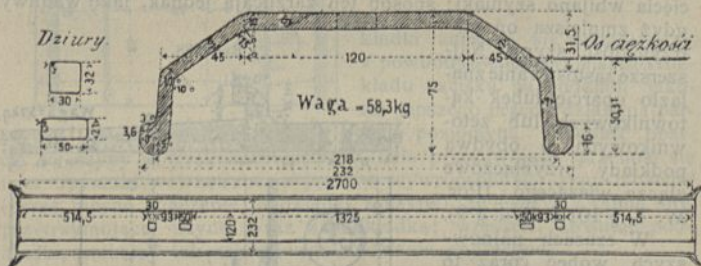
Rok ułożenia należy oznaczyć trwale na każdym podkładzie.

Podkłady żelazne można stosować jedynie za oddzielnym pozwoleniem ministra.

3. Tor na poprzecznych podkładach żelaznych, zlewnych.

Poprzeczny podkład żelazny powinien przede wszystkim być dostаточно wytrzymały na gięcie, sama jednak sprawność przekroju (W/F) nie wystarcza: podkład powinien być stateczny, a więc posiadać szeroką powierzchnię podparcia, a na końcach być zamknięty i obejmować jak największą ilość podsypki, aby przez jej wagę i przez

Rys. 939.



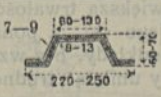

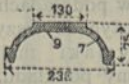
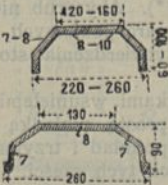
tarcie podsypki o podsypkę przeciwdziałać wszelakim przesunięciom i pokrętom. Wypada unikać rozdzielania tak powierzchni, wspierającej podkład, na mniejsze części, jako też zawartości podsypki w podkładzie przez dodawanie przegródek. Zamknięcie końcy skutecznie się najdogodniej przez stosowne wytłaczanie całego podkładu, albo przez zagięcie końcy, wreszcie przez donitowanie kątowników, zetowników lub teowników.

W tablicy str. 289 zestawiono kilka bardziej znanych ustrojów podkładów poprzecznych, żelaznych, w rys. 939 zaś nowszy podkład systemu Hilfa, stosowany szeroko na kolejach pruskich. Podkład ten bez żebra środkowego, zagłębia się ściankami bocznymi głęboko w podsypkę, a krawędzie dolne tych ścianek otrzymały zgrubienia, w postaci laskowatych obrzeży, które chronią podkład od uszkodzeń przez uderzenia podczas jego podbijania, nie mają jednak na celu wytwarzania dodatkowych powierzchni podparcia. Przekroje przez os

takiego podkładu pośredniego przedstawia rys. 945, a przyłączonego rys. 946.

Doświadczenia Schubert'a *) wykazały, że podkład z głęboko sięgającym żebrzem środkowym, a płytko się zagłębiającymi ściankami bocznymi nie tylko ułatwia podbijanie, lecz przyczynia się znacznie i do trwałości podsypki; wypada jednak odczekać, czy szersza praktyka potwierdzi te dane.

Żelazne podkłady poprzeczne.

Nazwa systemu	Przekrój rys. 940 do 944	Przekrój F cm ²	Waga na 1 m b. podkładu kg/m	Waga jednego podkładu kg	Moment wytrzyma- łości W cm ³	Sprawność przekroju W/F	Przekrój podsypki za- wartej w podkładzie cm ²	Nazwa kolei, na której stosowano podkłady
Vautherin.		20 do 30	15 do 24	40 do 60	20 do 36	1 do 1,34	60 do 100	Dawniej Nadreńskie, Marchijskie i t. d.
Haarmann.		26	20,4	52	38	1,44	77	Erfurt - Ritschenhau- sen. Waga 1-go m toru, wraz z szy- nami 181 kg.
Küpfer.		29	23	57	33	1,12	117	Gothardzka.
Hilf i podobne systemy bez żebra środkowe- go		24 do 36,7	19 do 29	50 do 72	13 do 44	0,5 do 1,2	142 do 200	Franciszka Józefa, Austryackie państ., Arlbergzka, 72 kg, Bawarskie państw., Pruskie państwowe, Alzacko-Lotaryng., Szwajcarskie.

Wymiary. Grubość ścianki wierzchniej 9 do 13 mm. Szy-
na leżąca na podkładzie bez podkładki niszczy go więcej, wymaga
zatem większej grubości owej ścianki. Długość 2,7 m, a w żąd-
nym razie nie mniej niż 2,5 m dla kolei średniotorowych **). Waga

*) Zeitschr. f. Bauwesen, 1897, str. 207; Odstępy podkładów i podsypka w kolej-
nictwie. Odbitki rozprawy u Wilh. Ernst'a i syna w Berlinie.

**) Zimmermann, Berechnung des Oberbaues, Berlin 1888, str. 197.

podkładu na kolejach głównych 60 do 75 kg (W. T. § 14). Cena w Niemczech 100 do 120 mar./t. Większa waga podkładów z podkładkami opłaca się oszczędnościami bieżącymi. Zwężenie podkładu w środkowej części, połączone z podwyższeniem ścianek bocznych, (stosowane w Szwajcaryi i w Palatynacie) ma na celu powiększenie momentu wytrzymałości w środku, zmniejszenie także powierzchni podpierającej, wreszcie zapobieżenie przesunięciom bocznym *).

Uwaga. Podkłady na pruskich kolejach drugorzędnych, pod szyny Nr. 10 i 11, są takie same, jak przedstawione w rys. 939, lecz tylko 2,5 m długie i odmiennie dziurowane, wagą zaś po 54,2 kg.

Przechylenie szyn skuteczniejszą się najłatwiej przez wygięcie podkładów w środku, dokonane podczas ich wyrobu. Podkład taki wszakże, zwłaszcza jeśli go w środku podbijemy mocniej, ma dążność do wyprostowania się pod ciężarem pociągu, a więc do zwiększania prześwitu torowego; wreszcie końce jego wystają zazwyczaj z podtorza. Wytlaczanie pochyłego zagłębienia pod stopę szynową nadwyręza tworzywo podkładu **). Najlepiej pozostawić podkład prostym, przechylenie szyny zaś skutecznie za pośrednictwem podkładek o wgłębieniach pochyłych (W. T. § 14); zwiększenie nakładu zrównoważy się z nadmiarem przez większą trwałość toru.

Dziury w podkładach mieszczą się na jego osi, a ponajczęściej robią cztery dziury podłużne. Wszystkie podkłady, bez względu na poszerzenia toru, dziurują się jednakowo, by uniknąć trudności przy wykonaniu, a omyłek podczas układania.

Pruskie koleje stosują tylko w krzywych, o promieniu niżej 200 m, podkłady rozstawniej dziurowane; pozatem dla szyn, o stopach równoszerokich, i dziurowanie podkładów jest jednakowe.

Przytwierdzenie szyn ma być takie, aby zapewniało prawidłowe i trwałe umocowanie stopy szynowej w kierunku pionowym i poziomym. Przy jednakowem rozstawieniu dziur w podkładach, możliwie mała ilość modeli trzymaków powinna starczyć do wszystkich potrzebnych poszerzeń toru. Wszelkie trzymaki mają się dać wstawiać i wymieniać od wierzchniej strony podkładu, bez jego poruszania lub wzruszania podtorza, a ustrój ich ma być możliwie prosty, by zapewnić dokładne wykonanie ***). Aby śrub nie wystawiać na gięcie lub ścieranie pod wpływem parć poziomych, posiłkujemy się zaciskami prostokątnymi do przytwierdzenia stopy szynowej.

Zaklinianie szyn między dwiema zapórkami, wsuniętymi w dziury podkładu, z klinem od zewnętrznej, a prostą wkładką od wewnętrznej strony szyny, niszczy szybko i podkład i trzymaki, a to wskutek nieustannego naprężenia wszystkich tych części. Pozatem jest to sposób dogodny w wykonaniu, a poszerzenie toru wymaga tylko zmiany grubości zapórki zewnętrznej i wkładki.

Przyśrubowanie szyn do podkładu śrubami, z dodaniem zacisków, z wkładkami lub bez nich, przeróżnych kształtów, jest naj-

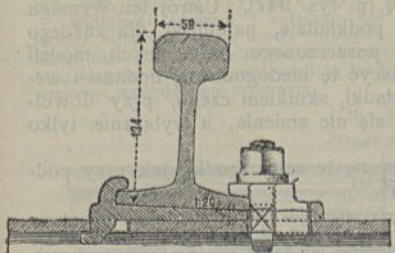
*) Zeitschr. d. Vereins d. Ing. 1900, str. 1025.

***) Org. f. Fortsch. 1885, str. 11; 1887, str. 108.

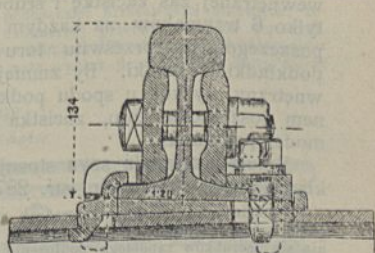
****) Dolezalek, Zeitschr. d. Hann. Arch. u. Ing. Ver. 1883, str. 191.

właściwszym sposobem przytwierdzenia szyn. Sworzeń śruby niema dotykać ścianek dziury w zaciszcze, która boczne parcie szyny powinna wyskokami swemi przenosić bezpośrednio na ścianki dziury

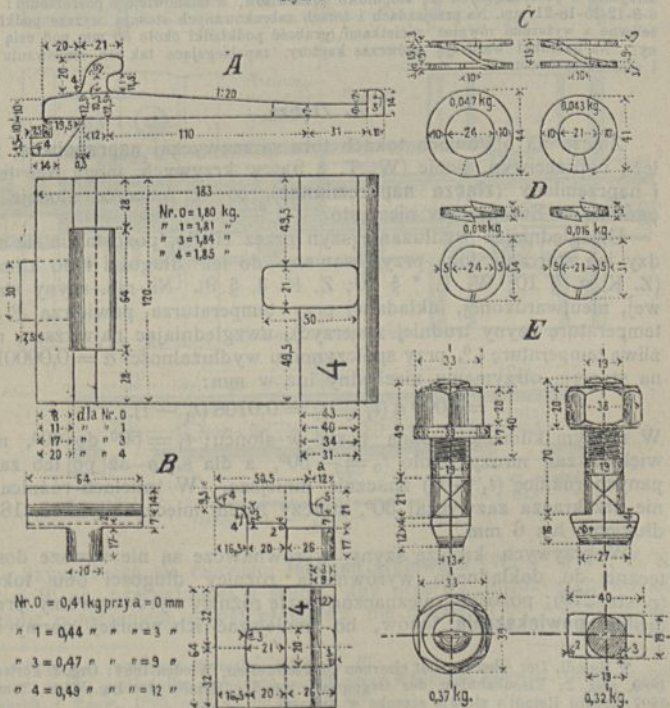
Rys. 945.



Rys. 946.



Rys. 947.



w podkładzie, co da się też osiągnąć i za pośrednictwem oddzielnych wkładek, np w systemie Heindl'a *). Haarmann stosuje podkładkę z wgłębieniem pochyłym, z nadchwytem i z podchwytem, t. j. wyskokiem spodnim, zapierającym się o ściankę dziury podkładu i podchwytyjącym pod nią po zewnętrznej stronie szyny; od strony wewnętrznej zaś zaciskę i śrubę (p. rys. 947). Ustrój ten wymaga tylko 6 trzymaków na każdym podkładzie, natomiast dla każdego poszczególnego prześwitu toru poszerzonego, oddzielnych modeli podkładki i zacistki. By zmniejszyć tę niedogodność, dodano i wewnętrzny wyskok u spodu podkładki, skutkiem czego, przy dowolnym poszerzeniu toru, zacistka się nie zmienia, a wyłącznie tylko model podkładki.

Przeciw **pełzaniu szyn** stosują się te same środki, jak przy podkładach drewnianych (p. str. 287).

Pruskie koleje stosują przeważnie przytwierdzenie ustroju Haarmann'a z jednym podchwytem spodnim, przedstawione dla szyn Nr. 6, 7 i 9 w rys. 945 do 947. Luzowaniu się naśrubków zapobiega podłożenie jednego lub dwóch pierścieni sprężynujących. Stosując cztery modele podkładek i cztery zacistki, podług wymiarów wpisanych w rysunku 947 A i B, można, przez stosowną kombinację rozmaitych podkładek i zacistek, otrzymać 8 poszerzających się stopniowo prześwitów, a mianowicie o poszerzeniu: 0-3-6-9-12-15-18-21 mm. Na przejazdach i torach zabrukowanych stosują wyższe podkładki żelazne z wyższymi również zaciskami (grubość podkładki około 50 mm pod osią szyny). Na naśrubki wsadzają naówczas kaptury, zapobiegające tak ich złuzowaniu jak i zanieczyszczeniu.

4. Złącza.

Złącza na obydwóch tokach toru są zazwyczaj **naprzeciwne**, t. j. leżą naprzeciwko siebie (W. T. § 9), w krzywych inogą one leżeć i naprzemiany (**złącza naprzemienne**), co w Ameryce stosuje się ogólnie, w Europie zaś nieczęsto.

Uwzględniając wydłużanie szyn przez ciepło, pozostawia się między ich storcami luz, przystosowany do ich długości i do klimatu (Z. K. g. § 10; W. T. * § 10; Z. K. d. § 9). Na mb. szyny stalowej, nieutwardzonej, układanej przy temperaturze powietrza t^0 (bo temperaturę szyny trudniej zmierzyć), uwzględniając najwyższą, możliwą temperaturę t_1^0 , przy współczynniku wydłużalności $\alpha = 0,0000108$ na stopień, otrzymamy niezbędny luz w mm:

$$\delta = 1000 \alpha (t_1 - t) = 0,0108 (t_1 - t).$$

W naszym klimacie można liczyć w słońcu: $t_1 = 50^0$ do 60^0 , największe zaś mrozy około $t_0 = -30^0$, a dla szyn aż po lęb zasypanych różnicę $(t_1 - t_0)$ znacznie mniejszą. W tunelach różnica ta nie przekracza zazwyczaj 30^0 , starczy zatem między szynami, 18 m długości, luz 6 mm.

W krzywych krótsze szyny wyrównawcze są nie zawsze dostateczne do dokładnego wyrównania różnicy długości obu toków (p. str. 279); pozostałą nieznaczną resztę różnicy wyrównujemy przez drobne **powiększenia** luzów, bo zmniejszać ich poniżej normy nie

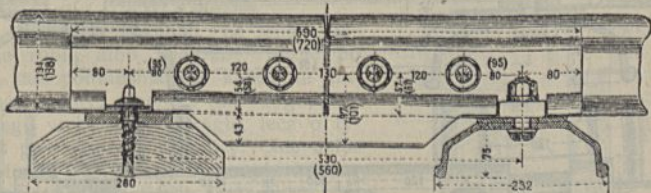
*) Heindl, Der Oberbau mit eisernen Querschwellen, Wiedeń 1884; Org. f. Fortschr. 1889, zes. 2; Eisenbahnbau der Gegenwart, tom II; Handb. der Ing.-Wiss., tom V, 1897; Ustrój Heindl'a stosują szeroko w Bawaryi.

wolno *). Do pozostawienia dokładnych luzów międzyszynowych wstawia się pomiędzy storce szyn podczas ich układania luznik, t. j. blaszkę grubości, przystosowanej do chwilowej temperatury. Np. między szyny 12-to-metrowe, przy $t = 15^{\circ}$, $t_1 = 57^{\circ}$, wkłada się luzniki 6 mm grube. Dlatego też w tablicy rozstawu podkładów, str. 296, długość użytkową szyny liczone wraz z luzem.

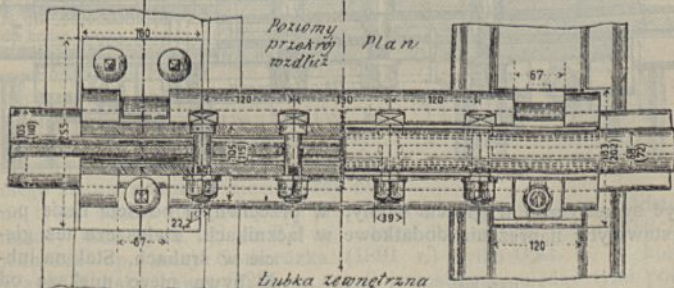
Wydużniki szynowe)** układamy nad poduszками przesuwne dłuższych, żelaznych belek mostowych, w celu uniknięcia nadmiernej przerwy w tokach torowych. Licząc największą różnicę temperatur w naszym klimacie 70° , otrzymamy wydłużenie = $\frac{1}{1300}$ długości belki mostowej, czyli na każdy metr wydłuż $d = 0,75$ mm, którą należy wyrównać wydłużnikiem szynowym.

Rys. 948.

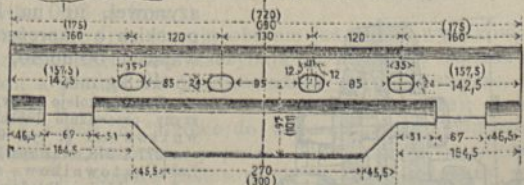
Widok z boku



Pozorny przekrój wzdłuż



Łubka zewnętrzna



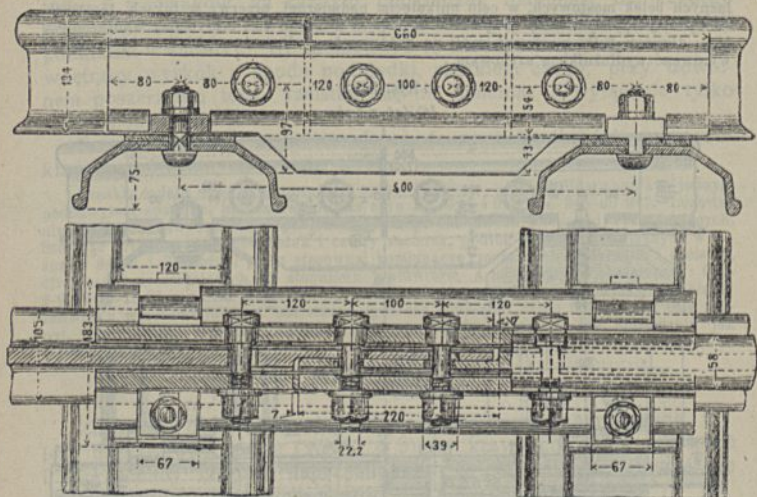
Szyny łączą się mocnymi łubkami stalowymi (W. T. § 10; Z. K. d. § 9) na przynajmniej 4 śruby, aby przerwę międzyszynową zastąpić połączeniem, o wytrzymałości nie mniejszej od wytrzymałości

*) Ruppel, w Org. f. Fortschr., 1892, str. 61.

***) Ustrój wydłużnika na nowym moście przez Wisłę pod Tczewem, podano w Zeitschrift. f. Bauw., 1895, zes. IV do VI, str. 260.

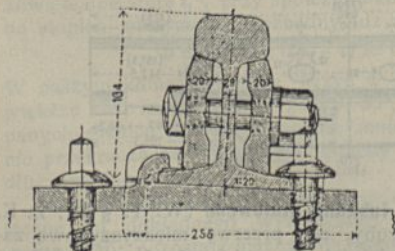
samej szyny, a zakleszczającem wszechkierunkowo końce szyn. W. T. w § 10-ym zalecają długość łubek, sięgającą poprzez obydwa podkłady przyłączowe, szerokie przyłgi należy pochylić (p. str. 276) i zabezpieczenia naśrubków od zluźnienia. Łubki powinny przylegać do szyny li tylko na przyłgach, nie dotykając jej środka. Łubki mają

Rys. 949.



być symetryczne względem szyny, w przeciwnym bowiem razie powstawałyby naprężenia dodatkowe w łącznikach, zwłaszcza też gięcie w śrubach. Stal na łubki bywa nieco miększa od szynowej, np na kolejach pruskich o naprężeniu zrywającym 50 do 45, a nawet do 40 kg/mm².

Rys. 950.



Pruskie koleje główne łubczą szyny przeważnie łubkami zetownikowymi p. rys. 927 i 928 str. 277 i 278, oraz rys. 948 i 949. Łubki kątownikowe stosują zaś nad szerokimi podkładami podłużnymi i w łączach bezpośrednio podpartych, np. przykrzyżownicowych, wreszcie jako nakładki zaporcze. Przekrój takich łubek kątownikowych otrzymamy, odcinając z przekroju łubki zetownikowej część leżącą poniżej poziomu, przełożonego na kilka mm ponad podszwą szyny. Łubki piaskie, nawet wypukłone, okazały się za słabymi.

Długość łubek czterośrubowych, np. na kolejach pruskich, jest: w łączach na zetknię: 690 i 720 mm (rys. 948), w łączach na

wcios: 660 mm (rys. 949); łubki sześćciorubowe są o 100 mm dłuższe, jednak w złączach na wciós dla szyny Nr. 9 biorą łubki 780 mm długie. Na torach bardziej obciążonych, jakoteż nowobudowanych, zalecają się złącza sześćciorubowe. Rys. 950 przedstawia przekrój przez złącze szyn Nr. 6d, na podkładach drewnianych.

Śruby łubcze na kolejach średnitorowych bywają w sworzniu 20 do 26 mm grube, a dziury na nie o 1,5 do 2 mm większe.

Koleje pruskie stosują śruby łubcze 22,3 mm ϕ (rys. 951), dziury zaś na nie 24 mm, w łubce zewnętrznej wydłużone jednakże do 35 mm, w celu ujęcia zgrubienia sworznioowego (33 mm), zabezpieczającego niepokretność śruby. Łeb jest czworokątny, na śrubek sześciokątny, do spólnego klucza. Przeciwnie zluzowaniu się naśrubka zwykłego podkładają poden pierścienie sprężynujące, bez których mogą się obyć naśrubki z obrzeżem.

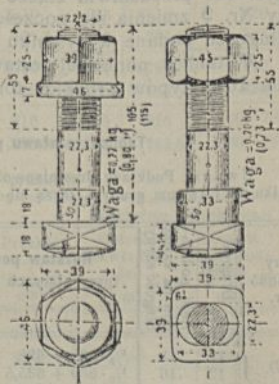
Dziury w szynach, na śruby łubcze robią albo podłużne, licząc po $1/2$ mm podłużenia na każdy m długości szyny, albo też (dla dogodniejszego wykonania) okrągłe, lecz o tyleż powiększonej średnicy. Osie dziur połowią odstęp między przylgami.

Koleje pruskie stosują dziury 30 mm średnicy w szynach 12 m dł., a 33 mm w 15 i 18 m dł., pozostawiając od środka skrajnej dziury do końca szyny odstęp 61 mm w złączach na zetknięcie, a 54,5 mm w złączach na wciós.

Podparcie złącza. Na podkładach poprzecznych stosują obecnie już przeważnie tylko złącza wiszące (W. T. § 11; Z. K. d. § 10). Podkłady przyzłączkowe układają możliwie blisko samego złącza, pozostawiając między nimi tylko odstęp niezbędny do prawidłowego ich podbijania. Odstęp między nimi bywa 0,2 do 0,3 m, odstęp ich osi zaś 0,5 do 0,6 m, jednakże np. kolej Gothardzka (1891 r.) tylko 0,34 m, a kolej Warsz.-Kaliska nawet 0,275 m, czyli pozostawia między tymi podkładami tylko 0,08 m luzu *).

Złącza podparte stosują obecnie już chyba wyjątkowo, a więc przy krzyżownicach, lecz zaczynają je ponownie zalecać pod tory na szlaku, a przynajmniej wprowadzać ustroje zastępcze, np. podzłącznice, t. j. beleczki pod złączem (podzłączkowe); przyzłącznice, t. j. szyny dodatkowe do wsparcia złącz; podparcie końcy szyn klinem, założonym poprzez dolne części obustronnych łubek i t. p. **). Szersze zastosowanie znalazły natomiast w tym samym celu złącza na wciós, a mianowicie z pogrubionym średnikiem szyny (18 mm), który na złączach ścina się do połowy (Prus-

Rys. 951.



*) Przegląd Techniczny, 1901, Nr. 28, „Budowa wierzchnia toru kolei Kaliskiej“.

**) Blum w Eisenbahnbau der Gegenwart, rozdz. V, Oberbau, 1897, str. 219 i nast., oraz w Handbuch d. Ing.-Wiss., tom V, rozdz. IV, str. 214 i nast.; Röll, Encyclopädie d. Eisenb., tom V, str. 2506 i tabl. 47; Haarmann: „Starkstoss-Oberbau“, wydane przez Stalownię w Osnabruck, 1900.

kie Kol. 1895, p. rys. 949), wreszcie Stalownia w Osnabrück wprowadza szyny o łbachi niesymetrycznych, czyli o średniku mimoosiowym. Saskie koleje stosują, by nie tracić na długości szyny, łbki łączące się na wciós.

W rys. 948 przedstawiono złącze na zetknię (do szyn Nr. 6 lub 8 1895 r.), stosowane na kolejach pruskich, zaznaczając po lewej stronie rysunku podkład drewniany, po prawej zaś żelazny, gdyż w obydwóch przypadkach złącze jest takie same. Na torach bardziej obciążanych stosują 6 śrub łubczych (zamiast 4-ech), podłużając równocześnie łbki, a zmniejszając odstęp środków podkładów przyłącznych do 500 dla szyn Nr. 6 i 7, a do 530 mm dla Nr. 8 i 9. Rys. 949 przedstawia złącze na wciós dla szyn Nr. 7, a złącze szyny Nr. 9 zmienia się początki w szerokościach i grubościach; miary długości, podane w rysunku pozostają natomiast bez zmiany.

W tablicy poniższej zestawiono rozstawy podkładów poprzecznych dla 16-tu typów pruskich torów z r. 1895, oraz 14-tu z r. 1900.

Tablica rozstawu podkładów na kolejach pruskich.

U waga: Podkłady drewniane oznaczono literą D, a żelazne literą Ż; szyny o średniku 15 i 18 mm grubym, łączą się na wciós.

Tory z r. 1895 Nr.	Długość szyn m	Ilość podkła- dów na każdą długość szyny	Rozstaw podkładów na długość każdej szyny (przy złączach na wciós liczy się długość użytkowa)			Przeznaczenie toru na	
			mm				
6 ^d D	12	15	$\frac{1}{2} \cdot 530 + 638$	$+ 12 \cdot 850 + 638$	$+ \frac{1}{2} \cdot 530 = 12006$	Zwykle koleje główne.	
	12	16	$\frac{1}{2} \cdot 530 + 635,5$	$+ 13 \cdot 785 + 635,5$	$+ \frac{1}{2} \cdot 530 = 12006$		
6 ^d Ż	12	17	$\frac{1}{2} \cdot 530 + 628$	$+ 14 \cdot 730 + 628$	$+ \frac{1}{2} \cdot 530 = 12006$		
	10	13	$\frac{1}{2} \cdot 530 + 688$	$+ 10 \cdot 810 + 688$	$+ \frac{1}{2} \cdot 530 = 10006$		
7 ^b D	15	20	$\frac{1}{2} \cdot 500 + 623,5$	$+ 17 \cdot 780 + 623,5$	$+ \frac{1}{2} \cdot 500 = 15007$		
	15	21	$\frac{1}{2} \cdot 500 + 593,5$	$+ 18 \cdot 740 + 593,5$	$+ \frac{1}{4} \cdot 500 = 15007$		
7 ^c D	18	25	$\frac{1}{2} \cdot 530 + 640 + 22 \cdot 736 + 640 + \frac{1}{2} \cdot 530 = 18002$				
8 ^a D	12	15	$\frac{1}{2} \cdot 560 + 683$	$+ 12 \cdot 840 + 683$	$+ \frac{1}{2} \cdot 560 = 12006$		Bardziej obciążane tory pod pociągi pospieszne.
	12	16	$\frac{1}{2} \cdot 560 + 653$	$+ 13 \cdot 780 + 653$	$+ \frac{1}{2} \cdot 560 = 12006$		
8 ^a Ż	12	17	$\frac{1}{2} \cdot 560 + 613$	$+ 14 \cdot 730 + 613$	$+ \frac{1}{2} \cdot 560 = 12006$		
	10	13	$\frac{1}{2} \cdot 560 + 673$	$+ 10 \cdot 810 + 673$	$+ \frac{1}{2} \cdot 560 = 10006$		
9 ^b D	15	19	$\frac{1}{2} \cdot 500 + 693,5$	$+ 16 \cdot 820 + 693,5$	$+ \frac{1}{2} \cdot 500 = 15007$		
	15	20	$\frac{1}{2} \cdot 500 + 623,5$	$+ 17 \cdot 780 + 623,5$	$+ \frac{1}{2} \cdot 500 = 15007$		
9 ^c D	18	24	$\frac{1}{2} \cdot 560 + 667,5 + 21 \cdot 767 + 667,5 + \frac{1}{2} \cdot 560 = 18002$				
10 ^a D	12	13	$\frac{1}{2} \cdot 530 + 738$	$+ 10 \cdot 1000 + 738$	$+ \frac{1}{2} \cdot 530 = 12006$	Koleje drugorzędne.	
	12	14	$\frac{1}{2} \cdot 530 + 678$	$+ 11 \cdot 920 + 678$	$+ \frac{1}{2} \cdot 530 = 12006$		
11 ^a D	10	12	$\frac{1}{2} \cdot 530 + 688$	$+ 9 \cdot 900 + 688$	$+ \frac{1}{2} \cdot 530 = 10006$		
11 ^a Ż							

Tory z r. 1900 Nr.	Długość szyn		Rozstaw podkładów na połowie długości szyny, t. j. od złącza do środka, druga połowa taka sama				Długość łubek			
	mm	Ilość podkładów na każdej długości szyny	mm							
6 ^e	12	16	1/3 · 500	600	700	Nakładka zaporcza 760 mm długa, a odstęp 600 mm	11856	600	700	790
6 ^e	12	17	1/3 · 500	600	700		4770	773	4770	790
6 ^e	10	14	1/3 · 500	600	700		7815	600	700	790
6 ^e	10	15	1/3 · 500	600	700		707,5	6715	707,5	790
8 ^b	12	16	1/3 · 530	600	700		4853	852	4853	820
8 ^b	12	17	1/3 · 530	600	700		758	8770	758	820
8 ^b	10	14	1/3 · 530	600	700		3810	815	3810	820
8 ^b	10	15	1/3 · 530	600	700		707,5	6710	707,5	820
7 ^e	18	25	1/3 · 500	600	700		8760	2771	8760	790
9 ^e	18	25	1/3 · 530	600	700		756	16760	756	820
7 ^d i 9 ^d	15	20	1/3 · 500	600	700	816	11825	816	760, 780	
7 ^d i 9 ^d	15	21	1/3 · 500	600	700	763,5	12765	763,5	760, 780	

Tablica łubek na kolejach pruskich.

Łubki z r. 1895 do torów Nr.	Długość Wysokość		Waga łubki		Przekrój	Względem osi poziomej	
	łubki		wewnętrznej	zewnętrznej		moment bezwładności	moment wytrzymałości
	mm	mm	kg	kg		cm ⁴	cm ³
6 ^d i 7 ^c	690	142	13,83	13,70	31,79	419,8	56,4
7 ^b	660	142	13,08	12,95	31,79	419,8	56,4
8 ^a i 9 ^c	720	148	18,69	18,53	41,03	603,3	77,1
9 ^b	660	148	16,76	16,60	41,03	603,3	77,1
10 ^a	690	98	11,84	11,71	23,88	188,9	31,8
11 ^a	690	86	9,40	9,29	19,00	110,8	21,5

Uwaga: Łubka wewnętrzna ma dziury okrągłe, o średnicy 24 mm, zewnętrzna zaś podłużne 24 · 35 mm, pozatem są one jednakowe. Do śrub łubczych na wszelakie złącza wystarczają dwie rozwartości kluczy naśrubkowych.

Przejście z szyn, łączonych na zetknię, do szyn, łączonych na wciós, uskutecznia się na kolejach pruskich za pośrednictwem szyn przełącznych, o długości $1/2 \cdot 15 = 7,5$ m, których jeden koniec jest obrobiony do złączenia na zetknię, a drugi na wciós. Do przejścia zaś z pewnego numeru szyn na inny numer w tym samym torze, stosują swoiście ukształtowane łubki płaskie, zmniejszając równocześnie odstęp podkładów przyzłączowych.

Tablica wag żelaza w 1 m b. toru kol. prus. o szynach 12-to metrowych.

Oznaczenia: D = podkłady drewniane, Db = dębowe, B = bukowe, Ż = żelazne, S = sosnowe.

Tory z r. 1895 Nr.	6 ^d D		8 ^a D		10 ^a D		11 ^a D	
Ilość podkładów	15	16	15	16	13	14	13	14
Waga żelaza w kg/m.	85,52	86,40	103,24	104,18	70,03	70,13	61,31	61,40

Tory z r. 1895 Nr.	6 ^d Ż		8 ^a Ż		10 ^a Ż		11 ^a Ż	
Ilość podkładów	15	16	15	16	13	14	13	14
Waga żelaza w kg/m. . .	151,21	156,51	169,70	175,10	131,51	136,01	122,77	127,72

Tory z r. 1900 Nr.	6 ^e Db		6 ^e B		6 ^e S		8 ^b Db		8 ^b B		8 ^b S	
Ilość podkładów	16	17	16	17	16	17	16	17	16	17	16	17
Waga żelaza w kg/m	89,81	90,68	98,32	99,78	97,54	98,69	107,67	108,62	115,32	116,80	114,66	116,07

Tory z r. 1900 Nr.	6 ^e Ż		8 ^b Ż		7 ^d Ż ^{*)}		9 ^d Ż ^{*)}		8 ^b Ż		9 ^e Ż	
Długość szyn m	12	12	12	12	15	15	15	15	18	18	18	18
Ilość podkładów	16	17	16	17	20	21	20	21	25	25	25	25
Waga żelaza w kg/m.	159,45	164,73	178,19	183,57	165,36	169,36	180,81	185,13	178,19	185,13	185,13	185,13

Koszt toru, bez podtorza na kilometr, w Prusach:

1) Szyny wagi 33,4 kg/m, stalowe, 12-to metrowe, z 16-tu sosnowymi podkładami nasycionymi, 2,7 m dł.: około 16 000 marek.

2) Jak wyżej, lecz z podkładami dębowymi: 17 500 mar.

3) Jak wyżej, lecz szyny wagi 41 kg/m, z podkładami sosnowymi: 18 000 mar.

4) Jak wyżej, lecz szyny wagi 33,4 kg/m, z tyłuż podkładami zlewnymi, wagi po 58,3 kg, z trzymakami, śrubowymi: 19 500 mar.

5) Jak wyżej, lecz z szynami wagi 41 kg/m: 21 400 mar.

Zwiększając liczbę podkładów drewnianych pod szyną z 16-tu na 17, powiększamy koszt kilometra toru o 500 mar. Nowsze tory z r. 1900, są droższe, a mianowicie w stosunku do zwiększającej się wagi żelaza, zawartego w torze.

5. Tory na podkładach podłużnych.

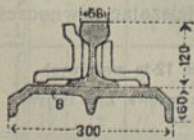
Podkłady podłużne bywają prawie wyłącznie zlewnne, żelazne lub stalowe. Przeróżne ich ustroje można zasadniczo rozdzielić na poniższe rodzaje:

1) Ustroje dwu- lub trójdzielne, z takim podziałem, że łeb szyny stanowi jedną z tych części, straciły swą wartość po wprowadzeniu szyn stalowych, np. ustrój Scheffler'a, Köstlin'a i Battig'a itp.

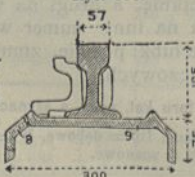
2) Ustroje dwudzielne, podzielone jednak na podkład i szynę, znalazły zastosowanie prawie wyłącznie tylko w Niemczech, w okresie od 1860 do 1880 r. Zarzucono je wszakże, ponieważ, wobec potęgującego się ruchu, ich połączenia poprzeczne nie zdołały utrzymywać prawidłowego prześwitu torowego, odwodnienie nie było należyte, a i wykonanie złącz przedstawiało trudności; np. ustroje: Hilf'a (rys. 952), Haarmann'a, Hohengerger'a (rys. 953) i t. p.

3) Ustroje niepodzielne mogą być albo jednolite, albo też walcowane w dwóch częściach, następnie na stałe ze sobą złączonych. Ustroje te posiadają pewną wartość dla torów bocznych i dla kolei drugorzędnych (W. T. § 12; Z. K. d. § 11). Haarmann opracował typ

Rys. 952.

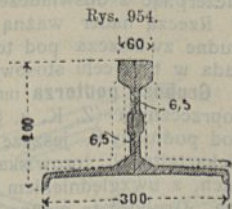


Rys. 953.



*) Złącze na wcios.

obydwoch rodzaj, a mianowicie: jednolitą szynę „Herkules“, 200 mm wysoką i tyleż szeroką w stopie, oraz szynę walcowaną z dwóch części, przedstawioną w rys. 954, która się okazała podatną zwłaszcza do torów zupełnie zabrukowanych, np. na stacjach portowych, przystaniach, nadbrzeżach i t. p. Haarmann łączył obydwie połówki pierwotnie na nity, później na śruby, dodając jeszcze od spodu szpony, łączące obydwie połówki, a to w celu zapobieżenia ich rozwieraniu się pod naciskiem kół. Ustrój w końcu wspomniany zaleca się swą prostotą, wysokim położeniem połączeń poprzecznych względem podeszwy szyny, trwałości ułożenia, co pozwala na zupełne zasypanie toru aż po grzbiet (rozumie się z pozostawieniem żłobka na obrzeże kół). Złącza obydwóch połówek szyny są naprzemienne, co znakomicie zwiększa sztywność toru, lecz powoduje niemałe trudności przy wymianie szyny zużytej*).



6. Podtorze.

Podtorze ma rozłożyć naciski kół na większą powierzchnię i zapewnić suchość toru, a więc trwałość jego ułożenia i materiału. Podosypka w podtorzu powinna zatem posiadać przymioty następujące: dostateczną wytrzymałość poszczególnych kawałków na zgniecenie; odporność na mróz i przeciw wietrzeniu (W. T. § 3; Z. K. d. § 3); zupełną przesiąkliwość, (a więc bez zanieczyszczeń ziemistych); wreszcie należytą podbijalność. Aby podsypanie się dobrze podbijała, tarcie między jej cząstkami powinno być znaczne, a więc poszczególne kawałki możliwie ostrokrawędziowe i stosownej wielkości, t. j. począwszy od wielkości ziarenek grochu, do 5 cm w największym rozmiarze.

Najdoskonalszą podsypanką jest tłuczeń kamienny (nie ponad 5 cm), bo ostre krawędzie utrwalają położenie poszczególnych części. Następnie: żwir rzeczny, jako czysty i najczęściej wytrzymały, aczkolwiek o cząstkach okrągłych. Dalej żwir kopalniany, niekiedy zanieczyszczony, a natenczas wymaga on odsiewania. Piasek tylko wyjątkowo i od biedy. Wreszcie żużel wielkopiecowy, o ile jest trwały i wytrzymały. Pod mialkim żwirem dla lepszego odwodnienia, pożądaną jest warstwa z kamieni, lecz tylko na torowisku nieściśliwym.

Na wierzchnią warstwę podtorza (między podkładami) można brać podsypankę drobniejszego ziarna, jednakże pod warunkiem, aby nie wydzielala kurzu i aby ją usuwać przed każdorazowym podbijaniem

*) Eisenbahnbau der Gegenwart II str. 260 i nast. Handb. d. Ing.-Wiss. tom V. rozdz. IV, str. 203.

podkładów. By zmniejszyć wydziałanie kurzu, biorą na ową warstwę wierzchnią tłuczeń. Ważne dane o ustrojach podtorza można zaczerpnąć z doświadczeń Schubert'a *).

Rzeczą nader ważną jest prawidłowe odwodnienie podtorza, trudne zwłaszcza pod torem o podkładach podłużnych; nieraz wypada w tym celu stosować swoiste urządzenia odsączne.

Grubość podtorza ma być przynajmniej 200 mm pod podkładem poprzecznym (Z. K. g. § 4; W. T. § 3), a przynajmniej 300 mm pod podłużnym, jeszcze większa zaś w mokrych wykopach **) i na niekształtnych torowiskach skalnych, natomiast na świeżych nasypach, z uwzględnieniem ich osiadania się, na razie stosownie mniejsza. Grubość tę można zmniejszyć na kolejach drugorzędnych do 150 mm (W. T. § 3), na kolejach miejscowych, średniotorowych do 130 mm, na wąskotorowych do 100 mm, większe grubości są jednak zawsze pożądane (Z. K. d. § 3), wreszcie na kolejach zębnicowych conajmniej 200 mm.

Ilość podsypki na kilometr szlaku kolejowego, przy ogólnej grubości 0,4 m od wierzchu podkładu, będzie 1800 do 2200 m³ na szlakach jednotorowych, a 3000 do 3750 m³ na dwutorowych.

Przepisy rosyjskie, dotyczące podtorza, p. str. 208 i 213, oraz Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczących służby drogowej, tom III, str. 10 do 12.

Normalne złącza dla rosyjskich szyn № III i IV przedstawiamy w rys. 931 i 932 str. 293 i 294.

IV. Krzyżnie, rozjazdy i rozjezdnie.

Gdy się dwa tory ze sobą krzyżują, tworzą one krzyż torów, nazwany krzyżnią (rys. 955), a gdy się tor rozszczepia na dwa rozgałęzienia, otrzymujemy rozjazd (p. rys. 958), w którym pociągi mogą się rozjeżdżać w dwa kierunki; wreszcie szereg rozjazdów za sobą, w jednym torze leżących, wytwarza rozjezdnę.

A. Zasady ogólne.

a. Krzyżnie.

W krzyżni (rys. 955) mamy cztery krzyże tokowe, w których krzyżujące się żłobki przecinają każdy z toków w ten sposób, że wytwarzają narożnik z dwóch ze sobą się stykających toków, podczas gdy pozostałe dwa ich odcinki są odcięte żłobkami, tak od owego narożnika, jak i nawzajem od siebie.

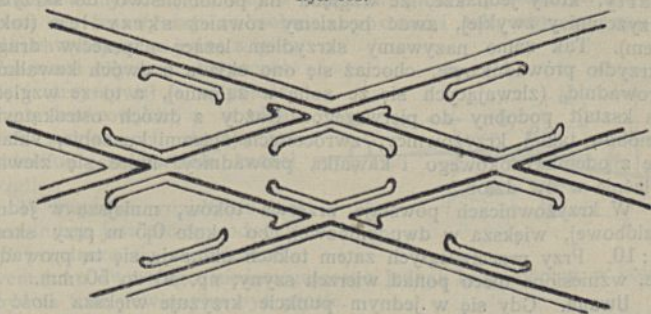
Gdy kąt krzyżowania się torów jest prosty, otrzymujemy krzyżnię prostokątną, w której wszystkie cztery krzyże tokowe są również prostokątne i jednakowe, a w nich i narożniki prostokątne.

*) E. Schubert, Przekształcenie torowiska, w Zeitschr. f. Bauw. 1889, str. 555 i 1891, str. 61, oraz w Org. f. Fortschr., 1891: Wpływ przekroju podkładu na zużycie żwiru i na koszt utrzymania, w Zeitschr. f. Bauw., 1896, str. 79. Rozstaw podkładów w torach kolejowych i ich podsypka, w Zeitschr. f. Bauw., 1897, str. 207; Odbitka u Wilh. Ernst'a i syna w Berlinie.

**) Por. poprzednią uwagę odsyłaczową.

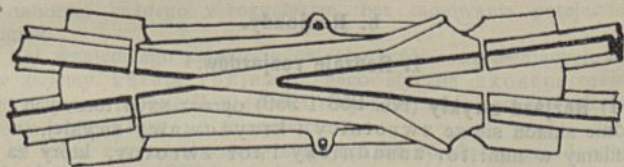
Gdy kąt skrzyżowania się toków nie jest prosty, tworzą one krzyżnię ukośną, w której mamy dwa gatunki krzyży tokowych, a mianowicie dwa krzyże o narożnikach ostrokątnych i dwa o narożnikach rozwartokątnych.

Rys. 955.

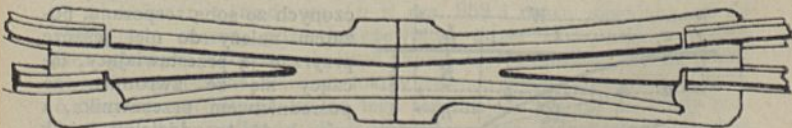


Krzyż tokowy, o narożniku ostrokątnym zwiemy krzyżownicą jednodziobową, czyli zwykłą (rys. 956), a zachodzi on nie tylko w krzyżni, ale i w rozjeździe zwykłym; natomiast krzyż tokowy o narożniku rozwartym zachodzi wyłącznie w krzyżniach (lub roz-

Rys. 956.



Rys. 957.



jazdach w krzyżni leżących), a zwać go będziemy krzyżownicą dwudziobową (rys. 957). W rysunkach tych oznaczono grubsze kreskami kraje prowadnicze toków.

1) **Krzyżownica** zwykła (rys. 956) posiada ostry narożnik toków, zwany dziobem; odcinki tokowe zlewają się z kawałkami prowadnic pod kątem rozwartym w punktach załomu, zwanych

też krócej załomami. Całość, złożoną z takiego odcinka tokowego i kawałka prowadnicy, zwiemy skrzydłem. Rozumie się, że części powyżej wspomniane łączą się ze sobą spólną podstawą np. płytą.

2) **Krzyżownica dwudzióbowa** (rys. 957) posiada narożnik rozarty, który jednakże, ze względu na podobieństwo do skrzydła krzyżownicy zwykłej, zwać będziemy również skrzydłem (tokowem). Tak samo nazywamy skrzydłem leżące naprzeciw drugie skrzydło prowadnicowe, chociaż się ono składa z dwóch kawałków prowadnic, (zlewających się ze sobą w załomie), a to ze względu na kształt podobny do pierwszego. Każdy z dwóch ostrokątnych dzióbów takiej krzyżownicy, zwróconych śpicami ku sobie, składa się z odcinka tokowego i kawałka prowadnicy, które się zlewają właśnie w ów dziób.

W krzyżownicach powstaje przerwa toków, mniejsza w jedno-dzióbowej, większa w dwudzióbowej, bo około 0,5 m przy kosie 1:10. Przy przeciwnych zatem tokach układają się tu prowadnice, wzniesione nieco ponad wierzch szyny, np. 40 do 50 mm.

Uwaga. Gdy się w jednym punkcie krzyżuje większa ilość torów, np. zbiegających się na obrotnicy, otrzymujemy bardziej złożone układy **krzyżni wielokrotnych**, które (oprócz szyn i prowadnic) składają się również tylko z krzyżownic jedno i dwudzióbowych.

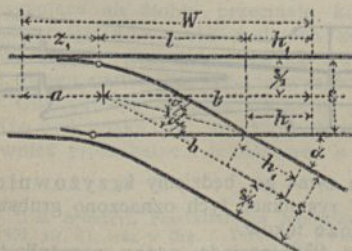
Jeszcze bardziej zawiłem byłoby skrzyżowanie się kilku torów nie w jednym punkcie, lecz w kilku punktach, blisko siebie położonych, albo skrzyżowanie się torów krzywych.

b. Rozjazdy.

1. Rodzaje rozjazdów.

1) **Rozjazd zwykły** (rys. 958 i 959) oprócz szyn torowych i prowadnic składa się ze zwrotnicy i krzyżownicy zwykłej, a różniamy w nim: tor zasadniczy i tor zwrotny, który za pośrednictwem łuku z wrotnego prowadzi w odnogę.

Rys. 958.



Zwrotnica składa się z dwóch zwrotówek, połączonych ze sobą zesporami, zatem należy do niej jeszcze przyrządzić ją przestawiający, łączący się ze zwrotnicą za pośrednictwem przesuwника, a więc bądź to oddzielny, obok stojący zwrotnik, bądź też stosowne urządzenie do przestawiania w układzie zespolonym.

Każda zwrotówka składa się, oprócz podstawy (np. w postaci spólnej płyty), z przytwierdzonej do niej, zwykłej szyny, opornicą zwanej, oraz z iglicy suwającej

się po gładzi kilku płytek podiglicowych, również do podstawy przytwierdzonych.

W złączy iglicowym iglica łączy się zwrotnie z dalszym tokiem toru swym grubszym końcem, zwanym osadą, podczas gdy drugi jej koniec, śpic iglicy, przylega do opornicy w jednym położeniu, a odmyka się od niej w drugim. Iglice obydwóch zwrotówek łączą się zazwyczaj ze sobą zesporami tak, aby przesuwnik, chwytający za jedną z iglic, przesuwał obydwie równocześnie i utrzymywał je w położeniach krańcowych, a w układach zespolonych stosują też oddzielne przestawianie każdej z iglic.

W zwykłym rozjeździe tor zasadniczy jest prosty, odnoga zaś przyłącza się za pośrednictwem łuku zwrotnego, niedosięgającego jednak krzyżownicy, w której obydwa toki powinny być proste.

Zwrotnik składa się zazwyczaj ze stojaka, przestawiaka z naciążkiem, sygnału, oraz z części, przenoszących ruch przestawiaka, na przesuwnik i ów sygnał, który jest ponajczęściej latarnią lub chorągiewką. Między rozgałęzieniami torów, w punkcie, w którymby się obrysia obydwóch torów ze sobą zetknęły, stawiają ukres (w postaci słupka, progu i t. p., pomalowanych zazwyczaj na barwy dobrze widoczne), który stanowi kres dozwolonego zajmowania taborem każdego z rozgałęzień, bez tamowania przejazdu po drugim.

Kąt wzajemnego przecięcia osi obydwóch rozbiegających się torów zwiemy kątem rozjazdu, jego styczną skosem rozjazdu, a punkt tego przecięcia węzłem rozjazdu, od niego też mierzą się kresy odwęzłowe, a mianowicie:

a) kresa zwrotnicowa, sięgająca aż do złączy przedzwrotnicowych (a w rys. 958 i nast.);

β) kresa krzyżownicowa, sięgająca aż do złączy zakrzyżownicowych (b w rys. 958 i nast.);

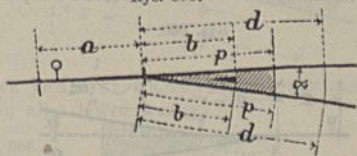
γ) kresa rozjazdowa (p w rys. 959 i nast.), sięgająca aż do następnego złącza, poza krzyżownicą, gdzie zazwyczaj w tokach wewnętrznych układamy krótsze szyny wyrównawcze, by otrzymać złącza naprzeciwne złączom toków zewnętrznych, złożonych z szyn o długości normalnej; aż do tego też miejsca sięgają podkłady rozjazdowe, t. j. podkłady dłuższe, wspierające jednocześnie obydwa tory;

δ) kresa ukresowa (d w rys. 959 i nast.), sięgająca aż do wspomnianego powyżej ukresu.

Dla układania rozjazdów dogodniejszym będzie podział długości ($a + b$) na następujące trzy kresy:

a) kresa iglicowa (z_1 , rys. 958) od środka złącza przedzwrotnicowego do środka złącza iglicowego;

Rys. 959.



β) kresa pośrednia (l rys. 958) od środka złącza iglicowego do teoretycznego śpica krzyżownicy;

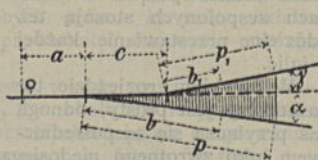
γ) kresa dzióbowa (h_1 rys. 958) od teoretycznego śpica krzyżownicy do środka jej złącza.

Gdy pociąg jedzie z odgałęzień, mamy jazdę: ze śpica zwrotnicy, a w kierunku odwrotnym, jazdę pod śpic. Pociąg, jadący ze śpica przez zwrotnicę, nastawioną na drugi tor, może (przy stosownym urządzeniu) rozmykać iglicę, przylegającą do opornicy. Rozróżniamy zatem zwrotnicę rozmykalną od nierozmykalnej.

Rys. 960.



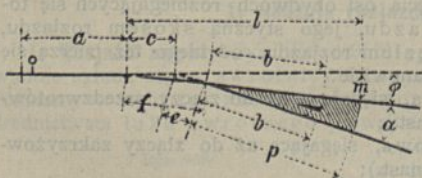
Rys. 961.



Rozjazdy mogą być: lewozrotne lub prawozrotne, zależnie od tego, w którą stronę zwracają one w odnogę pociąg, jadący pod śpic. Na rozjazd patrzymy wogóle od strony śpica iglicy, mówiąc o kierunkach: przed i za, oraz: prawo i lewo.

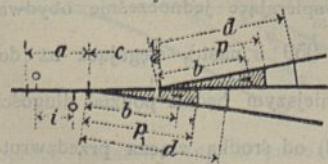
2) **Rozjazd w łuki** (rys. 960, 961 i 962). Gdy tor rozgałęzia się w ten sposób, że i tor zasadniczy zbacza z pierwotnego swego kierunku, otrzymujemy w rozjeździe łuki dla każdego z torów, a rozjazd taki zwie się rozjazdem w łuki. Jeżeli tor zasadniczy i zwrotny, t. j. jego odnoga zwracają się od pierwotnego kierunku toru zasadniczego w strony sobie przeciwne, to otrzymamy obu-

Rys. 962.



stronny rozjazd w łuki. Rys. 960 przedstawia taki rozjazd symetryczny, t. j. o równych kątach zwrotu, a rys. 961 także rozjazd niesymetryczny, a więc o nierównych kątach zwrotu. Jeżeli natomiast i tor zasadniczy i zwrotny zwracają się w tę samą stronę, to otrzymamy jednostronny rozjazd w łuki, a mianowicie prawozwrotny (rys. 962), albo lewozwrotny.

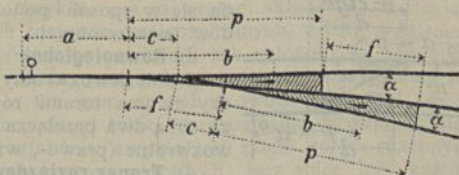
Rys. 963.



3) **Rozjazd podwójny** powstaje, jeżeli w układzie rozjazdu w łuki przedłużymy jeszcze i pier-

wotny tor zasadniczy w prostym kierunku. Natenczas z toru zasadniczego mamy dwie odnogi, a dla każdej z nich zwrotnicę i krzyżownicę, pozatem jeszcze krzyżownicę dodatkową na przecięciu się toków odnog. Stosownie do tego, czy odnogi rozchodzą się w strony odwrotne, czy też w tę samą stronę, otrzymamy podwójny rozjazd obustronny (rys. 963), albo też jednostronny, który znów może być: prawozwrotny (rys. 964), albo lewozwrotny.

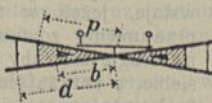
Rys. 964.



Rys. 965.



Rys. 966.

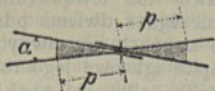


Rys. 967.

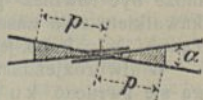


4) **Rozjazdy w krzyżni** (angielskie). Jeżeli w krzyżni (rys. 965) za pośrednictwem łuku i dwóch zwrotnic uskuteczniemy połączenie dwóch ramion torowych krzyża, tworzących ze sobą kąt rozwarty, to otrzymamy rozjazd półkrzyżny, dawniej półangielskim zwany (rys. 966). Jeżeli nadto połączymy ze sobą w sposób podobny i drugie dwa ramiona, to otrzymamy rozjazd krzyżny (rys. 967), dawniej angielskim zwany.

Rys. 968.



Rys. 969.



5) **Rozjazd niedokrzyżny**, lewozwrotny (rys. 968), albo prawozwrotny (rys. 969), jest rozjazdem krzyżnym, z którego opuszczono środkową część jednego z torów się krzyżujących, wraz z jej zwrotnicami i krzyżownicami, w ten sposób, aby móżdż w przyszłości dopełnić rozjazd niedokrzyżny do krzyżnego.

2. Układy rozjazdów.

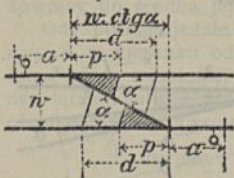
Rozjazdy tego samego rodzaju lub rodzajów rozmaitych, mogą być albo samotne, albo też w większej liczbie zrzeszone w całe układy, a pod tym względem należy rozróżnić:

1) **Rozjazd samotny**, nie pozostający w bliższym związku z innymi, np. rozjazd dla odnogi na szlaku, rozjazd wjazdowy na stację i t. p.

2) **Przełącze rozjazdowe**, prawozwrotne (rys. 970) jest zrzeszeniem dwóch prawozwrotnych rozjazdów, leżących na dwóch torach

równoległych w ten sposób, że ich odnogi są spólosiowo ku sobie skierowane i zlewają się ze sobą, tworząc przełączenie między obydwoma torami równoległymi.

Rys. 970.



Lewozwrotne przełączenie rozjazdowe składa się w sposób podobny z dwóch rozjazdów lewozwrotnych.

3) **Równoległobok rozjazdowy** (prawo-, względnie lewozwrotny) powstaje, jeżeli między dwoma torami równoległymi następują za sobą dwa przełącza rozjazdowe, jednakowozwrotne (prawo-, wzgl. lewozwrotne).

4) **Trapez rozjazdowy** powstaje, gdy między dwoma torami równoległymi następują za sobą dwa przełącza przeciwnie zwrotne, a daje on możliwość objazdu jednym torem tej części toru drugiego, która leży między rozjazdami.

Rys. 971.



5) **Krzyżnia przełączna** (rys. 971) powstaje, jeżeli w trapezie rozjazdowym przesuniemy równoległe jedno przełącze na drugie tak, aby ich środki wpadły na siebie, a krzyżujące się przełącza tworzyły krzyżnię.

6) **Dwurozjazd** jest (podobnie jak przełącze rozjazdowe) zrzeszeniem dwóch rozjazdów jednakowozwrotnych, leżących na dwóch torach równoległych, lecz tory te są odnogami rozjazdów, a ich tory zasadnicze zlewają się spólosiowo ze sobą. Dwurozjazd może być również prawo- lub lewozwrotnym, a jest on właściwie kawałkiem toru zasadniczego z dwiema odnogami równoległymi, leżącymi jednak po jego stronach przeciwnych.

W dwurozjeździe śpice iglicowe jego rozjazdów składowych mogą się zwracać ku sobie, albo od siebie. W pierwszym przypadku otrzymamy dwurozjazd bezpośredni, ponieważ przez niego mogą pociągi przejeżdżać bezpośrednio i to nie tylko po torze zasadniczym, lecz i z jednej odnogi w drugą. W drugim przypadku otrzymamy dwurozjazd pośredni, ponieważ w nim, dla przejazdu z jednej odnogi w drugą, pociąg musi dwa razy przystawać i zmieniać kierunek (dążność) swej jazdy; dlatego też ten układ chyba wyjątkowo tylko znajduje zastosowanie.

7) **Rozjezdnia zwykła** (jednostronna) powstaje z szeregu rozjazdów zwykłych, jednakowozwrotnych i jednakowo skierowanych (t. j. ze śpicami iglic, zwróconymi w tym samym kierunku), leżących za sobą w tym samym torze rdzennym i łączących tenże tor z szeregiem odnóg, zazwyczaj równoległych, np. torów stacyjnych do przerządzenia pociągów. Taka rozjezdnia jednostronna może być prawo-, albo lewozwrotna.

8) **Rozjezdnia obustronna** powstałaby z poprzedniej, gdybyśmy w niej, nie zmieniając kierunku śpiców iglicowych, zmienili niektóre rozjazdy prawozwrotne na lewozwrotne, albo naodwrot. Odnogi owe takiej rozjezdni nie bywają równoległe do jej odnóg prawych,

lecz tworzą ze sobą nawzajem zazwyczaj kąt równy podwójnemu kątowi (normalnemu) rozjazdów.

9) **Rozjezdnia naprzemianna** podobna do poprzedniej, lecz następstwo rozjazdów prawo- i lewozrotnych jest w niej kolejne.

10) **Dwurozjezdnia zwykła**, prawozrotna składa się z dwóch jednakowych, zwykłych rozjezdni prawozrotnych, o 180° względem siebie obróconych i spólosiowo na siebie tak nałożonych, aby rozjazdy jednej wpadały między rozjazdy drugiej. Dwurozjezdnia lewozrotna powstaje w ten sam sposób z dwóch rozjezdni lewozrotnych. Obustronne odnogi takiej dwurozjezdni bywają do siebie równoległe. Dwurozjezdnia zwykła jest zatem torem rdzennym z szeregiem rozjazdów jednakowozrotnych, lecz śpice iglic każdej pary rozjazdów sąsiednich są skierowane ku sobie, względnie od siebie, t. j. mają dążność odwrotną. Dwurozjezdnę można też uważać za szereg następujących za sobą dwurozjazdów. Dwurozjezdnia wyjątkowe tylko znajduje zastosowanie, gdyż dogodniej będzie zastąpić ją dwiema niezależnymi rozjezdniami zwykłymi, których tory rdzenne leżą obok siebie, a w obu końcach łączą się ze sobą rozjazdami zwykłymi.

11) **Rozjezdnia niedokrzyżna** prawo-, względnie lewozrotna, jest szeregiem jednakowozrotnych rozjazdów niedokrzyżnych. Jest ona właściwie dwurozjezdną zwykłą, której obustronne odnogi leżą jednakże spólosiowo.

12) **Rozjezdnia półkrzyżna** jest szeregiem ułożonych za sobą w jednym torze rozjazdów półkrzyżnych. Bywa ona prawo lub lewozrotna.

13) **Rozjezdnia krzyżna** jest szeregiem ułożonych za sobą w jednym torze rozjazdów krzyżnych. Każdą rozjezdnę niedokrzyżną lub półkrzyżną można dopełnić do krzyżnej, uzupełniając ich rozjazdy niedokrzyżne, względnie półkrzyżne, do rozjazdów krzyżnych.

14) **Rozjezdnia mieszana** jest szeregiem następujących za sobą rozjazdów rozmaitego rodzaju, a więc zwykłych, krzyżnych, niedokrzyżnych i t. p.

Uwaga: Oprócz rozjezdni prostych, t. j. o prostym torze rdzennym, mamy i rozjezdnie, których tor rdzenny tworzy szereg załomów, albo jest łukiem. Pierwszy z tych układów możnaby nazwać rozjezdną załomową, drugi zaś rozjezdną łukową.

B. Ustrój rozjazdów *).

a. Kształt poszczególnych części.

1. **Iglice** zwykłych zwrotnic w torach głównych bywają obydwie jednakowej długości, przynajmniej po 5 m, nie dosiegając swym

* W rozdziale niniejszym i następnym, t. j. w IV i V, wszelkie dane dotyczą wyłącznie kolei średnitorowych, o ile wyraźnie nie zaznaczono, że dotyczą torów o innym prześwicie. Dane te zaczerpnięto przeważnie z ustrojów Pruskich Kolei Państwowych. Por. np. rysunki rozjazdu zwykłego, półkrzyżnego, krzyżnego, podwójnego i rozjazdu w łuki o skosach 1:9 i 1:10, wydane przez Kr. Dyrekcję Kolejową w Essen, w r. 1893 do 1899, a mianowicie jeden zeszyt dla syn Nr. 8a, drugi zaś dla Nr. 6a. Starsze ustroje rozjazdów pruskich (z r. 1886 do 1888) opisano w Glaser's An. 1887, w Org. f. Fortschr. 1888 i w Roll'a Encyclopédie des Eisenbahnwesens, tom VII, rozdział o rozjazdach.

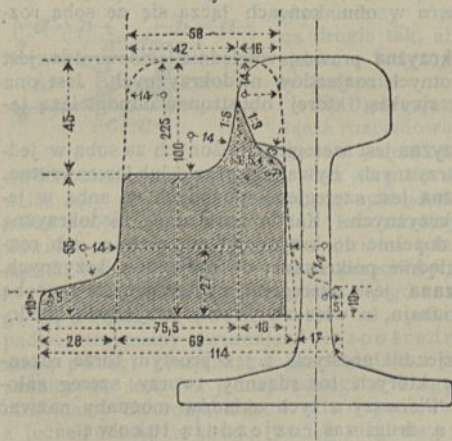
śpicem końca opornicy przynajmniej na 0,5 m. Śpic iglicowy powinien ściśle przylegać do opornicy, pod jej łbem najlepiej zaś schować się zupełnie pod niego. Osada iglicy umieszcza się w oddaleniu przynajmniej 0,6 do 0,7 m od drugiego końca opornicy. Obydwa złącza w tem miejscu są obecnie zazwyczaj wiszące, tak że i przy złączu iglicowym leżą dwa podkłady w małym odstępnie, pozostawiając w ten sposób swobodny dostęp do osady od spodu. Iglice robią najczęściej zlewno-stalowe.

Pruskie kol. stosują iglice 6,1 i 5,8 m przy skosie 1 : 10, a 5,3 i 5,0 m przy skosie 1 : 9 (w torach 8d i 6d), opornice zaś przeważnie 2,2 m dłuższe, w Anglii różnica ta bywa 3,6 m i więcej. Do toru o metrowym prześwicie, nadaje się np. rozjazd o skosie 1 : 7. Iglicach 3,5, a opornicach 6,0 m długich.

Przekrój iglicy powinien być tak dostatni, aby po obu stronach ostruganiu części przyspicowej, zatrzymał jeszcze dostateczną wytrzymałość. Podeszwa iglicy musi leżeć o tyle ponad podszewką opornicy, aby płytka podiglicowa mogła nadchwytywać stopę opornicy, dosięgając swą

gładzią jej środkiem. Dlatego też przy opornicach ze zwykłych szyn szerokostopowych, stosują przeważnie na iglice przekrój możliwie niepodcięty, np. pełny, prostokątny z zaokrągleniem rogów i rozszerzoną stopą (w Niemczech), albo gruby, niesymetryczny przekrój kątowy (w Austrii). Iglice o przekroju szyniastym, lecz o znacznie pogrubionym średniku są natomiast ustrojem zwyczajnym w Ameryce Północnej. Rys. 972

Rys. 972.



przedstawia w przekroju iglicę (do opornicy z pruskiej szyny Nr. 6), o przekroju 68,2 cm², co odpowiada wadze 53,6 kg/m.

Do osiągnięcia zwrotności iglicy obejmują jej osadę swoistymi łubkami (w Saksonii i Anglii), osadzają ją na czopie (w Austrii, Prusach i Wyrtembergii), wreszcie stosują łącznie obydwie te sposoby (w Bawarii, na kolei Gothardzkiej i innych). W Prusach wyrabiają czop bezpośrednio z mięzu iglicy: w ustroju czopowym jednakże trudniej zapobiedz unoszeniu się iglicy, którą możemy przytwierdzać jedynie za jej osadę.

Połączenie iglicy z opornicą najlepiej dokonać za pośrednictwem płyty z blachy, podłożonej na całej długości (Prus. Kol. 370 mm szer., a 13 mm gr.), do której to płyty opornica przytwierdza się

zaciągami lub śrubami, płytki podiglicowe zaś nitami. Obydwie zwrotówki układają się na wspólnych podkładach.

Rozsuw w śpicu iglicowego przynajmniej 100 mm (Z. K. g. § 14; W. T. § 40), np. na kolejach pruskich: 152 mm.

Między opornicą leżącą w toku prostym, a osadą iglicy prostej, pozostawia się na obrzeża kół prześwit ϵ przynajmniej 51 mm (Austria) do 60 mm (Prusy), a gdy iglica zakrzywiona, o 4 do 7 mm więcej. Przy opornicy leżącej w toku krzywym dochodzi jeszcze rozszerzenie toru o 13 do 15 mm, które jednakże zanika przed dzióbem krzyżownicy. Nawet gdy krzyżownica leży w łuku, zachowuje się przy niej normalny prześwit toru, do głębokości 14 mm poniżej wierzchu szyny (W. T. § 40). W Niemczech poszerzają tor na złączu przediglicowym, nawet w torze prostym, o 10 mm lub mniej, w Austrii i Anglii poszerzenia takiego wcale nie dają. Robią wprawdzie i obydwie iglice proste, lepiej jednakże zakrzywiać iglice toku krzywego, t. j. przylegającą do opornicy toku prostego, a mianowicie jeszcze przed jej ostruganiem; np. na kolejach pruskich zakrzywiają ją promieniem 245 m w rozjazdach o skosie 1 : 10; a 190 m przy skosie 1 : 9. Zakrzywienie takie nietylko łagodzi przejeżdżanie na zwrotnicy w tor zwrotny, przez zmniejszenie kąta odchylenia w śpicu iglicowym do $0^{\circ}27'$, wzgl. $0^{\circ}33'$, lecz zwiększając równocześnie odchylenie przy osadzie iglicy do $1^{\circ}40,5'$, wzgl. $1^{\circ}54,5'$, dozwala zwiększyć i promień dalszego łuku zwrotnego. Iglica toku prostego pozostaje prostą, a przylega ona do opornicy toku krzywego, zakrzywionej np. na kol. pr. promieniem 243,55 m, przy skosach 1 : 10, a 188,55 m przy 1 : 9.

2. **Zwrotnik z przesuwnikiem** i naciążkiem przekładanym, który dociska do opornic iglice w skrajnych położeniach. Przesuw, mierzony w punkcie przyłączenia iglicy do przesuwnika, jest np. na kolejach pruskich 140 mm. Przesuwniak bywa niekiedy zamykany na klucz lub zasówkę, a ruch jego lub przesuwnika przestawia za zwyczaj zarazem latarnię zwrotnikową lub innego rodzaju sygnał, nawet zdala stojący.

3. **Przestawianie zwrotnic** odbywa się bądźto od ręki, bądź też w układzie zespolonym za pośrednictwem drutów lub innych przewodów. Zespolone przestawianie zwrotnic do przerządzania pociągów może się obyć bez sygnałów, natomiast do właściwego ruchu pociągów skojarzenie ruchu zwrotnic z sygnałami jest niezbędne, a mianowicie w taki sposób, aby przestawienie sygnału było możliwe dopiero po przestawieniu i należytem domknięciu, a nawet zamknięciu zwrotnicy *), które może być rozmykalne, lub też nierozmykalne.

Rozjazdy w torach głównych (podł. Z. K. g. § 14; W. T. § 40) powinny takie otrzymać urządzenie, aby nawet fałszywe nastawienie zwrotnicy nie powodowało wykolejenia. Przepis ten obowiązuje i te koleje drugorzędne, na których prędkość jazdy przekracza 20 km/godz. (Z. K. d. § 34).

*) R. Kollé, Anwendung u. Betrieb von Stellwerken zur Sicherung von Weichen u. Signalen, str. 145 i nast., Berlin 1888 u. Wilh. Ernst'a i syna. Jerzy Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, Berlin 1886, u. Wilh. Ernst i syna.

4. **Krzyżownice.** a) Krzyżownice jednolite bywają dotychczas wyłącznie lane, a mianowicie ze stali, albo też z żeliwa, a natenczas z odlewu twardego. Krzyżownica odwracalna, t. j. z obustronnymi nadlewami, aby ją, po starciu jednej strony, mógł odwrócić na drugą, wychodzi z użycia. Dziób jest łagodnie pochyły, a skrzydła o tyle ponad wierzch szyn wzniesione, aby się na nich koło wspierało obręczą, nie najeżdżając jej obrzeżem ni na dno żłobka, ni na sam dziób. Szyny łączą się z krzyżownicą na swoiste łubki (kątownikowe), wewnętrzną łubkę zastępuje jednak często stosowny nadlew u krzyżownicy.

b) Krzyżownice zeskładowe *) wyrabiają się z szyn, ułożonych na płycie podstawowej lub poprzecznych podkładach żelaznych, z dodaniem dzioba stalowego. Stosując takie krzyżownice, możemy uniknąć złącza szynowego tuż przed nimi i osiągamy większą jednolitość toru. Dlatego też są one w powszechnem użyciu w Anglii, Ameryce Północnej, Bawarii, Wyrtembergii, na Kolei Gothardzkiej i wielu innych, a od niedawna i koleje pruskie przechodzą do tego ustroju. W Anglii, by uniknąć złącza szynowego i tuż za krzyżownicą, wytwarzają nawet dziób z miążu samych szyn, łączonych w krzyżownicę. Żłobek między dziobem a skrzydłami bywa: $\epsilon = 49$ mm, rozszerza się jednakże przy końcach skrzydeł przez ich odgięcie.

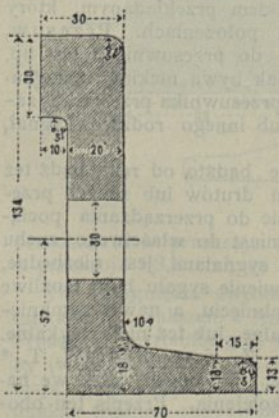
Długość toków krzyżownicy jednolitej, od załomu skrzydeł do jej końca, musi być przynajmniej równa połowie łubki, a więc

$\geq 0,3$ m; odstęp zaś tegoż załomu od śpica dziobowego, mierzony w kierunku toku, będzie: $\epsilon/\sin \alpha$, jeżeli przez α oznaczymy kąt skosu krzyżownicy. Pruskie koleje stosują krzyżownice jednolite ogólnej długości: $790 + 1460 = 2250$ mm, przy skosie 1 : 10, a $740 + 1460 = 2200$ mm, przy skosie 1 : 9.

W Ameryce Północnej, np. na Pennsylvania-Railroad, używają krzyżownic ze skrzydłami ruchomymi, dociskanymi przez sprężyny. Blauel obmyślił rozjazdy przeskokowe **), podatne na odgałęziania torów na szlaku, nie przerywają one bowiem toków toru zasadniczego, gdyż tak na zwrotnicy, jak i na krzyżownicy, wzniesiono toki odgałęzienia ponad wierzch nieprzerwanych szyn toru zasadniczego, przez którego szynę wewnętrzną przeskakują koła, toczące się po torze zwrotnym.

5. **Prowadnice** układamy po stronie wewnętrznej toku tam, gdzie się drugi tok przerywa na krzyżownicy, a celem ich jest, przez nacisk na wewnętrzną stronę obrzeża kół, zapobiegać prze-

Rys. 973.



*) Ruppel w Org. f. Fortschr., 1884, str. 39.

**), Org. f. Fortschr. 1880, str. 171, oraz 9-ty tom uzupełniający, str. 143; Glasers Annalen, 1884, str. 122.

sunięciu się osi w stronę ku krzyżownicy. Żłobek między szyną, a prowadnicą ma być 41 mm szeroki (z dozwolonem powiększeniem o 4 mm przez starcie), przynajmniej na długości 1-go metra, na przeciwko przerwy przy dzióbce krzyżownicowym (W. T. * § 40), dalej zaś rozszerza się on w obydwie strony, również na długościach po 1 m, na 52 mm, wreszcie końce prowadnicy na długościach po 0,25 m, są odgięte dla rozszerzenia wjazdu. Cała zatem długość takiej prowadnicy będzie przynajmniej 3,5 m.

Prowadnica może się wznosić o 50 mm ponad wierzch szyny, a więc, uwzględniając 10 mm starcia się szyny, należałoby przy układaniu toru miarę tę zmniejszać do 40 mm. Prowadnica łączy się z szyną na śruby, a wkładki żeliwne zabezpieczają szerokość żłobka. Rys. 973 przedstawia przekrój prowadnicy kolei pruskich, 3,5 m długiej, a ważącej 101,6 kg.

6. Poprzeczne podkłady rozjazdowe są albo drewniane, a natenczas o prze-

kroju: 30 · 18 cm, albo żelazne, np. o przekroju, przedstawionym w rys. 974 (kol. pr., $F = 35,18$ cm, $W = 33,53$ cm, $g = 27,6$ kg/m), długość zaś zmienna od 2,7 do 5,8 m. Rozjazdy układają się po najczęściej bez przechyłania tak szyn, jak również i zakrzywionych torów (W. T. § 39; Z. K. d. § 33).

7. Rozjazdy w krzyżni (rys. 966 i 967). Zwrotówki i krzyżownice w rozjazdach tych bywają takie same jak w rozjazdach zwykłych i krzyżniach, a to w celu niewytwarzania nadmiaru modeli. O ile rozjazdy w krzyżni nie są włączone do ogólnego zespolonego układu nastawiania zwrotnic, zwrotnice ich nastawiają się od wspólnego zwrotnika. Promienie łuków w tych rozjazdach są np. na kolejach pruskich: 245 m, przy skosach 1:10, a 230 m, przy 1:9.

b. Geometryczny układ rozjazdów *).

1. Rozjazd zwykły jest odgałęzieniem z toru prostego (p. str. 302). Geometryczny układ rozjazdu warunkuje się (p. rys. 975 i 976):

1) Obranym kątem α przecięcia się toków na krzyżownicy, np. $\text{ctg } \alpha = 10$, albo 9 (skos rozjazdu).

2) Nieodzownością kawałka prostej (przynajmniej $g = 1$ m, kol. prus. 2,315 m) przed teoretycznym śpicem dzióbki krzyżownicowego (t. j. punktem przecięcia się krajów prowadniczych obydwu szyn).

*) K. Skibiński, budowa kolei żelaznych, połączenia torów, Biblioteka politechniczna, tom IV, Iwów 1897. O ustroju rozjazdów, jako też ich obliczeniu i stosowaniu p. Handbuch d. Ing.-Wiss., tom V, rozdz. 3, 1898: Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau, zeszyt 2, III-cie wydanie (Steinert'a), Praga, 1883, u Dominicus'a; Goering, w Roll'a Encyklopedie des Eisenbahnwesens, tom VII, rozdział o rozjazdach. Co do geometrycznego układu rozjazdów i ich stosowania zaleca się też dzieło: Ziegler, Weichenverbindungen, Erfurt 1901

Rys. 974.



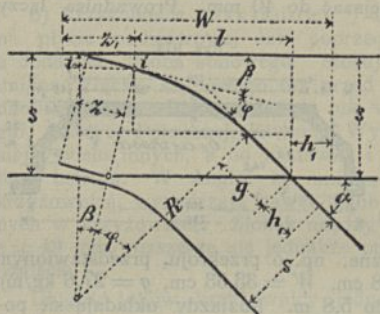
Owa prosta rozpoczyna się jeszcze przed krzyżownicą jednolitą (laną), której długość w przeciwnym razie stawałaby się bez potrzeby niedogodnie wielką.

3) Zastosowaniem możliwie wielkich promieni w łuku zwrotnym.

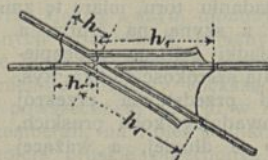
Jeżeli nadto ustrój zwrotówki jest już dany, to określa on nam:

a) osiągnięty kąt odchylenia β przy osadzie iglicy, a różnica: $\varphi = \alpha - \beta$, będzie kątem środkowym łuku zwrotnego między iglicą, a prostą przedkrzyżownicową;

Rys. 975.



Rys. 976.



b) osiągnięty przesuw i kraju prowadniczego przy osadzie iglicy, równający się sumie szerokości grzbietu iglicowego i żłobka; (np. przy pruskiej szynie 6d, $i = 65 + 58 = 123$ mm).

W rys. 975 nakreślono kraje prowadnicze szyn liniami, a więc s jest przeswitem toru (gdy $s = 1,435$ m, a $i = 0,123$ m, jak wyżej, to $s - i = 1,312$). Z rysunku tego wynikają bezpośrednio związki poniższe dla rozjazdu zwykłego:

$$\begin{aligned} i + R(\cos \beta - \cos \alpha) + g \sin \alpha &= s, \\ R(\sin \alpha - \sin \beta) + g \cos \alpha &= l. \end{aligned}$$

Podstawiając

$$(\cos \beta - \cos \alpha) = A,$$

$$(\sin \alpha - \sin \beta) = B,$$

otrzymamy:

$$\text{I.)} \quad \dots \quad l = g \cos \alpha + (s - i - g \sin \alpha) \frac{B}{A},$$

$$\text{II.)} \quad \dots \quad R = \frac{s - i - g \sin \alpha}{A}.$$

Zakładając stosowną wartość tymczasową na g , podług rysunku, otrzymamy l ze wzoru I, a więc $i_1 = l - h$, ponieważ h znamy z wymiarów krzyżownicy, mającej się ułożyć w rozjeździe (por. rys. 976, w którym jednakże dla lepszej wyrazistości skos jest znacznie większy od zazwyczaj stosowanego). Jeżeli długość niezbędną na złącznie, a zatem przynajmniej połowę długości łubki, oznaczymy przez λ , a szerokość żłobka przez ε , to:

$$h \geq \lambda + \varepsilon \operatorname{cosec} \alpha.$$

Tę tymczasową długość l_1 zmieniamy nieco, stosując się do długości poszczególnych szyn, wraz z luzami na ich złączach, by uniknąć przycinania szyn, a z ostatecznej tej długości l_1 znamy i ostateczne $l = l_1 + h$, wreszcie z wzoru I otrzymamy ostateczną wartość g dla znanego l . Promień R obliczamy z wzoru II. Gdy naodwrot założymy zgóry wartość R , otrzymamy g i l wprost z pierwszych dwóch wzorów.

Jeżeli nie chcemy przycinać stopy szyn, łączących się z krzyżownicą, a szerokich we łbie k mm, w stopie f mm, to długość h_1 (rys. 975 i 976) od teoretycznego śpica dziobowego do końca krzyżownicy (złącza) musi być $h_1 \geq \frac{k+f}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$, lub przy mniejszych skosach, w przybliżeniu:

$$h_1 \geq (k+f) \operatorname{ctg} \alpha.$$

Pruskie koleje przycinają szyny na tem złączu, wskutek czego otrzymują mniejszą długość h_1 , a mianowicie: dla szyn Nr. 6d: 1460 mm, przy skosach 1:10 i 1:9, a dla Nr. 8a: 1460, wzgl. 1490 mm.

Cała długość rozjazdu, liczona od złącza przedzwrotnicowego do złącza zakrzyżownicowego, będzie zatem (p. oznaczenia na str. 302 w rys. 958):

$$W = s_1 + l + h_1 = a + b.$$

Koleje pruskie stosują dla szyn Nr. 8a: $s_1 = 6,33$ m, przy skosie 1:9, a 7,08 m, przy 1:10.

Aby za rozjazdem powrócić w obydwóch torach do złączy naprzeciwnych, wstawiają w obydwu torach, przyłączone do krzyżownicy, a mianowicie tuż za nią, szyny wyrównawcze stosownej długości: $(p - b)$, rys. 959 str. 303. Cała długość p , t. j. od drugich końców szyn wyrównawczych do środka rozjazdu, jako zajęta przez dany rozjazd, powinna pozostać swobodną od innych rozjazdów. W szeregu rozjazdów, np. w rozjezdni, zwrotnica następnego rozjazdu powinna się zatem zaczynać dopiero za kresą p , z wyjątkiem jedynie rozjazdów podwójnych.

Długości kres odwęzłowych (p. rys. 958 i 959) będą: kresa krzyżownicowa: $b = \frac{1}{2}s \operatorname{ctg} \frac{1}{2}\alpha + h_1$, w przybliżeniu: $b = 1,6 \operatorname{ctg} \alpha$ w metrach: kresa zwrotnicowa: $a = W - b$.

Łuki w rozjazdach mogą wprawdzie pozostać i bez poszerzenia toru, W. T. w * § 2-im, oraz Z. K. g. w § 5-ym i Z. K. D. w § 2-im pozwalają jednak poszerzać tor nawet o 30 mm, pruskie koleje poszerzają środek łuku zwrotnego o 15 mm, doprowadzając poszerzenie to do zaniku jeszcze przed krzyżownicą (W. T. § 40).

Promień krzywości tego łuku przynajmniej 180 m w rozjazdach, przez które przejeżdżają całe pociągi, a większy we wjazdowych i wyjazdowych rozjazdach stacyi (W. T. § 39). Przy skosie 1:10 i zakrzywieniu iglicy, da się osiągnąć nawet 270 m (Kol. prus. 245 m przy 1:10, a 190 przy 1:9). Promienie te na kolejach drugorzędnych określono w §§ 24 i 33 Z. K. d.

2. Rozjazdy innego rodzaju, lecz ze zwykłemi zwrotnkami (p. st. 304 i nast.).

a) Rozjazdy krzyżne i półkrzyżne.

b) Rozjazdy podwójne wymagają, oprócz zwykłych krzyżownic, nadto środkowej krzyżownicy dodatkowej, zazwyczaj niesymetrycznej.

c) Rozjazdy w łuki.

Uwaga do b) i c): Symetryczne rozjazdy w łuki lub rozjazdy podwójne nie zalecają się, wymagają one bacynek odmiennego kształtu.

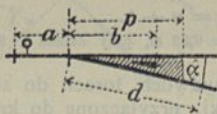
3. **Ukresy** na stacjach (P. R. g. § 6; P. K. d. § 8; W. T. § 43; Z. K. d. § 35) stawiają się w punkcie, gdzie odstęp osi torów rozjazdu osiąga 3,5 m, a na szlaku 4,0 m (W. T. § 30). Z warunków tych otrzymamy (rys. 959 str. 303): $d = 3,5 \operatorname{ctg} \alpha$, względnie $d = 4 \operatorname{ctg} \alpha$ w metrach (W. Pr. St § 1, Nr. 7).

Aby zapobiedz przewracaniu się ludzi przez zwykłe progi lub słupki ukresowe zastępują je dwoma niskimi słupkami, ustawionymi tuż przy szynach wewnętrznych rozjazdu, lecz nazewnątrz toru. Zamiast nich jeszcze lepiej przytwierdzić do stopy szynowej, za pośrednictwem stosownej podpórki, ukresy porcelanowe lub emaliowane, żeliwne, kształtu właściwego, np. dzwonowate.

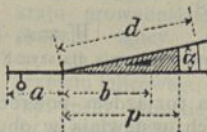
4. **Kresy odwęzłowe ważniejszych rodzaj rozjazdów** (p. str. 303).

a) **Rozjazd zwykły**, prawozrotny (rys. 977) i lewozrotny (rys. 978). Najpowszechniej stosują skosy: $\operatorname{ctg} \alpha = 10$, oraz $\operatorname{ctg} \alpha = 9$, a na przegradzaniach (stacjach do przegradzania pociągów), jako

Rys. 977.



Rys. 978.



też na kolejach drugorzędnych i $\operatorname{ctg} \alpha = 8$, a nawet 7, zmniejszając promień krzywości łuku zwrotnego do 140 m. Poniżej zestawiamy wymiary w m w rozjazdach dające się osiągnąć dla różnych skosów w założeniu, że iglice są zakrzywione.

$\operatorname{ctg} \alpha = 8$	9	10	11	12
$\alpha = 7^{\circ}7'30''$	$6^{\circ}20'25''$	$5^{\circ}42'38''$	$5^{\circ}11'40''$	$4^{\circ}45'49''$
$W = 24,0$	25,5	27,5	29,0	31,5 m
$a = 11,0$	11,0	11,5	11,5	11,5 „
$b = 13,0$	14,5	16,0	17,5	20,0 „
$R = 160$	210	270	350	400 „

Np. koleje pruskie dla szyn Nr. 8^a stosują:

$\operatorname{ctg} \alpha = 9$; $a = 9,83$; $b = 14,42$; $p = 17,59$; $R = 190$,

$\operatorname{ctg} \alpha = 10$; $a = 10,93$; $b = 18,85$; $p = 19,09$; $R = 245$.

b) **Przełącze rozjazdowe** między torami równoległymi, z odstępem międzyosiowym w (rys. 970, str. 306), zajmuje między węzłami swych rozjazdów, długość mierzoną po osi torów równoległych: $w \operatorname{ctg} \alpha$, ogółem zaś długość: $w \operatorname{ctg} \alpha + 2a$. Kresa ukresowa d dla 3,5 m odstepu, $d = 3,5 \operatorname{ctg} \alpha$.

Np. dla odstepu torów $w = 4,5$ m, będzie:

$\operatorname{ctg} \alpha = 8$	9	10	11	12
$w \operatorname{ctg} \alpha = 36,0$	40,5	45,0	49,5	54,0 m.

c) **Krzyżnia przełączna** najdogodniejsza w układzie symetrycznym (rys. 971), zaleca się tylko, gdy $w \geq 4,2$ m.

$$c = \frac{1}{2} s \operatorname{ctg} \alpha + h, \text{ np. } c \approx 8 \text{ m, przy skosie } 1:10.$$

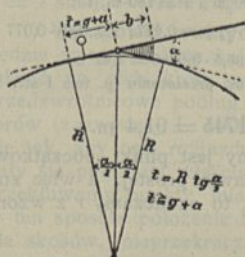
d) **Rozjazdy krzyżne**, półkrzyżne i niedokrzyżne mają np. na prusk. kolejach wymiary b , p i d te same jak w rozjazdach zwykłych.

5. Rozjazdy w lukach.

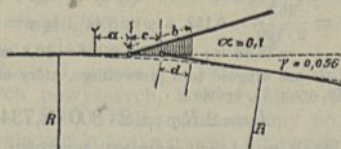
a) **Odgałęzienie z łuku na zewnątrz** za pośrednictwem rozjazdu zwykłego, albo obustronnego rozjazdu w łuku (rys. 979 i 980).

Niezbędna długość stycznej aż do węzła: $t = g + a$, w którym to wzorze g oznacza prostą kresę przedzwrotnicową, a zaś odwęzłową kresę zwrotnicową, albo $t = b$, jeżeli $b > g + a$, względnie dla rozjazdu w łuku $b > g + a + c$. Szyny wyrównawcze mogą leżeć w łuku.

Rys. 979.



Rys. 980.



Najmniejszy promień R toru pierwotnego, umożliwiającą wstawienie rozjazdu, będzie:

$$R = t \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \alpha, \text{ a dla rozjazdu w łuku}$$

$R = t \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \gamma$. Wzory te możemy zastąpić przybliżonymi:

$$R \geq 2t \operatorname{ctg} \alpha, \text{ względnie } R \geq 2t \operatorname{ctg} \gamma.$$

Przykłady: 1) $\operatorname{ctg} \alpha = 10$; $g = 10$ m; $a = 10,5$ m (rys. 979), a natenczas

$$R \geq 2 \cdot 20,5 \cdot 10 = 410 \text{ m.}$$

2) $g = 0$; $\operatorname{tg} \gamma = 0,056$; $a + c = 10,5 + 5,8 = 16,3$ m (rys. 980), a natenczas:

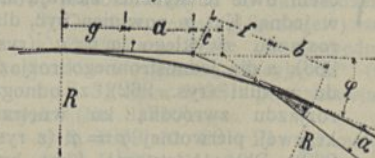
$$R \geq 2 \cdot 16,3 : 0,056 = 582 \text{ m.}$$

3) Gdyby natomiast drugi łuk rozjazdu był torem zasadniczym, a $\operatorname{ctg} \alpha = 10$, $t \geq b = 12,5$ m, to $R \geq 2 \cdot 12,5 \cdot 10 = 250$ m.

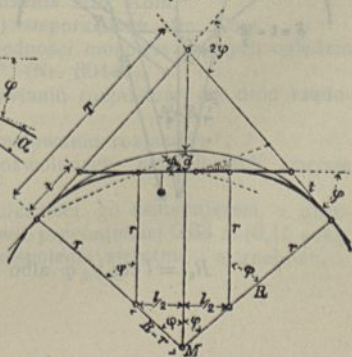
b) **Odgałęzienie z łuku na wewnątrz** za pośrednictwem jednostronnego rozjazdu w łuku (962 i 981).

Niezbędna długość stycznej aż do węzła:

Rys. 981.



Rys. 982.



$t = g + a$, względnie $t = b + f$, a z obydwóch tych wartości na t , należy wybrać większą; większą zaś będzie zazwyczaj wartość $b + f$ w przypadkach opuszczenia prostej

przedzwrotnicowej g , co przy rozjazdach w łuki nie jest wadliwością. Najmniejszy promień R toru zasadniczego, umożliwiającą jeszcze wstawienie rozjazdu, będzie natenczas:

$$R \geq t \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \varphi, \text{ albo w przybliżeniu: } R \geq 2t \operatorname{ctg} \varphi.$$

c) **Wstawka prosta**, o długości $l = g + W$, w której często prosta przedzwrotnicowa $g = 0$, a W jest całą długością rozjazdu. Jeżeli oprócz znanej w ten sposób długości l , dane są (rys. 982) promień krzywości toru pierwotnego, oraz promienie r łuków, łączących wstawkę prostą z krzywą pierwotną ($r \geq 180$ m), to:

$$\sin \varphi = \frac{l}{2(R-r)}; \quad t = r \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varphi,$$

albo w przybliżeniu $t = \frac{1}{2} r \varphi$; $T = R \operatorname{tg} \varphi$; $d = \frac{1}{2} l \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varphi$, albo w przybliżeniu $d = \frac{1}{4} l \varphi$

Przykład: $l = 9,7 + 26,8 = 36,5$ m, a gdy $R = 300$ m i $r = 180$ m, to:

$$\sin \varphi = \frac{36,5}{2 \cdot 120} = 0,152, \text{ a } \varphi = 8^{\circ}44' \text{ i } \operatorname{tg} \varphi = 0,154; \quad \frac{1}{2} \varphi \approx 0,077; \quad t = 180 \cdot 0,077 = 13,86 \text{ m};$$

$$T = 300 \cdot 0,154 = 46,2 \text{ m}; \quad d = 36,5 \cdot 0,0385 = 1,41 \text{ m}.$$

Cała zaś długość toru pierwotnego, który uledeż musi przełożeniu (p. tom I str. 36, u dołu, wzór 3), będzie.

$$L = 2R\varphi = 2 \cdot 300 \cdot 8,734 \cdot 0,01745 = 91,4 \text{ m}.$$

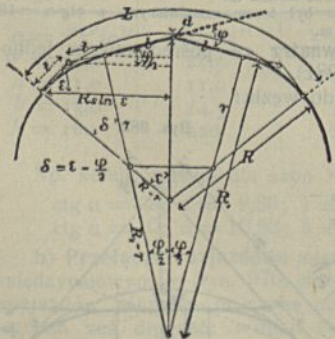
Jeżeli naodwrot zamiast wartości r dany jest punkt początkowy przesunięcia, oraz pożądany kierunek wstawki prostej, a więc znany jest $\sphericalangle \varphi$ np. $\varphi = \alpha$, $\varphi = 2\alpha$ i t. p., to oznaczamy r z wzoru:

$$r = R - \frac{l}{2 \sin \varphi}.$$

d) **Wstawka łukowa**, mniej zakrzywiona, czyli wstawienie dwóch stycznych, przecinających się pod $\sphericalangle \varphi$ (rys. 983). Sposób ten zaleca się, gdy promień R toru pierwotnego jest za mały dla sposobów podanych pod a) i b). Jest on uogólnieniem sposobu poprzedniego pod c), który jest tylko szczególnym przypadkiem niniejszego, określonym wartością kąta między dwiema stycznymi $\varphi = 0$, przy czym dwie te styczne zlewają się w jedną. Kąt φ powinien być, dla rozjazdu zwykłego $\varphi = \alpha$ (rys. 983), a dla jednostronnego rozjazdu w łuki (rys. 962), z odnogą rozjazdu zwróconą ku wnętrzu krzywej pierwotnej $\varphi = \varphi$ (z rys. 962). Długość stycznej l ma być przynajmniej równą większej z kres odwęzłowych, a ze znanego tak l otrzymamy:

$$R_1 = l \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \varphi \text{ albo w przybliżeniu } = \frac{2l}{\varphi};$$

Rys. 983.



$$\sin \varepsilon = \frac{R_1 - r}{R - r} \sin \frac{1}{2} \varphi; t = r \operatorname{tg} \frac{1}{2} \delta = r \operatorname{tg} \frac{2\varepsilon - \varphi}{4}; L = 2R\varepsilon;$$

$$d = R \sin \varepsilon \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varepsilon - t (\sin \varepsilon + \sin \frac{1}{2} \varphi) - l \sin \frac{1}{2} \varphi.$$

e) **Dwie wstawki proste**, połączone łukiem bardziej zakrzywionym (rys. 984). Sposób ten jest na ogół mniej dogodny, staje się jednak niezbędnym w przypadkach, w których nie można przesunąć toru z położenia pierwotnego ku środkowi krzywej. Dane bywają zazwyczaj: R , l i 2φ , oraz warunek $r \geq 180$ m, a natenczać mamy związki:

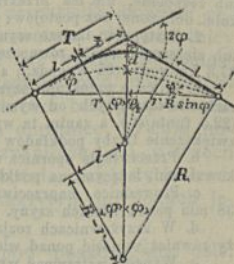
$$r = R - l \operatorname{ctg} \varphi; T = R \operatorname{tg} \varphi;$$

$$t = r \operatorname{tg} \varphi = T - l;$$

$$d = T \sin \varphi - (R \sin \varphi \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varphi + r \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varphi \operatorname{tg} \varphi).$$

f) **Wskazówki praktyczne**: Najdogodniej będzie wyrysować na kalce osie rozjazdowe, odciąć na nich kresy odwęzłowe i proste przedzwrotnicowe podług danych powyższych, a w wymiarce planu torów (zazwyczaj 1:1000 lub 1:500). Kalkę przesuwamy po planie tak, aby osie rozjazdu, względnie końce wstawek łukowych stykały się punktami właściwymi z torami krzywymi na planie, poczem przekłuwamy punkty miarodajne z kalki na plan. Naszkicowawszy w ten sposób położenie toru, obliczamy długości istotne, przyczem dla skosów, nieprzekraczających 1:9, można funkcje \sin , tg i arc uważać za nawzajem sobie równe, a za $\operatorname{ctg} \alpha/2$ podstawiać wartość $2 \operatorname{ctg} \alpha$, co znacznie uprości obliczania.

Rys. 984.



c. Przepisy rosyjskie.

Zestawiamy poniżej przepisy rosyjskie, dotyczące rozjazdów, streszczając najważniejsze.

1) Por. str. 210, oraz: „Przepisy eksploatacji Technicznej“ § 99 (przepisy ogólne) i § 54 (o zespoleniu nastawiania zwrotnic).

2) Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczących służby drogowej kolei żelaznych, zeszyt I, str. 3: „O wykonaniu rysunków rozjazdów, przedstawianych do zatwierdzenia Min. Kom.“.

3) Obwieszczenia („Ukazatjel“) rozporządzeń Min. Kom.

a) Z 10 lipca 1897: „O niezbędności możliwie częstych oględzin rozjazdów i sygnałów stacyjnych“. (Nr. 30444).

b) Z 31 lipca 1898: „O zamawianiu rozjazdów dla dróg rządowych“ (Nr. 31710).

c) R. 1899, Nr. 20 i 21: „O malowaniu rozjazdów“.

d) R. 1900, Nr. 19: „O dozwolonych uchybieniach obrysu w rozjazdach“.

Między zwrotnikiem lub urządzeniem go zastępującem, a obrysem taboru ma pozostawać prześwit przynajmniej 0,33 m (0,15 saż.).

e) R. 1901, Nr. 10: „Zasady zespolenia zwrotnic i sygnałów“.

f) R. 1902, Nr. 7 i 11: „O sprawdzaniu rozjazdów ułożonych, o odbiorze dostarczonych i o rysunkach, dołączanych do zamówień“.

g) R. 1902, Nr. 44, str. 530: „O niezbędnem wzmocnieniu istniejących rozjazdów, oraz wskazówki do projektowania nowych“, które to przepisy streszczamy poniżej:

1. Prędkość jazdy w kierunku prostym przez rozjazdy torów głównych, zamknięte lub zespolone, nie ma przekraczać średniej największej prędkości pociągów na danej kolei. obliczonej bez postojów; przy wjeździe zaś na tory boczne 32 km/godz. (30 w./godz.).

2. Zastępując lżejsze szyny torowe szynami ważąciami 32,7 kg/m (24¹/₃ funta/st.) lub cięższymi, należy równocześnie wzmocnić rozjazdy, jeżeli prędkość jazdy przekracza 37,3 km/godz. (35 w./godz.), a mianowicie w sposób następujący:

a. Iglice o przekroju szyniastym trzeba zastąpić iglicami kształtowemi, o wymiarach nie mniejszych od wymiarów iglic typu rządowego do szyn, ważących 30,2 kg/m (22,5 funta/st.), a zanim ta wymiana nastąpi, wzmocnić czasowo rozjazd przez stosowne zwiększenie liczby podkładów pod zwrotnicę.

b. Przeciwległe opornice należy złączyć nawzajem ze sobą dwoma lub trzema płaskownikami, leżącymi na podkładach pod płytkami podiglicowemi.

c. Prowadnice, naprzeciwne krzyżownicom, mają być z ceowników, a wzniesione 38 mm ponad wierzch szyny. Łączą się one z szynami za pośrednictwem zesporok.

d. W krzyżownicach rozjazdów krzyżnych i półkrzyżnych kawałki prowadnic należy również wznosić ponad wierzch szyn.

e. Wypada wstrzymać wyrób krzyżownic składanych, a stosować jednolite, mianowicie odlewane z twardej stali.

3. Wzmocnienia rozjazdów należy dokonać nie później niż w przeciągu lat czterech od daty wydania rozporządzenia niniejszego.

4. Rozjazdy, nie podpadające pod określenie punktu 2, mogą pozostać bez wzmocnienia, jednakże przepisy z pod 2c i 2d stosują się i do nich.

5. Na przyszłość, do czasu zastosowania typów nowych, należy się przy świeżych zamówieniach kierować przepisami powyższymi.

V. Obrotnice i przesuwnice.

a. Ustrój obrotnic *).

1. **Rozmiary i układ.** Średnica D dołu pod obrotnice parowozowe powinny być tak wielka, aby parowóz, wraz z tendrem, mógł zawsze spólnym środkiem ciężkości stanąć ponad czopem piennym obrotnicy, bez względu na zmienność położenia tegoż środka w parowozie, powodowaną zmieniającymi się ilościami i rozmieszczeniem wody i paliwa. Z. K. g. w § 15 wymagają przynajmniej $D = 12$ m, W. T. w § 44 zalecają zaś 16 m na kolejach głównych, a przynajmniej 12 m na drugorzędnych. W. Pr. St. w § 11 przepisują dla kolei pruskich, od r. 1894, $D = 16,2$ m. W Rosyi, na kolejach głównych, $D = 19,2$ m (63') p. str. 211.

Obrotnice do przerządzania pociągów, przez wysuwanie poszczególnych wagonów, miewają $D = 3,5$ do 5 m dla wagonów towarowych, o małym rozstępie osi, a więc ogólnej długości 6 do 9 m. Pod dłuższe wagony osobowe lub tłómkowe, dwu- lub trójosiowe, $D = 5$ do 10 m, a pod bardzo długie wagony salonowe i t. p. do 18 m, wagony takie obraca się jednak tylko wyjątkowo. Co do rozstępów osi por. Z. K. g. § 26 i W. T. § 123, jakoteż rozdz. II działu niniejszego.

*) Eisenbahnbau der Gegenwart, tom II, rozdz. 3, Wiesbaden 1899. Handb. d. Ing.-Wiss., tom V, rozdz. 3, Lipsk, 1898. Vorträge über Eisenbahnbau, rozpoczęte przez Winkler'a, zesz. III, „Obrotnice i przesuwnice“, opracowany przez Frankel'a, wyd. II, Praga czeska, 1876, u Dominikus'a. Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, Berlin. 1886. Wilh. Ernst i syn. Musterzeichnungen der Preussischen Staatsbahnen 1890 i 1894.

W torach głównych, z wyjątkiem samych ich końców, obrotnice są ustrojem wadliwym: Dlatego też nawet koleje włoskie, które je szeroko jeszcze stosują do dogodniejszego przerzadzania pociągów, usuwają je z wolna z torów głównych.

Obrotnice tarczowate, t. j. pokrywające cały dół, stosują się pod parowozy i dłuższe wagony tylko wyjątkowo, a więc w naprawniach, wiatach (halach) dworcowych i t. p.; przekrycie bowiem całego dołu wielkiej średnicy pomostem tarczowatym, do obrotnicy przytwierdzonym, jest kosztowne i zwiększa jej wagę. Natomiast obrotnice małych średnic, a więc pod poszczególne osie, pod wagoniki wązkotorowe i pod krótsze wagony towarowe budują przeważnie w postaci obrotnic tarczowatych, a takie obrotnice bywają najczęściej krzyżniowe, albo nawet wielokrzyżniowe, np. o trzech torach krzyżujących się na niej pod 60° . Obrotnice większych średnic są przeważnie podłużne, t. j. o dole niezakrytym po bokach jednego toru obrotnicy.

2. **Tworzywo** (materyał). Małe obrotnice pod poszczególne osie, pod wagoniki do robót ziemnych i t. p. bywają żeliwne, odlane z jednej sztuki lub też składane. Belki większych obrotnic są prawie wyłącznie z walcowanego żelaza lub stali (Z. K. g. § 15; W. T. § 44), drzewo wreszcie stosują tylko do urządzeń tymczasowych.

3. **Ustroje**. Zależnie od sposobów podparcia obrotnicy i jej prowadzenia, czyli ustalania jej osi obrotu rozróżniamy:

I. Obrotnice podparte wyłącznie na obwodzie, w środku zaś bez pnia, albo też o czopie piennym niepodpierającym, a tylko prowadzącym.

II. Pień podpira tylko, a prowadzenie na obwodzie, z podparciem także obrotnicy lub bez niego.

III. Sam pień podpira i prowadzi obrotnicę.

W ustrojach I i II wypada nadto rozróżniać:

a) Łożyska krążków prowadzących są przytwierdzone do samej obrotnicy.

b) Łożyska krążków spoczywają na posadzie, albo przytwierdzają się do ścianki obwodowej dołu.

c) Krążki lub kule toczą się między dwoma wieńcami* torowymi, a mianowicie: posadowym i podobrotnicowym, t. j. na posadzie i do obrotnicy przytwierdzonym, podlegając wyłącznie tylko tarcu przy toczeniu.

W ustroju c) łożyska krążków spoczywają w oddzielnej oprawie kolistej, albo też same krążki osadzają się na osiach promienisto ułożonych tak, aby musiały zataczać krąg około pionowej osi obrotnicy. Ustroje Ia, oraz Ib, nadają się tylko do celów podrzędnych lub tymczasowych. Ustrój Ic jest stosowny na małe obrotnice, np. z jednym, a przy obrotnicach nieco większych (4,6 m) z dwoma spóśrodkowymi wieńcami kul stalowych, albo żeliwnych, twardej, o średnicy 60 do 70 mm. W ustroju II niezbędną jest możliwość nastawiania poziomego pnia lub jego czopa (za pośrednictwem śrub lub klinów), albo też samej obrotnicy względnie do tegoż pnia,

aby rozłożyć stosownie naciski między czop i podparcia obwodowe. Do wielkich obrotnic nadaje się dobrze ustrój IIa, a do mniejszych IIb, wreszcie IIc do obrotnic tarczowatych średniej wielkości (np. 7,5 m średn.), przyczem liczba krążków bywa: $n = 4 + 2D$, jeżeli D wyrazimy w metrach, a wynik zaokrąglimy do liczby całkowitej. Ustrój III, najprostszy z wszystkich, nadaje się jednak tylko do bardzo małych obrotnic.

Jako przykład podajemy poniżej opis obrotnicy parowozowej, ustroju IIa. Szyny naobrotnicowe spoczywają na dwóch blachownicach, stanowiących niejako podłużne podkłady toru, a przytwierdzają się do nich zaciskami i śrubami. Dolny pas blachowni jest poziomy tylko w części środkowej, ku końcom zbliża się do górnego; blachownia taka przedstawia zatem z boku trapez o rogach przyciętych. Do obydwóch tych blachownic złączonych ze sobą poprzecznkami w odstępach 1,2 do 1,5 m, przytwierdzono na zewnątrz wsporniki z kątowników, o wysięgu około 1 m. a to dla podparcia chodników bocznych. Pomost bywa z blachy karbowanej, albo na krzyż żeberkowanej, 8 mm grubej, a skutkiem przyśrubowania do samych blachownic zastępuje on zarazem i wykrzyżowania między niemi. Dwie środkowe poprzecznicze, dźwigające cały ciężar obrotnicy, wraz z parowozem, wzmacniają się stosownie i układają w mniejszym odstępnie wzajemnym, około 0,5 m. W pośrodku usztywniamy jeszcze środkniki tych poprzecznik nałożonemi płytami, do których przytwierdza się na śruby łącznica z dziurą, okalającą pień. Łącznica ta wisí u czapki na dwóch silnych śrubach, czapka zaś spoczywa na czopie piennym nie bezpośrednio, lecz za pośrednictwem brozka lub wydrążonego siodła. Sam pień osadza się w podstawie, spoczywającej na posadzcu. Wszystkie ważniejsze części tego łożyska napiennego bywają stalowe. Końce poprzecznik skrajnych, przedłużonych obustronnie i wygiętych (w planie), stanowią oparcie łożysk dla czterech kół, toczących się po posadkowym wieńcu torowym, ułożonym przy obwodzie dołu. Koła te bywają albo walcowate, albo stożkowate, lecz ponajczęściej bez obrzeży; pod parowozy koła te miewają 0,6 do 1,0 m średn. przy szerokości 120 do 130 mm, a w obrotnicach wagonowych 0,4 do 0,8 m średn. przy szerokości 70 do 100 mm.

4. **Przyrządy do obracania** przy małych obrotnicach są zupełnie zbytczne, przy obrotnicach średniej wielkości starczą obracadła, np. dyszle (2,5 m dł., 0,15 m śr.), wtykane w tuleje, które leżą na obrotnicy pochyło, t. j. tak, aby się swobodne końce wetkniętych w nie dyszli wznosiły 1,2 m ponad wierzch szyny. Na koniec takiego dyszla może robotnik wywierać nacisk 25 do 30 kg., co dla wielkich obrotnic parowozowych nie zawsze jest dostateczne, a w takim razie zamiast dyszli stosują obracarki ręczne, ustroju zbliżonego do zwykłych dźwigarek. Obracarka taka napędza bądź też jedno lub kilka obciążonych kół obwodowych obrotnicy, bądź też zębnik lub koła zębate, toczące się po wieńcu uzębionym. Zębnik lub koło zębate można też zastąpić krążkiem ciernym, na wahliwej osi pionowej, dociskającej (pod działaniem przekładanego naciążka) ów krążek do boku wieńca obwodowego, po którym się toczą koła obrotnicy*). Obrotnice, będące w częstem użyciu, otrzymują obracarki mechanicznie napędzane (W. Pr. St. § 11), np. silnikiem parowym lub spalinowym, stojącym na samej obrotnicy; łańcuchem lub liną zdala pociąganą, a przenoszącą ruch na obwód koła spółosiowego z pniem. Łańcuch taki lub lina napędza się ponajczęściej od tłoka hydraulicznego**); wreszcie w czasach ostatnich stosują

*) Georg Meyer. Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, str. 237, Berlin 1886, u Wilh. Ernst'a i syna.

**) Centralbl. d. Bauverw., 1886, str. 491; Org. f. Fortschr. 1890, str. 49.

szerzej napęd elektryczny. Obrotnica powinna mógz się obracać w obydwie strony, a jej prędkość obwodowa bywa około 30 m/min.

5. **Zamek**, czyli przyrząd unieruchamiający obrotnicę, składa się np. z dwóch zapadek, zapadających w stosowne zagłębienia w obu końcach obrotnicy. Więsze obrotnice zamykają się na zasówki, leżące w osi toru, przesuwane poziomo za pośrednictwem dźwigni lub kółka pokrętczego (pokrętła), a wsuwające się w zagłębienia na obwodzie dołu. Ruch zasówki przenosi się na sygnał lub zaporę torową w ten sposób, iż dopiero zupełne wsunięcie zasówki daje swobodny przejazd na danym torze. Zamki bywają też zaopatrzone w urządzenia dodatkowe, hamujące ruch obrotnicy za jej zbliżaniem się do położenia kresowego. W ustrojach II i III próbowano, wzorując się na podobnych urządzeniach przy mostach obrotnych, podierać czasowo końce obrotnic, podczas wjazdu na nie i wyjazdu. Urządzenia tego rodzaju, polegające na wznoszeniu i opuszczaniu podpór końcowych za pomocą klinów, dźwigni kolankowatych, mimośrodków i t. p., nie sprawdziły jednakże pokładanych w nie nadziei.

6. **Opór obrotu**. Oznaczając przez:

G wagę wozidla stojącego na obrotnicy, w kg,

g wagę własną obrotnicy właściwej, t. j. części biorącej udział w obrocie, w kg,

W opór na obwodzie wieńca posadowego, w kg,

W_u opór sprowadzony do obwodu samej obrotnicy, w kg,

R promień obrotnicy, w cm,

R_1 promień kół obrotnicy, w cm,

R_2 promień wieńca posadowego, w cm,

r_1 promień większego czopa kół obrotnicy, w cm,

r_2 promień czopa piennego, w cm,

μ_1 współczynnik tarcia czopów kół,

μ_2 współczynnik tarcia dla czopa piennego,

f współczynnik tarcia przy toczeniu, w cm,

μ współczynnik tarcia przy ślizganiu, pomiędzy kołem a wieńcem posadowym,

otrzymamy opór:

$$W = \frac{G + g}{R_1} \cdot (\mu_1 r_1 + f), \text{ dla ustrojów Ia i Ib, a}$$

$$W = \frac{G + g}{R_1} \cdot f \text{ dla ustroju Ic.}$$

Jeżeli się w ustroju II ciężar rozkłada w ilościach Q_1 na obwód, a Q_2 na czop pienny, przyczem $Q_1 + Q_2 = G + g$, to opory będą:

$$W = \frac{\mu_1 r_1 + f}{R_1} Q_1 + \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R_2} Q_2 \text{ dla ustrojów II a i II b,}$$

$$W = \frac{f}{R_1} Q_1 + \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R_2} Q_2 \text{ dla ustroju II c, wreszcie:}$$

$$W_u = \frac{2}{3} \mu_2 \frac{r_2}{R} (G + g) \text{ dla ustroju III.}$$

Gdy w ustroju IIa dokonywamy obrotu za pośrednictwem jednego lub kilku kół obrotnicy, trących się o wieniec posadowy, to nacisk ogólny Q_1' na te koła musi być przynajmniej:

$$Q_1' \geq \frac{W}{\mu}.$$

W rzeczywistości opory, zwłaszcza w ustroju IIc, bywają większe od wykazanych wzorami powyższymi, które nie mogły uwzględnić niedokładności wykonania.

Dane do obliczeń. G dla ciężkich parowozów 65 do 140 t; $g = 95 d^2$ do $105 d^2$ pod parowozy, a $g = 150 d^2$ do $180 d^2$ pod wagony, przyczem g w kg, a d oznacza średnicę obrotnicy w m; $\mu_1 = \mu_2 = 0,1$; $\mu = 0,12$ do $0,15$; $f = 0,05$ cm. W ustroju IIa najbezpieczniej będzie obliczać belki główne tak, jak gdyby były wsparte wyłącznie w pośrodku (na pniu), natomiast bowiem nadmierne nawet podniesienie czopa piennego nie będzie połączone z niebezpieczeństwem. Podług Fränkel'a można obciążać bezpiecznie czopy ze stali tyglowej do 1200 kg/cm^2 , czopy żelazne lub żeliwne natomiast tylko do 700 kg/cm^2 .

Przykłady. Obrotnica parowozowa kolei pruskich z r. 1894. Długość toru naobrotnicowego: 16,087 m; średnica dołu: 16,2 m, przy głębokości: 1,6 m w środku. Ścianki dołu żeliwne, 0,67 m wysokie, 20 mm grube, przekroju dwuteowego; belki główne 1,34 m wysokie, lecz tylko w środkowej części na długości 5,215 m, zwężają się w końcach do 0,460 m; jedno z kół obrotczych napędza się obracarką, lepiej jednak stosować koło zębate i wieniec uzębiony; na zapas dodano dwie tuleje do dyszli; $R_1 = 40$ cm; $R_2 = 768$ cm; $r_1 = 6$ cm; $r_2 = 6$ cm; $g = 24,9$ t. W czasach ostatnich, dla zmniejszenia tarcia, podpierają też obrotnice hydraulicznie*), wtlaczając smar np. między czop pienny a siodło, albo między siodło a czapkę łożyska.

7. Dół. Posady pod ścianki boczne, pod wieniec posadowy i pod pień cięższych obrotnic, zagłębiają się aż do gruntu dziewiczego, a murują na cement, gdyż niewzruszone położenie tych części jest niezbędne dla prawidłowego obrotu. Wieniec posadowy układają przeważnie z szyn zwykłych na podkładkach, podlewanych cementem. By nie utrudniać rozruszania obrotnicy, należy unikać złączy szynowych we wieńcu torowym, któreby leżały pod kołami obrotnicy podczas jej bezruchu. Ścianki dołu albo murywane, a natomiast pokryte kamieniem ciosowym, albo żelazne lub żeliwne, a do ich wierzchu przytwierdzają końce szyn przyobrotnicowych, t. j. zbiegających się na obrotnicę. Ważnym jest należyte odwodnienie dołu, zazwyczaj do rowka, okalającego posadę pnia, a sprowadzającego wodę do studzienki, z której ją odprowadzamy kanałami podziemnymi. Dno dołowe wykłada się żwirem, brukiem kamiennym lub z cegły, betonem, a nawet asfaltem.

Posady pod lżejsze obrotnice w nasypach sadowią nieraz na podsypach piaszkowych, pokrytych betonem**). Nacisk mniejszych obrotnic próbowano też rozłożyć na większe powierzchnie, stosując

*) Obrotnicę taką zbudowano np. na stacyi osobowej kolei Warsz.-Wied. w Warszawie.

***) Obrotnice takie zbudowano, np. na stacyi Kolei Anhaltkiej w Berlinie, p. Zeitschr. d. Hann. Arch. u. Ing.-Ver., 1884.

pełne, żelazne dna dołowe, albo przenosząc za pośrednictwem zastrzałów i ściągow nacisk pnia na ściankę obwodową*). Na kolejach oldenburskich stawiano też obrotnice (do 7 m średnicy) na podkładach podbijałnych bez wszelkiej posady murowanej**).

W Rosyi, na mocy rozporządzenia Zarządu Dr. Żel. z 24 i 25 stycznia 1902 r., Nr. 3979 na kolejach szerokotorowych, wobec zwiększenia długości parowozów, wszystkie nowe obrotnice mają mieć średnicę 19,2 m (63 st.). Istniejące mniejsze obrotnice należy zastąpić obrotnicami średnicy powyższej w zroku (terminie) ustanowionym w porozumieniu z Zarządem Dr. Żel.

b. Układ geometryczny torów przyobrotnicowych, t. j. zbiegających się na obrotnicę.

1. **Tory rozbieżne** (rys. 985), przecinają się nawzajem, wymagając układania krzyżownic, których teoretyczne śpice dzióbów leżą w odstępach ϱ_1 , ϱ_2 i ϱ_3 od środka obrotnicy, gdy jej promień $\varrho = \frac{1}{2}D$ nie jest większy od:

$\varrho_1 = \frac{s}{2 \sin \frac{1}{2} \delta}$; w przybliż. $\varrho_1 = \frac{s}{\delta}$, przy jednokrotnym skrzyżowaniu się toków;

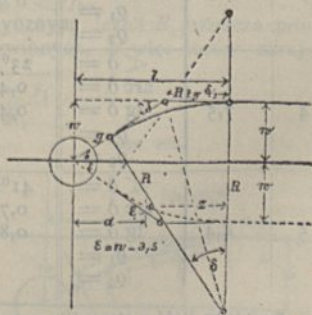
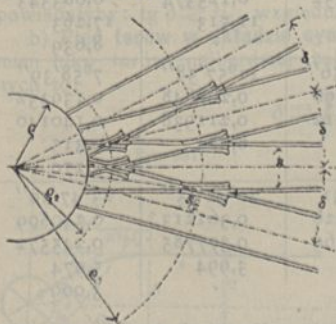
$\varrho_2 = \frac{s}{2 \sin \delta}$; w przybliż. $\varrho_2 = \frac{s}{2\delta}$, przy dwukrotnym skrzyżowaniu się toków;

$\varrho_3 = \frac{s}{2 \sin \frac{3}{2} \delta}$; w przybliż. $\varrho_3 = \frac{s}{3\delta}$, przy trzykrotnym skrzyżowaniu się toków.

We wzorach powyższych liczono jednakowe kąty δ między osiami rozbiegających się torów, a przez s oznaczono przeswyt toru.

Rys. 985.

Rys. 986.



*) Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, str. 249.
 **) Org. f. Fortschr., 1869.

Aby szyn, zbiegających się na obrotnicę nie przycinać we łbie, wypada, dla oznaczenia promienia obrotnicy, podstawić zamiast wartości s wartość, zwiększoną o dwie szerokości łba szynowego, a więc np. $S = s + 120$ mm. Jeżeli naodwrot danym jest promień ρ obrotnicy, to z wzorów powyższych można oznaczyć kąt δ , zapobiegający jeszcze jedno-, dwu-, albo trzykrotnemu skrzyżowaniu się toków. W tablicy poniższej zestawiono wyniki wzorów dla 5-ciu rozmaitych średnic obrotnicowych i toru średniego (1,435 m). Skos krzyżownic równa się: $\text{tg } \delta$ przy jednokrotnem, a $\text{tg } \delta$ i $\text{tg } 2\delta$ przy dwukrotnem skrzyżowaniu się toków.

Obrotnice z rozbiegającymi się torami przyobrotnicowymi.

	Średnica dołu $D = 2 \rho$ m	Oznaczenia	Ilokrotność skrzyżowań tokowych		
			bez skrzyżowań	jednokrotne	dwukrotne
1	16,2	$\sphericalangle \delta =$	11°0'59''	5°30'29''	3°40'20''
		arc $\delta =$	0,192270	0,096135	0,064090
		tg $\delta =$	0,194677	0,096431	0,064180
		$\rho_1 =$	.	14,933	22,393
		$\rho_2 =$	.	.	11,202
2	14,2	$\sphericalangle \delta =$	12°34'26''	6°17'13''	4°11'29''
		arc $\delta =$	0,219456	0,109728	0,073152
		tg $\delta =$	0,223048	0,110170	0,073284
		$\rho_1 =$	.	13,084	19,621
		$\rho_2 =$	.	.	9,817
3	12,5	$\sphericalangle \delta =$	14°17'32''	7°08'46''	4°45'51''
		arc $\delta =$	0,249446	0,124723	0,083149
		tg $\delta =$	0,254752	0,125374	0,083343
		$\rho_1 =$	.	11,513	17,263
		$\rho_2 =$	.	.	8,639
4	7,5	$\sphericalangle \delta =$	23°55'56''	11°57'58''	7°58'39''
		arc $\delta =$	0,417696	0,208848	0,139232
		tg $\delta =$	0,443812	0,211938	0,140140
		$\rho_1 =$	.	6,884	10,315
		$\rho_2 =$	.	.	5,170
5	4,4	$\sphericalangle \delta =$	41°23'31''	20°41'45''	13°47'50''
		arc $\delta =$	0,722426	0,361213	0,240809
		tg $\delta =$	0,881369	0,377785	0,245572
		$\rho_1 =$	.	3,994	5,974
		$\rho_2 =$	.	.	3,009

Przykłady: ilość n stanowisk, a raczej torów rozbiegających się z obrotnicy, położonej w parowozowni okrągłej, przy zachowaniu warunku uniknięcia skrzyżowań torowych, będzie: a) Gdy średnica obrotnicy $D = 12,5$ m, $n = 2\pi : 0,249446 = 25$; b) Gdy $D = 14,2$ m, $n = 2\pi : 0,219456 = 28$; c) gdy $D = 16,2$ m, $n = 2\pi : 0,192270 = 32$.

W parowozowniach wachlarzowatych półkolnych, t. j. obejmujących 180° pierścienia, przy jednokrotnych skrzyżowaniach się toków będzie: a) gdy $D = 12,5$ m, $n = \pi : 0,124723 = 25$; (stosując krzyżownice o skosie 1 : 8, t. j. $\text{ctg } \delta = 8$, $\text{arc } \delta = 0,124355$, otrzymalibyśmy również: $n = \pi : 0,124355 = 25$); b) gdy $D = 14,2$ m, $n = \pi : 0,109728 = 28$; c) gdy $D = 16,2$ m, $n = \pi : 0,096135 = 32$.

2. Tory równoległe, zbiegające się na obrotnicę.

Zasada: Łuk łączący tor z obrotnicą musi się kończyć przed jej obwodem, a pożądaną jest nawet prosta wstawka, przynajmniej 3 do 6 m długa, między tym łukiem a obrotnicą. Jeżeli się takie tory przed obrotnicą ze sobą krzyżują, to ich krzyżownice powinny również leżeć w tokach prostych. Potrzeba zatem kawałka prostej osi toru, mierzonej od środka obrotnicy:

$$g \geq \frac{s_1}{\delta}, \text{ a raczej } g \geq \varrho + 3 \text{ m.}$$

We wzorach powyższych (a więc i dla obliczenia wartości ϱ) należy podstawiać za s_1 największą zewnętrzną szerokość toru, a zatem mierzoną wraz ze stopami szyn, by uniknąć ich przycinania, np. $s_1 \approx 1,6$ m na kolejach średniotorowych. Zazwyczaj kąty δ są dostatecznie małe, aby ich wstawy, styczne i łuki uważać za nawzajem sobie równe. Z tym założeniem ważne będą poniższe wzory przybliżone, w których funkcye te oznaczono w skróceniu przez δ , a przez d odległość ukresu od środka obrotnicy.

a) **Trzy tory w układzie symetrycznym** (rys. 986, str. 323).

$$l = \frac{w}{\delta} + \frac{R\delta}{2}; \quad d = l - \sqrt{2R(w - 3,5) - (w - 3,5)^2};$$

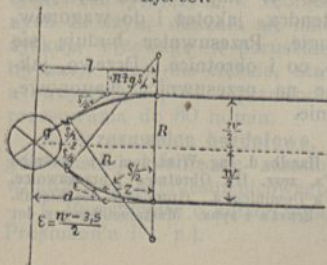
$$d \geq \sqrt{2 \frac{w - s_1}{R}} \quad (\text{warunek uniknięcia przeciwluków}).$$

Odstęp torów bywa 4,5 m, promień łuku $R \geq 180$ m, a dla torów wyłącznie wagonowych nawet $R \geq 150$ m; tym wartościom odpowiadają: $\text{tg } \delta \approx 1/6$, względnie $\text{tg } \delta \approx 1/5$.

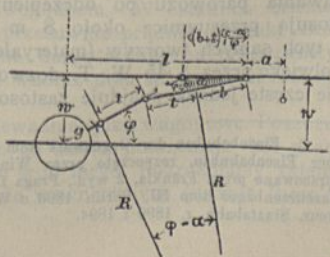
b) **Pięć torów w układzie symetrycznym**. Jeżeli R_1 oznacza promień łuku torów najbardziej zakrzywionych, a więc torów skrajnych to:

$$\delta \geq \sqrt{\frac{w - s_1}{R_1}}.$$

Rys. 987.



Rys. 988.



c) Dwa tory w układzie symetrycznym (rys. 987).

$$l = \frac{w}{\delta} + \frac{R\delta}{4}, \text{ a } d = l - \sqrt{2R\epsilon - \epsilon^2};$$

na δ i ϵ należy wprowadzić wartości:

$$\delta \cong 2 \sqrt{\frac{w - s_1}{R}} \text{ i } \epsilon = \frac{w - o}{2},$$

jeżeli przez o oznaczymy szerokość, miarodajną dla ustawiania ukreśłów, a więc na kolejach średniotorowych $o = 3,5$ m.

Zakładając $w = 4,5$ m, $o = 3,5$ m, $R \cong 180$, wzgl. 150 m, otrzymamy $\delta \cong 0,254$, wzgl. 0,278, albo w przybliżeniu $\text{tg } \delta = 1 : 4$, wzgl. 1 : 3,6.

d) Cztery tory w układzie symetrycznym:

$$\delta \cong \sqrt[4]{\frac{w - s_1}{R_1}}$$

3. Rozjazd wiodący na obrotnicę (rys. 988). Wartością krańcową kąta δ będzie kąt φ :

$$\varphi \cong \sqrt{\frac{2(w - s_1 - ba)}{R} + a^2}, \text{ a } g = \frac{s_1}{\varphi}.$$

Zakładając np. $w = 4,5$, $R = 180$, wzgl. 150 m, $a = 0,1$, $b = 16$ m, otrzymamy: $\varphi \cong 0,1563$, wzgl. 0,165, a $g = 10,02$, wzgl. 9,7 m.

c. Przesuwnice *).

Długość przesuwnic równa się przynajmniej największemu rozstępowi osi woźdła z dodaniem chociażby 0,5 m. Przesuwnice parowozowe miewają 12 do 16,2 m, wagonowe zaś 4 do 8 m długości. Pruskie koleje układają w dole pod przesuwnicę parowozowe czterotokowy tor posadowy, w którym każdy z dwóch toków pośrednich składa się z pary szyn tuż obok siebie leżących, a pozostawiających między sobą tylko żłobek na obrzeże kół przesuwnic. Obrzeże to bowiem u kół pośrednich leży nie po brzegu obręczy kół, lecz połowi jej szerokość. W naprawniach do przesuwania parowozu po odczepieniu tendra, jakoteż i do wagonów, stosują przesuwnicę około 8 m długie. Przesuwnice budują się z tych samych tworzyw (materiałów), co i obrotnice. Drzewo, jakkolwiek przez § 45 W. T. dozwolone na przesuwnicę wagonowe, nie częste jednak znajduje zastosowanie.

*) Eisenbahnbau der Gegenwart tom II; Handb. d. Ing.-Wiss. tom V; Vorträge über Eisenbahnbau, rozpoczęte przez Winkler'a, zes. III, Obrotnice i przesuwnicę, opracowane przez Fränkla, 2 wyd., Praga 1876 u Dominicas'a. Grundzüge des Eisenb. Maschinenbaues tom III, Berlin 1896 u Wilh. Ernst'a i syna. Musterzeichnungen der preus. Staatsbahn. r. 1890 i 1894.

1. **Przesuwnice z dołem** w torach głównych, z wyjątkiem końca tych torów, są niedozwolone (P. R. g. § 3; W. Pr. St. § 11; W. T. * § 45; Z. K. d. § 36), a głębokość dołu nie ma przekraczać 0,5 m. Należyte odwodnienie dołu jest niezbędne. Szyny naprzesuwnicowe spoczywają na podłużnych belkach przesuwnicy, wspartych poprzecznikami, które znów wiszą ułożysk kół przesuwnicy. Koła te otrzymują znaczne średnice (np. 0,8 m na kol. prus.), aby zmniejszać opory przesuwania; wystają one zatem ponad tor kolejowy, co znów zmusza do odsunięcia ich od osi toru aż poza obrysie. Poprzecznice leżą parami obok siebie, obejmując koła, a spodem mogą sięgać i poniżej wierzchu szyn posadowych, po których się toczą koła przesuwnicy. Pod ciężkie wagony i parowozy układają 4 do 8 takich toków posadowych, a po każdym z nich toczą się dwa koła przesuwnicy. Dla prawidłowego prowadzenia przesuwnicy część jej kół posiada zwykle obrzeża boczne, albo też obrzeża w połowie szerokości obręczy, które wymagają jednak toków dwuszynowych. Szyny układają się na oddzielnych kamieniach ciosowych, lepiej zaś na podkładkach leżących na podmurowaniu nieprzerwanem. Wytrzymałość poszczególnych części powinna się przystosować do nacisków kół taboru. Do unieruchomienia przesuwnicy, gdy stanie nawprost toru kolejowego, stosują te same środki, co przy obrotnicach, a więc np. zasówki. Pokład na przesuwnicach bywa albo drewniany, z bali, albo z blachy karbowanej lub na krzyż żeberkowanej, 8 mm grubej.

Urządzenia do przesuwania. Lżejsze przesuwnice popychają robotnicy, ciągną konie, albo kołowroty. Do przesuwania większych i cięższych stosują suwarki napędzane ręcznie, albo silnikami, a mianowicie parowymi, spalinowymi i t. p., ustawionymi na samej przesuwnicy, a w takim razie ruch suwarki przenosi się na jedno lub na kilka kół przesuwnicy. By nie obciążać przesuwnicy suwarką, a zwłaszcza silnikiem, stosują napęd linowy: tłok hydrauliczny napędza linę, która ciągnie przesuwnicę, albo też lina okrężna krąży stale wzdłuż całego dołu, a stosownie do pożądanego kierunku ruchu, przykleszczamy przesuwnicę do jednego lub drugiego toku liny. Sama lina napędza się od silnika stale ustawionego. Z przyrządami do przesuwania przesuwnicy łączą się często i przyrządy do poruszania wozideł na przesuwnicę i z niej, ponajczęściej w postaci przyciągarek. Przesuwanie za pośrednictwem kół zębatych wechwytyjących w zębnice, albo krążków ciernych, przyciskanych do szyn, okazało się raniej dogodnem. W ostatnich czasach zyskują przewagę w poruszaniu przesuwnic prądniki (silniki elektryczne), jako nie ciężkie, stawiane bezpośrednio na przesuwnicy, a otrzymujące prąd z przewodnika wzdłuż dołu leżącego. Prędkość przesuwania do 30 m/min.

2. **Przesuwnice bezdołowe**, przeważnie tylko wagonowe. Poszczególne ustroje różnią się zasadniczo od siebie położeniem kół nazewnątrz toru naprzesuwnicowego lub śród niego. Rozróżniamy zatem:

I. Przesuwnice o kołach wyłącznie wewnętrznych (ustroje Dunn'a, Prüssmann'a i t. p.).

II. Przesuwnice o kołach wyłącznie zewnętrznych, a mianowicie:

a) Z wążkami przerwami w podprzesuwnicowym torze kolejowym na swobodne przejście dla poprzecznic przesuwnic.

b) Bez przerw toru podprzesuwnicowego, o wysokich podłużnicach, złączonych ze sobą ponad wozidłem przesuwaniem.

III. Przesuwnice o kołach wewnętrznych i zewnętrznych (ustroje Klett'a, Nollau'a i t. p.).

Wadliwością ustroju I-go jest wielki opór ruchu, spowodowany małą średnicą kół, która nie może przekraczać 330 mm. Ustrój Prüsmann'a, o kołach naprzemiennie leżących, toczących się po tokach dwuszynowych, zmniejsza uderzenia przy przejściu przez żłobki torowe.

Przerwy toru kolejowego, 50 do 100 mm, nieodzowne w ustroju IIa, czynią go wprost nieprzydatnym w torach głównych i ograniczają jego zastosowanie do torów naprawiarni, gdzie naodwrot ustrój ten jest zupełnie właściwy. Umożliwia on bowiem znaczną wysokość poprzecznic i ułożonych na nich podłużnic, wielką średnicę kół zewnętrznych, zapewnia zatem sztywność całej przesuwnic i lekki jej bieg. Np. przy długości użytkowej 8 m stosują cztery szyny posadowe, koła 0,8 do 0,9 m średn., w rozstępie 4,3 m; każda para kół osadza się na spójnej osi w odstępnie 1,5 do 2 m. Ustrój ten zastosowano ongi na Dworcu Potsdamskim w Berlinie nawet pod parowozy, w stanie roboczym będące, a mianowicie przesuwnic ta biegła po 8-iu szynach, napędzana hydraulicznie; usunięto ją z powodu wprowadzenia dłuższych parowozów w r. 1893 *).

Znamiennym przykładem ustroju IIb jest przesuwnic, wykonana swego czasu przez Borsig'a, pod próżne parowozy, bez tendra. Dwie wysokie podłużnice (kratownice) łączą się górą (wspornikowo) poprzecznicami, ułożonemi ponad obrysem wozidla, dołem zaś pełną płytą z blachy, zastępującą i poprzecznicę dolne i ich wzajemne usztywnienie, a nawet pokład. Od zewnątrz podłużnice te wspierają się wspornikami na łożyskach kół. Ustrój tego rodzaju zmniejsza do granic możliwych różnicę poziomów między wierzchem toru kolejowego i naprzesusuwnicowego. Przesuwnicę ustroju pokrewnego zastosowała też francuska Kolej Północna **).

Ustrój III, jako wykonalny bez wszelakich przerw torów kolejowych, może znaleźć zastosowanie nawet w torach głównych, a nadaje się w szczególności do przerządzania wagonów, tak towarowych, jak i osobowych, lecz do takiego celu pożądanym jest napęd mechaniczny. Koła wewnętrzne miewają około 0,3 m średnicy, zewnętrzne mogą być większe. Każda z poprzecznic, jako podparta i w swej części środkowej i na końcach, może nad szynami toru podprzesuwnicowego otrzymać przekrój względnie niski, np. składać się tylko z płaskownika, gdyż punkty jej podparcia są do siebie bardzo zbliżone (0,45 do 0,6 m). Mimo to zawsze wierzch toru na-

*) Zeitschr. f. Bauwesen, 1875, str. 505.

**) Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, str. 285, Berlin, 1886, u Wilh. Ernst'a i syna.

przesuwnicowego będzie leżał przynajmniej o kilka cm ponad torem podprzesuwnicowym, skutkiem czego wozidło, wjeżdżające na przesuwnicę, musi się wzniesć o tęże różnicę poziomów. By to umożliwić, dodaje się w końcu toru naprusuwnicowego przedłużenie, przyłączone przegubowo, podtrzymywane sprężynami ponad torem kolejowym, a poddające się pod naciskiem kół wozidła, wjeżdżającego na przesuwnicę.

3. **Opory przesuwania.** Jeżeli oznaczymy przez:

Q wagę ogólną przesuwniczy, wraz z obciążeniem, w kg,

Q' obciążenie kół napędzających przesuwnicę, w kg,

W opór przesuwania, mierzony na obwodzie tychże kół, w kg,

R promień kół przesuwniczy, w cm,

r promień czopów tychże kół, w cm,

μ_1 współczynnik tarcia czopowego tychże kół,

μ współczynnik tarcia przy ślizganiu między kołami a szyną,

f współczynnik tarcia przy toczeniu, w cm,

to otrzymamy opór: $W = \frac{\mu_1 r + f}{R} Q$, i warunek $Q' \geq \frac{W}{\mu}$.

Średnio można liczyć: $\mu_1 = 0,1$; $\mu = 1/7$ do $1/8$; $f = 0,05$ cm.

C. Stacje kolejowe *).

a. Układy zasadnicze stacyi.

Stacje kolejowe można dzielić na rodzaje i gatunki z różnych punktów widzenia, a mianowicie pod względem: 1) ich **położenia** w stosunku do sieci kolejowej; 2) ich **kształtu** w planie; 3) ich **przeznaczenia**; 4) ich **ważności** i t. p.

1) Pod względem **położenia** stacyi w stosunku do sieci kolejowej rozróżniamy stacje: krańcowe, pośrednie i węzłowe, które znów mogą być rozjazdowe, krzyżne, wreszcie wielokierunkowe. Stacja rozjazdowa może być albo krańcową dla wszystkich trzech, zbiegających się w niej linii kolejowych, albo krańcową tylko dla jednej linii, a pośrednią dla pozostałych dwóch kierunków, wreszcie stacją na rozgałęzieniu się linii. Podobnie i stacja węzłowa, wielokierunkowa.

2) Pod względem **kształtu** stacyi w planie rozróżniamy stacje, oraz dworce: czołowe i przelotowe, które znów mogą być: boczne, półwyspowate i wyspowate.

Dworce czołowe są przedewszystkiem właściwe na końcu traktu kolejowego, gdy jego przedłużenie w przyszłości uważać można za wykluczone, a jako dworce pośrednie i węzłowe, np. gdy kolej wprowadza się w głąb większego miasta, by skrócić oddalenie od jego

* A. Świętochowski, w Wielkiej Encyklopedyi powszechnej, ilustrowanej, artykuł: Kolejowe stacje; Eisenbahnbau der Gegenwart, III, Stacje, Wiesbaden, 1899; Heusinger v. Waldeck, Handbuch f. spezielle Eisenbahntechnik, tom I, rozdział IX, XII i XIII; Schmitt, Vorträge über Bahnhöfe u. Hochbauten auf Locomotiveisenbahnen, Lipsk, 1873 i 1880; A. Goering, Stacje kolejowe w Röll'a: Encyclopädie des Eisenbahnwesens, tom I, 1890; Lueger, Lexicon der gesammten Technik, tom I, 1894.

środku do dworca. Jeżeli stacya czołowa jest pośrednią, to, oprócz szlaków wjazdowych i wyjazdowych stacyi czołowej, łączą się zazwyczaj obydwa te szlaki kolejowe i bezpośrednio, w bliskości ich rozgałęziania się, a to celem skrócenia drogi dla pociągów przejściowych, np. towarowych, nadzwyczajnych i t. p. (W. T. § 37).

Na stacyach węzłowych stosujemy też układ mieszany, a więc przelotowy dla szlaków przelotowych, z dodaniem wsiadów odczołowych dla traktów kończących się na danej stacyi. Większe stacje towarowe budujemy ponajczęściej w układzie czołowym, t. j. ze ślepo się kończącymi torami.

Stacje przelotowe są układem najczęściej stosowanym na stacje pośrednie, nawet węzłowe, dla których jednakże stosujemy i układ mieszany, t. j. ze wspomnianymi już powyżej wsiadami odczołowymi dla traktów, kończących się na danej stacyi. Układ przelotowy, albo mieszany, z licznymi wsiadami międzytorowymi, dostępnymi bez przekraczania torów lub z dodatkowymi wsiadami odczołowymi, nadaje się bardzo dobrze nawet na stacje pierwszorzędnej ważności. Dla stacyi przelotowych budują się też poczekalnie i t. p. powyżej poziomu torów, a nawet wprost ponad nimi (projektowany dworzec Warsz.-Wied. w Warszawie), albo też poniżej poziomu toru (Lwów) a nawet pod torami (dworce kolei miejskiej w Berlinie).

Dworce półwyspowate nadają się przedewszystkiem na stacje rozjazdowe, zwłaszcza gdy obydwie odnogi rozgałęziające się z traktu rdzennego są w przybliżeniu równoważne. Dworzec staje natenczas na półwyspie z dwóch stron otorzonym, który łączy się bezpośrednio z miastem, o ile ono leży między szlakami odgałęziającymi się. W przeciwnym zaś razie należy urządzić dojazd do dworca przez przejazd nadtorowy lub podtorowy. Dworce półwyspowate budujemy w planie bądź to w postaci klina, bądź też prostokątne.

Dworce wyspowate, t. j. ze wszech stron otworzone, nadają się przedewszystkiem do stacyi krzyżnych, lecz również i do stacyi rozjazdowych lub węzłowych wielokierunkowych. Poszczególne wsiady powinny być dostępne (przynajmniej na dworcach ważniejszych) bez przekraczania torów, a więc za pośrednictwem schodów z mostów nadtorowych, a lepiej z tuneli podtorowych, które umożliwiają zmniejszenie różnicy poziomów, na jaką podróżni muszą się wznosić po schodach. Oprócz wsiadów międzytorowych bywają na dworcach wyspowatych i wsiady odczołowe, dla traktów kończących się na danej stacyi. Wsiady takie mogą przylegać do jednego tylko czoła dworca, albo też do obydwóch. Dostęp do dworca wyspowatego skutecznia się najdogodniej od jednej z jego stron czołowych, prowadząc drogę po przejeździe nadtorowym lub podtorowym. Zamiast tego układu zwykłego, stosują też od strony miasta oddzielny budynek zajazdowy, oddzielony szlakiem kolejowym od dworca właściwego, a łączący się z nim poprzez tunel podtorowy lub korytarz nadtorowy.

Jeżeli stacya krzyżna, wraz z wsiadami leży tuż przy przeprowadzeniu jednego traktu kolejowego ponad drugim, to wsiady obydwóch traktów będą się znajdowały na różnych poziomach, które należy połączyć schodami. Dworzec takiej stacyi dwupo-

ziomowej jest właściwie dla każdego z traktów zwykłym dworcem bocznym, przelotowym, podobnie też stacya dla każdego traktu poszczególnego staje się poniekąd zwykłą stacyą przelotową (np. stacya Osnabrück).

3) Pod względem **przeznaczenia** należałoby rozróżniać stacje osobowe, towarowe i gospodarcze.

Stacje osobowe bywają śródmiejskie, podmiejskie i zamiejskie, a krańcowe stacje większych miast miewają niekiedy oddzielne dworce na przyjazd i odjazd, a nawet na pośrednich stacjach większe dworce miewają oddzielne zajazdy dla wyjeżdżających i przyjeżdżających.

Podobnie też większe **stacje towarowe** dzielą się na naładowcze i wyładowcze, na pograniczu zaś lub przy zbiegu traktów o różnej szerokości torów, urządzają oddzielne stacje przeładowcze. Niezależnie od powyższego stacya towarowa może być ogólna, przeznaczona na wszelkiego rodzaju towary, albo też swoista, przeznaczona na jeden gatunek towaru, np. stacya węglowa, stacya bydła i t. p.

Stacje gospodarcze pod względem swego przeznaczenia dzielą się jeszcze na podgatunki, jako to: przerządnie, służące do przerządzania pociągów; stacje naprawcze przy większych naprawiach; stacje oporządce do czyszczenia pociągów i zasilania ich gazem, elektrycznością i t. p.; wreszcie stacje wodne, węglowe, zborne i t. p. Stacje na towary pospieszne łączą się najczęściej ze stacyami osobowymi.

4. Pod względem **ważności** stacyi rozróżniamy: a) wymijanki, na których się wymijają pociągi traktów jednotorowych; b) przystanki, na których przystają tylko nieliczne pociągi; c) wreszcie stacje właściwe, które się jeszcze pod względem swej ważności dzielą na stacje I, II, III i IV-ej klasy. Szlak wreszcie między stacyami pod względem sygnałów dzieli się stacyami blokowemi.

Przepisy dotyczące stacyi są zawarte P. K. d. § 6, 12, 13, 14; W. T. § 34 — 37; Z. K. d. § 30 i 31; W. Pr. St. z r. 1905.

b. Położenie i długość stacyi, oraz krzywości i spadki na stacyach.

1) **Odstępy międzystacyjne**, a przynajmniej odstępy między wymijankami, telegraficznie połączonemi, na kolejach jednotorowych mają nie przekraczać 8 km, o ile Urząd Kolejowy Państwa Niemieckiego tego zażąda (Z. K. g. § 12).

Jeżeli się wykonanie takiej wymijanki odracza na przyszłość, to należy jednak zaraz podczas budowy kolei przysposobić pod nią torowisko rozszerzone, wraz z podtorzem, a szyny i rozjazdy, wraz z urządzeniem telegraficznym, trzymać w pogotowiu (Z. K. g. § 12).

2) **Długość stacyi** pozostaje w zależności od długości pociągów. W pociągach osobowych można średnio na każdą oś liczyć po 4,5 do 5 m, doliczając do tego na parowóz z tendrem po 15 do 17,6 m. Podług § 12-go Z. K. g. na wymijankach kolei jednotorowych należy liczyć 550 m, t. j. na pociąg wojskowy, 110-cio osiowy. Pociągi takiej długości są jednak możliwe tylko na szlakach o pochyłościach,

nieprzekraczających 3,5 do 4⁰/₀₀. W pociągach towarowych średni odstęp międzyosiowy bywa zazwyczaj mniejszy. O dozwolonych długościach pociągów, a raczej ilości ich osi, p. str. 230.

Użytkową długość toru określają ukresy (str. 303).

Stacya powinna być leżeć w szlaku **prostym**, a jeżeli leży w krzywej, to zaleca się, wstawiać dwie wstawki proste na rozjazdach w obu końcach stacyi, same zaś tory stacyjne, wraz z wsiadami (peronami) zakrzywiać.

3) **Promień krzywości** w torach stacyjnych i rozjazdach, przez które przejeżdżają całe pociągi, ma być przynajmniej 180 m, a w rozjazdach wjazdowych większy; jeżeli wreszcie pociągi pospieszne mijają stacyę (bez zatrzymania się), to nie mniejszy od 300 m, lepiej 500 m. Wogóle należy tak projektować rozjazdy, aby pociągi mogły przejeżdżać przez nie z większą prędkością, a więc aby pod śpic jeździły zawsze w prosty tor zasadniczy rozjazdu, a nie w zakrzywiony tor zwrotny.

Wstawka prosta między przeciwlukami przelacza rozjazdowego ma być przynajmniej 6 m, lepiej większa.

Między końcem łuku przejściowego krzywej szlakowej, a śpicem iglicowym rozjazdu wjazdowego na stacyę, trzeba pozostawić przynajmniej 6 m toru prostego, a nie przechylonego (W. Pr. St. § 5; W. T. § 34 i 39). Dogodniej nieraz będzie zastąpić taki układ rozjazdem w łuki, o łagodnej krzywości toru zasadniczego, t. j. o promieniu 500 m lub więcej, a o torze przechylonym.

4) **Pochyłości na stacyach**. Pożądaniem jest, aby w rysie pochyłych kolei tak sama stacya, jak i obustronne jej przedłużenia o długość pociągu, leżały w poziomej, łączącej się obustronnie ze spadkami, nie przekraczającymi jednak 5⁰/₀₀. Położeniem takim ułatwiamy i zatrzymywanie pociągu wjeżdżającego i rozbieg pociągu wyjeżdżającego, a zabezpieczamy postój. Podobne położenie stacyi niezawsze da się osiągnąć. Zawsze jednak jest pożądaniem, aby stacya leżała w poziomej, a gdy i to niemożliwe, przynajmniej w pochyłej nie ponad 2,5⁰/₀₀ (W. T. § 34).

Aby zapobiedz staczaniu się wozideł (np. pod wpływem wichrów) ze stacyi na szlak, należałoby na obustronnych szlakach tuż przy stacyi unikać spadków ponad 5⁰/₀₀, przynajmniej na długość pociągu.

Gdy tuż za stacyą rozpoczyna się szlak o spadku bardziej stromym, a zwłaszcza gdy i sama stacya leży w spadku, należy stosować właściwe środki, zapobiegające staczaniu się wagonów ze stacyi na ów szlak, np. rozjazdy i tory do zbaczania, albo zapory torowe. Jeżeli zaś szlak o stromym spadku prowadzi na stacyę, to do zatrzymania rozpędzonych wozideł, pędzących na stacyę, urządzają bocznice ratunkowe, np. stromo się wznoszące lub napiaszczone *).

Największa pochyłość dozwolona na stacyach, wymijankach i przystankach, posiadających rozjazdy (W. T. § 35), nie ma przekraczać

* Centralbl. d. Bauverw., 1885, str. 100 i 105; Civiling, 1893, Köpcke: „O torach napiaszczonych“; Goering, w Glasers Annalen, 1896, tom 38.

2,5⁰/₀₀, lecz na przrządniach można stosować i tory bardziej strome (Z. K. g. § 7; W. T. § 34). Na stacyach kolei drugorzędnych Z. K. d. w § 30 zalecają również nieprzekraczanie tej samej granicy pochyłości.

Rozjazdy w torach, głównych, pochyłych ponad 2,5⁰/₀₀, należałoby tak układać, aby się iglice kierowały śpicami ze spadkiem, a więc aby jazda pod śpic była możliwa tylko w kierunku pod górę.

O zaokrągleniach załomów pochyłości na szlakach tuż przy stacyach p. str. 230.

c. Tory stacyjne, oraz ich połączenia.

Nawet na **kolejach jednotorowych** stacje pośrednie powinny posiadać przynajmniej **dwie tory główne**, uwzględniające ustalony kierunek jazdy, np. w Rosyi i Niemczech na prawo, w Austrii, Francyi, Włoszech i t. p. na lewo. Tory te są również pożądane i na stacyach krańcowych.

Dawniej panowała zasada przesuwania wyjazdu ze stacyi kolei jednotorowych w bok względnie do wjazdu, a to w celu otrzymania wjazdu na stację z obydwu szlaków po torze prostym, przy którym to układzie tylko wyjeżdżające pociągi przejeżdżałyby przez łuk rozjazdu (W. Pr. St. § 4). Obecnie jednak z powodu wielkiej prędkości, z jaką przejeżdżają pociągi pospieszne przez stacje pośrednie, przeważa na kolejach pruskich zasada wprost odwrotna, a mianowicie przeprowadzania głównego toru przejazdowego w kierunku prostym, bez przesunięcia (W. Pr. St. § 4).

Niezależnie od powyższego obowiązuje zasada ogólna unikania wedle możliwości rozjazdów podśpicowych, t. j. takich, przez które pociągi przejeżdżać muszą pod śpic. Odstępstwo od tej zasady dozwala się jedynie w razach istotnej potrzeby, np. na szlakach się rozgałęziających lub krzyżujących, do wycofania pociągów towarowych z torów głównych i t. p. Zastosowanie rozjazdu półkrzyżnego dozwala niekiedy na uniknięcie podśpicowego.

Zasada powyższa nabiera szczególnej ważności na mniejszych stacyach pośrednich, przez które pociągi pospieszne przejeżdżają bez zatrzymywania się, oraz na wjeździe do wielkich stacyi, zazwyczaj bardzo oddalonym od miejsca zatrzymywania się pociągów, które zatem na owym wjeździe posiadają jeszcze znaczną prędkość (W. Pr. St. § 3).

Zastąpienie rozjazdu podśpicowego, prowadzącego w tory boczne, rozjazdem odwrotnie skierowanym, przez który pociąg się cofa w te tory, nie zawsze jest celowe, zwłaszcza gdy przytem trzeba by skrzyżować drugi tor główny; a dla długich pociągów utrudniają niejednokrotnie takie rozwiązanie i stromości szlaków przystacyjnych. Wobec udoskonalenia ustroju rozjazdów zaczynają zanikać obawy przed stosowaniem rozjazdów podśpicowych.

Nawet na stacyach podrzędnych, na których na razie torów bocznych się nie wykonywa, należy pozostawić miejsce swobodne przynajmniej na dwa takie tory, odsuwając stosownie budowlę stacyjne od torów głównych.

Tor wyciągowy na stacjach najdogodniej urządzać w postaci przedłużenia toru przeczekalnego, t. j. jako tor trzeci, obok głównych leżący. Przy takim bowiem położeniu można pociąg wyciągnięty przerządzać w dalsze tory boczne bez tamowania przejazdu po torach głównych (W. Pr. St. § 9).

Na stacye **krzyżne, węzłowe** i t. p. pociągi powinny móć wjeżdżać ze wszystkich kierunków **równocześnie**, a z pełnem bezpieczeństwem. Tory główne nie powinny się zatem krzyżować na samej stacyi, lecz poza nią i to nie w jednym poziomie; a więc trzeba jeden szlak przeprowadzić ponad drugim. Na samej zaś stacyi łączą się wszystkie linie kolejowe nawzajem ze sobą torami przełącznymi możliwie w sposób taki, któryby pociągi nadchodzące zmuszały poniekąd do zatrzymywania się na swej linii, zanim przejdą na drugą (Z. K. g. § 13).

Każdy tor główny powinien posiadać swe **oddzielne** pobrzeże wsiadowe (W. Pr. St. § 8).

Należy niemniej wedle możności unikać wszelkich skrzyżowań torów głównych z torami bocznymi, zwłaszcza po stronie wjazdu na stacyę.

Skos krzyżni i rozjazdów krzyżnych nie ma być zbyt mały, nie mniejszy od 1:10, lepiej 1:9, a na przerządniach nawet 1:8 (W. T. § 41). Aby jednak promień łuków w rozjazdach nie był zbyt mały, nie można powiększać skosów tych nadmiernie. Koleje pruskie stosują obecnie przeważnie 1:9 (W. Pr. St. § 2), lecz zamierzają wprowadzić mniejsze skosy w rozjazdach, przez których łuki przejeżdżają niezatrzymujące się pociągi pospieszne. Z drugiej jednak strony również zalecenia godnem jest, aby wszystkie rozjazdy tej samej stacyi (a nawet całego traktu kolejowego) miały skosy jednakowe, a to w celu uniknięcia niepotrzebnych przeciwłuków między rozjazdami i zawiloci w ich układzie; nadto zwiększanie ilości modeli tych części również nie może być pożądanem. Mimo to na przerządniach stosują zazwyczaj skosy większe, np. 1:8, w celu skrócenia torów.

Między śpicami iglicowymi dwóch rozjazdów jednakowozwrotnych, a śpicami ku sobie zwróconych, odstęp musi być nie mniejszy niż 3 m, lepiej przynajmniej 6 m. Większa z tych miar obowiązuje dla rozjazdów przeciwniezwrotnych (W. Pr. St. § 4). Dalsze szczegóły o rozjazdach p. ustęp o rozjazdach, str. 300 i nast.

O obrotnicach i przesuwnicach na stacjach p. str. 318 i nast.

Koniec torów ślepych należy zabezpieczać zaporem stałym, a więc np. odbojem ze zderzakami sprężynującymi. Kozły podtrzymujące odbój wzmacnia się też dodatkowo nasypem ziemnym. Podobne zabezpieczenie odbojem jest niezbędne i przy ładowniach czołowych. Zamiast zderzaków sprężynujących zastosowano, np. na Dworcu Potsdamskim w Berlinie *), na ślepych końcach torów osobowych, odboje hydrauliczne. Napiaszczenie, albo nażwirowanie torów przed

*) Centralbl. d. Bauverw., 1890, str. 116, 124, 186, a przedewszystkiem 398. W temże czasopiśmie, z r. 1892, str. 185 podał Wittfeld teorię takich odbojów.

zaporami na długości 15 do 20 m, a na 5 do 10 cm ponad wierzch szyn, wchodzi w użycie. Wspiera ono zaufnie działanie zaporów torowych, może nawet samo stanowić skuteczny taki zapor, zmniejsza natomiast użytkową długość toru, czego unika ustrój, obmyślony przez Köpcke'go *). Przystawne zapory torowe, podług W. T. § 30-go, dla czasowego zamknięcia przejazdu przez rozjazd, należy stawiać w oddaleniu przynajmniej 3 m od ukresu **).

d. Odstępy torów i wsiady (perony).

Obrysa podano na str. 218 i nast., oraz 227 i 228.

Na niemieckich kolejach głównych wzajemne **odstępy torów** stacyjnych mają być przynajmniej 4,5 m, a na większych stacjach należy niektóre odstępy zwiększyć do 6 m, aby umożliwić bezpieczne chodzenie wzdłuż torów, np. obok toru rdzennego rozjezdni (W. Pr. St. § 6); wreszcie gdy na międzytorzu mieścić się mają budowle lub wsiady, odstęp ten musi być stosownie jeszcze większy. Wsiady międzytorowe wymagają większych odstępów torowych, a mianowicie: jednostronne przynajmniej 6 m (Z. K. g. § 9); obustronne 9 m, lecz przynajmniej 10,5 m, gdy schody, wiodące na wsiad, zajmują część jego szerokości. W. T. w § 38-ym pozwalają szerokość 4,7 zamiast 6 m na podrzędniejszych stacjach kolei głównych, 4,5 m dla kolei drugorzędnych, co jednakże jest miarą zbyt skąpą.

Ponieważ na szlaku kolei dwutorowych odstęp torów jest mniejszy niż na stacjach, przeto niezbędnem jest **zwiększanie tego odstępu** przy wjeździe na stację, a mianowicie za pośrednictwem łuków, których promienie nie powinny być mniejsze niż 300 m, lepiej 1000 m. Najdogodniejszym rozwiązaniem będzie odsunięcie toru głównego, przy którym leży wsiad główny, w ten bowiem sposób wszystkie pozostałe tory stacyjne i wsiady mogą być proste. Na przystankach można zmniejszyć ową różnicę w odstępach torowych przez zastosowanie obustronnie wsiadów przytorowych, co dozwoli sprowadzić odstęp torów na przystanku do 4,5 m, mniejszy bowiem odstęp powodowałby już niebezpieczeństwo i nie dozwalałby na ustawienie niezbędnej niekiedy przegrody międzytorowej (W. Pr. St. § 7; W. T. § 34 ***).

Wsiady wznoszą się ponad wierzch szyn na 21 do 38 cm (Z. K. g. § 16; W. T. § 47), wsiady wyższe można budować tylko za oddzielnem zezwoleniem Urzędu Kolejowego (por. str. 226). Jeżeli podróżni mają przechodzić przez tory, albo wózki tłómkowe lub pocztowe przez nie przejeżdżać, to wznios wsiadów ponad wierzch szyn nie ma przekraczać 35 cm (W. T. § 47, ustęp 4). Odległość krawędzi wsiadu od osi toru musi przystosować się do obrysa, może

*) Civiling, 1893; Glasers Annalen, 1896, tom 38.

**) Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, str. 188, Berlin 1886, u Wilh. Ernst'a i syna.

***) H. Oberbeck, w Centralbl. d. Bauverw., 1888, str. 89.

zatem być 1,5 m przy wsiadach do 38 cm wzniesionych. W. Pr. St. w § 7-ym pozwalają jednakże taką odległość tylko do wzniosu 35 cm.

Słupy, jakoteż i inne przedmioty, stale na wsiadach ustawione (np. budki, latarnie, zagrody i t. p.), o ile się one wznoszą wyżej niż 0,76 m ponad wierzch szyn, nie powinny zbliżać się do osi toru, przez ów wsiad obsługiwanego, na więcej niż 3 m na kolejach głównych, a 2,5 m na drugorzędnych (Z. K. g. § 16; W. Pr. St. § 7; W. T. § 47), a to aż do wysokości 3,05 m.

Długość wsiadów należy przystosować do długości pociągów osobowych, a również i do układu pociągów mieszanych, przebiegających dany trakt. Na małych stacyach starczy niekiedy 100, a nawet 50 m; na wielkich wsiady bywają do 500 m długie.

Przesunięcie (względem wsiadu głównego) wsiadów, dostępnych tylko poprzez tory, jest ze wszech miar wskazane, a mianowicie takie, aby podróżni przekraczali tor poza pociągiem, stojącym u wsiadu głównego. Na stacyach ważniejszych pożądaną jest dostępność wsiadów **bez przekraczania torów**. W zależności od położenia poczekalni i t. p. względem poziomu szyn, dostęp do wsiadów dalszych dają przejścia tunelowe lub mostowe, łączące się schodami lub t. p. z każdym wsiadem (W. Pr. St. § 7). Tunele wymagają nie tak znacznej różnicy poziomów, są zatem mniej nużące dla podróżnych i zalecają się tam, gdzie warunki miejscowe, np. woda gruntowa, nie stają im na przeszkodzie.

Zdroje, albo inne urządzenia, dostarczające zdrowotnej wody do picia, powinny być łatwo dostępne ze wsiadów (W. T. § 50).

Ustępy (oznaczone w sposób zdala widoczny) powinny być niezbyt oddalone od wsiadów, a również znajdować się i w samym dworcu, przynajmniej zaś być z nim złączone chodnikiem krytym. Pożądane jest ich przepłukiwanie wodą (Z. K. g. § 17; W. T. § 52).

e. Urządzenia dla ruchu towarowego *).

Towarownie. Podłogi tak w samej towarowni, jak i na jej ładowniach, mają leżeć 1,1 m ponad wierzchem szyn (Z. K. g. § 19; W. T. § 55), a krawędź ładowni w odległości 1,65 m od osi przynależnego toru, w każdym jednak razie przynajmniej poza obrysem torowym, p. str. 227. Ulica zaś po drugiej stronie towarowni powinna leżeć 0,8 do 1,1 m poniżej podłogi, a to stosownie do wysokości wozów, używanych w danej okolicy. W Niemczech budują przeważnie towarownie prostokątne, 5 do 20 m szerokie, z obustronnymi ładowniami 1 do 1,5, rzadziej do 2 m wysięgu poza ściany budynku, w którym wrota mieszczą się w odstępach 7,5 do 9 m. Dach bywa wysunięty na 1 do 2 m poza krawędź zewnętrzną ładowni. W Niemczech tylko wyjątkowo wzorują się na angielskich układach towarowni, t. j. z torami lub ulicą przeładunkową wśród

*) Zasady i przepisy, dotyczące projektowania i budowy parowozowni i towarowni (w Prusach), w Eisenbahn-Verordn.-Blatt, 1901, str. 237 i nast.

budynku. Poszerzanie ładowni ponad 1 m jest przede wszystkim tam wskazane, gdzie towary trzeba przesuwac wzdłuż niej, a więc np. od strony toru, gdzie drzwi wagonowe nie stają zawsze wprost wrót towarowni. Przy wielkim ruchu ładunkowym właściwym będzie układ towarowni o szeregu ładowni poprzecznych, których odnogi torowe łączą się z torem rdzennym za pośrednictwem szeregu obrotnic, pozwalających wysuwać poszczególne wagony z pociągu (na torze rdzennym stojącego) wprost w owe odnogi (np. w Kolonii, Frankfurcie n/Menem i t. p.). Jeżeli tor rdzenny jest rozjezdnią, której odnogi idą do towarowni, to szereg ładowni, przynależnych do owych odnóg torowych, a również cały budynek towarowni tworzy w planie szereg uskoków. Takie towarownie uskokowe pobudowano np. w Ołomuńcu, Kolonii, Monachium, Zurychu i t. p. *). Towary łatwo palne i złowne wymagają oddzielnych towarowni (W. T. § 55). Wrota bywają 2,5 m szerokie, przy 2,8 m wysokości. Największe obciążenie podłogi w towarowniach kolejowych liczą zazwyczaj do 1500 kg/m².

Dla wielkich miast na towary pospieszne, jako to: mleko, owoce, jarzyny i t. p., budują przy stacyach osobowych oddzielne towarownie pospieszne, układem swym zbliżone do zwykłych (W. Pr. St. § 10 Nr. 9).

Na większych stacyach węzłowych potrzebne są i towarownie przeładunkowe, które niekiedy dogodniej zastąpić przeładowniami pod strzechą (dachem) na słupach. Przeładownię taką najlepiej pobudować między pierwszym a drugim torem towarowni, których odstęp natenczas powiększyć wypada do 7 lub 6 m, a chociażby do 5 m. Urządzenie takie przedstawia wielkie dogodności, a to nie tylko dla zwykłego ruchu towarów, lecz i na wypadek zwiększonego ładowania lub wyładowywania (nie przeładowywania); daje ono bowiem połączenie towarowni z wagonami, ustawionymi na drugim torze poprzez przeładownię i wagony na pierwszym torze stojące. Na większych przerządniach towarownie przeładunkowe są niezbędne (W. T. § 55).

Żórawie stałe, nośności do 15 ton, stawiają na stacyach, na których wypada częściej przeładowywać większe ciężary. Nadto używają i żórawi na wózkach, o nośności do 10 t, które, w razie potrzeby, można przewozić i na stacye, nieposiadające żórawi stałych (por. tom I, str. 679 i nast.). Nośność żórawi należy oznaczyć na nich samych i sprawdzać je w stosownych rozkresach czasu (W. T. § 58).

Obryśnice, przeznaczone do sprawdzania, czy ładunek wagonów nie wystaje poza obrys ładunkowe, należy ustawiać nad torem w bliskości towarowni lub podwórzy towarowych (Z. K. g. § 20; W. T. § 56; Z. K. d. § 39). Por. rozdz. III e działu niniejszego.

Ładownie na bydło, konie, wozy i t. p., umożliwiające ładowanie na wagony z boku i od czoła, należy budować przy torach bocz-

*) Eisenbahnbau der Gegenwart, tom III. Urządzenia stacyjne, Wiesbaden 1899, str. 474; Schweiz. Bauz., tom 32, str. 108, Centralbl. d. Bauverw., 1899, str. 337.

nych, lecz w miejscach dogodnie dostępnych. Pochyłość wjazdu na ładownię nie ponad 1:12, a wznios ponad wierzch szyn: 1,235 m od strony czołowej, t. j. do ładowania poprzez zderzaki, a od strony bocznej 1,1 m, lecz na ładowniach wojskowych, jako też na kolejach drugorzędnych, tylko 1,0 m. Na długie wozy do przewożenia mebli wjazd powinien być mniej stromy i skierowany wprost na czołową część ładowni, która na 12 do 15 m ma być pozioma. Ładownie wojskowe mają umożliwiać równoczesne ładowanie boczne 20-tu wagonów, a ładownie krótsze otrzymać przynajmniej tor dostatecznie długi, aby owe 20 wagonów można było ładować kolejno, przesuując je stopniowo, lecz bez konieczności ich cofania podczas tej czynności. Wznios ładowni na kolejach drugorzędnych należy przystosować do taboru, jeżeli jednak przechodzi na nie tabor kolei głównych, to i ładownie powinny mieć wzniosy określone dla owych kolei. Na stacyach, nie posiadających ładowni stałych, należy trzymać w pogotowiu ładówki przenośne, które są również pożądane i na innych stacyach na wypadek czasowej niedostateczności ładowni stałych. Stromość ładówek przenośnych, służących do wprowadzania koni wojskowych, nie ma przekraczać 1:4 (rozporz. Min. Prusk. z 20 lutego 1889). Ładowni dotyczą: Z. K. g. § 18; W. T. § 57; Z. K. d. § 40).

Dzielnice towarowe do ładowania pod otwartem niebem na stacyach towarowych, wytwarzają się ze stosownej ilości par torów, o odstępie 4,5 m, oraz ulic ładunkowych, leżących między owymi parami torów. Niekiedy dodają, między tymi dwoma torami każdej grupy torowej, jeszcze tor trzeci, przeznaczony do wycofania wagonów załatwionych i t. p. Tory te miewają do 200 m długości, dłuższe bowiem utrudniałyby dostawę wagonów na miejsce właściwe, a są one przeważnie torami ślepyimi, bez przełączni w końcach ślepych, któreby nie wiele przynosiły pożytku. Odstęp torów, w których międzytorzu leży ulica ładunkowa, pozwalająca ładować na obydwie strony, ma być nie mniejszy niż 12 m, a dla wozów szerokich, np. ze sianem, przynajmniej 15 m; odstęp ten bywa jednak i znacznie większy, a więc 18 do 20 m i wyżej. Szereg równoległych takich ulic przerzynają przejazdy 6 do 12 m szerokie, w odstępach wzajemnych 80 do 100 m, dla połączenia poszczególnych ulic ładunkowych ze sobą. Wznios ulicy ładunkowej względem wierzchu szyny zależy od wysokości wozów w danej okolicy; ulice te leżą nawet w poziomie wierzchu szyn, lecz mogą się też wznosić ponad niego do 15 cm. Zamiast torów i ulic równoległych stosują też tory, gwiazdzisto się z obrotnic rozchodzące (np. o skosach wzajemnych 60°), a nieznacznej długości, np. 20 do 50 m, podczas gdy odstępy między obrotnicami bywają 40 do 70 m. Gdy na danej stacji ruch poszczególnego rodzaju towaru jest znaczny, stosują dla niego urządzenia swoiste, np. leje, lub zesuwnie na węgiel, swoiste wyładownie bydła*), ładownie na drzewo całopienne, żórawie, wagi pomostowe i t. p.

*) Centralbl. d. Bauverwal. 1891, str. 153: Ładownia na bydło w Dysseldorfie.

Wagi pomostowe *) na całe wagony należy budować możliwie w torze oddzielnym, lecz nie ślepym, a długość ich na kolejach głównych bywa przynajmniej 7 m. Pożytecznym będzie, gdy i zwykłe wozy będą mogły wjeżdżać na wagę. Wagi nie przerywające toru zalecają się przedewszystkiem w torach, po których chodzą parowozy. Sygnał samoczynny ma wskazywać, czy można wjeżdżać na wagę, czy też nie (W. T. § 59). Budka wagowa (2 na 3 m w planie) jest zbędna.

f. Zaopatrzenie stacyi w wodę **).

1. Wodownie, t. j. baszty wodne, wraz z pompowniami.

Ilość wody. Woda na stacyi jest potrzebna: a) do wodociągów w dworcu, mieszkaniach, naprawniach, ustępach, oraz do źródeł; dalej do polewania wsiadów i dziedzińców, do mycia wagonów, do czego w czasie mrozów potrzebna woda ciepła; wreszcie do gaszenia pożarów i t. p.;—b) do zasilania parowozów i przemycania ich kotłów;—c) do zasilania kotłów stałych w pompowniach, naprawniach i t. p.

Pojemność tendra bywa od 8 do 18 m³. Stosownie do rysu pochylonych danego traktu, do wagi pociągu, do prędkości jazdy i do pojemności tendra, parowóz musi brać wodę po przebyciu pewnej, określonej ilości kilometrów, a mianowicie:

Na kolejach równinnych:

100 do 180 km w pociągach pospiesznych,

70 do 100 km w pociągach osobowych,

30 do 44 km w pociągach towarowych,

wreszcie tendraki biorą wodę co 25 do 30 km.

Na kolejach górskich w czasie jazdy do gór:

50 km w pociągach osobowych,

25 km w pociągach towarowych,

tendraki zaś biorą wodę po przebyciu 15 do 20-tu km.

Zużycie wody przez parowóz na kolejach równinnych waha się między 0,06 a 0,2 m³ na km jazdy.

Z uwzględnieniem tych wszystkich warunków należy oznaczyć najwłaściwsze **odstępny między stacyami wodnemi**, t. j. stacyami, posiadającymi urządzenia do zasilania parowozów wodą. Odstępy te bywają na kolejach równinnych 25 do 30 km, na górskich 8 km (np. na Kolei Gothardzkiej), a nawet do 5-ku km (Kolej Airlberska). Oprócz stacyi wodnych, zasilających parowozy w czasie ich postoju, stosują w Anglii i Stanach Zjednoczonych zasilanie parowozów w czasie jazdy, pomysłu Ramsbottom'a, polegające na ułożeniu

*) O urządzeniu, utrzymaniu i sprawdzaniu wag pomostowych na kolejach rosyjskich, p. Ukazatel Min. Kom., 1893, Nr. 10, oraz: Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczących służby drogowej, 1900, zeszyt I, str. 72 i 143 do 162.

**) Schmitt, Bahnhöfe u. Hochbauten für Locomotiveisenbahnen, tom II, 1880; Georg Meyer, Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues, tom III, Berlin 1886, u Wilh. Ernst'a i syna.

w śródtorzu koryta, około 500 m długiego, a napełnianego wodą. Z koryta tego parowóz w biegu czerpie wodę, co pozwala na przebywanie większych odległości bez zatrzymywania.

Wodę dla stacyi wodnych bierzemy: 1) ze źródeł lub zbiorników, przez nie zasilanych, np. stawów; 2) z rzek, strumyków, jezior i stawów; 3) ze studni lub innych zbiorników wody gruntowej; 4) z wodociągów miejskich i t. p.

Zasilanie stacyi powinno być dostatanie i zupełnie zaufne, wykluczające możliwość wszelkiej przerwy, nawet spowodowanej silnymi mrozami (W. T. § 60).

Jakość wody. Woda przydatna do zasilania kotłów nie powinna po odparowaniu pozostawiać z litra więcej niż 0,1 do 0,2 g osadów stałych; zawartość 0,3 do 0,5 g nie czyni wprawdzie jeszcze wody wprost niezdatną do zasilania parowozów, jednak wody takiej nie można już uznać za dobrą. Przez stosowne oczyszczanie można wodę, pierwotnie nieprzydatną, uczynić zupełnie właściwą do zasilania parowozów *).

Czerpiąc wodę bieżącą, trzeba często stosować osadniki i odsączniki (filtry); źródła i studnie natomiast zmniejszają nieraz z czasem swą wydajność, biorąc wreszcie wodę z wodociągów istniejących, należy upewnić się o niezawodności ich działania.

Napór. Dno kadzi na baszcie wodnej ma leżeć przynajmniej 10 m ponad wierzchem szyn, lecz na stacyach większych i 20 m nie da naporu nadmiernego. Na każde 200 m oddalenia żórawia wodnego od baszty, ponad 800 m, należy powiększać wysokość naporową o 1 m.

O ile układ terenu, otaczającego stacyę, na to pozwala, lepiej zastąpić basztę wodną i kadź murowanym zbiornikiem podziemnym, większych rozmiarów, np. o pojemności, dającej zapas na dwa lub trzy dni.

Pojemność zbiorników powinna starczyć na ilość wody, zużywanej przez 14 godzin, w czasie najbardziej ożywionego ruchu zwykłego, a przynajmniej na 4 godziny w czasie przewozu wojsk. Jeżeli pompownię stacyi wodnej obsługuje się z dłuższymi przerwami, to zapas zbiornika powinien starczyć na czas między temi przerwami. Zwykle zapotrzebowanie wody na stacyach wodnych na dobę nie schodzi zazwyczaj poniżej 50 m³, a rzadko przekracza 1000 m³.

Baszta wodna powinna stanąć możliwie środkowo względem miejsc zapotrzebowania wody, a niekiedy wypada oddzielić od niej pompownię, która znow powinna leżeć możliwie blisko miejsca zaczerpywania wody, a więc np. nad rzeką, jeziorem i t. p. Zamiast ustawiania dwóch kadzi na jednej baszcie, bardziej celowem będzie zbudowanie dwóch baszt w pewnym oddaleniu wzajemnem, tak aby każda z nich leżała środkowo względem połowy miejsc zapotrzebowania wody. Układ taki zmniejsza znacznie straty ciśnienia skutkiem tarcia w rurach, prowadzących do miejsc zapotrzebowania.

*) Przegląd Techniczny, 1889, str. 272 i 307; E. Neugebauer, Oczyszczanie wód do celów przemysłowych i t. d.; Zeitschr. d. Ver. d. Ing., 1889, str. 868; 1895, str. 991; 1896, str. 211.

Bardzo rozległe stacye można pod tym względem dzielić i na więcej części.

Z powodów powyżej wyłuszczonych, budowa baszt o dwu lub więcej kadziach powinna znaleźć **wyjątkowe** chyba zastosowanie. W takim jednak razie kadzie łączą się ze sobą rurami w sposób, pozwalający wyłączać poszczególne kadzie z sieci, a to na wypadek ich naprawy lub oczyszczania.

Kadzie w krajach o zimach mroźnych, należy osłaniać z wszystkich stron ścianami i pokrywać strzechą (dachem), a w zimniejszych klimatach nawet ogrzewać baszty, by uchronić kadzie od zamarzania.

Ponieważ woda bywa zazwyczaj chłodniejsza od powietrza w baszcie, więc powietrze zrzuca rosę na ścianki kadzi, a rosa ta kroplami ścieka po ściankach i z dna kadzi. Aby te ściekające krople wody nie zawilżyły budynku, podstawia się pod każdą ściekiew, w postaci wielkiej tacy, o rozmiarach nieco większych niż dno kadzi. Wodę, ściekającą na tę ściekiew, odprowadza się rurą ściekiewkową, najlepiej wewnątrz budynku (by ją ochronić od zamarzania) do rury przelewowej zbiornika, a jeśli to nie możliwe, to wprost do sieci kanalizacyjnej. Dno kadzi powinno być z dołu widoczne, a łatwo dostępne dla ułatwienia jego naprawy.

Kadzie należy zaopatrzyć we wodowskazy, któreby na zewnątrz baszty wskazywały stan wody, a również i w przelew, zapobiegający przepełnieniu się kadzi. W tym samym celu stosują też i urządzenia samoczynne, oddziaływające na pompę, które wstrzymują dopływ wody, gdy się każda zaczyna przepełniać, a wznawiają go, gdy się poziom w kadzi obniży poza pewne granice. By zapobiedz zastojowi wody w kadzi, dobrze będzie doprowadzać wodę do niej w punkcie możliwie przeciwległym miejscu, z którego woda odplywa z kadzi.

Kadzie bywają prawie wyłącznie nitowane z blachy żelaznej lub zlewnej, ścianki w górnej części 3 do 4 mm grube, w dolnej 4 do 8 mm, a grubość dna zależy od jego kształtu, płaskiego lub wypukłego, i bywa najczęściej 6 do 9 mm.

Najoszczędniejsze pod względem swej wagi są kadzie okrągłe, o wysokości równającej się połowie średnicy, z dnami wypukłymi lub nawet półkulistymi. Promień takiego wypuklenia najczęściej równa się średnicy dna. Dna robią też stożkowate, o wysokości stożka równej $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{9}$ średnicy. Intze *) obmyślił dna załomowe, przedstawione w rys. 989: rozpór wody znosi się jej przeciwparciem na środkową część dna, którego kształt i wymiary oznaczają się z warunków:

$$S \sin \beta + P \sin \alpha = G, \text{ oraz } S \cos \beta - P \cos \alpha = 0.$$

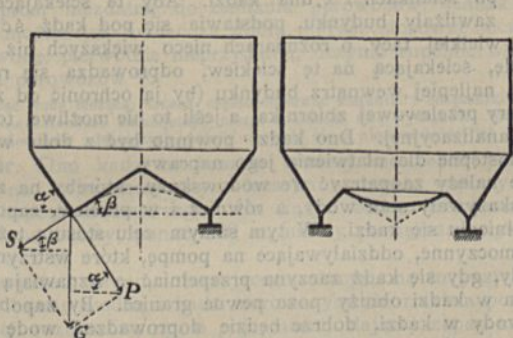
Dna Intze'go zalecają się nadto mniejszą średnicą obwodu podparcia, co znów umożliwi zmniejszyć średnicę całej dolnej części baszty.

*) Schillings Journal f. Gasbeleuchtung, 1884, str. 705; Reuleaux, Der Konstrukteur, IV wyd., str. 1064, Brunzswig, 1882 do 1889, u Vieweg'a i syna.

Kadzie wspierają się bądź to całym obwodem, bądź też tylko w kilku jego punktach, a natenczas na oddzielnych poduszkach, które znów spoczywać mogą na ścianach baszty, na domurowanych występach, wreszcie na słupach żelaznych lub żeliwnych, przy owych ścianach stojących lub w nie zamurowanych. W klimacie ciepłym baszty wodne zastępują słupami murowanymi, żelaznymi lub żeliwnymi, bez ścian.

Przewody rurowe układają przeważnie z rur żeliwnych kielichowych, zewnątrz i wewnątrz smołowanych, w baszcie jednak i pompowni zakładają ponajczęściej rury kołnierzowe. Krótkie przewody ssawne i tłoczne miewają prześwit równy $\frac{2}{3}$ średnicy tłoka pom-

Rys. 989.



powego. Dłuższe przewody wypada obliczać z uwzględnieniem istotnych oporów od tarcia wody podług danych ze str. 247 i nast. tomu I-go. Wszelkie rury, a więc: ssawna, prowadząca do pompy; tłoczna, od niej do zbiornika; spływowa od zbiornika w dół wiodąca; wreszcie rury rozprowadzające wodę do miejsc zapotrzebowania; wszystkie te rury należy układać ze spadkiem nieprzerwanym, aby powietrze swobodny znajdowało odlot z przewodów i nie wytwarzało w nich zatorów powietrznych. Gdy to niemożliwe, należy w załomach górnych dawać odpowietrzenia, np. małe powietrzniki z kurkami lub zaworami odpowietrzającymi, nastawnymi od ręki, albo też samoczynnie, od pływaka i t. p. Kolanka, ostrzej wygięte, lepiej zastąpić łagodnymi krzywkami, a również należy unikać rozczeppek bez łagodnego zakrzywienia odnogi. Przewody samych żórawi, oraz ich dopływów, miewają prześwity 180, 200 mm i więcej. W naszym klimacie, dla zabezpieczenia od zamarzania, trzeba rury w ziemi układać na głębokości 1,2 do 1,8 m. Z powodu konieczności odkopywania rur dla naprawy, wypada unikać ich zakładania pod torami, wsiadami i t. p.

Pompy otrzymują napęd od silników, a na małych stacyach, oraz pompy zapasowe, nieraz i od ręki. Na wypadek zepsucia się pomp i t. p.

stosują też napełnianie tendra wprost ze studni, rzeki, stawu i t. p. parą z kotła samego parowozu, za pośrednictwem tętników (pulsometrów) lub smoczków (strumienic) parowych. Por. też W. T. § 110 i Z. K. d. § 72, oraz tom I str. 760 i nast.

Moc silnika i wydajność pompy należy tak obliczyć, aby przy zwykłym zużyciu wody praca dziesięciogodzinna starczyła na dobę, a jednocześnie aby przy największym zapotrzebowaniu, np. dla pociągów wojskowych, wystarczała praca dwudziestogodzinna.

Między dwiema sąsiednimi stacyami wodnymi zakładają niekiedy pośrednie stacje wodne, będące niejako pomocniczymi dla stacji głównych, tak na wypadek ich zepsucia, jak i przy ruchu zwykłym dla dodatkowego zasilania parowozów. Wodownie takich pośrednich stacji wodnych otrzymują pompy napędzane ręcznie, albo silnikami prostszego ustroju, dlatego też znajdują tu szersze zastosowanie koła wiatrakowe, jako silniki, a tętniki, smoczki i pompy odśrodkowe zamiast pomp tłokowych. W wielu przypadkach korzystniejszym jednak okaże się zastąpienie takich, pośrednich stacji wodnych powiększeniem wydajności wodowni na stacjach głównych, oraz ich zaufności przez ustawienie pomp, silników i zbiorników zapasowych.

2. Żórawie wodne i podłazy.

Każdy **żóraw wodny** powinien dawać przynajmniej po 1 m³ wody na minutę, lecz dla parowozów pospiesznych, o pojemności tendra do 18 m³, wydajność taka byłaby o wiele zamała, a powinna być 3 do 4 razy większa. Wznios wylotu ponad wierzch szyn $\geq 2,85$ m (Z. K. g. § 21; W. T. * § 61), tak na kolejach głównych, jako też na drugorzędnych, na które ma przechodzić tabor z głównych (Z. K. d. § 42). A że wylot na tej wysokości wchodzi w obrys i nie dawałby swobodnego przejazdu, więc przedstawia się on w to położenie tylko podczas brania wody, a w położenie, niewkraczające w obrys na czas bezczynności żórawia. Dwa te położenia należy nocą uwydatnić sygnałami latarniowymi (P. R. g. § 47; P. S. § V; W. T. § 186). Gdy wylot żórawia stoi nad jednym z torów, odciążek wysięgnicy nie powinien wchodzić w obrys toru sąsiedniego.

Żórawie samostoję, zwłaszcza międzytorowe, są dogodniejsze od żórawi przyściennych, zazwyczaj na ścianie baszty przytwierdzonych, o wysięgnicy sięgającej ponad tor najbliższy, albo sięgającej poprzez ten tor aż ponad tory następne (W. T. § 61). Wysięgnica bywa najczęściej pozioma, pokrętna około osi pionowej, rzadziej pochylna (około osi poziomej), albo zastępowana kieszką. Również nieczęste znajduje zastosowanie żóraw samostój z kadzią podgrzewaną podczas mrozów, a o pojemności przynajmniej na jeden tender. Wszelakie ustroje powinny, przy bezczynności żórawia, dawać możliwość spuszczenia z niego wody na czas mrozów.

Rozstawienie żórawi wodnych na stacji powinno być przede wszystkim takie, aby parowozy mogły brać wodę, bez ich odprzęgnięcia od pociągów osobowych, które się zatrzymują na stacji, nie

zmieniając parowozu. Dla pociągów towarowych, niezmiwiających parowozu, o ile one przystawają w oddzielnych torach bocznych, należałoby i przy wyjazdach z tych torów bocznych ustawić żórawie wodne, aby parowozy takie mogły brać wodę, bez niepotrzebnego wałęsania się po torach. Na większych przegradniach trzeba nadto ustawić żóraw wodny przy ślepem przedłużeniu rdzennego toru rozjazdni. W samych parowozowniach żórawie wodne są zbędne, natomiast potrzebne przy jednym z torów wyjazdowych parowozowni, najdogodniej tuż przy naładowniach węgla. Żórawie należy tak rozstawiać, aby parowóz, biorący z nich wodę, nie zacieśniał przejazdu po torze sąsiednim, lub przez rozjazd.

Powyższe przepisy, obowiązujące na kolejach głównych, rozciągają się i na te koleje drugorzędne, których ruch podlega „Przepisom dla drugorzędnych kolei niemieckich“, a które ponadto posiadają znaczenie strategiczne. Na pozostałych zaś kolejach drugorzędnych zaopatrywanie w wodę może się więcej przystosowywać do warunków miejscowych.

Przy żórawiach wodnych należy w śródtorzach torów przyległych urządzać **podłazy**, t. j. doły do wysypywania popiołu i żużla z pod palenisk parowozowych, a zarazem do zbadania od spodu parowozu biorącego wodę. Podłaz musi zatem sięgać aż na 13 do 16 m od żórawia, a mianowicie w kierunku jazdy. Podług W. T. § 46 i 62 podłazy mają być 1,2 m szerokie, przy głębokości 0,6 do 1,0 m. W nowszych czasach zaczyna przeważać przekonanie o zbędności podłazów w torach głównych wogóle, z których też usuwają je coraz to więcej, pozostawiając je tylko przy naładowniach węgla i w bliskości parowozowni, a przedewszystkiem¹ w naprawniach.

Podłazy powinny być z tworzyw (materiałów) niepalnych, dlatego też drzewo może znaleźć zastosowanie chyba do podłazów czasowych, np. przy robotach ziemnych i t. p. Podłazy należy odwadniać prawidłowo, a dostęp do nich powinien być możliwie z obu końców i dogodny, np. za pośrednictwem schodków lub pochylni. Rozumie się, że na składanie popiołu i żużla trzeba na stacyi przewidzieć stosowne miejsce.

W Rosyi dotyczą żórawi i stacyi wodnych przepisy następujące: a) „Ukazatjel“ Min. Kom. 1891, Nr. 25: O malowaniu żórawi wodnych. Słupy powinny mieć barwę szarą, wysięgnice czerwoną, a sygnały nocne: światło czerwone, gdy wysięgnica stoi wpoprzek toru, a zielone, gdy stoi równolegle do osi toru.

b) „Ukazatjel“ Min. Kom. 1900, Nr. 19: O uchybieniach względem obryśia przy ustawianiu żórawi wodnych. Między żórawiem, a obrysem taborowem, ma pozostawać odstęp przynajmniej 0,32 m (0,15 saż.).

c) „Ukazatjel“ Min. Kom. 1903, Nr. 10: O rozstawianiu żórawi wodnych na stacyach. Zaleca się stawianie żórawi w obu końcach stacyi pośrednich, a mianowicie takie, aby jeden żóraw obsługiwał jeden tor główny i jeden boczny, drugi zaś żóraw ma obsługiwać drugi tor główny i bądź to inny boczny, bądź też pierwszy tor główny, obsługiwany już w drugim końcu stacyi przez żóraw pierwszy. Jeżeli stacya leży w poziomej, przerywanej ustawiczone wzniesienie szlaku, to można obydwaj żórawie wodne stawiać w końcu

stacyi, zwróconym ku wznoszącemu się szlakowi, a mianowicie tak, aby dwa parowozy mogły brać wodę jednocześnie. Gdzie i pociągi pospieszne wodę biorą, należy ustawić dwa żorawie dodatkowe, dozwalające brać wodę, bez odprężania parowozu. Na stacyach, gdzie wszystkie pociągi towarowe zmieniają parowozy, stanowisko żorawi wodnych ma być przede wszystkim dogodnie dla pociągów osobowych. Wreszcie na stacyach, na których wszystkie pociągi zmieniają parowozy, niepotrzeba wcale stawiać żorawi wodnych przy torach głównych.

g. Parowozownie i wagonownie *).

(W. T. § 62 i 63).

1. Parowozownie.

Położenie parowozowni ma być takie, aby parowozy mogły z niej dogodnie przechodzić do miejsc postoju pociągów osobowych, a gdy to nie da się osiągnąć, należy urządzić oddzielne, krótkie odnogi poczekalne dla parowozów, żeberkami zwane, tuż przy owych miejscach postoju.

Przy parowozowniach należałoby budować: pokoje noclegowe, poczekalnie i kąpiele dla służby parowozowej; składy na narzędzia i zapasy; wreszcie i chociażby małe naprawnie.

Ilość stanowisk w parowozowniach danej kolei powinna być taka, aby można było pomieścić wszystkie parowozy na kolejach bez ruchu nocnego, a przynajmniej 75% na kolejach o ruchu bez przerw nocnych.

Układ w planie parowozowni o wielkiej ilości stanowisk bywa: a) prostokątny, z przesuwnicą wewnętrzną; jest on tani, bo nie wymaga znaczniejszej wysokości budynku, ogrzewa się łatwo, bo nie ma licznych bram wjazdowych; b) okrągły, z obrotnicą wewnętrzną; wymaga on i większej wysokości, a więc i silniejszego ogrzewania; c) wachlarzowaty, z obrotnicą zewnętrzną; taki ogrzewa się najtrudniej z powodu licznych bram i wielkiej, ochładzającej powierzchni ścian, mimo to znajduje najszerokie zastosowanie, gdyż powiększenie ilości stanowisk jest równie łatwe jak w układzie prostokątnym, a dojazd na poszczególne stanowiska dogodniejszy. W parowozowniach wachlarzowatych każde stanowisko ma zazwyczaj swą oddzielną bramę, chociaż budowano i bramy na dwa tory. Układ, w końcu wspomniany, wymaga nie tylko szerokich bram (7,4 m), lecz i powiększenia głębokości budynku (o 4 do 5-m ponad niezbędną dla samych stanowisk, co niepotrzebnie zwiększa tylko koszt **).

Długość stanowiska, mierzona między ścianami budynku lub innymi stałymi przeszkodami obejścia, ma być przynajmniej o 4 m

*) Eisenbahn-Verordnungsblatt, 1901, str. 237 i nast.: „Zasady i postanowienia, dotyczące projektowania i budowy parowozowni i towarowni w Prusach“. Organ für Fortschr. d. Eisenbahnw. 1881.

**) Parowozownie takie pobudowano, np. na stacyach: Sommerfeld, Suhl, Berlin (Potsdamski), Frankfurt n/M. i t. p. Opis ich w Zeitschr. f. Bauwesen, 1882, str. 136: Goering, w Encyklopedie des Eisenbahnwesens, art. „Lokomotivschuppen“.

większa od długości samego parowozu; jeżeli się zaś kilka parowozów stawia za sobą, to na każde następne stanowisko doliczać wypada długość parowozu, zwiększoną o 0,6 m. Stawiając więcej niż dwa parowozy na jednym torze, należy dawać dojazdy obustronne.

Na przesuwnice i obrotnice wewnętrzne trzeba pozostawić prześwit niezacieśniony (słupami i t. p.) przynajmniej 18,5 m, a od tej miary dopiero liczy się długość stanowiska.

Szerokość stanowisk, mierzona między osiami torów w miejscu najwęższym, ma być 5 do 5,5 m, a jeżeli nie ma słupów między stanowiskami, to starczy 4,7 m, wreszcie odstęp ściany od osi toru sąsiedniego ma być nie mniejszy niż 3,5 m. Wogóle stanowisko powinno być tak przestronne, aby ze wszystkich stron dawało dogodny dostęp do parowozu, dla dokonywania napraw.

Bramy powinny mieć wysokość w prześwicie przynajmniej 4,8 m ponad wierzchem szyn, szerokość zaś 3,35 w parowozowniach wachlarzowatych, a 3,8 w okrągłych i prostokątnych (Z. K. d. § 5). W parowozowniach wachlarzowatych bramy 3,35 m szerokie wymagają odstępu międzytorowego, mierzonego na zewnątrz samej bramy, przynajmniej 3,65 m, gdy słupy międzybramowe są żelazne, a 4,15 m, gdy są murowane.

Oddymnice, t. j. rury pionowe, z kapturem i oddymnikiem, odprowadzające dym z kominów parowozowych, kończą się spodem oddymnikami rozszerzonymi, dla łatwiejszego wchwytywania dymu. Oddymnice stawiają się w odstępnie około 4-ech m od końca stanowiska, aby komin parowozowy stawał możliwie pod środkiem oddymnika, którego spód wznosi się przynajmniej na 4,3 m ponad wierzchem szyn, gdy oddymnik jest bez części ruchomych. Spód oddymnika może sięgać nieco niżej, a mianowicie do 4,15 m ponad wierzchem szyn, gdy ścianki jego (poprzeczne względem toru) są w taki sposób wahlwe, że komin przystającego parowozu jedną z nich odchyła i wsuwa się między nie. Dobre są też oddymniki, przesuwne po rurze oddymniczej, które po zesunięciu wdół i przyczepieniu, obejmują wierzch komina parowozowego, a po odczepieniu, samoczynnie się unoszą z powrotem pod wpływem odciążków. Wyjątkowo tylko stosują zespolone odprowadzanie dymu z parowozowni, np. za pośrednictwem wywietrzników. Drzewo w ustrojach parowozowni powinny nie sięgać niżej niż 5,8 m ponad wierzchem szyn, a dla oddymnic należy pod względem przeciwpożarnym zachowywać te same ostrożności, co dla kominów żelaznych, a więc nie zbliżać do nich drzewa ustrojowego. Oddymnice i oddymniki bywają przeważnie żelazne lub żeliwne, rzadziej kamionkowe.

Dla odprowadzenia czadu należy urządzić wywiewniki w najwyższej części strzechy (dachu), licząc po 10 do 15 m² kratki wywieniczej na każde stanowisko parowozowe. Wywiewniki takie mogą być znacznie mniejsze, a nawet zupełnie zbędne, gdy oddymniki obejmują wierzch kominów parowozowych.

Pod każdym stanowiskiem, na całej jego długości, niezbędne są **podłazy**, 0,85 do 1,0 m pod poziom podeszwy szyn zagłębione, 1,1 do 1,2 m szerokie, a dostępne z obydwóch końcy za pośrednic-

twem schodków. Dno podłazów powinno otrzymać spadki podłużne, lepiej i poprzeczne do rowka, z boku leżącego, odprowadzającego wodę do spólnego kanału, który ma być również dostępny, a mieści się najdogodniej wewnątrz budynku, w poprzek do stanowisk, w jednym z ich końców. W bocznych ściankach podłazu pozostawiają też odsadzki, 10 do 15 cm szerokie, na głębokości 0,4 m poniżej podeszwy szynowej, a to w celu układania czasowych pokładów z bali w tej części podłazu, gdzie wypadnie naprawiać wyżej położone części pod parowozem.

Wodociągi, o dostatecznym ciśnieniu, doprowadzają się najdogodniej przez kanał odwadniający, a stąd wiodą odnogi (6 do 7 cm śr.) do poszczególnych hydrantów, stawianych przynajmniej po jednym na każdą parę stanowisk, między torami tejsze pary stanowisk.

Oświetlenie parowozowni musi być dostatnie ze względu na wykonywane w niej roboty, a więc okna sięgają prawie do posadzki, a w parowozowniach o większej głębokości budynku urządzają i oświetlenie górne, o ile okna dodatkowe ponad bramami nie oświetlają dostatecznie budynku. Najlepsze oświetlenie dają okna, leżące między osiami stanowisk. Nocą oświetla się parowozownie elektrycznością, przeważnie lampami łukowymi, albo gazem, a natenczas ponajczęściej palnikami żarowymi. Niezależnie od tego oświetlenia ogólnego, poszczególne miejsca roboty oświetlają się przenośnymi żarówkami elektrycznymi, albo takimiż gazowymi palnikami motylkowymi.

Ogrzewanie większych parowozowni bywa ponajczęściej zespołone, mniejsze zaś parowozownie ogrzewają się zwykłymi piecami, niekiedy nawet przenośnymi

Posadzka leży równo z wierzchem szyn, lecz ze spadkiem od stanowisk, albo też ku nim. Gdy się spadek kieruje ku stanowiskom, należy odprowadzić wodę do podłazu, popod szyną, przez szczelinę między nią a kątownikiem, który stanowi obramowanie posadzki. Ponieważ w parowozowniach rozżarzone przedmioty częściej padają na posadzkę, więc się na nią asfalt niebardzo nadaje; mimo to bruk drewniany znajduje szersze zastosowanie; najczęściej posadzki te układają z bruku klinkierowego, kamiennego lub z betonu cementowego.

2. Wagonownie.

Wagony towarowe stoją w czasie bezruchu pod otwartem niebem, podobnie i większość wagonów osobowych. Jedyne na kosztowniejsze wagony stawiają oddzielne wagonownie, zwłaszcza na stacjach krańcowych i węzłowych. Pożądanem jest dogodne połączenie torowe wagonowni z torami głównymi, do czego służą często przesuwnice bezdołowe. Bramy muszą być przynajmniej 4,8 m wysokie w prześwicie, ponad wierzch szyny, a 3,35 m szerokie. Dla szerszych wagonów nowszego ustroju korytarzowego potrzebna jednakże szerokość przynajmniej 3,8 m. Odstęp między torami nie mniejsze niż 4,4 m, lepiej większe do 5 m, a odstęp toru od ściany przynajmniej 3 m; wreszcie długość stanowiska do 2,5 m większa od długości samego wagonu, dla następnych zaś stanowisk na tym

samym torze dodaje się tylko po 0,5 m. Ogrzewanie i zaopatrzenie w wodę jest ze wszech miar pożądane.

W Rosyi (podług „Zbioru rozporządzeń Min. Kom.” 1900, zeszyt I, str. 66 do 68) podłogi parowozowni i naprawni mogą być drewniane, z cegły na storc, albo asfaltowe. Pod podłogami drewnianymi podłóżę powinno być przesączalne. Gdy posadzka nie jest drewniana, to należy wyłożyć drzewem te miejsca, na których stoi pracujący przy imadle (szrubstaku). W parowozowniach na parowozy, wycofane z ruchu na dłuższe okresy czasu, podłogi mogą być z bruku zwykłego, albo klepiskami z żuźla, gliny lub zwykłej ziemi, albo brukowane. Przy każdej parowozowni lub naprawni mają być oddzielne lampiarnie.

h. Węglownie.

Na składy węgla i do jego ładowania na parowozy przeznaczają się na stacyach oddzielne węglownie ogrodzone, które przy większem zużyciu węgla otrzymują po kilka nawet ślepych torów do wozowych. Ze zasieków węglowych na naładownię dowozi się węgiel szeregiem równoległych torów wązkich, która to naładownia na węgiel miewa 3 m szerokości, przy wzniosie 2 do 2,5 m ponad wierzch szyn. Wzdłuż naładowni przechodzi tor węglowniczy (do brania węgla, czyli węglowania), nieobjęty zazwyczaj ogrodzeniem węglowni.

W węglowniach o mniejszym ruchu przenoszenie węgla z zasieków na naładownię i z niej na tender odbywa się jeszcze często ręcznie, w koszach, przyczem do ich podnoszenia ze zasieków na naładownię posiłkują się nieraz dźwigniami, a z naładowni na tender zesypują węgiel korytami zesuwczemi. Na naładowniach o ruchu większym stawiają natomiast żórawie obrotne, które podnoszą całe wagoniki z węglem, nadchodzące ze zasieków, i stawiają je szeregiem na naładowni, albo też wysypują ich zawartość wprost na tendry. Jeżeli żórawie te mają napęd od silnika, to można nimi ładować tak szybko (np. 5 t przez 10 min.), że starczy bezpośrednie ładowanie ze zasieków na tender, przyczem naładownia staje się zupełnie zbędną. Można też z toru wyżej leżącego napełniać bezpośrednio stałe koryta zesuwcze, zaopatrzone w odmykane kłapy, a węgiel trzymany w ten sposób na zapas w korytach, zesypywać wprost do niżej stojących tendrów. Urządzenie takie wykonano np. w Hanowerze, a w Stanach Zjednoczonych stosują też wysoko położony tor dowozowy, z obustronnemi korytami zesuwczemi, pod spólną strzechą (dachem), albo też podnośniki kubelkowe, w które się zesypuje węgiel dowożony i które podnoszą go do zbiorników wysoko leżących, a z nich zesuwa się węgiel już wprost do tendrów. Urządzenie w końcu wspomniane naśladowano i w Niemczech, np. na stacyi Saarbrücken, gdzie załatwienie każdego tendra wymaga tylko 5 minut czasu.

Wszystkie podobne węglownie mechaniczne wypada zaopatrzyć we wagi samoczynne, a albo samozapisujące, albo samoliczące, albo wreszcie tylko samowskazujące; nadto potrzebne będą niekiedy i przyrządy mieszające samoczynnie różne gatunki węgla *).

*) Eisenbahnbau der Gegenwart, artykuł o stacyach, Wiesbaden 1899, str. 736 i n.

i. Stacje oporządce.

W pobliżu ważniejszych stacji osobowych zwłaszcza kresowych, urządzają w nowszych czasach oddzielne stacje oporządce, na które przechodzą całe pociągi, przybyłe do kresu swej jazdy, a to w celu postoju aż do chwili ponownego wyruszenia w drogę powrotną, oraz w celu oczyszczenia wagonów, zaopatrzenia ich w niezbędną potrzebę jak gaz, elektryczność, wodę dla wagonów zwykłych, a żywność dla restauracyjnych, lub świeżą bieliznę dla sypialnych i t. p. Stacje takie, w celu niehamowania ruchu pozostałego, najdogodniej rozmieszczają między głównym torem przyjazdowym, a wyjazdowym (W. Pr. St. § 9).

Stacja oporządca, oprócz torów postojowych, powinna mieć tory rozstawcze, zestawcze i zborne dla przerządzania pociągów osobowych. Nadto stacja taka ma posiadać parowozownię na parowozy osobowe, z małą naprawnią, węglownią i wodownią, nadto wagonownię, poczekalnię i izby noclegowe dla służby i t. p. budowle gospodarcze. Wreszcie stacja oporządca powinna posiadać dogodnie połączenie ze stacją towarową dla wzajemnej wymiany wagonów, a ponajczęściej urządzają na niej również towarownie pociągowe, oraz pocztowe *).

k. Przerządnie.

1. **Odstawiania i przystawiania** wagonów do pociągów towarowych na małych stacjach dokonywa sam parowóz pociągu podczas jego postoju. Tory wyciągowe i boczne takiej stacji należy tak ułożyć, aby parowóz, który przybył z pociągiem na stację, mając wagony za sobą, przystawiał je na przodzie pociągu, a odstawiał z końca. Na większych stacjach, zwłaszcza końcowych, rozjezdnych, krzyżnych i wogóle węzłowych, potrzebne są oddzielne przerządnie, łączące się dogodnie z torami głównymi i ze stacją towarową, a służące do przerządzania całych pociągów towarowych, a więc do ich rozstawiania i zestawiania. O układzie ogólnym stacji p. str. 331.

2. **Przerządzanie** odbywa się w sposób poniższy: Pociąg przyjeżdżający zatrzymują w torze przyjazdowym, oddzielnym dla każdego kierunku, poczem jego parowóz odjeżdża niezwłocznie do parowozowni. Parowóz przerządczy rozstawia pociąg najpierw na grupy zasadnicze, t. j. przejściową, przekazną i przybyłą do kresu swej drogi, a w grupie tej mieszczą się i wagony przechodzące z danej stacji na jej zbocznicę prywatne. Każdą z grup powyższych rozstawia się na części podług ostatecznego kresu ich drogi a mianowicie: grupa przejściowa, wraz z wagonami wysyłanymi w tymże kierunku z samej stacji, przerządza się podług kolejności stacji następnej. Grupa przekazna rozstawia się na części przeznaczone do przekazania poszczególnym traktom obcym, łączącym się z daną stacją. Grupa przybyła do kresu roz-

*) Oder u. Blum, Abstellbahnhöfe, Berlin, 1904, oraz ich rozprawa w Zeitschr. f. Bauw. 1902, str. 68.

stawia się wreszcie na części przeznaczone do poszczególnych punktów danej stacji, a więc np. do towarowni, do ładowni bydłych, do wyładowni pod otwartym niebem, na poszczególne zbożnice prywatne i t. p. Zazwyczaj wszystkie te rozstawione części pociągu dostawia na właściwe miejsca, nie sam parowóz przerządca, lecz oddzielny parowóz stacyjny.

Tenże sam parowóz za powrotem zabiera z poszczególnych punktów stacji wagony gotowe do odjazdu, stawiając je przy wagonach przybyłych i przekazanych, a przeznaczonych do dalszej wysyłki. Wszystkie te wagony przerządzają się najspierw na poszczególne pociągi podług kierunku odjazdu, a każdy taki pociąg przerządza się jeszcze ponownie podług kolejności stacji w danym kierunku, lecz tylko ze ścisłym uwzględnieniem kolejności stacji, leżących przed następną większą stacją przerządczą, na której przerządzenie pozostałych wagonów i tak jest niezbędne. Gotowe zaś pociągi ustawiają się na torach wyjazdowych, oddzielnych dla każdego kierunku.

3. Niezbędne tory przerządca są: Dla przyjazdu i dla każdego kierunku przynajmniej jeden tor przyjazdowy, a przy ożywionym ruchu towarowym więcej. Dla każdej z grup oddzielny tor rozstawczy, o długości wystarczającej na przewidywaną największą ilość wagonów danej grupy, a jeżeli się długość taka okaże niemożliwą lub niedogodną, to zamiast jednego takiego toru należy urządzić ich kilka, o dostatecznej długości ogólnej. Dla każdej części grup urządza się oddzielny lecz krótki tor rozstawczy. Cały układ torów, przeznaczony dla danego kierunku, o ile sam tor przyjazdowy nie może spełnić tego zadania, otrzymuje oddzielny tor wyciągowy, lub pochylnię, długości na cały lub pół pociągu najdłuższego, lecz nie ponad 300 m, gdyż przerządzanie zbyt długich pociągów powoduje mitręgę. Dla odjazdu na każdy kierunek niezbędnym jest przynajmniej jeden tor odjazdowy na długość pociągu, a przy ruchu ożywionym potrzeba ich więcej. Wagony przybyte, a idące w dalszą drogę, wagony przekazane i z samej stacji wysyłane, bez szczegółowego porządku i bez względu na kierunek, zbierają się na spólnym torze zbornym. Gdy stacja posiada wielki ruch towarowy, to ilość takich torów musi być większa, a natenczas niektóre z nich otrzymują swoiste przeznaczenie torów odbiorczych pod wagony przybywające z traktów cudzych. Do ustawiania pociągów potrzeba dla każdego kierunku oddzielnego toru zestawczego, o długości pociągu, a dla każdego z nich stosowną ilość krótszych torów porządkowych dla przerządzania pociągu podług kolejności stacji. Poza to, o ile sam tor odjazdowy nie może spełnić tego celu dodatkowego, potrzebne są tory wyciągowe, a przy mniejszym ruchu i stosownym układzie jeden taki tor wyciągowy starczyć może na kilka kierunków. Poza właściwą przerządnią przyjazdową i odjazdową niezbędnym jeszcze jest tor przebiegowy, pozostający swobodnym od ruchu przerządczego, dający zatem swobodny przebieg parowozom, podążającym na tory wyciągowe, oraz do innych części stacji, poza przerządniąmi leżących.

Ożywiony ruch towarowy wymaga rozdziału przerwadni na przyjazdową i odjazdową, a w każdej z nich dobrze będzie dodać jeszcze po kilka torów na zapas, a przynajmniej pozostawić miejsce swobodne pod takie tory na przyszłość. Przy ruchu słabszym można się obyć jedną spólną przerwadnią, na której odbywa się kolejno przerwadzanie pociągów z przyjazdu i na odjazd. Również można się obyć bez torów wyciągowych, zastępując je, przy stosownym układzie przerwadni, torami przyjazdowymi, względnie odjazdowymi. Na pierwszorzędnych węzłach ruchu towarowego, na wielkich stacjach kopalnianych i t. p. urządzają niekiedy przerwadnie zdwojone, obok siebie leżące, a rozdzielone torami na przebieg wagonów powracających. Jedna z takich przerwadni zrzeszonych obsługuje wszystkie klerunki, wybiegające ze stacji, np. na wschód, druga na zachód, a każda z nich zawiera w sobie wszelkie powyżej wspomniane rodzaje torów przerwadczych i stanowi sama w sobie zaokrągloną całość.

4. **Środki przerwadcze.** a) Parowóz (poza siłą ludzi i koni), jest najogólniej stosowanym środkiem przerwadczym, gdy jednakże musi on sam (bez posługiwania się siłą ciężkości) spełniać całe zadanie, przerwadzanie wymagać będzie przebiegania przez parowóz i wagony znacznych długości drogi. Albowiem parowóz musi w takim razie wielokrotnie wyciągać cały pociąg i odpychać z niego poszczególne wagony we właściwe tory przerwadcze, które mogą się nateczas kończyć ślepo, otrzymując w owych ślepych końcach zapory torowe. b) Posiłkując się nie samym parowozem, lecz łącznie z nim i siłą ciężkości, skutkiem której wagony ustawione na pochylni staczają się same po spadku w poszczególne tory przerwadcze, oszczędzimy i wiele pracy parowozu i wiele drogi przebieganej przez wagony (W. Pr St. § 11). c) Sama siła ciężkości bez parowozu starczy do całkowitego przerwadzenia, gdy cała przerwadnia leży w spadku. d) Zastosowanie obrotnic i przesuwnic do przerwadu pociągów zmniejsza znakomicie obszar niezbędny na przerwadnię, znajduje zatem szersze zastosowanie w krajach, w których ziemia jest drogą, np. w Anglii, albo gdzie stacje są zacieśnione, np. we Włoszech. Jeśli zwłaszcza poruszanie obrotnic i przesuwnic, a również ruch wagonów dokonywa się za pośrednictwem urządzeń mechanicznych, to taki sposób przerwadzania jest wielce dogodny *).

W przerwadniach, pracujących siłą ciężkości, tor wyciągowy otrzymuje spadek 10 do 18⁰/₁₀₀. Na ową ślepo zakończoną pochylnię parowóz wpycha wagony, które należy zahamować, poczem parowóz odjeżdża. Po odprężnięciu jednego lub kilku wagonów, luzuje się ich hamulce, a wagony staczają się siłą ciężkości we właściwe tory przerwadcze. Wadą tego urządzenia jest nadmierny nieraz, a niejednokowy rozpęd wagonów, zależny od przebieżonego spadku, co znów wymaga przyhamowywania wagonów się staczają-

*) S. Schwabe, Engl. Eisenbahnwesen 1877 str. 91; Berlin, Wilh. Ernst i syn.

cych. By temu zapobiedz zmniejszając spadek pochylni, lecz nanczas parowóz musi współpracować w przerządzaniu. Wciąga on pociąg na pochylnię i odpycha kolejno wagony odprężnięte, samo jednak odprężanie staje się mozolnem wobec wyprężonych sprzęgów wagonowych. By i temu zapobiedz stosują pochylnie dwuspadkowe, których spadki odwrotne wytwarzają poniekąd grzbiet i które też zwać będziemy grzbietniami. Parowóz przeciąga pociąg aż poza grzbiet takiej grzbietni, poczem odprężanie wagonów spierających się ze sobą nie przedstawia żadnej trudności, a parowóz przepycha aż poprzez grzbiet wagony odprężnięte, które, będąc już w ruchu, toczą się dalej po względnie krótkiej pochylni, a przebiegając zawsze spad jednakowy, zbiegają też w przybliżeniu z jednakową prędkością. Druga pochylnia grzbietni miewa spadek odwrotny, lecz mniejszy, bywa nawet pozioma, a długość jej równa się długości całego lub połowy pociągu. Ta pochylnia grzbietni może zatem w swym końcu zejść z powrotem do poziomu torów stacyjnych i łączyć się tu z nimi bezpośrednio, co dozwoli wpychanie pociągu na grzbietnię z tego końca.

Celowym będzie układ przerządni, w której tor przyjazdowy jest zarazem wyciągowym, a w której odnogi tego toru nie są ślepe, lecz łączą się w sposób właściwy z następnymi pochylniami lub torami wyciągowymi, a dalej z torami zbornymi i odnogami przerządni odjazdowej, zbiegającymi się znów w tory odjazdowe. Jeżeli tego rodzaju przerządnia leży nadto w spadku dostatecznym, to cała czynność przerządzania obyc się może bez parowozów przerządnych. Pociąg przyjeżdżający staje odrazu na pochylni, parowóz jedzie do parowozowni, wagony przerządzają się siłą spadku i zestawiają w gotowe pociągi, zabierane z przerządni przez parowozy odjazdowe. Parowóz stacyjny zabiera z przerządni tylko wagony, które dobiegły swego kresu na danym trakcie, oraz przywozi na przerządnię wagony, wysłane z danej stacji lub jej przekazane z innych traktów. Układy podobne zastosowano np. w Tierre-Noire pod St. Etienne, w Edgehill pod Liwerpołem*), w Dreźnie na stacji Friedrichstadt, w Norymberdze**) i t. p.

1. Sposób opracowania projektów stacji.

(W. Pr. St. § 14 do 17 i 42 do 44).

Plany stacji opracowujemy ponajczęściej w wymiarce 1 : 1000, dla większych stacji 1 : 2000. Wrysowanie warstwic jest bardzo pożądane, a w planie wypada oznaczyć możliwie wszelkie szczegóły istniejące i projektowane na stacji, oraz jej otoczenie, a więc: drogi dojazdowe, stoki, odwodnienie, granice posiadłości, pochyłości

*) Org. f. Fortschr. 1884 str. 42; Ziviling. 1890, tabl. 23.

**) Dalsze szczegóły o przerządniach p. Eisenbahn. Techn. d. Gegenw. II, 3, Stacje, str. 492 do 505. A. Blum. Org. f. Fortschr. 1884, str. 42; Zeitschr. d. han. Arch. u. Ing. Ver. 1883, str. 49. Klette, Ziviling. 1895; Köpcke, Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1898; Oder, Arch. f. Eisenb. Wes. 1905.

krzywości (z wpisaniem długości łuków przejściowych), kierunki traktów, określone mianem stacyi wybitnych, wsiady, budowle, tory, rozjazdy, zórawie wodne i dźwignicowe, wagi, zdroje i t. p., niezapominając wrysować kierunku północy oraz wymiarkę.

Dla stacyi łączących się z innymi, w pobliżu leżącymi, należy dołączyć jeszcze streszczony plan całości w wymiarce nie mniejszej niż 1:5000. Do wytykania torów i ich połączeń wypada dodać tak zwany plan rozjazdów w wymiarce 1:500, z wpisaniem wszystkich wymiarów obliczonych. Mosty, przejazdy nad i podtorowe przedstawiają się w widoku z góry, lecz z wrysowaniem poziomych przekrojów przyczółkowych i filarowych, pozostałe zaś przedmioty (tory, zwrotnice i t. p.) zasłonięte wyżej leżącymi przedmiotami, należy wrysować kreskami przerywanymi. Pożądanem jest wreszcie dla większych stacyi dodanie szkicu, skurczonego w kierunku poosiowym stacyi. Format planu ma się równać połowie arkusza papieru Whatman'a, t. j. 64 · 46 cm, a plany większe wypada łamać na tenże format.

Oś stacyi należy wrysować cienką linią przerywaną, z oznaczeniem podziału na km i dziesiątne ich części, z wpisaniem promieni krzywości przy końcach łuków, a położenie osi na planie obrać możliwie równoległe do górnego kraju arkusza, przyczem liczby kilometrowe powinny wzrastać od strony lewej ku prawej.

Tory i rozjazdy. Tory rysują się jedną kreską, a rozjazdy kreskami prostymi, przyczem główne tory osobowe oznaczają się kreskami przynajmniej dwa razy grubszymi od torów pozostałych (około 1 mm gr.). Obwiedzenie ważnych punktów kółkiem umożliwia dokładniejsze odmierzanie cyrklem, aniżeli oznaczenie położenia tych punktów kreskami poprzecznymi, chociaż W. Pr. St. pozwalają i na takie oznaczanie. Początki i końce rozjazdów, krzyżni i t. p. (p. str. 311 i n.) należy oznaczyć na planie. W. Pr. St. w § 16 wymagają, aby trójkąciki rozjazdów niezespoleonych zakreskować czarno lub barwnie, zespolonych zaś zamalować. Jeżeli skos wszystkich rozjazdów i t. p. jest jednakowy, to starczy podać go w objaśnieniach poza planem, w przeciwnym zaś razie trzeba wpisać skosy we wszystkie rozjazdy i t. p. Promienie krzywości poszczególnych torów wpisują się wzdłuż łuku, a jego początek i koniec oznacza się kreskami poprzecznymi w kierunku promieni.

Liczby porządkowe rozjazdów zwykłych wpisują się przy złączu przedśpicowem, w krzyżnych i półkrzyżnych natomiast przy punkcie skrzyżowania. Rozjazdy podwójne i niedokrzyżne oznaczają się liczbami jako dwa oddzielne rozjazdy. Obok śpiców iglicowych w rozjazdach półkrzyżnych wypada wpisać litery *a* i *b*, a w rozjazdach krzyżnych litery *a b c* i *d*, a to w celu oznaczenia poszczególnych zwrotnic. Rozjazdy oznaczają się cyframi arabskimi, postępującymi wedle możności od strony lewej planu ku prawej.

Tory główne, mijankowe i przeczekalne oznaczają się cyframi rzymskimi, pozostałe zaś tory boczne cyframi arabskimi, rozpoczynającymi się od liczby następującej po ostatniej cyfrze rzymskiej. Na stacyach półwyspowatych i wyspowatych (p. str. 330) tory każdej strony oznaczają się liczbami w porządku liczonym od wsiadu

głównego, a te same cyfry obu stron wyróżniają się od siebie przez dodanie liter, np. liter początkowych nazwy kierunku świata. Tory leżące między obu stronami zaliczają się do tej, dla której są więcej potrzebne. Tory przewidziane na przyszłość, a oznaczane na planie kreskami przerywanymi, otrzymują również odrazu swe liczby porządkowe. Cyfry torów wpisują się w nie tak, aby tworzyły szeregi pionowe lub ukośne, a w plany stacyi większych wypada wpisać takie szeregi cyfr kilkakrotnie w pewnych wzajemnych odstępach. W pobliżu tych szeregów cyfrowych należy powpisywać odstępki międzylatorowe wzdłuż linii poprzecznej. Wreszcie trzeba też powpisywać przeznaczenie poszczególnych torów nie tylko osobowych, lecz i towarowych, a nawet przerzadczych, oraz użytkową długość tychże torów między ukresami, wskazując zarazem największe długości pociągów i t. p. (W. P. St. § 15).

Pozostałe urządzenia, jako to: żórawie wodne, wagi, obryśnice, ogrodzenia, rozmaite zapory torowe, obrotnice, przesuwnice i t. p. należy oznaczać na planach podług wskazówek § 17 W. Pr. St.

Oznaczenia barwami. Wszystko istniejące kreskami czarnymi, tory jednak niebieskimi; wszystko projektowane należy rysować lub obwieść kreskami cynobrowemi. Wsiady, ładownie, obrotnice, nowe drogi oznaczają się podmalowaniem soczysto żółtem, nowe budynki zaś blado czerwonem (karminowem). Wszystko projektowane na przyszłość oznacza się cynobrowemi kreskami przerywanymi. Granice posiadłości odznaczają się żółtym paskiem. Na planach stacyi węzłowych zaleca się wyróżniać jasnym podmalowaniem w barwach odmiennych tory przynależne do poszczególnych traktów. Gdy chodzi o wyróżnienie jednego takiego samotnie między innotraktowemi leżącego toru, to starczy wązki pasek barwny obok linii torowej. Wodociągi należy wrysować niebiesko, przewody gazowe żółto, odwadniające ciemno-brunatno. Urządzenia przeznaczone do usunięcia przekreśla się na krzyż cynobrem. Cyfry i nazwy, dotyczące przedmiotów, wpisują się takimi samymi barwami, jakimi oznaczono owe przedmioty. W celu wyróżnienia traktów obcych wraz z ich przynależnościami, dozwala się używać barw odmiennych (W. Pr. St. § 14).

Oznaczenie wysokości. W projektach stacyi nowych, mających się budować na terenie nierównym, należy wrysować warstwicę blado-brunatną, z cyfrowem oznaczeniem ich wzniosu ponad N. N. (p. str. 145), a to w celu umożliwienia oceny robót ziemnych. Do projektów wielkich stacyi, w zamian tego można dołączyć oddzielny plan z warstwicami, w który należy wrysować granice posiadłości i poziomy obrys samej stacyi. W przełożeniu drogi wypada powpisywać spadki i promienie krzywości. Wzniosy ponad N. N. trzeba powpisywać we wsiady, dziedzicze, ulice ładunkowe, ładownie, tunele, przejazdy nad- i podtorowe, punkty najniższe i najwyższe dróg, rowów i t. p. Wskaźniki pochyłości toru należy wrysować w punktach załomowych, wysuwając je jednakże poza właściwy plan stacyi, przyczem na ramionach wskaźnikowych wypada oznaczyć cyfrowo stromość i długość pochyłej. Wskaźniki te są potrzebne

nawet wtenczas, gdy ponad planem wrysowano podłużny obrys kolei, zwłaszcza jeżeli poszczególne tory posiadają pochyłości odmienne. Kreska pionowa wskaźnika przedłuża się aż do toru, do którego wskaźnik przynależy, a u podnóża tegoż wskaźnika wpisuje się wznios wierzchu szyny ponad N. N. Gdy załom pochyłości leży poza stacją, tak że nie mieściłby się na rysunku, mimo to należy na planie określić jego położenie przez podanie kilometra porządkowego, oraz dalszej pochyłości szlaku. Bez względu na to, czy wskaźniki owe rysujemy ponad planem właściwym, czy też pod nim, ramiona wskazujące pochyłość mają co do pochylenia być zgodne z pochyłością istotną, a nie jej obrazem zwierciadlanym.

Oznaczenie **sygnałów, przyrządów zdalanastawnych, tablic nastawczych** i t. p. ma być zgodne ze wskazówkami § 21 P. K. d., §§ 13, 42 i 43, oraz części II W. Pr. St.

m. Oznaczenia poszczególnych gatunków torów i rozjazdów.

1. Kierunek jazdy, na każdym torze, o ile jest dla niego ustalony, oznacza się strzałkami, wrysowanymi w kreskę oznaczającą tor, a nie obok niej. Dla wyróżnienia torów osobowych od towarowych, tory osobowe oznaczają się strzałkami pojedynczymi, towarowe zaś podwójnymi, leżącymi tuż za sobą. Strzałki te powtarzają się w dość małych odstępach na linii torowej, a to w celu zwiększenia przejrzystości planu. Stosują też oddzielne oznaczenia dla torów o przeznaczeniu swoistem, np. dla pociągów podmiejskich.

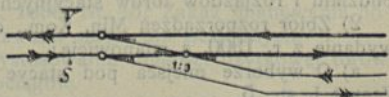
2. Ważniejsze zwrotnie otrzymują oznaczenia podług pierwszych liter swej nazwy niemieckiej, a mianowicie:

Rozjazdy odłączny i złączny, służące do przejścia z toru głównego w boczne, oznaczają się przez *S* (Spaltungs-Weiche), względnie *V* (Vereinigungs Weiche) p. rys. 990 i 991.

Rozjazdy oddawczy i przejemczy, służące do oddawania, względnie przyjmowania wagonów z traktów obcych, oraz rozjazdy rozstajne, w których trakt rozszczepia się na dwie odnogi, a więc i na odwrót, w którym owe odnogi się łączą w spólny trakt, oznaczają się przez *T* (Trennungs Weiche), względnie *A* (Anschluss-Weiche) p. rys. 992.

O ile dwa przynależne rozjazdy powyższych rodzajów leżą obok siebie (a nie zdaleka od siebie), miejsce ich położenia zwiemy punktem złącza rys. 990 i 991,

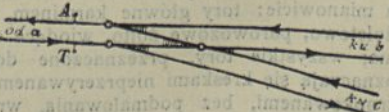
Rys. 990.



Rys. 991.



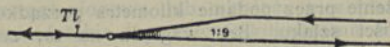
Rys. 992.



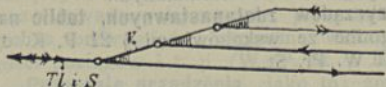
względnie punktem przejmu, albo punktem rozstajnym rys. 992.

Rozjazd zdwojczy, który rozdwaia tor szlaku jednotorowego na dwa główne tory stacyjne, oznacza się przez *Tl* (Teilungs-Weiche (p. rys. 993).

Rys. 993.



Rys. 994.



Gdy się kilka traktów zbiega, rozjazdy powyżej wspomnianych gatunków pojawiają się na planie stacyi w większej liczbie, a natenczas dogodnym będzie wyróżniać oznaczenia tych rozjazdów przez dodanie wyróżników, wskazujących kierunek przynależny, np. S_a , V_a ; S_c , V_c i t. p. Zwłaszcza na traktach jednotorowych jeden rozjazd spełnia nieraz jednocześnie czynności różnego rodzaju, a natenczas przy rozjeździe takim wypada wpisać równocześnie litery, znamionujące owe czynności, np. *Tl* i *S* w rys. 994.

Opis techniczny, przynależny do projektu stacyi, sporządzonego zgodnie z wskazówkami powyższemi, można skrócić znacznie, gdyż ściśle przeprowadzenie owych oznaczeń w projekcie czyni go zrozumiałym prawie bez wszelakich objaśnień. Opis może się natenczas ograniczyć do objaśnienia myśli przewodniej projektu, oraz do jego części bardziej złożonych, jako to zespolenia sygnałów i zwrotnic (W. Pr. St. § 18).

n. Przepisy, dotyczące stacyi na kolejach rosyjskich,

p. str. 209, 210, 211 i 214, a nadto:

1) Przepisy ozysku (eksploatacyi) technicznego; § 98 dotyczy podziału i rozjazdów torów stacyjnych.

2) Zbiór rozporządzeń Min. Kom., dotyczących służby drogowej, wydanie z r. 1900, a mianowicie:

a) O wyborze miejsca pod stacye kolejowe w bliskości miast. Zeszyt I, str. 5.

b) O wykonaniu robót ziemnych w granicach stacyi. Zeszyt I, str. 61 i 62 oraz zeszyt III, str. 12.

c) O projektach torów na stacyach nowych i rozszerzanych. Zeszyt I, str. 5, 6 i 7.

Plan stacyi na kolejach nowo się budujących w wymiarce 1 : 1000, a większych stacyi 1 : 2000; wszystkie tory należy w nim pomianować i barwnie podmalować, stosownie do ich przeznaczenia, a mianowicie: tory główne karminem, osobowe zielono, towarowe fioletowo, parowozowe żółto, wiodące do naprawni bez podmalowania; wszystkie tory, przeznaczone do niezwłocznego wykonania, oznaczają się kreskami nieprzerwanemi, projektowane na przyszłość kropkowanemi, bez podmalowania, wreszcie istniejące tory traktu

kolejowego, z którym się nowa kolej łączy, niebiesko. Długości torów należy przy nich popisać, a z boku dać wykaz torów. Budynki murowane trzeba podmalować karminem, drewniane sianą paloną, wszystkie pooznaczać literami, objaśniając z boku ich przeznaczenie.

W planach rozszerzenia stacji (w wymiarce 1:2000) wszystko istniejące rysuje się czarno, a barwnie tylko tory i budynki nowe lub do przebudowy przeznaczone, wszystko to kreskami nieprzerwanymi, a rozszerzenia przewidywane na przyszłość, liniami kropkowanymi.

Tory, ich grupy, oraz rozjazdy należy ponumerować, a do planów dołączyć: podłużny przekrój stacji, wraz z przyległymi szlakami, po dwie wiorsty z każdej strony; przekroje poprzeczne w odstępach co 50 saż.; wykresny rozkład jazdy największej liczby pociągów; opis techniczny z objaśnieniem przyczyn rozszerzenia, rocznego obiegu pociągów, ich długości i składu, dziennego obiegu wagonów, pracy poszczególnych grup torowych, zamierzonego zespolenia zwrotnic i sygnałów, wreszcie zamierzonego rozszerzenia na przyszłość.

d) O długości poziomych i torów na stacjach. Zesz. III, str. 73: Długość poziomej na stacjach pierwszorzędnych przynajmniej 853,4 m (400 saż.), w razach wyjątkowych do 778,7 m (365 saż.), lecz tylko za oddzielnem pozwoleniem Ministra Kom. Użytkowa długość toru do wymijania się pociągów nie mniejsza niż 672 m (315 saż.) dla toru głównego, a 501,4 m (235 saż.) dla dalszych.

e) O przedstawianiu projektów stacji Radzie Inżynierskiej. Zesz. I, str. 6 i 7.

3) „Ukazatjel“ Min. Kom.

a) R. 1878, Nr. 36: O zmianach nazw stacji.

b) R. 1885, Nr. 27: O przystankach, zwłaszcza urządzanych staniem osób postronnych.

c) R. 1894, Nr. 10: O odstępach torów, między którymi leżą wsady. Na kolejach szerokotorowych przynajmniej 5,33 m (2,5 saż.).

d) R. 1896, Nr. 37, oraz r. 1899, Nr. 45: Zakaz mianowania nowych stacji i przystanków nazwami stacji już istniejących.

e) R. 1900, Nr. 51: O przystosowaniu długości użytkowej torów przyjazdowych do długości pociągów.

f) R. 1901, Nr. 33: O przedstawianiu projektów stacji Radzie Inżynierskiej (rozporządzenia uzupełniające w Nr. 29 r. 1902, oraz w Nr. 16, r. 1904).

g) R. 1902, Nr. 25: O wsiadach (peronach osobowych), urządzanych na rachunek osób postronnych.

h) R. 1902, Nr. 11, 29 i 39: O projektach stacji węzłowych łączących nowy trakt kolejowy z istniejącym.

II. TABOR KOLEJOWY.

Wszelkie dane poniższe dotyczą średniotorowych niemieckich kolei głównych, o ile w poszczególnych ustępach nie zaznaczono wyraźnie, że dotyczą innego toru lub rodzaju kolei.

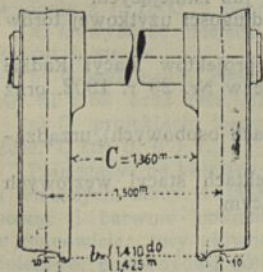
A. Część ogólna.

a. Zestawy kół (osie wraz z kołami).

1. Nacisk koła na szyny podczas postoju i przy pełnym wyzyskaniu nośności taboru nie ma przekraczać: na średniotorowych głównych kolejach niemieckich 7 t, a gdy tor i mosty są bardziej wytrzymałe 8 t, w Rosyi 7,5 t, w Anglii do 10 t, w Stanach Zjednoczonych nawet 12,5 t. Podczas jazdy naciski te stają się większymi, a to wskutek uderzeń, kołysania się, cwałowania i wężykowania taboru, zwłaszcza parowozu, w którym, wskutek przesuwania się mas naprzód i wstecz, środek ciężkości zmienia swe położenie względem parowozu, co powoduje właśnie owe ruchy uboczne. Nacisk ten zwiększa się również pod wpływem siły odśrodkowej, działającej na odciażek, jaki się mieści na kołach napędnych parowozu w celu zrównoważenia mas poruszających się w parowozie (p. str. 362 i 402). O nacisku kół na kolejach drugorzędnych p. str. 231.

2. Obrzeża kół. Wszystkie koła taboru powinny posiadać obrzeża *) od strony tylnej koła, t. j. od wewnętrznej strony zestawu, a więc i toru. Obrzeża te mają być nie niższe niż 25 mm, a po największem starciu się obręczy nie wyższe niż 36 mm, przyczem wysokość obrzeża mierzy się zawsze od tocznego okręgu **) koła, który znów leży dla toru średniego w oddaleniu 750 mm od środka zestawu (W. T. § 71). Koleje pruskie stosują najmniejszą wysokość obrzeży 28 mm (p. rys. 996).

Rys. 995.



Grubość obrzeża, mierzona w oddaleniu od osi o 10 mm większym, niż promień okręgu tocznego, nawet po najsilniejszym starciu, nie ma być mniejsza niż 20 mm (W. T. § 71).

W torach o prześwicie 1435 mm, gdy zestaw kół przesuniemy tak, aby jedno obrzeże dotknęło szyny, luz pozostały przy drugim toku między obrzeżem a szyną powinien być przynajmniej 10 mm, a po największem starciu się obręczy nie ma on przekraczać 25 mm. W miejsku

*) O wpływie obrzeża na umocowanie obręczy i na prześwit toru p. Centralbl. d. Bauv. 1894, str. 63, 169 i 271.

zatem, określono powyżej dla mierzenia grubości obrzeża, wzajemny odstęp wewnętrznych powierzchni obrzeża może się wahać w granicach od $b=1410$ mm do $b=1425$ mm (p. rys. 995 i W. T. § 72). J. T. w § 4 i 5 określa powyżej wspomniany luz na torach o prześwicie $s=1440$ mm na 15 do 35 mm, czyli $b=1425$ do 1405 mm. Dla pośrednich zestawów kołowych wozaka kilkoosiowego lub parowozu, luz ten może być większy, nie przekraczając jednak 40 mm, gdy prześwit c między kołami równa się 1360 mm. (W. T. § 72).

W Rosyi luz powyższy ma być 10 do 25 mm, $c=1440$ mm, przy prześwicie torowym $s=1524$ mm.

W wozakach kilkoosiowych, zwłaszcza też w parowozach, gdy osie pośrednie są nieprzesuwne, mogą koła osi pośrednich być i bez obrzeży, z warunkiem jednakże, aby obrzeże spierały się na szynach nawet w najnieodgodniejszych okolicznościach, a więc podczas przejazdu przez łuki o najmniejszym promieniu krzywosci (P. K. d. § 31). Obrzeże takich kół miewają powierzchnie toczne nie stożkowe lecz walcowe, a ustrój ten znajduje przedewszystkiem zastosowanie na wążkotorowych kolejach drugorzędnych, o małych promieniach krzywosci toru, w Anglii zaś i Stanach Zjednoczonych nawet na kolejach głównych, zwłaszcza pod parowozami kilkoosiowymi.

3. Obręcze wyrabiają ze stali zlewnej dla kół wagonowych, a dla parowozowych ze stali tyglowej (p. str. 50).

Szerokość obręczy, podług W. T. § 70, ma być 130 do 150 mm, J. T. w § 3 dozwala jednak i 125 mm pod istniejącymi już wagonami towarowymi, przyczem jednak prześwit między kołami zestawu c musi być 1360 mm.

Na drugorzędnych kolejach średnitorowych luz ma być 5 do 25 mm, a szerokość obręczy nie mniejsza od 120 mm, gdy $c=1360$ mm, a 100 mm gdy $c=1390$ mm, np. w tramwajach parowych, a to by zwięźić wedle możności żłobek w torze. Dla kolei wążkotorowych szerokość obręczy ma być przynajmniej: 110 mm dla $s=1000$ mm, 100 mm dla $s=750$ mm, wreszcie 90 mm dla $s=600$ mm, luz zaś 5 do 20 mm.

Prześwitny odstęp c między kołami zestawu ma być 1360 mm, z dozwolonem uchybieniem ± 3 mm, J. T. w § 2 dozwala jednak szersze granice, a mianowicie $c=1357$ do 1366 mm. Na szerokotorowych kolejach rosyjskich $c=1440$ mm. Po za tylną, t. j. ku osi toru zwróconą powierzchnią koła nie ma wystawać, na kolejach rosyjskich na wysokości ponad wierzch szyny 100 mm (p. rys. 883 b i c str. 219 i 220), a na kolejach niemieckich 50 mm (p. rys. 884 i 885 str. 227).

Grubość obręczy przy okręgu tocznym powinna być, podług J. T. § 7, przynajmniej $i=20$ mm dla wagonów, W. T. w § 70 wymagają jednakże ogólnie $i \geq 25$ mm, rozumie się po największem starciu się obręczy. Przy ostatniem przetaczaniu powinno pozostać $i \geq 30$ mm. Gdy się obręcz osłabia przez wpustkę na zacisk przytwierdzający, to grubość pozostająca w tem miejscu, po największem starciu się obręczy ma pozostać nie mniejsza niż 20 mm.

W Rosyi grubość obręczy, pozostała po największem jej starciu, ma być: pod parowozami 35 mm zimą, a 30 mm latem, pod parowozami przerzadczyimi 25 mm, bez względu na porę roku; pod tendrami 30 mm zimą, a 28 mm latem; pod wagonami osobowemi 27 mm, a pod towarowymi 22 mm.

Na niemieckich kolejach drugorzędnych średnitorowych pod parowozami i tendrami $i=20$ mm, pod wagonami $i=16$ mm; na wążkotorowych o prześwicie $s=1000$ mm

lub 750 mm: pod parowozami i tendrami $i = 12$ mm, pod wagonami $i = 10$ mm. Na rosyjskich kolejach wązkotorowych ma być przynajmniej: $i = 25$ mm pod parowozami, $i = 22$ mm pod wagonami osobowymi, a $i = 17$ mm pod towarowymi.

W. T. w § 70 i 71 wymagają, aby toczne powierzchnie obręczy z obrzeżami były stożkowate, a zalecają pochyłość 1:20, obręcze bez obrzeży natomiast mają być bez tej pochyłości, a więc walcowate. Pochyłość powyżej wspomniana dla kolei rosyjskich jest 1:17. Ostrych zatoczeń w obręczach wypadałoby unikać.

4. Bose koła sprychowe pod wagony bywają z żelaza skowalnego lub zlewne, tarczowate zaś mogą być bądź to wykowane ze stali skowalnej lub zlewnej, albo z żelaza zlewne, bądź też odlewane nawet wraz z obręczą ze zlewnej stali lub żelaza, albo z żeliwa utwardzonego. Koła odlewane wraz z obręczą otrzymują na kolejach pruskich 1000 mm średnicy w okręgu tocznym, a to w celu, aby po ich nadmiernem starciu się można było stoczyć obrzeża i otoczyć takie koła na bosc. W Anglii są jeszcze w użyciu koła o tarczach drewnianych, a nadto nawet i koła z papierowca (papier „maché”), które jednak zawiodły pokładane w nich nadzieje.

W. T. w § 67 wymagają, aby koła hamowne miały obręcze nasadzane, a były z tworzyw (materyałów) powyżej podanych; koła niehamowne mogą mieć natomiast tarcze drewniane, albo być bez obręczy nasadzanej, lecz natenczas trzeba je odlewać ze stali zlewnej i w postaci kół tarczowatych. Koła tarczowate z żeliwa utwardzonego można stosować li tylko pod bezhamulcowe wagony towarowe z warunkiem, aby ich prędkość jazdy nie przekraczała 45 km/godz. (J. T. § 8), na kolejach drugorzędnych zaś można takie koła stosować i do hamulcowych wagonów towarowych, o ile ich prędkość jazdy nie przekracza 20 km/godz. (Z. K. t. § 45).

W. T. w § 68 określają 840 mm jako najmniejszą, dozwoloną średnicę kół wraz obręczą pod wagony i tendry; koleje pruskie przepisują 850 mm.

Przytwierdzanie obręczy do koła bosego ma być tego rodzaju, aby w razie pęknięcia obręczy poszczególne jej kawałki nie odpały od koła (W. T. § 70). Zaufniami okazały się przytwierdzenia przechodzące wzdłuż całego obwodu, a zwłaszcza zaciskami wpustowymi lub ochwytyczymi i t. p.

Prześwit obręczy wytacza się na średnicę o $\frac{1}{1000}$ mniejszą niż koło bosc. Obręcz, zagrzaną nad paleniskiem gazowem, nasadzamy na koło bosc tak, aby jej wypust przylegał do wieńca koła, a gdy obręcz ostygnie, wytaczamy w niej wpustkę, osadzamy zaciski wpustne, które potem na zimno, podobnie jak i wypust obręczy dobijamy młotkami zwyczajnymi, a nieraz pneumatycznymi.

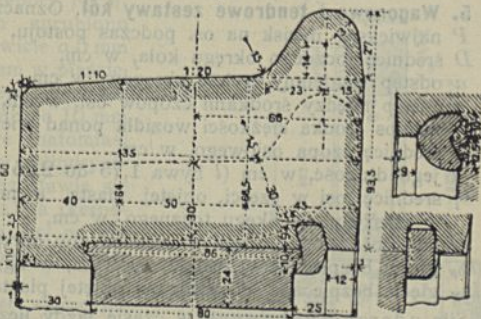
W rys. 996 podano przekrój obręczy z miarami ustalonymi na kolejach pruskich, które obecnie jednak stosują obręcze o 10 mm grubsze. Zacisk wpustowy, zazwyczaj zaoblany, składa się z czterech dzwon, rozplaszczonych na stykach, a rozplaszczenia te mieszczą się w zagłębieniach wpustki, uprzednio wyrobionych w obręczy. Zamiast czterech dzwon oddzielnych, stosuje się też na zaciski cały pierścień przecięty, który, po włożeniu we wpustkę, rozplaszczamy

również w czterech miejscach na długości około 45 mm, miejsce jednak rozcięcia owego pierścienia pozostaje niesplaszczone *). Pod tendry, koło bose ma wieńiec 98 mm szeroki (zamiast 80). Pod parowozu obręcze kół napędnych mają 140 mm szerokości, kół pozostałych 135 mm, a wieńiec koła bosego 103 mm.

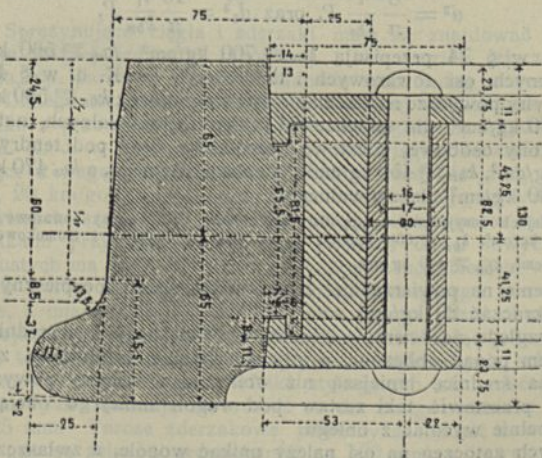
Wymiary obręczy, oraz sposób jej umocowania na kole bosem, stosowane na kolejach rosyjskich przedstawiono w rys. 997.

Koła nasadzamy na oś za pomocą tłoczarki hydraulicznej pod naciskiem 50 do 80 t. Osadzenie kół na osi ma być bezwzględnie zaufne, t. j. niedozwalające na żadne wzajemne przesunięcia (W. T. § 73). Powierzchnie toczne kół obtaczają się w całym ze-

Rys. 996.



Rys. 997.



stawie, t. j. dopiero po ostatecznym nasadzeniu kół na osi. Pruskie koleje pozostawiają w kołach tarczowych po dwie dziury zabiercze, (do otaczania kół) 35 mm średnicy, w odstępie wzajemnym 570 mm.

*) E. Büte, Radreifenbefestigungen 1890, odbitka z Glasers. Annalen.

Koła sprychowe należy tak nasadzić na oś, aby poszczególne sprychy przynależnych kół zestawu leżały w spólnych płaszczyznach przechodzących przez oś, a to w celu dogodnego przesunięcia między sprychami zespór tłoczarki wodnej podczas nasadzania lub zdejmowania kół z osi.

5. Wagonowe i tendrowe zestawy kół. Oznaczmy przez:

P największy nacisk na oś. podczas postoju, w kg,

D średnicę tocznego okręgu koła, w cm,

a odstęp wzajemny tychże okręgów, w cm,

e odstęp między środkami czopów osi, w cm,

h wznios środka ciężkości wozidla ponad wierzch szyn, w cm,

d średnicę czopa osiowego, w cm,

l jego długość, w cm (l bywa 1,75 do 2,25 d),

d_1 średnicę osi w części, objętej piastą, a mianowicie mierzoną w płaszczyźnie okęgu tocznego, w cm,

l_1 odległość środka czopa od płaszczyzny okręgu tocznego, w cm,

k_{bs} gięcie bezpieczne w czopie osiowym, w kg/cm²,

k_{bn} gięcie bezpieczne w części osi objętej piastą, w kg/cm².

Siłę uderzeń bocznych w czasie jazdy liczą do 0,4 P , a zwiększa ona nacisk na jeden z czopów o P_1 , nacisk zaś przynależnego koła o P_2 , określone wzorami:

$$P_1 = 0,4 \frac{h - 0,5 D}{e} P, \text{ oraz } P_2 = 0,4 \frac{h}{a} P.$$

Średnicę osi, w czopie i w piastie oznaczamy ze wzorów:

$$d^3 = \frac{8}{\pi} \frac{l}{k_{bs}} P, \text{ oraz } d_1^3 = \frac{16}{\pi} \frac{l_1}{k_{bn}} P,$$

a W. T. w § 74 przepisują $k_{bs} \cong 700$ kg/cm², $k_{bn} \cong 560$ kg/cm², dla zlewnych osi towarowych i tendrowych (Z. K. d. w § 47 rozciągają cyfry powyższe na wszelakie osie wagonowe); $k_{bs} \cong 590$ kg/cm², $k_{bn} \cong 470$ kg/cm², dla takichże osi żelaznych, skowalnych, natomiast pod wagony osobowe, pocztowe, tłomokowe, oraz pod tendry $k_{bs} \cong 560$ kg/cm², $k_{bn} \cong 450$ kg/cm² dla żelaza zlewne, a $k_{bs} 470$ kg/cm², $k_{bn} \cong 380$ kg/cm² dla skowalnego.

Na kolejach rosyjskich stosują dla stali zlewnej pod wagony towarowe i tendry $k_{bs} \cong 680$ kg/cm², $k_{bn} \cong 550$ kg/cm², a pod wagony osobowe i tłomokowe $k_{bs} \cong 550$ kg/cm², $k_{bn} \cong 440$ kg/cm².

Ciśnienie na powierzchnię czopa w pociągach pospiesznych nie ma przekraczać 20 kg/cm².

Ze względu na ścieranie się czopów zwiększają ich średnice o 5 do 10 mm ponad obliczone, a gdy się chociaż jeden czop zestawu zetrze na średnicę mniejszą niż obliczona z danych powyższych, wypada przestawić taki zestaw pod wagon mniej go obciążający, albo zupełnie wycofać z obiegu.

Ostrych zatoczeń na osi należy unikać wogóle, a zwłaszcza przy piastie lub wśród niej (W. T. § 74).

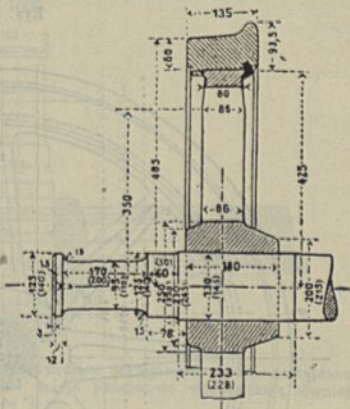
Rys. 998 przedstawia przekrój przez część zestawu kolei pruskiej, o kołach 980 mm średnicy w okręgu tocznym. Pod nowe wagony pruskie, o nośności 15 t, ważnemi są miary podane w nawiasach, a koła tych wagonów mają średnicę 1000 mm w okręgu tocz-

nym, które to zwiększenie średnicy osiągnięto przez pogrubienie obręczy o 10 mm. Oś pod tendry kolei pruskich posiada większe z wpisanych w rysunek wymiary; pod nowe tendry pociągów pospiesznych zgrubiono jednak oś, a mianowicie o 5 mm w czopie i o 25 mm w piąście. Osie wagonowe miewają w środkowej części średnice o 10 mm mniejszą, tendrowe natomiast bywają w tej części cylindryczne. Na osiach pozostawia się w obu końcach nakła (kernery) dla zakładania osi na kły tokarki przy ponownym przetaczaniu.

Waga zestawu kół wagonowych pruskich jest 1025, względnie 1105 kg.

Rys. 999 i 1000 przedstawiają widok i przekrój koła sprychowego z osią pod rosyjskie wagony towarowe.

Rys. 998.



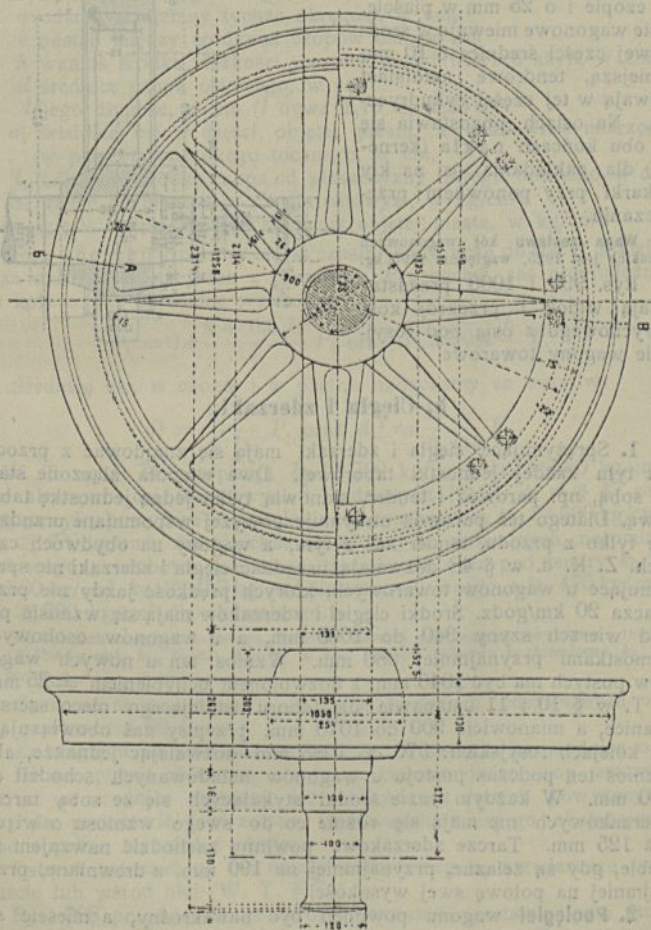
b. Ciągła i zderzaki.

1. Sprężynujące ciągła i zderzaki mają się znajdować z przodu i z tyłu każdej jednostki taborowej. Dwa woźdła złączone stale ze sobą, np. parowóz i tender, stanowią tylko jedną jednostkę taborową. Dlatego też parowóz otrzymuje powyżej wspomniane urządzenie tylko z przodu, tender zaś z tyłu, a wagony na obydwóch czołach. Z. K. d. w § 48 dozwalają urządzać ciągła i zderzaki nie sprężynujące u wagonów towarowych, których prędkość jazdy nie przekracza 20 km/godz. Środki cięgieł i zderzaków mają się wznosić ponad wierzch szyny 940 do 1065 mm, a u wagonów osobowych z mostkami przynajmniej 980 mm. Wznios ten u nowych wagonów pustych ma być 1040 mm, z dozwolonem uchybieniem ± 25 mm. J. T. w § 10 i 11 ustanawia dla taboru istniejącego nieco szersze granice, a mianowicie 900 do 1070 mm, przepisy zaś obowiązujące na kolejach rosyjskich: 970 do 1085 mm dozwalając jednakże, aby wznios ten podczas postoju u wagonów naładowanych schodził do 920 mm. W każdym razie środki stykających się ze sobą tarczy zderzakowych nie mają się różnić co do swego wzniosu o więcej niż 125 mm. Tarcze zderzakowe powinny zachodzić nawzajem na siebie, gdy są żelazne, przynajmniej na 190 mm, a drewniane, przynajmniej na połowę swej wysokości.

2. Pociąg wagonu powinien być nawskrośny, a mieścić się w środkowej płaszczyźnie pionowej wagonu, i taki posiadać ustrój, aby sprężyny cięgieł znosiły tylko opór danego wagonu (W. T. § 137). Pociąg o średnicy 42 mm, składa się z dwóch części,

łączyących się ze sobą na złączkę gwintowaną, a lepiej na złączkę o dwóch klinach. Rys. 1001 przedstawia taką złączkę kolei pruskiej o zaklinianych końcach okrągłych, a o wytrzymałości około 43 t.

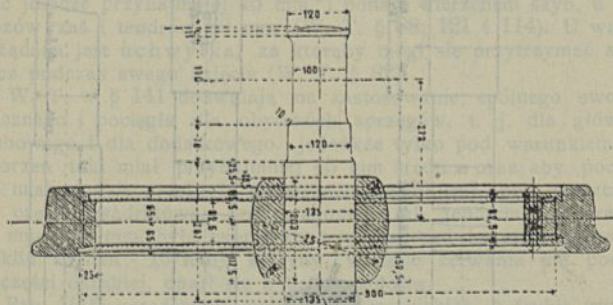
Rys. 999.



Dla wagonów rosyjskich ustalono miary: prześwit złączki 47 mm, długość jej 260 mm, grubość jej ścianek 13 mm, przekrój klinów.

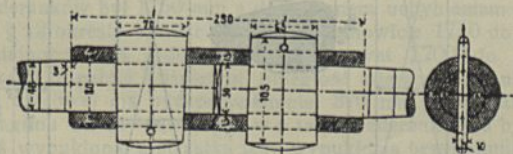
stalowych 50 na 10 mm, odstęp między brzegiem dziury na klin, a końcem złączki, względnie pocięła, 40 mm, średnica pocięła poza złączką zmniejsza się do 44 mm.

Rys. 1000.



W Anglii i Stanach Zjednoczonych niesprężynujące pocięgle nawskrośne zastąpiono nienawskrośnymi a sprężynującymi. Pruskie koleje państwowe wprowadzają również podobny ustrój, lecz na razie tylko na próbie *).

Rys. 1001.

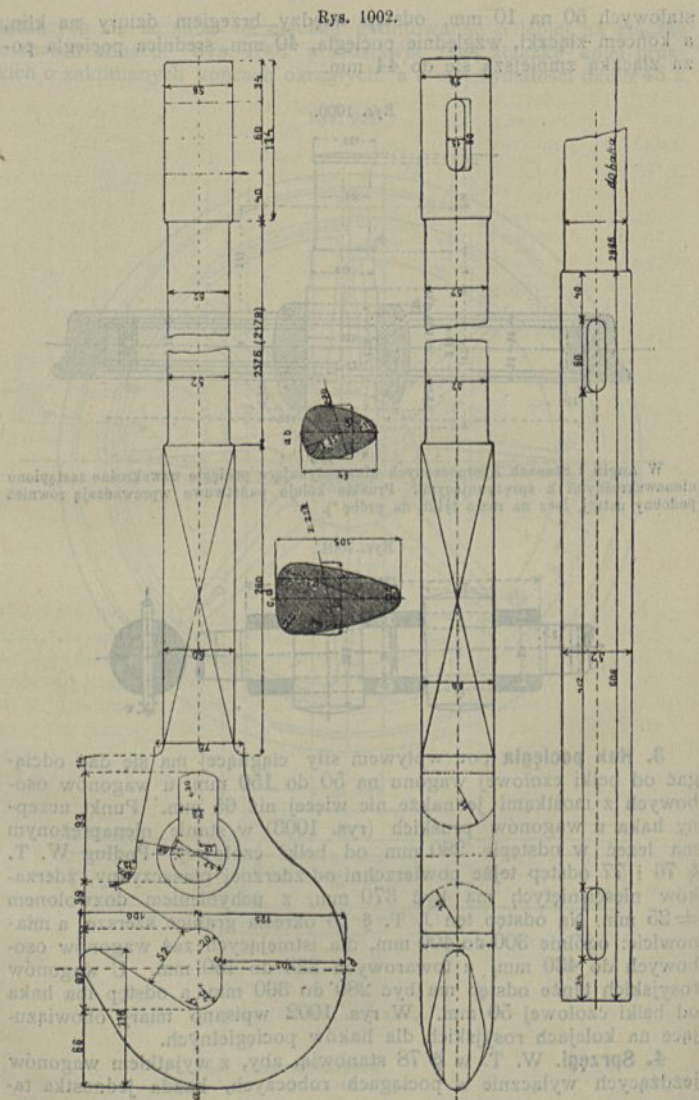


3. Hak pocięła pod wpływem siły ciągnącej ma się dać odciągać od belki czołowej wagonu na 50 do 150 mm, u wagonów osobowych z mostkami jednakże nie więcej niż 65 mm. Punkt uczepny haka u wagonów pruskich (rys. 1003) w stanie nienaprężonym ma leżeć w odstępnie 280 mm od belki czołowej. Podług W. T. § 76 i 77 odstęp tejże powierzchni od zderznej płaszczyny, zderzaków nieściśniętych ma być 370 mm, z uchybieniem dozwolonym ± 25 mm. Na odstęp ten J. T. § 15 określa granice szersze, a mianowicie: ogólnie 300 do 400 mm, dla istniejących zaś wagonów osobowych do 430 mm, a towarowych 223 do 430 mm. U wagonów rosyjskich tenże odstęp ma być 280 do 360 mm, a odstęp ła haka od belki czołowej 50 mm. W rys. 1002 wpisano miary obowiązujące na kolejach rosyjskich dla haków pocięgielnych.

4. Sprzęgi. W. T. w § 78 stanowią, aby, z wyjątkiem wagonów jeżdżących wyłącznie w pociągach roboczych, każda jednostka ta-

*) Glasers Ann. 1898, I, str. 21 i 109. Organ f. Fortschr. 1904, str. 10.

Rys. 1002.



borowa posiadała na każdym czole **sprzęg śrubowy** (rys. 1003), § 141 wymaga nadto (podobnie jak i J. T. w § 18), aby w razie zerwania się głównego sprzęgła śrubowego przejmował jego czynność **sprzęg dodatkowy** (rys. 1004). Zwieszające się sprzęgi niesprzęgnięte u wagonu przy największym ugięciu się resorów, mają pozostawać jeszcze przynajmniej 75 mm *) ponad wierzchem szyn, u parowozów zaś i tendrów 60 mm (W. T. § 88, 121 i 114). U wagonu pożądana jest uchwytką, za którąby mógł się przytrzymać sprzęgacz podczas swego zajęcia (W. T. § 82).

W. T. w § 141 dozwalają na zastosowanie spólnego sworznia łącznego i pociągła dla obydwóch sprzęgów, t. j. dla głównego śrubowego i dla dodatkowego, jednakże tylko pod warunkiem, aby sworzeń taki miał przynajmniej 45 mm średn., oraz aby pociągł nie miał nigdzie przekroju mniejszego niż 20 cm², aby wreszcie jego część kwadratowa, pod wagonem lub tendrem, o przekroju 50 mm · 50 mm, była zaopatrzona w przyrząd bezpieczeństwa (np. w klin 70 mm · 10 mm), któryby, w razie zerwania się pociągła w części okrągłej, oparł się o belkę czołową.

Rys. 1005 przedstawia sprzęg kolei rosyjskich, o śrubie grubości w sworzniu 45 mm, a w rdzeniu 37 mm, ze skokiem gwintu 6,4 mm (1/4"). W najbardziej wysuniętym położeniu punkt ucpepny pałaka ma wystawać poza przód zderzaków nieściśniętych 404 do 484 mm.

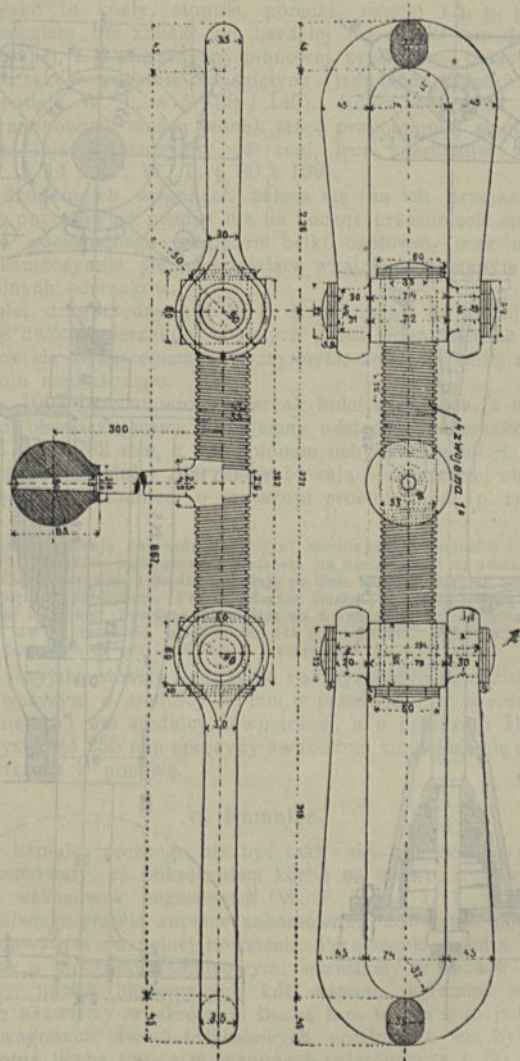
5. Zderzaki. W. T. § 79 wymagają, aby poziomy odstęp wzajemny zderzaków był 1750 mm z dozwolonem uchybieniem ± 10 mm; J. T. w § 12 określa szersze granice, a mianowicie 1710 do 1760 mm, dla istniejących zaś jednostek taboru nawet 1700 do 1800 mm. W zderzaku zupełnie ściśniętym odległość zderznego punktu tarczy od belki czołowej ma być przynajmniej 370 mm. Gdy patrzymy na czoło wagonu od zewnątrz, prawa tarcza zderzaka ma być płaska, lewa zaś wypukłona, a strzałka tego wypuklenia przynajmniej 25 mm. Tarcza zderzakowa nie powinna mieć mniej niż 340 mm średnicy, a u wagonów wspartych na półwosakach nie być mniejsza niż 400 mm, jednakże u wagonów osobowych z mostkami nie powinna ona przekraczać 450 mm. J. T. w § 13 dozwala stosować tabor istniejący z tarczami zderzakowymi o średnicy 300 mm.

Rys. 1006 przedstawia zderzak o pochwie czwororamiennej kolei pruskich, którego tarcz przytwierdza się ponajczęściej nitami do tłuczka właściwego. Pochwę czwororamienną zlewną lub skowalną zastępują też pochwą całkowitą z żelaza skowalnego lub żeliwną.

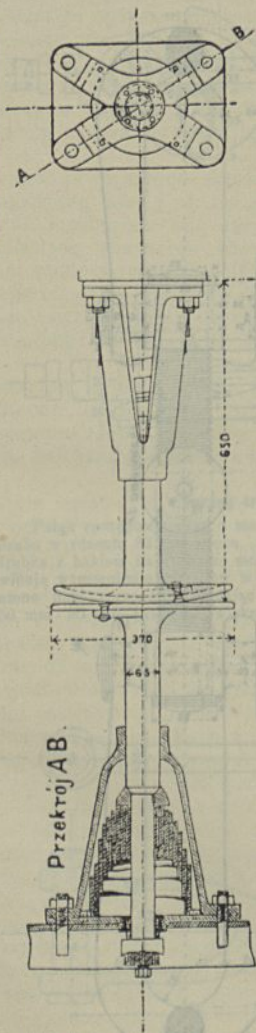
Przestrzenie po obu stronach sprzęgła głównego, między nim a zderzakami, mają być swobodne od części wystających, a mianowicie na szerokość po 400 mm, na wysokość 2000 mm ponad wierzch szyny, a w kierunku osi 300 mm, mierzonych między belką czo-

*) Obrysie kolei rosyjskich wznosi się ponad wierzch szyn o 50 mm wyżej, t. j. 100 mm zamiast 50 mm, wobec czego dla kolei rosyjskich miara ta powinna być stosownie większa.

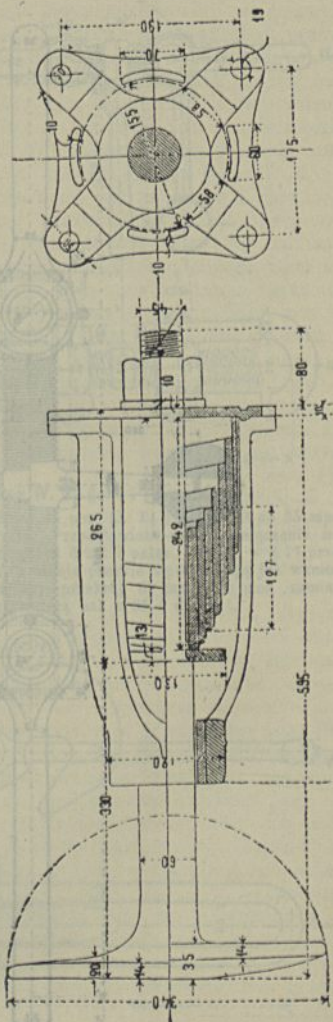
Rys. 1005.



Rys. 1006.



Rys. 1007.



łową, a płaszczyzną zderzną zderzaków zupełnie wciśniętych. Poza tą przestrzeń, swobodną na ruchy sprzęgacza, wystające części wagonu, jako to kozły, stopnie, poręcze, mostki i t. p. powinny swym wysięgiem nie zbliżać się bardziej niż na 40 mm do płaszczyzny zderznej, t. j. płaszczyzny pionowej, przełożonej przez zderzne punkty zderzaków zupełnie wciśniętych (jednakże wyjątki od tego przepisu podają W. T. w § 139 i 140). Końce bocznych chodnic i stopni wagonowych muszą jednak leżeć przynajmniej w odległości 300 mm od tejże płaszczyzny zderznej, lecz zderzaków wysuniętych (J. T. § 14 i 22; W. T. § 80 i 139).

W bardzo długich wagonach zaleca się (na ich przejazd przez ostre łuki) pozostawiać pewien luz na boczne przesunięcia się czwórgrani haka pocięgielnego względem belki czołowej, oraz urządzić zderzaki, samoczynnie się nastawiające wzajemnie spętanym ruchem poszczególnych zderzaków.

Dla kolei drugorzędnych § 48 Z. K. d. uznaje za ustrój celowy zastąpienie dwóch zderzaków bocznych przez jeden zderzak środkowy, łączący się ze sprzęgiem samoczynnym, a przynajmniej ze sprzęgiem ustroju niezłożonego.

W rys. 1007 przedstawiono zderzak kolei rosyjskich, z wpisanymi miarami obowiązującymi. Wzajemny odstęp osi zderzaków spółczołowych jest 1782 mm, z dozwolonem uchybieniem na ± 10 mm.

6. Sprężyny cięgieł i zderzaków bywają najczęściej stożkowate, skrętne, zlewno-stalowe, o przekroju prostokątnym (p. rys. 1006 i 1007).

Koleje pruskie stosują dwa rodzaje sprężyn: mocniejsze na naciski 5 t do cięgieł wagonowych i zderzaków parowozowych i słabsze na naciski 3,5 t do zderzaków wagonowych. Cięgła parowozu i tendra posiadają po dwie sprężyny słabsze, pozatem stosują tylko sprężyny pojedyncze. Przy wsadzaniu ściskają sprężynę słabszą o 10 mm, mocniejszą zaś o 25 mm. Sprężyna mocniejsza ma 6 zwojów o średnicy górnej 54 mm, a dolnej 163 mm w prześwicie, przekrój zaś 145 mm · 10 mm. Sprężyna słabsza ma 5 zwojów o średnicach 54 mm i 160 mm, a przekrój 145 mm · 7,5 mm.

Koleje rosyjskie stosują jeden tylko rodzaj sprężyn na nacisk 3,44 t, w końcu węższym o średnicy 50 mm w prześwicie, w szerszym zaś przynajmniej 155 mm średnicy zewnętrznej, a o przekroju 127 mm · 7 mm. Wysokość 255 mm sprężyny swobodnej zmniejsza się o 13 mm przy wsadzaniu w pochwę.

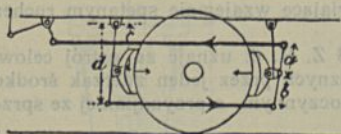
c. Hamulce.

Ustrój hamulca ręcznego ma być taki, aby hamulce się dociągały, t. j. hamowały, za pokręcaniem korbą **na prawo**, t. j. w kierunku ruchu wskazówek zegarowych (W. T. § 81; J. T. § 21), oraz aby umożliwiały prawie zupełne zahamowanie kół nawet pod wagonem naładowanym do pełnej nośności. Przełożenie między dzierżającą korbę a klockami hamulcowymi określamy w sposób następujący: Jeżeli naciski hamowanych kół wagonu wyrazimy w tonach i liczbę tę nazwiemy w skróceniu liczbą ton, to dla śrub jednozwojowych w wagonach dwu i trzyosiowych przełożenie ma być 40 do 60-cio krotną liczbą ton, a w wagonach czteroosiowych 30 do 50-ilo krotną. Dla śrub dwuzwojowych przełożenie może być o 25% mniej.

sze, nie ma jednak przekraczać 1:1200. Liczbę ton dla wagonów osobowych, pocztowych i tilmokowych oznaczamy podług nacisku wagonu pustego, dla wagonów towarowych zaś wraz z pełnym ładunkiem. Hamować trzeba przynajmniej dwie osie wagonu (W. T. § 135). Stosowany ogólnie w kolejnictwie gwint Whitworth'a nie używa się jednak ani do śrub hamulczych, ani do sprzęgowych, ani wreszcie do nastawczych śrub wieszaków resorowych (W. T. § 87).

Hamulce klockowe, stosowane w kolejnictwie prawie wyłącznie, mogą być albo naporcze, t. j. napierające na koło z jednej tylko strony, albo okleszczające, t. j. obejmujące koło obustronnie, jak gdyby w kleszcze. Wadą hamulca naporczonego jest silny napór jednostronny na oś, jej czopy, maźnice i widły maźnicowe; czopy pod tym naporem mogą się nawet unieść z panewek. Natomiast hamulce te zalecają się mniejszą wagą, oraz mniejszymi kosztami tak urządzenia jak i utrzymania. Jeżeli w hamulcu okleszczającym nacisk

Rys. 1008.



każdego z jednej pary klocków ma być równy drugiemu, to należy dopełnić warunku (rys. 1008):

$$\frac{a}{a+b} = \frac{c}{d}.$$

Nacisk łączny obydwóch klocków będzie:

$$P_1 + P_2 = Z \left(\frac{a+b}{b} + \frac{ad}{bc} \right).$$

Dla pruskich wagonów towarowych ustalono miary: $a = 350$, $b = 175$, $c = 400$, $d = 600$ mm.

Dawniej stosowano tylko klocki drewniane, obecnie zaś odlewają je z żeliwa z domieszką wiórów stalowych.

Po odhamowaniu zupełnym między klockiem a obwodem koła ma pozostawać luz 5 do 6 mm.

Skuteczność hamulcy *). Oznaczmy przez:

Q wagę pociągu, wraz z parowozem i tendrem, w kg,

g przyspieszenie ciężkości = 9,81 m/sk²,

v_1 prędkość pociągu niehamowanego, w m/sek,

v_2 prędkość pociągu zahamowanego, w m/sek,

$w_0 = 2,5 + 0,003 (v_1 + v_2)^2$, współczynnik oporu pociągu, wyrażony ‰ (por. str. 234) dla średniej prędkości $\frac{1}{2}(v_1 + v_2)$ i prostego toru poziomego,

P opór ruchu pociągu, spowodowany hamowaniem, w kg,

l drogę hamowania, w m,

1 : n stosunek pochyłości toru, a otrzymamy:

$$Pl = \frac{Q}{2g} (v_1^2 - v_2^2) - 0,001 w_0 Ql \pm \frac{1}{n} Ql,$$

*) Centralbl. d. Bauv. 1893, str. 311.

w którym to wzorze znak dodatny dotyczy spadków, ujemny zaś wzniesień toru. Pociąg przystaje, gdy $v_2 = 0$.

Od chwili dania sygnału na hamowanie pociąg przebywa najpierw pewną drogę niehamowany, t. j. aż do chwili przyciągnięcia hamulcy, potem zaś przebiega on właściwą drogę hamowania. Obydwie te drogi łącznie dają dopiero drogę, jaką pociąg przebiegnie od chwili sygnału do zatrzymania się. Od wydania sygnału do chwili przyciągnięcia hamulców ręcznych upływa zazwyczaj 5 do 6 sekund; hamulce zespolone rozpoczynają swą czynność wcześniej.

Największą skuteczność, a więc najkrótszą drogę hamowania, otrzymamy, jeżeli dociągniemy hamulce możliwie silnie, lecz nie więcej, jak aby koła właśnie się jeszcze tylko zdołały ślizgać po klockach hamulcowych. Zupelne zakleszczenie kół klockami byłoby nieprawidłowym sposobem hamowania, gdyż koło, w ten sposób niepokrętnie zakleszczone, ślizgałoby się po szynach, a mianowicie jednym tylko punktem okręgu tocznego, co z konieczności powodowałoby szybkie niszczenie obręczy. Aby klocki niezakleszczyły kół, nacisk B na nie powinien być taki, iżby tarcie pozostawało w przybliżeniu stałe, t. j. możliwie wielkie, lecz jeszcze nie zakleszczające. A że (podług str. 218 i 219 T. I) współczynnik tarcia μ zwiększa się w miarę zmniejszania się V , więc nacisk B klocków hamulcowych powinien się stopniowo zmniejszać, w miarę jak pociąg zwalnia swój bieg, w ten bowiem tylko sposób możemy utrzymać wartość tarcia μB w przybliżeniu w stałej wielkości.

Na kolejach niemieckich głównych obowiązkowo stosować trzeba **hamulce zespolone**, gdy prędkość pociągów osobowych przekracza 60 km/godz., na kolejach drugorzędnych już przy prędkości 50 km/godz., przyczem nawet koła napędne parowozu powinny być hamowane. W hamulcach zespolonych największy nacisk klocka na koło ma być: pod wagonami osobowymi, pocztowymi i tłómkowymi 75 do 85%, a pod towarowymi 90 do 100% nacisku koła hamowanego, gdy wagon pusty, wreszcie pod tendrami 70 do 80% nacisku koła, gdy tender ma połowę zapasu wody i paliwa. W wagonach dwu i czteroosiowych wszystkie osie mają być hamowane, w wagonach trzyosiowych natomiast, o ile ich prędkość nie ma przekraczać 80 km na godzinę można nie hamować osi pośredniej. Całkowity skok tłoków, dociągających hamulce, ma być przynajmniej równy kresie 25 mm, pomnożonej przez liczbę przełożenia (W. T. § 135).

Hamulce zespolone bywają prawie wyłącznie **powietrzne**, a mianowicie bądź to o powietrzu sprężonym, bądź też rozprężonym. Hamulce działające **powietrzem sprężonym**, np. ustroju Westinghouse'a, Carpenter'a, Schleifer'a, Tow. New York Air Brake Comp. i t. p., znalazły zastosowanie szczególnie w Stanach Zjednoczonych, w Niemczech, Rosyi, Francyi, Szwajcaryi, we Włoszech. Hamulce działające **powietrzem rozprężonym**, np. ustroju Smith-Hardy'ego, Sanders'a, Körtinga i t. p. stosują natomiast w Anglii, jej koloniach, Hiszpanii, Austrii i na kolei Warsz.-Wiedeńskiej, która, stosując ogólnie hamulce Hardy'ego, dla wagonów przechodzących na linie niemieckie dodaje nadto i urządzenie, przystosowane do hamulca Westinghous'a.

W razie przerwania przewodu powietrznego, np. przy rozerwaniu pociągu, hamulce powinny zahamować samoczynnie. Niezależnie od tego każdy z poszczególnych hamulców powinien dać się dociągać i korbą od ręki, a to z dwóch przyczyn, raz na wypadek zepsucia się urządzenia zespolonego, powtóre wówczas, gdy wagon taki idzie w pociągu, niezauważonym w urządzenie do hamowania zespolonego. Omówione już powyżej miarkowanie nacisku B , w celu otrzymania możliwie jednostajnej wartości μB , da się łatwo osiągnąć w ustroju hamulców zespolonych, w których powietrze działa obustronnie na tłok.

W. T. w § 85 i 86 określają wymagania, jakim mają czynić zadłość międzywagonowe przełącza kiszki, oraz złączki tych kiszek.

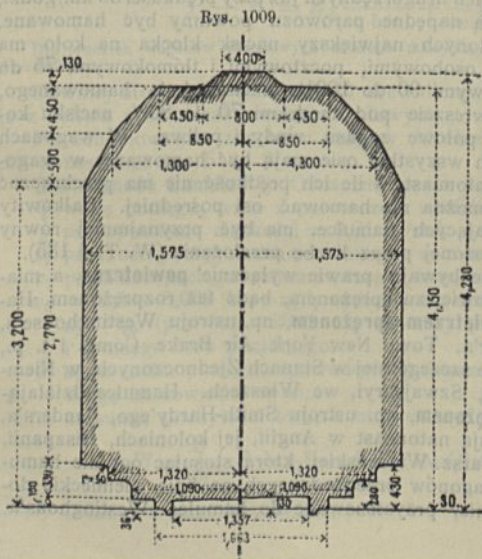
W. T. w § 135 wymagają, aby w nowych wagonach i w wagonach, podlegających większej przeróbce, zabezpieczono od spadnięcia wszystkie te części hamulca, które mogłyby powodować niebezpieczeństwo w razie spadnięcia na tor, gdyby hamulce się połamaly.

Kozły, na których siedzą hamulcowi, powinny być kryte, a nadto zasłonięte ściankami przynajmniej od przodu i tyłu, lepiej chociażby i z jednego boku, a na wagonach, jeżdżących w pociągach pospiesznych, kozły te mają być zasłonięte z wszystkich stron. Gdy kozioł nie jest wszechstronnie zasłonięty, powinien otrzymać przynajmniej poręcze, chroniące ludzi od spadnięcia.

B. Parowozy i tendry.

a. Wymiary szerokości i wysokości.

1. Rys. 1009 przedstawia **obrysy taborowe** kolei niemieckich, a mianowicie po prawej stronie dla wagonów, po lewej dla parowozów i tendrów. Z lewej strony jednakże



wznios najwyższego, dolnego stopnia obrysu ponadwierzchni szyny zmieniono obecnie z 430 mm na 420 mm, pozostawiając dawną miarę 430 mm po prawej stronie, a więc dla wagonów. Tabor powinien o tyle jeszcze niedosięgać w torze prostym boków obrysu taborowego, aby dosięgnął go co najwyżej w łukach o 180 m promienia krzywosci, przy uwzględnieniu długości danej jednostki taborowej.

Kominy parowozowe, wznoszące się więcej niż 4280 mm ponad wierzch szyny (dozwolony wznios największy = 4570 mm), trzeba tak urządzić, aby je mógł czasowo obniżyć do owej miary, gdyż np. bramy wjazdowe parowozowni nieposiadają nieraz większej wysokości prześwietnej.

§ 23 Z. K. g. określa dla kolei niemieckich najmniejsze odstępki między wierzchem szyn, a niektórymi częściami taboru przy najniższym położeniu zderzaków, a więc i przy największym starciu się obręczy kół, a mianowicie:

odstępu 50 mm mogą dosięgać części, zasłonięte obręczami kół (w kierunku osi szyn), jako to: odgarniacze, piasecznice i klocki hamulcowe;

75 mm: zwieszane sprzęgi główne i dodatkowe, oraz ruchome części parowozu, niezależne od sprężynowania resorów, jako to: łyby goleni korbowych i wiązeł;

100 mm: wszelkie inne części parowozów i tendrów, a 130 mm części wagonów.

Podług W. T. § 88 i 114 obecnie jeszcze obowiązuje lewa strona obrysa przedstawionego w rys. 1009, w przyszłości jednak dolne stopnie obrysa dla parowozów i tendrów mają być zastąpione prostą linią pochyłą, idącą równolegle do takiejże linii obrysa torowego w odstępie 50 mm (p. str. 227). Będzie to zatem kresa prosta, której końce leżą: a) 100 mm ponad wierzchem szyn, w odległości 1190 mm od osi toru, b) 430 mm ponad w. sz., w odległości 1495 mm od osi toru. W. T. ujednostajniają wierzchnią część obrysa taborowego z obrysem ładunkowem II (podanem na końcu rozdz. III, działu niniejszego), które obowiązuje na wszystkich traktach kolejowych, należących do Związku. Ponad poziom, leżący 4300 mm nad wierzchem szyn, mogą się wznosić jedynie kominy parowozowe, lecz i one tylko do wysokości 4570 mm ponad wierzch szyn, zajmując ponad środkową częścią obrysa taborowego na szerokość nie więcej niż 1510 mm. Dla ruchomych części parowozu, niezależnych od sprężynowania resorów, W. T. określają najmniejszy wznios ponad szynę na 60 mm, zamiast powyżej podanego 75 mm, obowiązującego na kolejach niemieckich, pozostałe zaś podane powyżej miary w granicach aż do 100 mm ponad wierzch szyny są jednobrzmiące z wymaganiami W. T. Parowozy i tendry, mające przechodzić na koleje zębnicowe, powinny w pasie 300 mm po obu stronach osi toru nieposiadać niezależnych od sprężynowania resorów części, zbliżających się do poziomu wierzchu szyn więcej niż na 110 mm; tak daleko też mogą zwisać sprzęgi; wszystkie inne części nie powinny dosięgać poziomu, wzniesionego 150 mm ponad wierzchem szyn.

2. Dane powyższe obowiązują i na **drugorzędnych kolejach** niemieckich, średniotorowych. Na kolejach wąskotorowych obrysie parowozów i tendrów między poziomami, wzniesionymi na 100 mm i 1000 mm nad wierzchem szyn, może się zbliżyć do obrysa torowego nie więcej niż na 30 mm, w wyżej zaś położonych częściach nie więcej niż na 100 mm (por. obrysa torowe rys. 887 i 888

Nr bieżący	1	2	3	4	5	6	7	8
Parowozy pruskich kolei państwowych								
Oznaczenia	2/3 wiązany, osobowy (silnik sprzężony)	2/4 wiązany, pospieszny ¹⁾	2/5 wiązany, pospieszny, (silnik 4 cylindr.), ustroj hanowerski	3/3 wiązany, towarowy ¹⁾	3/4 wiązany, towarowy ¹⁾	4/4 wiązany, towarowy ¹⁾	2/3 wiązany, osobowy tendrzak	2/4 wiązany, tendrzak podmiejski
Dozwolona prędkość jazdy, największa, V_{max} . km.godz.	90	100	100	45	60—65	45	75	75
Średnica kół napędnych . . . mm	1750	1980	1980	1340	1350	1250	1600	1600
Średnica kół tocznych . . . mm	1150	1000	1000	.	1000 ⁴⁾	.	1150	1000 ⁴⁾
Odstępy osi . mm	$\left\{ \begin{array}{l} 2700 \\ +2300 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2000 \\ +2800 \\ +2600 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2000 \\ +1900 \\ +2100 \\ +2950 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2000 \\ +1400 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2300 \\ +2000 \\ +2000 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1550 \\ +1350 \\ +1600 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1800 \\ +2400 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 2300 \\ +2000 \\ +2500 \end{array} \right.$
Średnica tłka mm	420/600	460/680	360/560	450	480/680	530/750	420	420
Skok tłka. . mm	580	600	600	630	630	630	600	600
Pole powierzchni rusztów . . m ²	1,87	2,27	2,7	1,53	2,3	2,25	1,6	1,6
Opłomieniona pow. ogrzew. . . m ²	6,80	8,98	10,0	7,78	10,68	10,56	5,82	6,65
Całkowita pow. ogrzew. . . m ²	103,23	118,92	162,9	124,79	137,9	144,15	89,75	94,75
Waga parowozu próżnego. . . t	35,4	44,3	54,0	33,2	45,2	46,6	31,9	41,3
Waga p. w stanie roboczym . . t	39,0	49,6	59,8	38,5	52,0	51,8	41,9	53,2
Waga napędna . t	26,8	31,0	30,4	38,5	41,8	51,8	28,0	31,4
Płomieniówki: ilość/średn. zewnętrzna . mm	197/46	219/46	243/50	186/50	221/50	210/50	181/46	171/46
Odstęp między ściankami sitowat. mm	3800	3900	4450	4450	4124	4500	3000	4000
Wznios osi walczaka nad wierzch szyn . . . mm	1885	2260	2500	1985	2170	2210	1900	2200
Średnica walczaka w prześwicie mm	1280	1400	1440	1400	1532	1530	1194	1216
Prędkość pary at	12	12	14	10	12	12	12	12
Całkowita długość bez zderzaków mm	7750	9418	10950	8163	8990	9598	8540	9960

¹⁾ Ten sam parowóz jako osobowy ma koła napędne średnicy 1750 mm i silnik bliźniaczy o średnicy tłka 460 mm.

²⁾ Ten sam parowóz o silniku sprzężonym ma 2 cylindry wysokoprężne 330 mm średnicy leżące w środku i 2 cylindry niskoprężne, 530 mm średnicy, leżące na zewnątrz kół, wszystkie cztery napędzają tę samą oś. Waga w stanie roboczym 52,75 t. Ten sam parowóz o silniku bliźniaczym posiada 4 cylindry średn. 520 mm. oraz przegrzewacz pary.

³⁾ Ten sam parowóz o silniku sprzężonym, ma cylindry 460/650 mm, prędkość pary 12 at. a waży w stanie roboczym 40,3 t.

⁴⁾ Na przedzie zwrotna oś prowadząca, ustroju Adam'a.

Parowozów wykonanych.

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3/4 wiązany tendrzak (położaki, ustroju Krauss'a)	3/3 wiązany tendrzak kolei drugorzędnych	3/5 wiązany, pospieszny (silnik 4-cylindrowy) kolei Badeńska państw.	4/6 wiązany towarowy, wioska Sieć Śródziemna	5/5 wiązany towarowy, austrijsk. kol. państw.	2/6 wiązany tendrzak, francus. kol. północ.	3/3 wiązany towarowy, rosyjsk. kol. państw.	4/4 wiązany towarowy, rosyjsk. kol. państw.	3/6 wiązany, pospieszny. Kol. Chicago-Alton	4/5 wiązany, towarowy. Kol. Pensylwańska
60	40	80	60	.	.	.	.	.	.
1350	1100	1600	1400	1300	1664	1220	1150	2032	1422
1000	.	850	840	.	900	.	.	.	.
2700 +1650 +1650	1700 +1300	1900 +1950 +1750 +1850	2000 +1400 +1520 +1520 +1520	1400 +1400 +1400 +1400	1800 +2020 +1780 +1350 +1800	3388 ¹⁰⁾	3890 ¹⁰⁾	.	2502 1664 1549 1829
450 630	350 550	350/550 640	540/800 680	560/850 632	430 600	456 610	500/730 650	559 711	559 71
1,53	1,3	2,1	4,4	3,0	1,7	1,57	1,85	5,0	4,5
8,7	4,8	11,2	13,7	.	.	.	.	18,0	.
111,8	60,3	128,4	161,7	185,0	120,3 ⁹⁾	126,5	167,3	340,0	264,0
47,2	23,5	.	70,0	59,0	.	.	.	.	77,8
60,2 45,0	30,0 30,0	55,5 40,2	76,0 55,7	65,7 65,7	63,0 32	36,9 36,9	50,7 50,7	107,1 65,3	87,5 78,5
117/46	133/46	191/52	280/50	264/51	93/70 ⁹⁾	175/—	210/—	330/57	373/51
3700	3240	4250	3900	4510	.	4216	4660	6096	4180
2500	1870	.	2450	2615	2600	.	.	2870	2794
1372 12	1080 12	1430 13	1560 14	1532 14	1292 12	.	.	.	1828 144
10450	7000	.	10670	10250	10884	.	.	14046	11323

Ten sam parowóz i na półwosakach ustroju Krauss'a, a natenczas odstęp międzyosiowe 2700 + 1650 + 1650 mm. Z silnikiem sprzężonym o cylindrach 500/750 mm średnicy, albo z bliźniaczym o cylindrach 490 mm średnicy.

Parowóz ten budują obecnie z silnikiem bliźniaczym, o cylindrach 520 mm średnicy.

W tyle toczna oś zwrotna ustroju Adam'a.

Ten sam parowóz jako osobowy posiada koła napędne średnicy 1500 mm, a średnicę cylindrów 480 mm, nadto przegrzewacz pary ustroju Schmidt'a.

Płomieniówki ustroju Serve'go, t. j. wewnątrz wzdłuż uezbrowane; podano powierzchnię wykazującą się ze spalinami.

Zamiast poszczególnych odstępów osiowych podano rozstęp osi skrajnych.

str. 228). Między poziomami, wzniesionymi na 50 i 100 mm ponad wierzch szyn, obowiązują i na kolejach wązkotorowych miary, podane powyżej dla kolei głównych. Na kolejach wyłącznie zębnicowych zębnik może sięgać i poniżej wierzchu szyn, natomiast na kolejach mieszanych, t. j. z ruchem zwykłym i zębnicowym, zębnik nie może sięgać niżej niż 15 mm ponad wierzch szyn.

Koleje rosyjskie mają większe obrysy taborowe, a koleje angielskie, belgijskie, francuskie i włoskie mniejsze niż niemieckie.

3. Główne wymiary parowozów wykonanych zestawiono w tabl. str. 376 i 377.

b. Kocioł parowozowy.

Ogólne dane dotyczące kotłów p. T. I str. 951 i nast.

1. Pole rusztów i powierzchnia ogrzewana.

Oznaczmy przez:

R pole całkowitej powierzchni rusztu, w m^2 ,

H całkowitą powierzchnię ogrzewaną, t. j. stykającą się ze spalinami, w m^2 ,

V prędkość jazdy, w $km/godz.$,

$v = V : 3,6$ prędkość jazdy, w $m/sek.$,

B spalaną ilość węgla, w $kg/godz.$,

N moc parowozu, w MK ,

a otrzymamy:

$$\text{Pole rusztu: } R = \frac{B}{300} \text{ do } \frac{B}{500}, \text{ albo } R = \frac{N}{130} \text{ do } \frac{N}{300},$$

we wzorach tych mniejszy mianownik dotyczy miatu węglowego, a większy węgla grubego.

Wydajność powierzchni ogrzewanej, wyrażona stosunkiem $N : H$:

	w parowozach osobowych	w parowozach towarowych
podług Frank'a *) . . .	$1,17 \sqrt{v}$	$0,6 + \sqrt{v}$
„ Meyer'a . . .	$1,75 + 0,18 v$	$2,0 + 0,18 v$

Nie bez znaczenia będzie też stosunek powierzchni ogrzewanej do ilości obrotów korby, na który znów wpływają: stosunek $H : R$, prężność pary, wreszcie stosunek objętości U cylindra wysokoprężnego, wyrażony w l, do powierzchni ogrzewanej wyrażonej w m^2 (p. str. 379). Stosunek w końcu wspomniany, ściśle biorąc, nie jest stosunkiem, czyli nie jest liczbą oderwaną, lecz wielkością, wyrażającą się w mm. Podobnie i niektóre inne z podanych tu stosunków nie są liczbami.

*) Frank, Wydajność parowozu i t. d. Org. f. Fortschr. 1887, str. 106.

N: H.

Rodzaj parowozu	Stosunki i dane znamienne			N: H przy poszczególnych ilościach obrotów kół napędnych na sek.								
	H	p	C									
	$\frac{H}{R}$	at	$\frac{C}{H}$	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4		
1) Parowozy osobowe i pospieszne:												
bliźniacze.	55	12	0,80	3,5	4,2	4,5	4,8	5,0	5,2	5,3		
sprężone 2 cylindrowe. . .	55	12	0,85	3,7	4,5	5,1	5,6	6,0	6,4	6,7		
„ 4 „	55	14	0,85	5,9	6,3	6,7	7,0	7,2	7,4			
2) Parowozy towarowe:												
bliźniacze o małym ruszcie.	80	10	0,80	2,6	3,1	3,6	4,0	4,2				
„ o wielkim „	60	10	0,90									
sprężone o małym ruszcie.	75	12	1,00	3,0	3,6	4,1	4,5	4,8				
„ o wielkim „	60	12	1,00	3,3	4,0	4,6	5,1	5,5				
3) Tendzaki	50	12	0,88	3,4	3,8	4,1	4,3	4,5				

Stosunek powierzchni ogrzewanej do powierzchni rusztów $H:R$ bywa:

w parowozach osobowych 50 do 70 (kol. prusk. 52 do 55)

„ towarowych 60 do 90 „ „ 64 do 82).

Dane powyższe dotyczą węgla kamiennego; przy zastosowaniu innego paliwa $H:R$ bywa:

na węgiel brunatny = 45 do 50 (Węgry)

„ miął węglany = 23 do 26 (Belgia)

„ antracyt = 30 do 40 (Stany Zjednocz.).

Mniejsza ilość długich płomieniówek wyzyskuje lepiej ciepło spalin, aniżeli większa ilość płomieniówek krótkich, które znów pozwalają na szybsze wytwarzanie pary; długość płomieniówek jednak nie przekracza zazwyczaj 4,5 do 6 m, a zastosowanie płomieniówek stosunkowo długich zwiększa wagę kotła.

Sprawność paleniska bywa: $\eta_1 = 0,7$ do $0,8$;

Sprawność powierzchni ogrzewanej bywa:

$\eta_2 = 0,60$ do $0,70$ w parowozach pospiesznych osobowych,

$\eta_2 = 0,65$ do $0,75$ „ towarowych.

Całkowita sprawność kotła: $\eta = \eta_1 \eta_2$.

2. Skrzynia i płaszcz paleniskowy.

a) Palenisko na węgiel.

Palenisko miewa długość 1 do 3 m, szerokość zaś 0,95 do 1,15 m, gdy się mieści między kołami, względnie wśród ostoi (ramy) parowozu. W przeciwnym zaś razie, gdy palenisko leży powyżej tej ostoi, szerokość jego można powiększyć do 2,8 m, co zwłaszcza znajduje zastosowanie na opał miałem węglowym (np. w belgijskim ustroju Belpaire'go) lub antracytem (np. w amerykańskim ustroju

Wootten'a). Ścianki skrzyni paleniskowej bywają przeważnie miedziane, 16 mm grube, ścianka sitowata jednak 26 mm gr.

W Stanach Zjednocz. robią ścianki skrzyni paleniskowej prawie wyłącznie z miękkiego żelaza zlewne, dając im grubość 8 do 10 mm, a ściance sitowatej 13 mm. Próby, z tymże tworzywem (materiałem) w Prusach dokonane, były nieudatne, podobnie jak i z paleniskami w płomienicy falowanej. Z paleniskiem w końcu wspomnianem robią jeszcze dalsze doświadczenia, a mianowicie z urządzeniami Vanderbilt'a (Stany Zjednoczone), Hoy'a (kolej Lancashire i Yorkshire), oraz Schulz-Knaudt'a (kol. pruskie).

Podniebienie paleniska wraz ze ściankami bocznymi wyrabiamy zazwyczaj z jednego arkusza blachy, a łączą się one na nity z obłuczyną ścianki sitowatej i tylnej*). Promień zaoblen przynajmniej 20 mm lepiej 50 mm, jednak zaoblenie między podniebieniem a ściankami bocznymi powinno otrzymać promień większy, t. j. przynajmniej 50 mm, lepiej 200 mm. Przy rozbieganiu wysuwają skrzynię paleniskową w dół, a gdy jest za szeroka, w tył, rozumie się po uprzednim odjęciu tylnej ścianki płaszcz paleniskowego.

By polepszyć spalanie zakładamy w palenisku sklepienie ogniotwałe, zastępujące poniekąd przewał zwykłego paleniska kotłowego. We Francji próbowano zastąpić takie sklepienie szeregiem opłomek Tenbrink'a; ustroj ten jednak znów zarzucono. Do obezdymienia palenisk parowozowych stosujemy swoiste obezdymiaki, niezbędne zwłaszcza przy opale węglem gazowym. Koleje pruskie stosują obezdymiaki ustrojów Langer-Marcotty'ego**), oraz Staby'ego.

Bezdymniami bywają też paleniska ropowe. Stosują je szeroko na południu Rosyi***), w Pensylwanii, gdzie ropa lub odpadki naftowe (mazut) są tanie, dlatego też starają się wprowadzić takie paleniska i w Galicyi. Ze względu na bezdymność wprowadzają je i na traktach o licznych tunelach, np. na kolei Arlbergskiej i Moselskiej. W Anglii kolej Great Eastern zaprowadziła podobne paleniska, opalane jednakże odpadkami mazi pogazowej.

Płaszcz paleniskowy wyrabiają z blachy żelaznej o grubości: 15 do 16 mm w ściankach bocznych, a 18 do 22 mm w ściance wierzchniej, a to ze względu na zwiększenie szczelności przy zesporkach. Zaleca się jednakże wierzch i ścianki boczne wyrabiać z jednego arkusza blachy. Zaoblenie w krawędziach powinny mieć promień nie mniejszy niż 50 mm. Lepiej jednakże będzie nadać wierzchowi płaszcz kształt połowy walca o tym samym promieniu jak w walczaku kotłowym, co znakomicie ułatwi złączenie tych części ze sobą. Gdy na odwrót wierzch płaszcz jest płaski, połączenie to będzie dość złożone, a skuteczniejszą je za pośrednictwem t. zw. płyty podkowiastej.

W Stanach Zjednocz. stosują przeważnie płaszcze, wierzchem walcowate, lecz o promieniu większym od promienia walczakowego. Połączenie walczaka z płaszczem wykoaywują tam dwojakim sposobem: za wyłącznem pośrednictwem oddzielnego pierściona stożkowatego (wagon top boiler), albo też przez nadanie kształtu stożka jeszcze i najbliższemu pierścionu samego walczaka (extended wagon top boiler). Urządzenia te zalecają się tak wielkością przestrzeni parowej, jakoteż wyniosłością poziomu wody w kotle.

*) W kotłach parowozowych nazywamy przodem część przy kominie, tyłem zaś część od stanowiska silniczego (maszynisty), a to zgodnie ze zwykłym kierunkiem jazdy, podczas gdy w kotłach nieruchomych (T. I str. 951 i nast.) przodem nazywaliśmy stronę od stanowiska palacza, a więc wprost odwrotnie.

**) Glasers Annal. 1898, II, str. 165.

***) Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1896, str. 1357.

Płaskie podniebienia paleniskowe i wierzchy płaszczowe należy usztywniać belkami podniebiennymi lub zespórkami (W. T. § 94).

Belki podniebienne układamy zazwyczaj w kierunku poosiowym parowozu, rzadziej w poprzecznym, a z wyjątkiem Anglii, wychodzą one obecnie już prawie z użycia.

Zespórki podniebienne, łączące podniebienie z wierzchem płaszczu, przyczyniają się do znakomitego zmniejszenia wagi, a są one żelazne. Zespórki stawiają się w odstępach wzajemnych 100 do 110 mm, przednie ich szeregi bywają ponajczęściej przegibne; zewnętrzna średnica gwintu bywa 32 mm.

Boczne ścianki paleniska i płaszczu zespierają się nawzajem również zespórkami, lecz miedzianymi, w odstępach 90 do 115 mm, przy zewnętrznej średnicy gwintu śruby 26 do 30 mm. Naprężenie w zespórkach parowozowych bywa większe od ustalonego w prawidłach hamburskich (p. T. I str. 1008), a mianowicie do 400 kg/cm². By snadniej dostrzedz pęknięcie zespórki, nawiercają ją z końca na głębokość około 13 mm poza ściankę zespieraną (W. T. § 94). Nawierty takie miewają 3 do 6,5 mm prześwitu. Ponieważ górne szeregi zespórek, zwłaszcza ich zespórki skrajne, znosić muszą znaczne gięcia, więc zespórki owe wyrabiają z materiału większej wytrzymałości, np. ze spiżu namanganionego, albo też nadają im większe średnice; w Danii stosują zespórki przegibne ustroju Busse'go; w Anglii zespórki z wycięciem podłużnym Ston'a. Przednią ściankę skrzyni paleniskowej łączymy z walczakiem poniżej płomieniówek bądź to usztywniakami, bądź też ściągami narożnymi. Zeszytwnienie między tylną ścianką płaszczu, a jego ściankami bocznymi, wykonywa się z kawałków blachy poziomej. Same zaś ścianki boczne płaszczu, o ile są jeszcze pionowe ponad skrzynią paleniskową, zeszytwniają się nawzajem szeregiem w poprzek idących ściągów, z krągowników o średnicy 40 do 50 mm.

Połączenie między dolną częścią skrzyni i płaszczu paleniskowego stanowi **spodni wieniec** paleniska o przekroju prostokątnym, 60 do 80 mm szeroki, przy wysokości 80 do 100 mm, przemitowany na wskroś dwurzędnie. W samych narożnikach wysokość wieńca bywa o tyle większa, aby się w niej mógł mieścić jeszcze trzeci rząd nitów.

Drzwiczki paleniskowe ponajczęściej owalne, rzadziej prostokątne lub okrągłe, otwierają się na zawiasach, albo też bywają rozsowne, a od strony wewnętrznej są one osłonięte płytą odżarową. Szerokość ich bywa 370 do 450 mm, wysokość zaś 280 do 320 mm.

Na przydrzwiczkowe połączenie między skrzynią paleniskową a płaszczem stosowano dawniej przeważnie wieniec żelazny, wsunięty między ścianki i na wskroś przemitowany. Obecnie wieniec ten zastępują wytłoczeniem obydwóch ścianek ku stronie tylnej tak, aby się ze sobą zetknęły i umożliwiły bezpośrednie znitowanie. We wytworzony w ten sposób otwór stożkowaty wsuwa się od wewnętrznej strony paleniska żeliwna oprawa drzwiczkowa, która osłania zarazem od żaru cały szew nitowy (ustrój Webb'a, kol. prus.).

Gdy ruszt jest bardzo szeroki, urządzają dwoje drzwiczek paleniskowych, np. dla opału antracytem lub miałem.

Ruszt układamy przeważnie poziomo, pochyło zaś, gdy się pod nim mieści jedna oś parowozu, a to w celu większego pogłębienia chociaż części rusztu; spalanie bowiem będzie na ogół tem lepsze, im niżej leży ruszt. Szerokość przewiewi w rusztach na węgiel zależy od jego gatunku i waha się między 3 a 18 mm, na koks 6 do 8 mm, na drwa 5 mm, na torf 15 mm. Rusztowiny bywają żeliwne, zlewno żelazne lub zlewno stalowe.

Koleje pruskie stosują przeważnie bądź to rusztowiny żeliwne, zdwojone, t. j. o dwóch przekrojach po 15 mm · 105 mm, z przewiewiem 12 mm szerokim, bądź też z płaskowników zlewnych, o przekroju 18 mm · 100 mm, a z przewiewiem 18 mm szerokim.

Jeżeli postoję, pozwalające na gruntowne oczyszczenie rusztu, następują po sobie w długich odstępach czasu, to, by ułatwić czyszczenie rusztów w czasie jazdy, stosujemy ruszty ruchome (pochylne lub drgawkowe), a na opał antracytowy, z powodu silnego żaru, nawet ruszty z opłomek *).

Popielnik, z blachy żelaznej, 6 do 8 mm grubej, odejmovany, otrzymuje z przodu, a nieraz i z tyłu kłapy, dające się nastawiać ze stanowiska silniczego (maszynisty), służące do miarkowania ciągu, a więc i do miarkowania ilości pary wytwarzanej. Podług § 102 W. T. żarzące kawałki węgla nie mają wypadać z popielnika, nawet gdy obydwie kłapy są otwarte. By uczynić zadość temu warunkowi, ustawiamy poza kłapami na zewnątrz siatki odiskierne, a nadto zakrapiacze w popielniku. Stosują też kłapy dwudzielne, ustroju Schubert'a *), a dno popielnika otrzymuje po środku wąż.

β) Palenisko na ropę i na odpadki naftowe (mazut).

W parowozach, opalanych odpadkami nafty rosyjskiej, suma wszystkich dopływów powietrza do paleniska ma być 0,6 do 0,7 sumy przekrojów płomieniówek.

Paliwo ciekłe najlepiej spalać po jego rozpyleniu przez swoiste rozpylacze parowe (forsunki), stawiane poziomo lub pionowo w palenisku. Aby wytryskający strumień rozpylonego paliwa ciekłego, zmieszanego z parą, nie przygasał, a w razie przygaśnięcia niezwłocznie się zapalał ponownie, dalej aby ścianek kotłowych nie wystawiać na bezpośredni żar płomienia żgącego, wreszcie w celu ogólnego polepszenia przebiegu spalania, niezbędnem jest wstawienie do paleniska sporej ilości cegły ogniotrwalej, niechłodzonej bezpośrednio wodą, a więc mogącej się rozżarzyć, a mianowicie cegły w postaci pełnych lub dziurowatych przegródek, jak również w postaci wkładzin ścianek kotłowych.

Rozpylacze poziome (np. ustroju Urquard'a, Danclin'a) wstawiają się w tylną ścianę paleniska, pionowe zaś bądźto w pośrodku dna paleniskowego na nóżkach (np. ustrój Brandt'a, kolei Zakaspjjskiej), bądź też w samych drzwiczkach paleniskowych (ustrój Szczę-

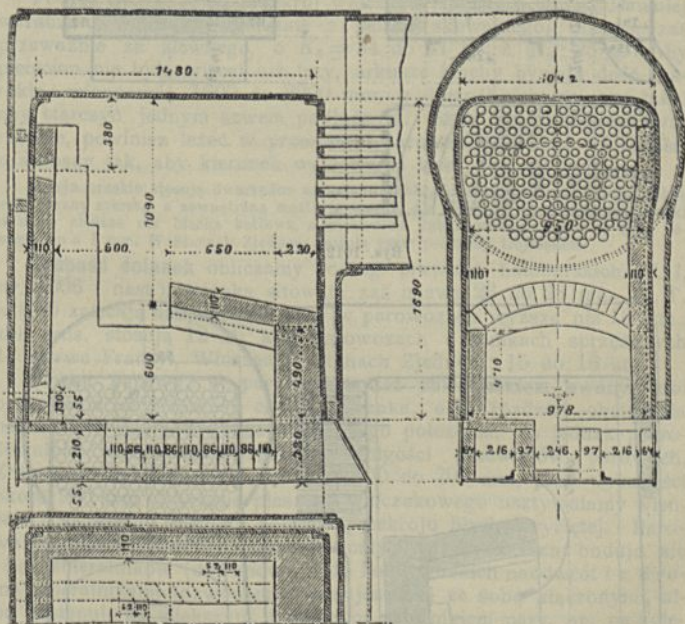
*) Eisenb. Techn. d. Gegenw. 157 i nast.

nowicza i Pietraszewskiego). Miarkując dowoli dopływ pary i ropy do rozpylacza, miarkujemy jednocześnie i natężenie ognia.

Od należytego rozmieszczenia cegły ogniotrwałej w palenisku zależy przeważnie i jego sprawność. W rys. 1010, 1011 i 1012 przedstawiono trzy wymurowania paleniska na ropę, rozmaitego ustroju, a mianowicie: podług Urquard'a, kolei Moskiewsko-Kazańskiej, wreszcie Szczęsnowicza i Pietraszewskiego, stosowane na kolei Kijowsko-Woroneżsko-Rostowskiej.

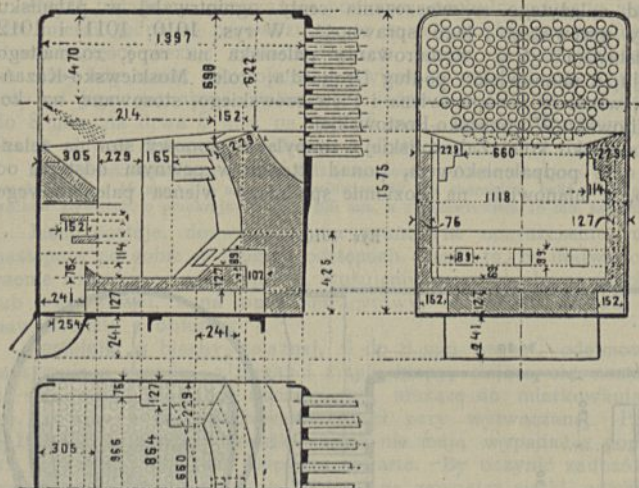
Palenisko kolei Zakaspijskiej: rozpylacz pionowy stoi na żelaznym dnie podpaleniskowem, ponad którym w pewnym odstępie od niego, a mianowicie na poziomie spodniego wieńca paleniskowego

Rys. 1010.

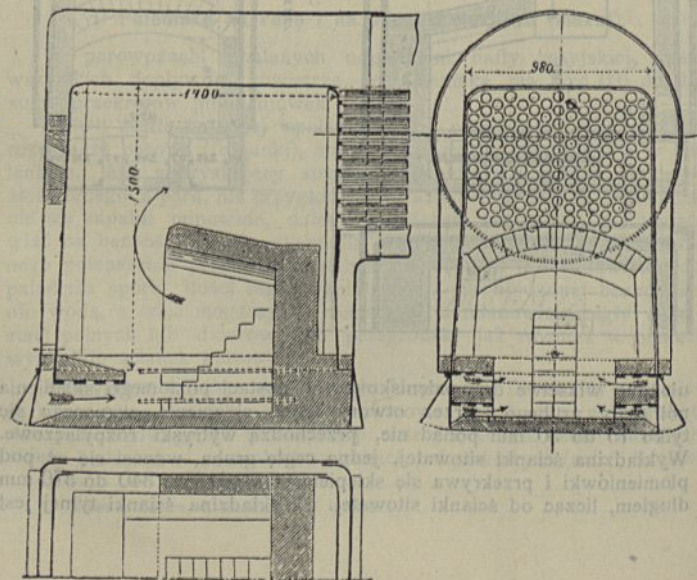


ułożono właściwe dno paleniskowe, w postaci poziomego sklepienia pół cegły grubego. Przez otwory tegoż sklepienia, wznosząc się tylko 75 do 90 mm ponad nie, przechodzą wytryski rozpylaczone. Wykładzina ścianki sitowatej, jedną cegłą grubą, wznosi się aż pod płomieniówką i przekrywa się sklepieniem łączastem, 340 do 370 mm długością, licząc od ścianki sitowatej. Wykładzina ścianki tylnej jest

Rys. 1011.



Rys. 1012.



350 do 400 mm wysoka, reszta ścianek skrzyni paleniskowej pozostaje bez wykładziny. Średnica otworu na dół powietrza w dnie podpaleniskowem jest 560 mm w parowozach osobowych i zwykłych towarowych, a 635 mm w towarowych o czterech osiach. Dopływ ropy i dółot pary można miarkować ze stanowiska silniczego (maszynisty) za pośrednictwem drążków.

Paleniska powyższe wykazały ilokrotność odparowania 12 do 12,85 przy zasilaniu kotła wodą 19° C.

Kominy na opał ropą lub odpadkami naftowymi (mazutem) należy zaopatrzyć w kłapę, nastawianą ze stanowiska silniczego (maszynisty).

3. Walczak.

Podług W. T. § 93 przekrój walczaka ma być kołowy. Dawniej wyrabiano walczaki wyłącznie z żelaza skowalnego, obecnie zaś przeważnie ze zlewneego, o $K_s = 34$ do 41 kg, a $\varphi \geq 25\%$. Aby pierścion nie było więcej niż trzy, arkusze blachy bywają dość szerokie, mianowicie 1600 do 2200 mm, a długość ich ma być taka, aby starczyć jednym szwem podłużnym. Szew ten, nitowany dwurzędnie, powinien leżeć w przestrzeni parowej. Pierściona zwiwiają się z arkuszy tak, aby kierunek walcowania leżał poobwodowo.

Koleje pruskie stosują dwurzędne nicenie w łubki, na szew podłużny, biorąc łubkę wewnętrzną szerszą, a zewnętrzną możliwie wąską, dla lepszego doszczelnienia. Łubki są nieco cieńsze niż blacha kotłowa, a mianowicie łubka wewnętrzna o 3 mm, zewnętrzna o 1 mm. W Stanach Zjednocz. nitują szew podłużny trójrzędnie.

Grubość ścianek obliczamy podług prawideł hamburskich (T. I, str. 1006 i nast.), ścianka sitowata zaś miewa 26 do 28 mm. W. T. w § 95 zalecają **nadprężność pary** w parowozach wyższą niż 10 atm.; kol. prus. stosują 12 at, a w parowozach o silnikach sprzężonych 14 at, we Francyi, Włoszech i Stanach Zjednocz. 15 do 16 at.

Dzwon parowy, w parowozach też **zbieralnikiem** zwany, stoi przeważnie na przedniej części walczaka, o ile rozdział obciążenia na osie i t. p. nie wymaga odmiennego położenia, co jednak powodowałoby szkodliwe zwiększenie długości przewodów parowych. Zbieralnik (dzwon) miewa średnicę 600 do 700 mm, przy wysokości około 900 mm. Wycięcie płaszcza walczakowego usztywniamy wieńcem o przekroju równym połowie przekroju blachy wyciętej. Parowozy przeznaczone na trakty o małych pochyłościach budują się i bez zbieralników (dzwonów), a do kolei górskich naodwrot i z dwoma zbieralnikami (dzwonami), ponajczęściej ze sobą złączonymi, albo zastępują je większym, poziomym zbiornikiem pary, np. na kolejach austriackich, badeńskich, palatynackich i t. p. Aby z pary wydzielić krople wody porywanej, zakładają w zbieralnik (dzwon) przyrządy odkraplające, a więc przetaki lub czapkę odkraplającą.

Płomieniówki bywają w Niemczech gładkie, przeważnie żelazne, skowalne lub zlewne, wyciągane bez szwu, a niekiedy zaopatrzone w końcówki miedziane; w Anglii i we Włoszech zazwyczaj mosiężne; we Francyi znajdują szerokie zastosowanie płomieniówki ustroju Serve'go, t. j. od strony wewnętrznej wzdłuż żeberkowane. Żeberka

te, nie tylko zwiększają powierzchnię, stykającą się ze spalinami, lecz nadto część, bliżej grzbietu żeberka leżąca, jako bardziej odległa od wody kotła, zagrzewa się do wyższej temperatury, skutkiem czego stykający się z nią płomień nie przygasa tak, jak przy zetknięciu z płomieniówką gładką, o powierzchniach mniej gorących. Wynikiem ostatecznym będzie i lepsze spalanie i lepsza sprawność ciepłkowa. Średnice zewnętrzne i wewnętrzne płomieniówek gładkich bywają w parowozach zazwyczaj $40/45$, $41/46$ i $45/50$ mm (średnice zewnętrzne płomieniówek Serve'go 65 do 70 mm), a ilość 150 do 260, lecz w Stanach Zjedn. do 500. Szerokość przesmyku między dziurami w ścianie sitowatej 16 do 23 mm, a środki dziur leżą na przecięciach szeregu linii pionowych z dwoma szeregami linii odchylnych o 60° od pionu (p. T. I, str. 974, rys. 740).

Aby ułatwić wsuwanie i wysuwanie płomieniówek od przodu, nawet gdy się powierzchnie ich pokryją kamieniem kotłowym, dziury w ścianie od dymnicy wiercimy na średnicę o 2 do 3 mm większą, a od paleniska o 3 do 10 mm mniejszą niż zewnętrzną średnicę płomieniówki, której przedni koniec rozkładamy, tylny zaś zdławiamy do średnicy owych dziur. Osadzania płomieniówek w dziurach dokonywamy przez rozłożenie ich końcy za pomocą rozkładarki, przyczem od strony paleniska wyoblamy krawędzie płomieniówek, pozostawiając natomiast w dymnicy końce bez wyoblania. Stosując płomieniówki mosiężne osadzamy ich końce od strony paleniska przy pomocy tulei, wsadzanych w te końce. Płomieniówki układamy ze spadkiem do tyłu, a spadek ten na całą długość płomieniówki bywa 30 do 50 mm.

Położenie walczaka względem skrzyni paleniskowej ma być takie, aby, gdy podniebienie paleniskowe pokryte będzie warstwą wody, 150 mm grubą, w walczaku pozostawała jeszcze przestrzeń parowa wysokości $1/5$ do $1/4$ jego średnicy, a to stosownie do tego, czy dodano zbieralnik (dzwon) parowy, czy też nie.

4. Dymnica i komín (p. rys. 1013).

Dymnicy nadajemy zazwyczaj tę samą średnicę co walczakowi, a dymnica sitowata, wstawiona w pierwsze pierściono walczaka, zwraca się swą obłuczyną w stronę dymnicy. W Anglii zastępują dymnicę tę dnem sitowatym, łączącym się z pierwszym pierścieniem na wieniec kątownikowy. Dawniej robiono dymnice małe, bo tylko 600 do 800 mm długie, obecnie zaś zwiększają długość tę na 1000 do 2300 mm, ponieważ okazało się, iż wielka przestrzeń dymnicy przyczynia się znakomicie do ujednostajnienia próżni. Ścianki dymnicy są około 10 mm grube, z przodu zaopatrzone w wielkie drzwiczki szczelne, dające swobodny dostęp do płomieniówek. W dnie dymnicy mieści się lej z rurą spustową i szczelną klapą na osadzający się węgiel porywany ciągiem, a do przygaszenia rozpalonego jeszcze węgla służą zakrapiacze.

Parowe rury dolotowe, a gdy silnik jest sprężony, i rury prolotowe prowadzimy przez dymnicę, aby się para w nich nie skraplała, lecz raczej suszyła. Rury odlotowe prowadzimy do dymnicy, łącząc je na jej dnie, a spólna rura wylotowa wznosi się pionowo wprost do dyszy, albo też prowadzimy obydwie rury odlotowe prawie aż pod dyszę, łącząc je dopiero w tem miejscu w rozkraczkę lub rozczepkę, na której końcu siedzi owa dysza wylotowa.

Komin wraz z dyszą wylotową mają tworzyć strumienicę, t. j. rodzaj smoczka parowego, ciągnącego spaliny i wyrzucającego je przez komin na zewnątrz. Dlatego też komin powinienby otrzymać kształt gardzieli zwykłego smoczka, a więc zwężenie w dolnej swej części, a dysza dla pary wylotowej kształt stożka o pochyłości ścianek 1:10 względem pionu, wreszcie dysza musi stać poosiowo względem komina i poniżej jego zwężenia. Aby rozszerzyć przekrój strumienia pary, wylatującego z dyszy, stawiają ponad nią niekiedy poprzeczkę czworokrotną, której powierzchnie tworzą kąty 45° z pionem, a o te powierzchnie i o krawędź spodnią rozbija się strumień pary. Wskazaniem byłoby jednakże poprzeczkę tę zastąpić raczej stożkiem, poosiowo ponad dyszą utwierdzonym, którego wierzchołek kierowałby się w dół. Wierzech dyszy leży zazwyczaj ponad poziomem górnych płomieniówek, w długich jednakże dymnicach ustawiają go i niżej. Gdy ogień na przedniej części rusztu jest zbyt żwawy, należy dyszę opuścić niżej, a naodwrot wzniesić ją wyżej, gdy ogień jest żwawy na tylnej, oddrzwiczkowej części rusztu. Dysze nastawne znajdują naogół dość szerokie zastosowanie, w Niemczech małe, a w Stanach Zjedn. zamiast dysz nastawnych (które tam zupełnie nie są w użyciu) stosują bardzo często dysze wielokrotne, ponad sobą ustawiane.

Kominy walcowate wyrabiamy przeważnie z blachy 4 do 7 mm grubej, stożkowate natomiast z żeliwa o grubości ścianek 8 do 10 mm. Jak już wspomniano, stożkowatość komina jest pożądaną ze względów teoretycznych, w rzeczywistości jednak można i w kominach walcowatych osiągnąć wyniki prawie równie dobre.

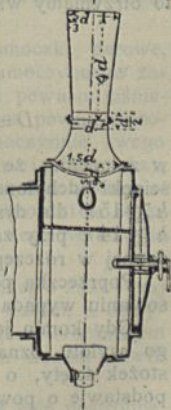
W rys 1013 wpisano najważniejsze wymiary komina, wyrażone w średnicy d prześwitu zwężenia kominowego. L. Troske *) podaje na opał węglowy dane poniższe, sprawdzone doświadczeniem. Oznaczając przez:

R całkowitą powierzchnię rusztów, w m^2 ,
 f_p sumę przekrojów płomieniówek, w m^2 ,
 f_w przekrój komina walcowatego, w m^2 ,
 f_s przekrój najmniejszy komina stożkowatego, o pochyłości ścianek 1:6, w m^2 ,
otrzymamy wzory:

$$f_w = \varphi_w f_p, \text{ oraz } f_s = \varphi_s f_p,$$

a wartości współczynników φ_w i φ_s dla danych wartości stosunku $R:f_p$, zestawiono w tablicy poniższej.

Rys. 1013.



*) O najkorzystniejszych wymiarach komina i dyszy w parowozach Glasers Ann. 1895.

Stosunek R/f_p	Wartość współczynników dla kominów	
	walcowatych φ_w	stożkowatych φ_s
3,3 — 3,6	0,405	0,270
3,9 — 4,2	0,459	0,306
4,5 — 4,8	0,486	0,324
5,1 — 5,4	0,500	0,333
5,7 — 6,0	0,513	0,342
6,3 — 6,6	0,526	0,351
6,9 — 7,2	0,540	0,360
7,5 — 7,8	0,553	0,369
8,1 — 8,4	0,567	0,378
8,7 — 9,0	0,580	0,387

Średnica dyszy bywa trzy razy mniejsza od najmniejszej średnicy kominu.

Borries natomiast podaje wzory osnute również na wynikach doświadczeń, a o tyle dogodniejsze w użyciu, że nie wymagają zacyzerpywania danych liczbowych z tablicy. Jeżeli oznaczymy przez:

R całkowitą powierzchnię rusztu, w m^2 ,

S sumę przekrojów płomieniówek, w m^2 ,

w średnicę wylotu dyszy, w m ,

D największą średnicę prześwitu kominu, w m ,

h wysokość od wylotu dyszy do wierzchu kominu, w m ,

to otrzymamy wzory:

$$w = 0,115 \sqrt{\frac{SR}{S + 0,1R}}, \text{ oraz}$$

$$D = 0,14h + 1,8w = \left(0,14 \frac{h}{w} + 1,8\right) w,$$

w założeniu, że komin rozszerza się w stosunku 1:10 (t. j. ma ścianki odchylone o $\frac{1}{20}$ od pionu), oraz że:

$h \geq 15w$ dla dyszy osadzonej w rozkracze,

$h \geq 14w$ przy zastosowaniu poprzeczki ponad dyszą lub dyszy osadzonej w rozcepce.

Poprzeczka ponaddyszowa bywa $0,1w$ szeroka, a przy jej zastosowaniu wypada zwiększyć średnicę dyszy o 10% .

Gdy komin jest niższy, niż poprzednio założono, to wymiary jego wylotu oznaczamy w sposób następujący: wyobrażamy sobie stożek ścięty, o założonej powyżej wysokości h i górnej (większej) podstawie o powyżej oznaczonej średnicy D , a o dolnej (mniejszej) podstawie (w poziomie wylotu dyszy) o średnicy $1,8w$. Płaszczyzna pozioma, przełożona przez wylot projektowanego niższego kominu, przetnie powierzchnię owego stożka w kole, które powinno być krawędzią wylotu kominu.

Kominy parowozowe otrzymują nieraz zawieradła nastawne dla czasowego przymknięcia lub zupełnego zamknięcia przelotu kominu.

Oprócz dyszy, działającej parą odlotową, należy wstawić w dymnicę jeszcze dmuchawkę, przez którą puszczamy strumień pary świeżej, w celu zwiększenia ciągu w czasie bezruchu silnika parowozowego, a więc na postojach, albo na wypadek, gdy ilość pary odlotowej nie starczy na wywołanie ciągu prawidłowego.

Urządzenia odiskierne są niezbędne tylko wtedy, gdy tego wymaga właściwość paliwa (W. T. § 103). Gdy dysza leży nisko, stosują stożek odiskierny z siatki, którego wierzchołek leży tuż ponad dyszą, a podstawa u spodu komina. Zamiast tego stożka, zwłaszcza gdy dysza leży wyżej, zakładają poziomo płaskie odiskierne siatki lub przetaki (z blachy dziurkowanej) na oprawie z krągownika lub płaskownika. Wreszcie gdy paliwo jest lekkie, a więc łatwo porywne, stosują osadniki odiskierne, obejmujące pierścieniowato górną część komina. Zwiększając przestrzeń dymnicową i powierzchnię rusztu, przysłabiamy wyrzucanie iskier.

5. Osprzęt kotła.

Podług W. T. § 96 do 101 na każdym parowozie mają się znajdować:

1. **Dwa przyrządy zasilające**, nawzajem od siebie niezależne, z których każdy z osobna ma dostarczać największą ilość wody, jaka może być potrzebna podczas jazdy. Jeden z tych przyrządów ma być zdalny do zasilania kotła i w czasie postoju.

Koleje pruskie dla parowozów do 140 m² powierzchni ogrzewanej przepisują wydajność 125 l/min.

Do zasilania parowozów stosują przeważnie smoczki parowe, a bywają one: 1) niedossawcze, niezdolne do samoczynnego zassania wody, która powinna do nich dopływać pod pewnym ciśnieniem; 2) wssawcze, t. j. zdolne do ssania wody na pewną wysokość, lecz w ustroju zwykłym nieponawiające samoczynnie swego działania, gdy się ono przypadkowo przerwie (plucie smoczka); 3) samochwytne (restarting-injector), które samoczynnie ponawiają swe działanie w razie przypadkowej przerwy. Smoczki te służą nie tylko do zasilania kotła, lecz i do zagrzewania wody w tendrze podczas mrozów.

Rury zasilające, zaopatrzone w zawory samoczynne, a zazwyczaj i w nastawne, łączą się z kotłem w przedniej jego części, a otrzymują nadto odnogi do polewania węgla, oraz odnogi ze śrubunkiem do kieszek przeciwpożarnych. Parowóz taki można każdej chwili użyć za sikwę pożarną.

Parę do obydwóch smoczków, a również na inne cele postronne, jako to do gwizdawki, dmuchawki i t. p., zaczerpujemy ponajczęściej z jednej wspólnej przyłączy na kotle.

Parę do ogrzewania pociągu bierzemy zazwyczaj z oddzielnej przyłączy, stojącej na kotle na zewnątrz budki silniczego (maszynisty). To samo dotyczy i pary do tętnika, jeżeli parowóz z jego pomocą ma sam czerpać wodę.

2. **Dwa przyrządy wodoskazoze**, a więc albo dwa szkła wodoskazowe, albo jedno takie szkło i przynajmniej dwa kurki dozorcze (probiercze). Przy szkłe wodoskazowem należy umieścić znak w najniższym dozwolonym poziomie wody. Parowozy, jeżdżące po szlakach bardziej pochyłych, powinnyby otrzymać kilka takich znaków, a mianowicie określających najniższy poziom wody na szlakach o rozmaitym spadku i wzniesieniu. Najniższy poziom wody powinien się wznosić ponad najwyższy punkt podniebienia skrzyni paleniskowej przynajmniej na 100 mm, i w tym poziomie też zakładają często dolny koniec widocznej części szkła wodoskazowego. Średni poziom wody leży 180 mm, najwyższy zaś 260 mm ponad owym najwyższym punktem skrzyni paleniskowej. Szkła wodoskazowe mają prześwit 8 do 10 mm, ścianki 2,5 do 3,5 mm grube, a długość 300 do 400 mm. Na wypadek pęknięcia szkła, obsada jego powinna być zaopatrzona w kurki nastawne, o rączkach złączonych drążkiem, by je mógł zamknąć bez narażania się na oparzenie. Lepiej spełniają tę czynność kulkowe zawory samoczynne, zamykające się same pod nadciśnieniem, jakie działa jednostronnie, t. j. z kotła, gdy szkło pęknie. Kurki te mają leżeć w poziomach, wznoszących się o 25 mm, względnie 375 mm ponad najwyższy punkt podniebienia paleniskowego. Tak kurki powyższe, jakoteż i dozorcze, otrzymują prześwity 8 do 10 mm, a mają one być w ten sposób urządzone, aby można je było przetykać drutem na wskroś, w celu oczyszczania. Aby ochronić służbę parowozową od skażenia odłamkami pękającego szkła wodoskazowego, należy je osłonić siatką drucianą lub dziurkowaną osłoną mosiężną, albo też stosować szkła wodoskazowe z siatką mosiężną, wtopioną w ich ścianki. Kurki lub zawory dozorcze ustawiamy w poziomach wody: najniższym, średnim i najwyższym, a wodę i parę, z przyrządów tych wytryskającą, odprowadzamy oddzielną rurką do popielnika lub paleniska. Należy rozróżniać istotny i pozorny poziom wody w kotle w zależności od tego, czy przepustnica jest zamknięta czy też otwarta. Obok wodoskazu ma się znajdować obsada na latarkę. Z. K. d. w § 62 zalecają umieszczać wodoskazy w połowie długości walczaka tych parowozów, które jeżdżą po szlakach z pochyłościami 60⁰/₀₀ lub jeszcze większemi (O wodoskazach por. T. I str. 1042 i n.).

3. **Dwa zawory bezpieczeństwa** (por. T. I str. 1040), z których jeden ma działać, gdy tylko prężność pary osiągnie granicy dozwolonej. Zawory te naciągają się bezpośrednio, albo też za pośrednictwem dźwigni, a do naciążenia używają prawie wyłącznie sprężyn, wyjątkowo chyba tylko naciążków (ciężarków). Zawór ma się podnosić przynajmniej na 3 mm ze swego siodła, a musi tak być urządzone, aby nadmierna nawet prężność pary w kotle mogła go tylko podnieść ze siodła, lecz nie zdołała go nigdy z siodła wyrzucić. Przelot swobodny przez zawór bezpieczeństwa powinien mieć przekrój nie mniejszy niż 1:12500 całkowitej powierzchni ogrzewanej.

4. **Jeden manometr** przeponowy lub rurkoprzężny ze znakiem na wskaźnicy, określającym największą, dozwoloną nadprężność pary.

Manometr stawia się na syfonie, a obok wypada urządzić przyłącze na manometr sprawdzający.

5 **Gwizdawka parowa** na kol. prusk. może wydawać dwa dźwięki odmienne, z których bardziej przytłumiony stosują podczas przeżdżania. Na kolejach drugorzędnych, z przejazdami niestrzeżonymi, parowozy otrzymują przyrządy dzwoniące, napędzane parą.

6. Kotły parowozowe podlegają tym poszczególnym ustępom ogólnych praw i przepisów o kotłach parowych (p. T. I. str. 1049 i n.), jakie ich dotyczą.

Ponadto na parowozach (podl. W. T. § 108) należy wyraźnie oznaczyć największą dozwoloną prędkość jazdy, zależną od ich ustroju, nazwę zarządu, będącego właścicielem parowozu wraz z numerem porządkowym, nazwę wytwórcy i rok budowy wraz z numerem fabrycznym.

7. **Kurki spustowe** stawiają się bądź to jeden po prawej drugi po lewej stronie, bądź też zastępują je jednym spólnym poosiowo leżącym, a mianowicie w przedniej ścianie paleniskowej, gdy ruszt jest pochyły, a w tylnej, gdy ruszt jest poziomy. Na kolejach pruskich kurki te otrzymują na zewnątrz końcówki z gwintem zaoblonym, 52,5 mm średnicy rdzenia, przy skoku 3,75 mm, a to dla możliwości przyłączania śrubunku kieszek przy napełnianiu kotła. Oprócz właściwych kurków spustowych przy dnie kotła, urządzają też w poziomie średnim wody kurki do spuszczenia piany, tworzącej się na powierzchni wody wrzącej.

8. **Wyczystki** wypada urządzić: w najniższym punkcie walczaka, w płaszczu paleniskowym na poziomie podniebienia skrzyni paleniskowej, przy wszystkich czterech narożnikach dolnej części płaszcza paleniskowego, wreszcie w dnie sitowatym od strony dymnicy. Czasami dodają nadto małe włazy u spodu walczaka. We wieńcu paleniskowym, o ile popielnik nie czyni go niedostępnym, pożądane są wyczystne korki gwintowane.

9. **Przepustnica** *) posiada zazwyczaj zasuwę, leżącą możliwie wysoko w zbieralniku (dzwonie). Taką zasuwę odciążoną zastępują w Stanach Zjedn. zaworem dzwonowatym. Do odciążenia zasuwy służy otwór 7 mm długi, a 25 do 35 mm szeroki, wycięty w zasuwie, a zasłonięty dodatkową zasuveczką. Otwierając zasuwę, widełki przesuwnicze odsuwają naprzód ową zasuveczkę, skutkiem czego para przechodzi na drugą stronę zasuwy i odciąża ją, poczem dopiero zasuveczka zabiera swym ksiukiem zasuwę właściwą i przesuw ją w stanie już odciążonym. Otwarta zasuwa daje przelot o przekroju równym 0,06 do 0,08 czynnej powierzchni tłoka. Oprócz pary dociska zasuwę sprężyna, pozwalająca unosić się zasuwie z jej gładzi pod naciskiem przeciwpary. Maźniczkę owej zasuwy umieszczają zazwyczaj na wierzchu zbieralnika (dzwonu). Zasuwa otrzymuje swój ruch za pośrednictwem widełek przesuwniczych, osadzonych na wałku poziomym, 40 do 45 mm średnicy, który jednym

*) Jest to właściwie zasuwa na przewodzie parowym, a nie przepustnica (pokrętła); zostawiamy jednak tę nazwę, używaną powszechnie w kolejnictwie.

końcem leży w łożysku, mieszczącym się we łbie przepustnicy, drugim zaś przechodzi na zewnątrz, przez dławnicę, na środek stanowiska silniczego (maszynisty), gdzie posiada korbę do pokręcania.

W małych parowozach stosują i zasuw nieodciążane, a natenczas zazwyczaj o przelocie trójkątnym, przesuwane za pośrednictwem przesuwnika i z boku leżącej dźwigni. W Stanach Zjedn. zaopatrują korbę przepustnicy w wechwycik zatrzymujący się w międzyzębiach łuku uzębionego.

10. Przewód dolotowy, o średnicy 100 do 140 mm wychodzi z przepustnicy i za pośrednictwem rury kolankowej wstępuje do dymnicy, gdzie w rozczepce rozszczepia się na dwie odnogi 90 do 120 mm średnicy, wiodące parę do cylindrów. Aby wahanie prężności pary w skrzynkach suwakowych nie były nadmierne, zaleca się dostatni przekrój rur dolotowych. Rury przelotowe, będące zarazem przelotniami silników sprzężonych, wiodą się przez dymnicę, a średnica ich bywa 140 do 170 mm. **Rury odlotowe** miewają średnicę 130 do 200 mm. Przekroje rur dolotowych i odlotowych są w przybliżeniu równe połom wlotek i wylotek gładzi suwakowej. Łeb przepustnicy, rura kolankowa i rozczepka bywają żeliwne, pozostałe zaś rury robiono dawniej miedziane, obecnie zaś przeważnie zlewno-żelazne.

Jako uszczelki na złączach rur i osprzętu stosują ponajczęściej soczewki.

11. Osłona kotła, mająca go chronić od strat ciepła, wyrabia się przeważnie z blachy żelaznej, lakierowanej (czasami z blachy lśniącej, nie wymagającej lakierowania), 1 do 1,5 mm grubej, a ułożonej w odstępach 30 do 40 mm od ściany kotłowej. Blacha ta wspiera się na kołkach żelaznych, utrzymujących prawidłowy jej odstęp od ścianki kotłowej, a otulinę kotła tworzy zazwyczaj sama warstwa powietrza, zawarta w tym odstępach, czasami jednak wypełniają też ową przestrzeń masami otulczymi, np. pilśnią, wołłokiem, drzewem, pilśnią azbestową, magnezją i t. p. Szwy między arkuszami osłony przekrywają się opaskami, 50 mm · 2 mm przekroju, przytrzymującami zarazem samą osłonę. By snadniej dostrzedz pęknięcie zespórek, pozostawiają na wprost ich wywierców (por. str. 381) małe dziurki w osłonie.

Przepisy rosyjskie, dotyczące osprzętu i przynależności parowozów, streszczono na str. 214 i 215.

c. Silnik parowozowy.

1. Siła pociągowa i moc.

1. Średnią siłę pociągową Z w kg, niezbędną do poruszania danego pociągu, w danych warunkach (prędkości jazdy, pochyłości i krzywości toru) oznaczamy podług str. 232 i n.

Stosunek największej siły pociągowej Z_m w kg, podczas jednego obrotu, mierzonej na obwodzie kół silnikowych *) do średniej siły pociągowej Z , określamy wzorem:

*) Z zestawów kół napędnych pierwszy, napędzany bezpośrednio od silnika, zwiemy silnikowym, dalsze zaś dowiązanymi.

$$\frac{Z_m}{Z} = \frac{\pi}{4} \left(\sqrt{2} + \frac{s}{2l} \right) = 1,11 + 0,78 \lambda,$$

w którym oznacza: s skok tłka, l długość goleni korbowej, $\lambda = s : 2l = r : l$.

Podczas jednego obrotu korby pojawiają się największe siły pociągowe cztery razy, a mianowicie kolejno w wartościach: $1,11 Z$, $(1,11 - 0,78 \lambda) Z$, $1,11 z$ i $1,11 + 0,78 \lambda \cdot Z$. Ponajęźciej bywa

$$\lambda = r : l = 1 : 5,5 \text{ do } 1 : 9.$$

2. Siła pociągowa Z_a na ruszenie z miejsca. Oznaczmy przez:

W_a opór w samym początku ruszania, w kg,

W opór, odpowiadający średniej sile pociągowej Z , po rozbiegu i ustaleniu się prędkości jazdy, w kg,

Q_s całkowitą wagę pociągu, wraz z parowozem i tendrem, w t,

t czas niezbędny na rozbieg, w sek.,

$v = V : 3,6$ ustaloną prędkość jazdy w m/sek., jeżeli V jest tą

że prędkością w km/godz.,

g przyspieszenie ciężkości = 9,81 m/sek²,

a otrzymamy podług Grove'go niezbędną siłę pociągową na ruszenie pociągu z miejsca, średnią dla jednego obrotu, w kg:

$$Z_a = \frac{1000 Q_s v}{g t} + \frac{W + 2 W_a}{3},$$

największość zaś teje siły podczas jednego obrotu:

$$Z_{am} = \frac{Z_m}{Z} Z_a.$$

Zazwyczaj liczą, że $Z_a \cong Z + 1000$ (do 1500) kg.

Jeżeli L_1 oznacza wagę napędną parowozu (sumę nacisków wszystkich kół napędnych), a μ współczynnik tarcia między kołem a szyną ($\mu = 1/7$ do $1/5$, średnio $\mu = 0,15$), to możemy obliczyć największą siłę pociągową na ruszanie z miejsca, podług wzoru:

$$Z_{am} < \mu L_1 \dots \dots \dots 1)$$

Siłę tę możemy zwiększyć przez zwiększenie wartości μ , posypując szyny piaskiem z piasecznicy parowozowej. W Stanach Zjedn. liczą $\mu \cong 1/4$, zakładając jednocześnie, że średnia prężność wskazana $p_i = 0,85 p$, t. j. prężności pary w kotle.

3. Siła pociągowa, obliczona z mocy silnika. Jeżeli oznaczymy przez:

d średnicę tłka, w cm, a w silniku sprężonym średnicę tłka niskoprężnego,

s skok tłka, w cm (p. str. 399),

D średnicę okręgu tocznego kół silnikowych w cm (p. str. 401),

p_i średnią nadprężność wskazaną, w at,

p nadprężność w kotle, w at,

η sprawność silnika (wskazano pożytkową),

to średnia siła pociągowa z , jaką silnik wytwarza na obwodzie kół napędnych, będzie:

$$\left. \begin{aligned} z &= \eta p_i \frac{d^2 s}{D} \text{ w silnikach bliźniaczych} \\ z &= 0,5 \eta p_i \frac{d^2 s}{D} \text{ w silnikach sprężonych} \end{aligned} \right\} \dots \dots 2)$$

A na odwrót, gdy znaną jest niezbędna siła pociągowa Z , oznaczamy średnicę tłoków ze wzorów:

$$d = \sqrt{\frac{ZD}{\eta p_i s}} \quad \text{dla silników bliźniaczych}$$

$$d = \sqrt{\frac{ZD}{0,5 \eta p_i s}} \quad \text{dla silników sprzężonych}$$

Na stosunek $\eta p_i : p$ podaje Borries *) wartości poniższe:

Rodzaj parowozu	Silnik bliźniaczy	Silnik sprzężony Stosunek objętości cylindrów			
		1 : 2	1 : 2,35	1 : 2,5	1 : 2,9
Osobowy lub pociągowy	0,50	0,44	0,42	0,40	0,38
Towarowy lub przyczepowy	0,60	0,50	0,48	0,45	0,40

Dane powyższe obliczono w założeniu stosunków napełnienia 0,3 do 0,4 w silnikach bliźniaczych, a 0,5 do 0,6 w sprzężonych. Napełnienia takie nie są oszczędne, lecz mają na celu wytworzenie wielkiej siły pociągowej. Obliczone na tej zasadzie średnice tłoków są zatem już możliwie małe. Przy ruszaniu z miejsca napełnienia bywają jeszcze większe (ϵ_{\max} do 0,7, przyczem wartość $\eta p_i : p$ dosięga 0,7, w Stanach Zjedn. liczą do 0,85), a stawidło powinno dozwalać nastawienie suwaków na owo napełnienie największe, aby istotnie wytworzyć niezbędną siłę pociągową Z_a .

4. **Z wydajności kotła** obliczamy siłę pociągową na podstawie wzoru:

$$Z = \frac{75 N}{v}, \dots \dots \dots 4)$$

jeżeli wprowadzimy w niego za N wartość obliczoną podług stosunków $N : H$, podanych na str. 379. O wydajności kotłów parowozowych p. tabl. str. 956 i 957 T. I.

5. **Stosunek objętości cylindrów silnika do powierzchni ogrzewanej kotła $C : H$** powinien posiadać taką wartość, aby silnik przy najwłaściwszym napełnieniu, a więc pracując z najkorzystniejszą sprawnością, zużywał całkowitą, największą ilość pary, jaką kocioł może wytworzyć. natenczas bowiem dla danego kotła silnik pracuje najmocniej, czyli moc silnika stanie się największością.

Wartości z tablicy poniższej, dotyczące parowozów osobowych i pociągów dają dobre wyniki dla parowozów, przeznaczonych na szlaki równinne, a więc jeżdżących z wielką prędkością. Z wartości tych otrzymane wymiary cylindra większe niż podług wzoru 3). Dla innego rodzaju parowozów wartości z tablicy dają wyniki mniej ściśle, zawsze jednak będą one wskazówką do poprawek i sprawdzania wyników, otrzymanych podług wzoru 3).

*) Eisenb. Techn. d. Gegenw., rozdział o parowozach, str. 56.

Wartości C: H.

Rodzaj parowozów	Bliźniaczy czy sprzężony	W zwykłych warunkach (na tężeniu i wymiarach)	Przy nadzwyczajnej wydajności paleniska, albo przy wyższej prężności pary lub większym jej rozprężaniu
Osobowe i pospieszne			
$\frac{2}{3}$ i $\frac{2}{4}$ wiązane	bliźn.	0,75 do 0,80	} do 1,05
$\frac{2}{5}$ wiąz. 4 cylindrowe		sprz. 0,80 " 0,85	
$\frac{3}{4}$ i $\frac{3}{5}$ wiązane	—	0,65 " 0,75	—
Towarowe.		1,00 " 1,05	
takież	bliźn.	0,80 " 1,00	" 1,05
Tendzaki kol. głównych.	sprz.	1,00 " 1,05	" 1,10
Tendzaki kol. drugorzęd.	bliźn.	0,90 " 1,00	" 1,20
	bliźn.	0,85 " 1,00	—

Na ogół, t. j. podczas jazdy w zwykłych warunkach ważnym będzie najmniejszy z wyników wzorów 1) do 4). Czasowo jednakże, np. w czasie jazdy pod strome wzniesienia, silnik wydaje więcej mocy, niżby odpowiadało zwykłej wydajności kotła.

Gdyby siła pociągowa Z, obliczona z wydajności kotła i silnika, miała być dla danego parowozu większa od siły pociągowej Z, obliczonej podług wagi parowozu, byłoby to wskazówką, że parowóz taki nie byłby zdolny wyzyskać całej swej siły na szlakach zwykłych, a nadawałby się raczej na szlaki zębnicowe.

6. **Waga L parowozów** podobnego ustroju w stanie roboczym, pozostaje przybliżenie w prostym stosunku do powierzchni ogrzewanej, a mianowicie można średnio liczyć po 400 kg na 1 m². W parowozach o bardzo wielkiej powierzchni ogrzewanej stosunek ten bywa mniejszy, spadając do 250 kg na 1 m². Stosunek ten L: H w parowozach kol. prusk. bywa:

osobowy bliź. $\frac{2}{3}$ wiąz.	346	towarowy, bliź. $\frac{4}{4}$ wiąz.	356
" sprz. $\frac{2}{3}$ wiąz.	378	" (Mallet) $2 \times \frac{2}{2}$	400
" bliź. $\frac{2}{4}$ wiąz.	384	a tendzaki bez zapasu węgla i wody:	
pospiesz. sprz. $\frac{2}{4}$ wiąz.	420	osobowy $\frac{2}{3}$ wiąz.	394
" 4 cyl. $\frac{2}{5}$ wiąz.	357	" $\frac{2}{4}$ wiąz.	476
towarowy bliź. $\frac{3}{3}$ wiąz.	308	towarowy $\frac{3}{4}$ wiąz.	465
" sprz. $\frac{3}{3}$ wiąz.	322	kol. drugorz. $\frac{3}{3}$ wiąz.	420
" bliź. $\frac{3}{4}$ wiąz.	392	ustr. Hagans'a $\frac{5}{5}$ wiąz.	475

Podług G. Meyer'a stosunek mocy parowozu w MK do jego wagi w tonach bywa 7 do 15, a to zależnie od największej prędkości jazdy.

2. Parowozy sprzężone.

W porównaniu z bliźniaczymi parowozy sprzężone wyzyskują lepiej zacieśnioną przestrzeń konstrukcyjną, zakreślona przez obry-

sie, pracują oszczędniej, zwłaszcza w pełnym biegu. Przy jednakowej, pełnej prędkości parowóz sprzężony wydaje moc większą, a przy jednakowej mocy może on jeździć prędzej. Dlatego też parowozy o silnikach sprzężonych znajdują coraz to szersze zastosowanie.

Natomiast parowóz bliźniaczy odznacza się większą siłą pociągową przy mniejszych prędkościach, a zatem zwłaszcza przy ruszaniu z miejsca. Rozbiegu, czyli doprowadzenia pociągu z postoju do pełnego biegu, dokona zatem parowóz bliźniaczy w krótszym przeciągu czasu. A więc czas i droga rozbiegu będą krótsze dla parowozu bliźniaczego. Ustrój bliźniaczy zalecałby się zatem do parowozów przerzadczych i stacyjnych wogóle, a również do pociągów o częstszych przystankach lub zmiennych prędkościach.

By skorzystać z zalet obydwóch tych ustrojów, budują też parowozy sprzężone tak, aby w razie potrzeby, cylindry sprzężone mogły czasowo pracować bliźniaczo, a więc przy ruszaniu z miejsca, pod strome wzniesienia i t. p. Do takiego przeinaczania silnika sprzężonego na bliźniaczy służą swoiste przyrządy bliźniaczące.

Odmiany ustrojów w parowozach sprzężonych.

Uwaga. Cylinder wysokoprężny (mały) oznaczają będziemy określeniem C. W., niskoprężny zaś (duży) C. N.

a) 2 cylindry: zwykle prawy C. W., lewy C. N.;

b) 3 cylindry: albo 1 C. W. wewnątrz, 2 C. N. zewnątrz;
albo 2 C. W. zewnątrz, 1 C. N. wewnątrz;

c) 4 cylindry: α) 2 C. W. zewnątrz, 2 C. N. wewnątrz, każda para cylindrów leży w innym przekroju poprzecznym i napędza inną oś (de Glehn, Cole);

β) 2 C. W. wewnątrz, 2 C. N. zewnątrz, wszystkie napędzają tę samą oś (Borries, Vauclain);

γ) po każdej stronie spółtłoczyskowo 1 C. W. i 1 C. N. (państw. kol. Węgier., Stany Zjedn.);

δ) po każdej stronie, ponad sobą, działa na spólny krzyżulec 1 C. W. i 1 C. N. (Vauclain);

ε) 2 C. W. na ostoi (ramie) parowozu, 2 C. N. na zwrotnym półwozaku (Mallet-Rimrott).

Rurę przelotową, która zastępuje przelotnię, prowadzą najczęściej przez dymnicę.

Stosunek objętości cylindrów w parowozach dwucylindrowych nie przekracza 1:2 do 1:2,25, we wielocylindrowych 1:3.

Napełnienia obydwóch cylindrów w parowozach dwucylindrowych bywają takie, aby każdy z cylindrów wykonywał połowę pracy. Stawidła przestawia się zazwyczaj nawzajem tak, aby przy napełnieniu 40% C. W., napełnienie C. N. było 50 do 60%; nowsze doświadczenia *) zdają się jednak wskazywać, że nieco większe napełnienie C. N. powiększyłoby sprawność.

Rozrząd pary. W parowozach dwucylindrowych stawidła obu cylindrów przestawiają się nawzajem w sposób powyżej już podany. W parowozach wielocylindrowych stawidła poszczególnych cylindrów

*) Org. f. Fortschr. 1896, str. 205 i Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1899 str. 413.

dają się zazwyczaj przestawiać dowolnie względnie do pozostałych, niekiedy jednak, np. w ustroju Kuhn'a lub Webb'a, C. N. otrzymuje napełnienie niezmiennie np. 70%.

Obydwa suwaki są bez przysłonięcia (przysłonu), a suwak C. W. otrzymuje nawet przysłonięcie odjemne (niedosłon) do 8 mm (por. str. 884 T. I).

Urządzenie do rozruszania *) silnika jest niezbędne w parowozach, posiadających tylko 1 C. W., a polega ono bądźż to na wpuszczaniu pary świeżej do C. N. (zbliżniczenie cylindrów), bądźż też na usunięciu przeciwprężności pary z poza tłoka C. W. Dawniej stosowano przeważnie urządzenia, w których, przez wysunięcie nastawiaka w położenie skrajne, następowała samoczynnie działalność bliźniacza. Obecnie oddają pierwszeństwo przyrządom bliźniaczającym, przestawianym niezależnie od położenia nastawiaka stawidłowego.

W parowozach czterocylindrowych stosują urządzenia, pozwalające pracować parą świeżą dowolnie, bądźż to wyłącznie obydwoma C. W., bądźż też obydwoma C. N.

3. Przykład obliczenia **).

Parowóz pospieszny, sprzężony średniotorowy do napędzania pociągu o 20 osiach, po 7,5 t, z prędkością 90 km/godz. na torze poziomym.

Opór pociągowy na 1 t, podł. str. 224 będzie;

$$w_0 \cdot 2,5 + 0,001 V^3 = 10,6.$$

Wagę tendra oceniamy na $T = 30$ t, a wagę parowozu czteroosiowego na $L = 48$ t.

Waga całego pociągu będzie zatem:

$$Q_g = Q + T + L = 20 \cdot 7,5 + 30 + 48 = 228 \text{ t,}$$

a niezbędna siła pociągowa: $Z = 228 \cdot 10,6 = \infty 2420$ kg.

A że prędkość $v = 90 : 3,6$ m/sek, więc parowóz powinien posiadać moc:

$$N = \frac{2420 \cdot 90}{75 \cdot 3,6} = 807 \text{ MK.}$$

Średnicę koła napędnego dobieramy podług wzoru G. Meyer'a (p. str. 401), a mianowicie:

$$D = V + 100 = 90 + 100 = 190 \text{ cm,}$$

a z niej obliczamy ilość obrotów na sekundę:

$$n_1 = \frac{90}{3,6} \cdot \frac{1}{1,9\pi} = 4,2 \text{ na sek.}$$

Licząc, podł. str. 379, że każdy m² powierzchni ogrzewanej starczy na 7,1 MK, otrzymamy:

$$\text{potrzebną powierzchnię ogrzewaną: } 807 : 7,1 = 112 \text{ m}^2.$$

Podług str. 395 istotna waga parowozu będzie: $112 \cdot 420 \text{ kg} = 47 \text{ t}$, a więc o 1 t mniej, niż założyliśmy.

Powierzchnia rusztu, w założeniu $H : R = 54$ (p. str. 379) będzie $112 : 54 = \infty 2,1$ m².

Skok tłoka (p. str. 399) ma być: 0,30 do 0,34 D , a więc 570 do 648 mm; dobieramy wartość przybliżenie średnią, czyli 600 mm.

Średnice tłoków. Objętość cylindra wysokoprężnego, podł. str. 395, oceniamy po

*) Glasers Annal. 1897 II. str. 41.

**) Szereg przykładów podobnych podano w Eisenb. Techn. d. Gegenw., w rozdziale o parowozach.

0,88 l na każdy m³ powierzchni ogrzewanej, a więc na: $0,88 \cdot 112 = 98,6$ l. A że objętość cylindrów:

$$C = \frac{\pi d^2}{4} \cdot s = 98,6 \text{ (wszystkie miary w cm), więc}$$

$$d = \sqrt{\frac{98,6 \cdot 4}{\pi}} = 4,6 \text{ cm} = 46 \text{ mm.}$$

Cylinder niskoprężny, w założeniu stosunku objętości 1:2,1, otrzyma średnicę ≈ 670 mm.

Wprawdzie wzór 2) ze str. 393 dałby wyniki mniejsze, bo średnicę tylko 385 mm, przy których parowóz mógłby jeszcze wydać moc niezbędną, lecz z gorszą sprawnością. Podobnie zmniejszone rozmiary cylindrów mogłyby zatem być właściwe jedynie w przypadku, gdyby parowóz tylko przez krótkie okresy czasu i wyjątkowo miał wydawać moc powyżej określonej.

Waga napędna. Siła pociągowa (podł. str. 393) na ruszanie z miejsca będzie:

$$Z_a \geq Z + 1000 \text{ do } 1500 \text{ kg} \\ \geq 2420 + 1000 \text{ do } 1500, \text{ czyli } 3420 \text{ do } 3920 \text{ kg.}$$

Licząc niekorzystnie, t. j. większą z tych wartości, a współczynnik tarcia $\mu = 0,15$, otrzymamy żądaną wagę: $Q_r = 3920 : 0,15 = \infty 26000$ kg. Wagę tę rozdzielamy na dwie osie, biorąc ich naciski z zapasem po 15 t, zamiast obliczonych 13 t.

Siły, wywieranej przez silnik, do ruszania z miejsca sprawdzać nie potrzebujemy, bo w silnikach sprzężonych, gdy pracują bliźniaczo, bywa ona o tyle za wielka, że wypada zawsze do cylindra niskoprężnego wpuszczać parę przydławioną, aby zapobiec poślizgiwaniu się kół.

Uwaga. Gdybyśmy silnik sprzężony zastąpili bliźniaczym, o średnicy cylindrów 430 mm, to podł. str. 393 byłoby:

$$s = Z_a = 0,7 \cdot 12 \cdot \frac{43^2 \cdot 60}{190} = 4850 \text{ kg,}$$

czyli największa siła pociągowa, wytworzona na obwodzie tocznym kół (p. str. 393).

$$Z_{am} = 4850 \frac{Z_m}{Z} = 4850 \cdot 1,16 = 5625 \text{ kg.}$$

Siła ta nie powodowałaby poślizgiwania się kół dopiero przy współczynniku tarcia:

$$\mu \geq \frac{5625}{30000} = 0,188 = \frac{1}{5,3},$$

którą to wartość w razie potrzeby możemy osiągnąć, posługując się piasecznicą parowozu.

Średnia prędkość tłoka na min. będzie:

$$(4,2 \cdot 60) \cdot 2 \cdot 0,6 = 302,4 \text{ m/min., a więc nie nadmierna.}$$

4. Cylindry i tłoki.

Cylindry parowozowe odlewamy przeważnie z żeliwa o wytrzymałości $K_s \approx 18 \text{ kg/mm}^2$; w Stanach Zjedn. dodają do żeliwa stali. Cylindry leżą najczęściej poziomo, po zewnętrznej stronie ostoi (ramy), w przedniej jej części. Zewnętrzne cylindry pochyłe (do $1/12$ względem poziomu) stosujemy w parowozach sprzężonych ze względu na obrysie taborowe, wewnętrzne zaś, o ile leżeć muszą ponad inną osią. Wśród ostoi (ramy) układają zazwyczaj tylko niektóre cylindry silników wielocylindrowych, w Anglii jednakże nawet cylindry parowozów dwucylindrowych.

W najniższych punktach tak cylindrów jak i skrzynki suwakowej należy umieścić kurki lub zawory spustowe, otwierane łącznie za pośrednictwem drążków ze stanowiska silniczego (maszynisty). Dodają też w ścianie kanału odlotowego dziurkę o małym prześwicie, z rurką ściekową, stale otwartą. W parowozach na trakty spa-

dziste urządzają zawory napowietrzające, a w Stanach Zjedn. zawory oblotowe. Na cylindrach niskoprężnych stawiamy zazwyczaj zawory bezpieczeństwa, łączące się z napowietrzającymi, a naciążane w przybliżeniu na 6 at.

Grubość ścianek cylindra zwiększamy o ∞ 12 mm, względnie do obliczonej, a to w przewidywaniu przetaczania cylindrów w przyszłości. Grubość ta δ , bywa w mm, przy średnicy cylindra d w mm:

$$\text{wysokoprężnego: } \delta = 0,025 d + 15 \text{ mm,}$$

$$\text{niskoprężnego: } \delta = 0,015 d + 15 \text{ mm.}$$

Skok s tłoka przy średnicy D tocznego okręgu kół napędnych bywa:

$$s = 0,30 \text{ do } 0,34 D \text{ w parowozach osobowych, a}$$

$$s = 0,45 \text{ do } 0,55 D \text{ w parowozach towarowych.}$$

Ze względu jednak na dolne stopnie obrysia taborowego, by w nie łbice goleni i wiązeł nie wkraczały, różnica $D - s$ powinna nie być mniejsza od 460 mm.

Tłok i tłoczysko wyrabiamy ze stali zlewnej, o wytrzymałości $K_g = 50$ do 60 kg/mm², przy rozciągnięciu $\varphi \leq 20\%$. Tłoczysko osadzamy w tłoku, dociągając je naśrubkiem, siedzącym na gwincie tłoczyska, albo też wsadzamy tłoczysko na gorąco, a wystający jego koniec rozkuwamy w kształt płaskiego nakówka. Średnica tłoczyska bywa 0,16 średnicy tłoka, w silnikach sprzężonych 0,16 tłoka wysokoprężnego. Samoprężne pierścienie z miękkiego żeliwa miewają przekrój 12 do 16 mm na 25 do 30 mm.

Dławnię dławnicy tłoczyskowej nabijamy zazwyczaj szczeliwem metalowem.

Krzyżulec robi się bądź to z żelaza skowalnego, z łyżwami żeliwnymi, bądź też cały z odlewu stalowego, a łyżwy otrzymują wykład ze spiżu, lub z metalu białego, zwłaszcza ze stopu Babbit'a. Ilość przewodnic krzyżulcowych bywa rozmaita: niekiedy stosują jedną, najczęściej dwie, a nawet i cztery przewodnice.

Goleń korbowa i wiązła, ze stali zlewnej, miewają przekroje pełne prostokątne, albo też przez wygryzowanie obrobione na dwuteowe. (Szczegóły p. T. I str. 920 rozdział C.).

5. Stawidła.

Rozrząd pary w silnikach wogóle objaśniono w T. I str. 881 i dalsze.

Do parowozów stosują się przeważnie **stawidła jarzmowe**, a suwaki płaskie, rzadziej tłokowe, wyjątkowo oddzielne suwaki wlotowe i wylotowe, zbliżone do stawidła Corliss'a, np. francuski ustrój Durant-Lencauchez.

Najwięcej zastosowania znajdują stawidła układów: Stephenson'a, Gooch'a, Allan'a, Heusinger'a i Joy'a. W trzech pierwszych z wymienionych powyżej układów bywa: mimośrodkie (mimośrodkowość) $r = 50$ do 80 mm, przyston zewnętrzny $e = 15$ do 30 mm, wewnętrzny $i = 0$ do 10 mm, kąt przodowania 10° do 35° ; przekrój

włotki, przy zastosowaniu suwaka z przewodem $f = 1/15$ czynnej powierzchni tłoka, a pod suwakiem nieckowatym do $1/12$. Szerokość włotki i wylotki obieramy w cylindrach wysokoprężnych o 60 do 100 mm, a w niskoprężnych aż do 200 mm mniejszą od średnicy cylindra. Podług tak dobranej szerokości oznaczamy drugi wymiar, t. j. rozbrzeżność włotki i wylotki. Przekrój kanału odlotowego bywa 1,5 do 2 razy większy od wylotki.

Suwaki, ponajczęściej z przewodami, ustroju Trick'a, a większe odciążone, bywają ze spiżu (które się jednak okazały niowłaściwymi na traktach spadzistych), często wylewane metalem białym, albo wreszcie z miękkiego żeliwa. Suwaki płaskie, przeważnie odciążane, stosują się zwłaszcza do cylindrów wysokoprężnych, tłokowe zaś na parę przegrzaną. Smar doprowadza się ze stanowiska silniczego (maszynisty) za pośrednictwem smarownic parowych, a nawet smarownic wtlaczających, niezbędnych zwłaszcza dla pary przegrzanej.

Do nastawiania jarzma służą przeważnie **nastawnice śrubowe**, o śrubie pokręcającej korbą, a w parowozach przerządzących proste nastawnice dźwigniowe, które w Stanach Zjedn. znajdują jeszcze ogólne zastosowanie. W Anglii stosują nawet nastawnice napędzane parą. By ułatwić przestawianie stosują odciążki, w Ameryce zaś sprężyny, które mają zrównoważyć ciężary, podnoszone lub opuszczane podczas przestawiania.

Drążki stawidłowe wyrabiamy ponajczęściej z żelaza zlewne, przeguby wykładamy tulejami ze stali lub bronzu niefosforzonego, a siedzące w nich sworznie stalowe utwardzamy przez nawęglanie.

6. Zestawy napędne oraz ich odciążki.

Osie otrzymują kształt zależny od położenia cylindrów na zewnątrz lub na wewnątrz ostoi (ramy), a mianowicie do cylindrów zewnętrznych oś może być prosta, do cylindrów wewnętrznych natomiast musi być wykorbiona, a ustrój taki znajduje zwłaszcza w Anglii szerokie zastosowanie. Należy unikać wszelkich ostrych odsadzek lub zatoczeń na osi, która, ściśle biorąc, jest wałem, zwłaszcza gdy cylindry leżą na wewnątrz. Tworzywem (materiałem) na te osie jest przeważnie stal zlewna, o zawartości węgla 0,25 do 0,3%, o wytrzymałości $K_z > 50$ do 60 kg/mm², a rozciągnięciu $\varphi > 20\%$. Jeżeli przez P w t oznaczymy całkowity nacisk podczas postoju, działający na oś, a przez D średnicę w mm tocznego okręgu koła, to otrzymamy (podł. Borries'a) na średnicę d osi w piącię, przy czopach zewnętrznych, względnie na średnicę d sztyj wewnętrznych, wzory:

$$d = 6 \sqrt[3]{P(D + 500)} \text{ mm na osiach napędnych, a}$$

$$d = 65 \sqrt[3]{P} \text{ mm na osiach tocznych.}$$

Rozłożenie ciężaru parowozu na poszczególne osie powinno być takie, aby wszystkie osie napędne, a więc silnikowa i dowiązane,

podlegały możliwie jednakowym naciskom, podczas gdy naciski na osie toczne bywają zazwyczaj mniejsze. Jednakże przednia oś toczna powinna przejmować w parowozach trzyosiowych przynajmniej $\frac{1}{4}$, a w mających więcej osi przynajmniej $\frac{1}{3}$ ogólnej wagi parowozu. Półwózek toczny, dwuosiowy, powinien podobnie przejmować w parowozach dwuwiązanych przynajmniej $\frac{1}{3}$, a w trójwiązanych przynajmniej $\frac{1}{4}$ całkowitej wagi parowozu. Do prawidłowego rozłożenia ciężaru parowozu na poszczególne osie służą dźwignie.

Koła odlewamy przeważnie z żelaza zlew nego lub stali, w postaci kół sprychowych; wyjątkowo tylko wyrabiają się one jeszcze z żelaza skowalnego. Koła nasadzamy na oś w tłoczkach hydraulicznych naciskiem 60 do 100 t, który na kolejach pruskich określono w zależności od średnicy osi, licząc na każdy jej mm po 300 kg. Korby kół silnikowych przestawiamy wzajemnie tak, aby podczas jazdy naprzód korba prawego koła przodowała o 90° . By zapewnić niepokrętność koła napędnego względem osi, wstawiamy w złączenie klin stalowy, który na kolejach pruskich ma przekrój 15 mm na 30 mm. Szczegóły o kołach i ich obręczach podano na str. 358 i n.

Ilość obrotów na min., podł. W. T. nie ma przekraczać dla kół silnikowych ilości n_{max} , podanych w tablicy poniższej:

Cylindry	Wszystkie lub część ich wśród ostoi (ramy)			Wszystkie zewnętrzne						
	Wiązanie osi	$\frac{1}{4}, \frac{2}{4}$ $\frac{2}{5}, \frac{3}{5}$	$\frac{1}{3}, \frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}, \frac{3}{3}$	$\frac{1}{4}, \frac{2}{4}$ $\frac{2}{5}, \frac{3}{5}$	$\frac{2}{2}, \frac{1}{3}$ $\frac{2}{3}, \frac{3}{3}$ $\frac{2}{4}, \frac{3}{4}$ $\frac{3}{5}, \frac{4}{5}$	$\frac{2}{2} + \frac{2}{2}$ $\frac{4}{4}$	$\frac{2}{2} + \frac{2}{3}$ $\frac{2}{2} + \frac{3}{3}$ $\frac{5}{5}$	$\frac{2}{2}$ $\frac{2}{3}$ $\frac{2}{4}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{4}$
z dwuosiowym półwozakiem tocznym, albo bez niego	z półwozakiem	bez półwozaka	z półwozakiem	bez półwozaka						
Palenisko	nad lub przed osią tylną								przewieszzone	
$n_{max} =$	360	310	280	320	260	200	180	240	220	180

Na kolejach rosyjskich określono $n_{max} = 260$ dla parowozów osobowych, a $n_{max} = 225$ dla towarowych. Gdy ustrój parowozu zapewnia jazdę spokojną, wyższa władza kolejowa może dozwolnić na większą ilość obrotów.

Jeżeli największą prędkość jazdy w km/godz. oznaczymy przez V , a w m/sek. przez v , przyczem $V = 3,6v$, to stosowną średnicę D kół napędnych określimy w cm, podług G. Meyer'a na $D = 100 + V$, albo podług Grove'go na $D = 95 + 4v$.

Koła toczne parowozu będą mniejsze, a mianowicie o średnicy okręgu tocznego 85 cm do 135 cm, albo raczej $0,6D$ do $0,65D$.

Wagę zestawów kół parowozowych możemy ocenić podług średnicy D , wyrażonej w mm, ze wzorów:

$G = (D + 1600)$ kg dla osi silnikowej,

$G_1 = (1,4D + 350)$ kg dla osi dowiązanych,

$G_2 = 1,2D$ kg dla osi tocznych.

Odciażki (przeciwwagi) na kołach. Warunkami możliwie spokojnego biegu parowozów byłyby: duży rozstęp osi (skrajnych), poziomosc cylindrów, małość odstepu między cylindrami, duży odstep między resorami naprzeciwymi, wielki nacisk kół, wreszcie bliskość krzyżulców względem poprzecznego przekroju przez srodek ciężkości parowozu. Jednoczesne dopełnienie wszystkich tych warunków jest niełatwe. Jednakże przez zastosowanie odciażków możemy w znacznym stopniu złagodzić uboczne ruchy parowozu, powodowane przesuwaniem się względem niego mas poszczególnych części ruchomych, jako to: tłoków, tłoczysek, krzyżulców, goleni korbowych, wiązeł, korb, ich czopów, mimośrodków, ich goleni, suwaków i t. p.

Atoli odciażki, mieszczące się na kołach silnikowych, mogą tylko częściowo unicestwić ruchy uboczne parowozu, powodowane nie ruchem wirującym, lecz przesuwaniem się mas naprzód i wstecz.

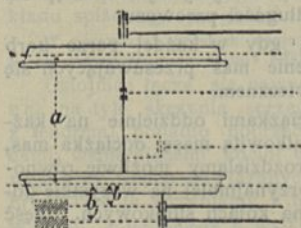
W każdym położeniu tłoków spólny srodek ciężkości obustronnych tłoków, tłoczysek, krzyżulców, goleni, wiązeł i t. p. mas, poruszających się naprzód i wstecz, leży wprawdzie w podłużnej, pionowej płaszczyźnie srodka ciężkości parowozu, lecz srodek ciężkości owych mas zbliża się i oddala naprzemiennie od srodka ciężkości parowozu, a wynikiem tego ruchu jest szarpanie pozostałych części, czyli wogóle **szarpanie** całego parowozu. Ponieważ dążność (naprzód względnie wstecz) i kierunek ruchu mas po prawej stronie w dowolnej chwili nie są jednakowe z dążnością i kierunkiem mas po stronie lewej, więc ruchy te powodują moment obrotu około pionowej osi ciężkości parowozu. A że moment ten jest nie tylko zmienny co do swej wielkości, lecz i naprzemiennie prawo i lewozrotny, więc wynikiem jego ostatecznym będzie **wężykowanie** parowozu, t. j. ruch po liniach wężykowatych każdego punktu parowozu, z wyjątkiem chwilowego jego srodka ciężkości, który porusza się równolegle do osi toru.

Wyrażając długość w m, a wagi w kg, oznaczmy (p. rys. 1014 1015) przez:

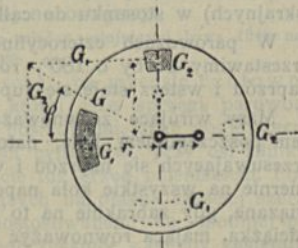
- a odstep między płaszczyznami tocznych okręgow kół; $a = 1,5$ m dla toru srodniego,
- b odległość osi cylindra od bliższej płaszczyzny okręgu tocznego, mierzona od tej płaszczyzny na zewnątrz, a więc dodatnią dla cylindra zewnętrznego, odjemną zaś dla wewnętrznego; odległość ta jest zarazem odległością srodków ciężkości części napędzycznych silnika,
- b_1 odległość srodka ciężkości wiązeł i ich czopów i t. d. od tejże płaszczyzny,

- G_1 wagę odciążka na kole napędnym, leżącym bliżej mas odciążanych,
 G_2 wagę odciążka na drugim kole zestawu,
 r promień korby silnikowej i dowiązanej,
 r_1 odległość środków ciężkości odciążków G_1 i G_2 od geometrycznej osi zestawu,
 K wagę ogólną tłoka, tłoczyska i krzyżulca,
 S wagę goleni silnikowej,
 P wagę czopa korby silnikowej wraz z jej wagą, sprowadzoną do środka czopa,
 Q wagę czopa korby silnikowej wraz z wagą przynależnej części wiązła, a przy cylindrach wewnętrznych i łącznie z wagą korby dowiązanej, sprowadzoną do środka czopa,
 α współczynnik o wartości 0,15 do 0,4 w parowozach osobowych, a 0,5 do 0,6 w towarowych, a to w zależności od ustroju i największej prędkości jazdy,

Rys. 1014.



Rys. 1015.



otrzymamy wzory:

1) Dla koła silnikowego:

$$G_1 = [\alpha(K + 0,4S) + 0,6S + P] \frac{r}{r_1} \frac{a+b}{a} \pm Q \frac{r}{r_1} \frac{a+b_1}{a},$$

$$G_2 = [\alpha(K + 0,4S) + 0,6S + P] \frac{r}{r_1} \frac{b}{a} \pm Q \frac{r}{r_1} \frac{b_1}{a}.$$

We wzorach powyższych przed ostatnim wyrazem ważny jest znak +, gdy korba silnikowa i wiązka są jednakowo skierowane a więc dla cylindrów zewnętrznych; znak - ważnym jest, gdy te dwie korby są względem siebie przestawione o 180°, co bywa zazwyczaj przy cylindrach wewnętrznych.

2) Dla koła dowiązanego:

$$G_1 = Q \frac{a+b_1}{a} \frac{r}{r_1}, \text{ a } G_2 = \frac{b_1}{a} \frac{r}{r_1}.$$

Odciażki G_1 i G_2 zastępujemy jednym takim odciażkiem G , którego siła odśrodkowa jest wypadkową odśrodkowych sił obydwóch obliczonych odciażków G_1 i G_2 . Ponieważ promień r_1 jest jedna-

kowy dla G_1 i G_2 , więc ich siły odśrodkowe pozostają w prostym stosunku do samych wag (mas). Z wag tych, jako sił w kierunkach ich promieni, tworzymy równoległobok sił, a jeżeli jedna korba przoduje drugiej o 90° (p. rys. 1015), to otrzymamy wzory:

$$G = \sqrt{G_1^2 + G_2^2}, \quad \text{a} \quad \text{tg } \varphi = \frac{G_2}{G_1},$$

w których φ jest kątem zawartym między promieniami środków ciężkości odciążków G_1 i G_2 . Wykreślny sposób obliczenia jest i dogodniejszy i bardziej przejrzysty*).

Gdy cylindry leżą na zewnątrz ostoi (ramy), korba przodująca otrzymuje odciążek G przodujący o φ , a korba podążająca za pierwszą otrzymuje odciążek odcofnięty o φ . Gdy cylindry leżą wśród ostoi, przesunięcie odciążków będzie odwrotne. Odciążki muszą być większe przy cylindrach zewnętrznych niż przy wewnętrznych, przy nich zaś będą one najmniejsze, gdy korby wiążące przestawimy o 180° względem korb silnikowych.

Masy wirujące zrównoważamy odciążkami całkowicie, natomiast masy przesuwające się naprzód i wstecz zrównoważamy odciążkami tylko częściowo. § 108 W. T. zaleca zrównoważać 15 do 60% tych mas, a mianowicie część tem większą, im mniejszym jest rozstęp osi (skrajnych) w stosunku do całkowitej długości parowozu.

W parowozach czterocylindrowych, gdy w każdej parze korb przestawimy korby o 180° , równoważenie mas przesuwających się naprzód i wstecz staje się zupełnie zbytecznym.

Masy wirujące zrównoważamy odciążkami oddzielnie na każdym poszczególnym kole, natomiast całkowitą masę odciążka mas, przesuwających się naprzód i wstecz, rozdzielamy możliwie równomiernie na wszystkie koła napędne, a przynajmniej na wszystkie dowiązane, gdy zabraknie na to miejsca na kołach silnikowych. Część odciążka, mająca równoważyć działanie mas przesuwających się naprzód i wstecz, jako nierównoważona przez masy wirujące na kole, powoduje pewien nadmiar siły odśrodkowej, który znów podczas każdego obrotu naprzemiany raz zwiększa, raz zmniejsza nacisk koła na szynę. Ów nadmiar siły odśrodkowej określamy wzorami:

$$C = 4M_1 r n^2 \cdot 12, \quad \text{gdy cylindry leżą zewnątrz, a}$$

$$C = 4M_1 r n^2 \cdot 0,75, \quad \text{gdy cylindry leżą wśród ostoi.}$$

We wzorach tych przez M_1 oznaczyliśmy tę część masy odciążka, która ma równoważyć działanie mas przesuwających się naprzód i wstecz.

Podług W. T. § 108 w parowozach nowych podczas najprędszej ich jazdy ów nadmiar C siły odśrodkowej nie ma być większy niż 15% nacisku koła podczas postoju.

Bliższe szczegóły o **wzajemnem zrównoważaniu mas** poruszających się w silniku wielokorbowym podano w dziale XII. III. B, Okrętownictwo.

*) Org. f. Fortschr. d. Eisenb.-Wes. 1901, str. 129.

d. Wozak parowozowy.

1. Ostoja (rama).

Po każdej stronie parowozu, na zewnątrz kół lub między niemi leży ostojnica, czyli belka wspierająca się za pośrednictwem dźwigni i resorów na maźnicach osi. Obydwie ostojnice wraz z poprzecznicami tworzą ostoje, a więc niejako podwalinę całego parowozu, t. j. kotła z silnikiem. Ostojnice wyrabiamy przeważnie ze zlewnych płyt, pionowo ustawianych, o grubości 20 do 35 mm; w Stanach Zjedn. jednak stosują przeważnie ostojnice w postaci belek żelaznych o pełnym przekroju prostokątnym 76 mm · 102 mm (3" × 4" ang.). W Anglii i Belgii dodają często między ostojnicami bocznymi jeszcze podłużnicę pośrednią. Odstęp między maźnicą a spodem ostojnicy bywa 300 do 450 mm. Wszystkie rogi ostojnicy należy łagodnie zaoblić. Ostoja łączy się stale z kotłem przy dymnicy, w drugim zaś końcu, a więc przy palenisku kocioł wspiera się na ostojnicach przesuwnie, np. siodłami, przytwierdzonemi do płaszcza paleniskowego, a przesuwanymi się za pośrednictwem wykładu spizowego po gładzi, wyrobionej na ostojnicy.

W parowozach pruskich wzajemny odstęp między ostojnicami bywa 1240 mm, a przy zastosowaniu osi ustroju Adam'a 1180 mm.

Ostojnice łączą się nawzajem ze sobą: na przedzie czołownicą, na tyle skrzynią sprzęgową (w której leżą sprzęgi parowozu z tendrem), ponadto poprzecznicami pośrednimi, czyli podbrzusznicami, wspierającymi kocioł w bliskości cylindrów, przy osi silnikowej, przy osiach dowiązanych, wreszcie tuż przed paleniskiem. Podbrzusznice te wyrabiamy z blach leżących na płask, częściej szerzą w pion, a natenczas z wycięciami, dostosowanemi do spodniej powierzchni wspieranego walczaka. Podbrzusznice z blachy zastępujemy też odlewaniem ze stali, o przekroju skrzynkowatym.

Długie parowozy, na trakty o łukach silnie zakrzywionych, stawiają się na półwozakach, które otrzymują swe ostoje niezależne. Rozstęp osi w półwozakach dwuosioowych powinien być nie mniejszy od szerokości toru, a bywa on na kolejach średnitorowych 1700 do 2700 mm (zazwyczaj 2000 mm). Parowóz łączy się z półwozakami przegubowo a mianowicie albo wyłącznie za pośrednictwem sworznia pionowego, tylko zwrotnie, albo też z dodaniem bujaka na połączeniu, który dozwala na pewne przesunięcia boczne, ograniczone odbojami sprężynującymi.

2. Rozstęp osi (skrajnych).

Rozstęp osi powinienby być tem większy, im większą ma być prędkość jazdy (W. T. § 66), nie może on jednak być nadmierny i musi się przystosować do promieni krzywosci torów danego traktu. Rozstęp zbyt wielki przyczyniałby się bowiem w wysokim stopniu do niszczenia tak torów bardziej krzywych jak i samego parowozu. W. T. w § 89 i Z. K. d. w § 53 określają największy roz-

stęp r w zależności od najmniejszego promienia R krzywosci torów, w sposób następujący:

$R = 25 \ 40 \ 50 \ 75 \ 100 \ 125 \ 150 \ 180 \ 210 \ 250 \ 300 \ 400 \ 500 \text{ m,}$
 $r = 1,1 \ 1,5 \ 1,6 \ 2,0 \ 2,3 \ 2,6 \ 2,9 \ 3,2 \ 3,5 \ 3,8 \ 4,1 \ 4,8 \ 5,4 \text{ m.}$

Gdy rozstęp ma być większy, należy częściowo stosować (W. T. § 90) osie przesuwne lub zwrotne, albo stawiać parowóz na półwozakach (truck). Na kolejach niemieckich rozstęp nie ma być mniejszy od 2,5 m, a w nowobudowanych parowozach bez półwozaków nie większy od 4,5 m. W. T. w § 91 zalecają smarowanie obrzeży przednich kół parowozu podczas jazdy, a i kół tylnych w tendrzakach, co uskuteczniamy olejem (za pośrednictwem poduszeczek maźniczych), wodą z kotła, w tendrzakach i wodą świeżą, wreszcie wodą skraplającą się w przewodzie odlotowym pompy powietrznej (sprężarki lub rozprężarki).

3. Resory nośne i dźwignie.

Pod parowozy stosują przeważnie resory, rzadziej sprężyny innego rodzaju, a łączą je nawzajem ze sobą dźwigniami, w celu prawidłowego rozłożenia ciężaru na poszczególne osie, oraz w celu rozłożenia uderzeń na większą ilość kół.

Długość resorów bywa 750 do 1200 mm. Koleje pruskie stosują resory 950 mm długie, o przekroju każdego pióra 90 mm · 13 mm, a strzałce 10 mm. Bez przewiązki opaskowej 100 mm szerokiej taki resor 11-to warstwowy waży 61,9 kg. W półwozakach ustroju hanowerskiego stosują po każdej stronie po jednym resorze 16-to warstwowym, 1200 mm długim. O wytrzymałości sprężyn i resorów p. T. I str. 412 i nast.

4. Sprzęg między parowozem a tendrem, odgarniacze, hamulce i t. p.

Podług § 106 W. T. między parowozem a tendrem należy urządzić, oprócz sprzęgu głównego, i **sprzęg dodatkowy**, któryby jednak rozpoczynał swą czynność dopiero po zerwaniu lub zepsuciu się sprzęga głównego. Sprzęgi te nie powinny żadną miarą utrudniać przejazdu przez tory najbardziej zakrzywione.

Na przodzie parowozów zwykłych, a u tendrzaków i od tyłu należy urządzić wytrzymałe **odgarniacze**, wzniesione 50 do 70 mm ponad wierzch szyny (W. T. § 88). Parowozy na szlaki zębnicowe powinny mieć odgarniacze i przed zębnikiem. Parowozy na koleje uliczne oprócz odgarniaczy mają posiadać dodatkowe urządzenia ochroncze (Z. K. d. § 68).

Hamulce ręczne powinny się znajdować na tendrzakach bez względu na innego rodzaju przyrządy hamujące, jakie tendrzak posiada. Parowozy osobowe, jeżdżące z prędkością ponad 60 km/godz. na kolejach głównych, a 40 km/godz. na drugorzędnych, mają posiadać urządzenia do hamowania zespolonego (W. T. § 107 i Z. K. d. § 71).

Stanowisko silniczego (maszyniści) należałoby zaopatrzyć w łatwo usuwalną siedzę, a po bokach w drzwiczki, zazwyczaj tylko około 1 m wysokie. Ściana boczna budki sięga 0,9 m poza tylną ściankę płaszcza paleniskowego, daszek zaś 1,9 m (W. T. § 105). W klimatach cieplejszych zadawalają się mniejszą osłoną stanowiska, które natomiast na kolejach ulicznych powinny być osłonięte ze wszech stron.

Piasecznicę stawiamy zazwyczaj na kotle, prowadząc od niej przewody aż poprzód koła napędne, a w tendrzakach i poza nie. Piasecznica działa ponajczęściej parą, powietrzem sprężonym, a w starszych parowozach od ręki.

e. Tender.

Obrys taborowe takie samo jak dla parowozu p. rys. 1009 str. 374.

Ostoję (ramę) wykonywamy z żelaza zlewneego, a mianowicie bądź to, na wzór parowozowej, z płyt pionowo stojących, bądź też na wzór wagonowej z ceowników L.

Tendry miewają po dwie lub trzy **osie**, albo też spoczywają na dwóch półwozakach dwuosioowych. Do parowozów, jeżdżących często wstecz, stawiamy tender nieraz na jednej osi niezwrótnej i na dwuosioowym półwozaku zwrotnym, a ustrój ten znajduje szerokie zastosowanie np. w Japonii, Indyach Wschodnich i t. p. Obciążenie należałoby rozłożyć możliwie równomiernie na wszystkie osie bez względu na wielkość chwilowego zapasu wody i węgla (W. T. § 116). Dane o osiach, kołach i obręczach podano na str. 362.

Niezależnie od innych urządzeń hamujących, każdy tender ma posiadać **hamulec ręczny**, o sile dostatecznej dla zahamowania tendra, odprężniętego od parowozu (W. T. § 118). W tendrach trzyosioowych hamujemy często tylko oś przednią i tylną. Z tyłu tender otrzymuje **odgarniacze** (W. T. § 119).

Skrzynia na wodę miewa w planie kształt podkowy, prostokąta, w Stanach Zjedn. i kołowy (ustrój Vanderbilt'a), a pojemność 8 do 22 m³, w Stanach Zjedn. do 32 m³. Grubość blachy bywa 5 do 8 mm w ściankach, a 8 do 10 mm w dnach i wiekach. Wlewy (otwory do wlewania wody) nie mają się wznosić ponad wierzch szyny więcej niż 2,75 m (W. T. § 117). Skrzynię wodną (jakoteż i skrzynki na narzędzia) należy złączyć z wozakiem tendra tak silnie, aby połączenie to wytrzymało nawet zderzenia pociągów, a trzeba ją zaopatrzyć w przyrządy wodoskażcze, np. **kurki**, wskaźniki złączone z **plywakiem** i t. p. Skrzynię wodną na **tendrzakach** stawiamy bądź to między koła, a natenczas tworzy ona jego ostoję (ramę), bądź to po obu stronach walczaka, bądź też wreszcie, zwłaszcza w Anglii, na samym walczaku, w postaci siodła na nim siedzącego. Zapas wody na tendrzakach bywa 2 do 6 m³, czasami do 9 m³.

Na paliwo należy na tendrze parowozowym przeznaczyć miejsce dostatecznie przestronne, aby pomieścić zapas niezbędny, mianowicie 3 do 6 t węgla (w Stanach Zjedn. do 10 t); na tendrzakach

zapas ten bywa mniejszy, 1 do 4 t, a pomieszcza się on bądź to po bokach skrzyni paleniskowej, bądź też przy tylnej ścianie.

Na **opał drzewny**, ponieważ szczapy trzeba układać wysoko ponad tender, dodają ogrodzenie z łań, a na **torf** ogrodzenie ze ścianek pełnych z daszkiem.

Na **paliwo ciekłe**, ropę lub odpadki naftowe, wypada ustawić oddzielny zbiornik, najdogodniej ponad skrzynią wodną, na beleczkach poprzecznych. Pojemność takiego zbiornika ropy bywa 5,6 do 5,8 m³ (około 285 pudów), grubość jego ścianek 5 mm, a wieko jest do nich przynitowane. Na przewodzie między zbiornikiem ropy a rozpylaczem, najdogodniej w bezpośrednim połączeniu ze samym zbiornikiem, stawiamy **podgrzewacz** ropy. Jest to zazwyczaj mały zbiorniczek walcowaty, 340 mm średnicy, a 520 mm wysoki, przynitowany od spodu do dna zbiornika ropy. W dnie tem mieści się otwór, zasłonięty siatką żelazną, która przepuszcza ciecz do podgrzewacza, zatrzymując grubsze części stałe. We wieku zbiornika pionowo ponad siatką mieści się otwór, nakryty pokrywą, a pozwalający wyjmować dogodnie ową siatkę wraz z osadami, w celu jej oczyszczania. W podgrzewacz zakłada się wężownica z 14-tu zwojów rury miedzianej, ogrzewanej parą. Średnica rury tej bywa 16 do 19 mm, zwoju zaś 175 mm. Parę do górnego zwoju wężownicy prowadzimy z kotła oddzielnym przewodem, a wodę w niej się skraplającą odprowadzamy przez kurek spustowy, który lepiej zastąpić odwadniaczem samoczynnym. Od siatki sprowadzamy ropę przez stosowny lej aż ponad dno podgrzewacza, skąd ropa wznosi się stopniowo wzdłuż wężownicy, a najbardziej ogrzana spływa z pod wierzchu podgrzewacza w przewód wiodący do paleniska. Wodę, wydzielającą się z ropy, zbierającą się na dnie podgrzewacza, spuszczaamy oddzielnym kurkiem, osadzonym w tem dnie. Na zbiorniku głównym stoi przyrząd, wskazujący chwilowy zapas ropy, a w Rosyi zaopatrzoney w podziałkę na stopy kubiczne.

f. Parowozy na parę przegrzaną.

Przegrzewacze pary, stosowane do kotłów stałych (p. T. I. str. 1046 i n.) są zwykle za ciężkie, aby, bez zmian ustroju, mogły się nadawać do bezpośredniego zastosowania na parowozach, zwiększałyby bowiem nadmiernie ich wagę. Pozatem, ze względu na uderzenia i drgania podczas jazdy, ustrój przegrzewacza powinienby się przystosować do tych warunków swoistych. Dotychczas stosują w Niemczech przeważnie dwa ustroje, a mianowicie stawiają oddzielny przegrzewacz w dymnicy, ogrzewany spalinami, wychodzącymi z kotła właściwego, albo też pomieszczają przegrzewacz w samym walczaku parowozowym, w postaci zbiornika, przez który przechodzą płomieniówki parowozowe, a o ich ścianki przegrzewa się para, przepływająca przez ów zbiornik; w ten sposób płomieniówki parowozowe, na pewnej części swej długości, stanowią powierzchnię grzejącą przegrzewacza.

Wprawdzie parę możnaby przegrzewać do 700, a nawet 800°, bez rozżarzenia płomieniówek, stosują jednak na ogół temperatury znacznie niższe, mianowicie do 260° na suwaki płaskie, a do 300° na tłokowe.

Pozatem robią jeszcze doświadczenia z przegrzewaniem pary przelatującej z cylindra wysokoprężnego do niskoprężnego w parowozach sprzężonych.

Przy należytem skierowaniu prądów pary i spalin, można liczyć wydajność każdego m² czynnej powierzchni przegrzewacza po 30 cpl. na godzinę i każdy 1° różnicy. Powierzchnia ta bywa 15 do 30% całkowitej powierzchni ogrzewanej kotła parowozowego, a oszczędność na wodzie i paliwie otrzymana przez przegrzewanie pary może dosięgać 30% w parowozach bliźniaczych, a 15% w sprzężonych.

W przewodach na parę przegrzaną należy unikać miedzi i spiżu, pozatem p. T. I. str. 600 i n.

Ponieważ przy parze przegrzanej najlepszą sprawność silnika osiągamy z mniejszem napełnieniem niż przy parze nasyconej, więc średnice cylindra na parę przegrzaną bywają o 10 do 15% większe, natomiast przewody i kanały mogą pozostać niezwiększone, gdyż para przegrzana posiada większą płynność. Dławnice otrzymują nabój metalowy, ustrój zaś wydłużony.

Na smary wypada dobierać oleje o wysokiej temperaturze zapłomienia, a dla bezpieczeństwa doprowadzać je za pośrednictwem smarownic wtłocznych, aczkolwiek warunek ten nie jest nieodzowny.

C. Wagony.

a. Wymiary na szerokość i wysokość.

1. Obrysie części stałych wagonu.

Wszystkie części stałe wagonów nie powinny wysięgać poza obrysie taborowe, nawet podczas przejazdu przez krzywe najmniejszego, dozwolonego promienia.

Dla kolei średnitorowych niemieckich promień ten określono na 180 m, a miarodajnem dla nich jest obrysie taborowe, przedstawione po prawej stronie rys. 1009 str. 374, dla szerokotorowych kolei rosyjskich obrysie, przedstawione w rys. 883-b. str. 219. Od zasady tej na kolejach średnitorowych, już przy największem starciu się obręczy kół, pozwalają się wyjątki następujące: 1) klocki hamulcowe mogą w szerokości obręczy kół zbliżać się do wierzchu szyny na 50 mm; 2) zwieszające się części sprzęgów mogą się zbliżać do poziomu wierzchu szyn na 75 mm; 3) otwarte drzwi boczne wagonu mogą wysięgać poza obrysie taborowe, nie dosięgając jednak obrębia torowego (rys. 884 str. 227); 4) części stałe nie przytwierdzone, jako to: tarcze i latarnie sygnałowe, oraz bębny do nawijania linki sygnałowej, mogą wystawać nieco poza właściwe obrysie taborowe, nie dosięgając jednak szczególnego obrębia, dla nich ustanowionego,

którego jednak, jako mniej ważnego nie podajemy w oddzielnym rysunku.

Aby podróżny, wychylający się przez okno wagonowe, nie wysunął części swego ciała, zwłaszcza głowy poza obrysie, co by mu groziło niebezpieczeństwem, należy uniemożliwić wychylanie się (np. za pomocą poprzeczek, zagradzających otwór, gdy okno otwarte), a przynajmniej wypada umieszczać przy oknach napisy ostrzegawcze.

Na rosyjskich kolejach szerokotorowych nawet otwarte drzwi boczne wagonu niemają wysięgać poza obrysie taborowe.

Podług W. T. § 121 wagon na postoju w torze prostym powinien pozostawać w obrębie obrysia ładunkowego I, podanego po lewej stronie rys. 1024 str. 437, jednakże z wyjątkami, określonymi przez § 122 W. T., dla których oznaczono granice szczyplejsze. Podobnie jak w obrysie parowozowym (por. str. 375), dolne stopnie obrysia wagonowego będą zastąpione w przyszłości prostą linią pochyłą, a mianowicie kresą prostą, której końce leżą: a) 130 mm ponad wierzchem szyn, w odległości 1220 mm od osi toru, b) 430 mm ponad wierzchem szyn, w odległości 1495 mm od osi toru. Sprzęgi i klocki hamulcowe mogą i podług W. T. zbliżyć się do wierzchu szyny bardziej niż na 130 mm, a mianowicie aż do granic powyżej już podanych, jako obowiązujące na kolejach niemieckich.

Podnózek pod kołzami dla hamulcowych niema się wznosić ponad wierzch szyn więcej niż na 2850 mm.

Dla wagonów **towarowych, przechodzących na obce trakty**, zaleca się prawa strona obrysia, przedstawionego w rys 1009 str. 374, lecz z opuszczeniem wierzchniego trapezu, wykraczającego ponad poziom, odległy o 4150 mm od wierzchu szyn.

W celu uczynienia zadość wspomnianemu już warunkowi, aby i w łukach o promieniu 180 m wagon nie wykraczał poza obrysie taborowe (W. T. § 122), należałoby zwęzać go w końcach i w środkowej części (dogodniej zaś na całej długości), mianowicie o wielkości podane poniżej pod α , β i γ , a to między poziomami, 430 mm, a 1270 mm ponad wierzchem szyn. Dla części wagonów między poziomami 1270 mm, a 3476,5 mm ponad wierzchem szyn podane poniżej wielkości można zmniejszać o 40 mm, wreszcie między poziomami 3476,5 mm, a 4650 mm ponad wierzchem szyn, o 10 mm. Zwężenia poniżej podane nie obejmują jeszcze przesunięć bocznych, wynikających z wahlowego podwieszenia pudła wagonowego w bujaku półwozaków, które to przesunięcia wypada uwzględnić dodatkowo.

a. Całkowite zwięźenie wagonu, wspartego na półwozakach o rozstępach osiowych ponad 2,5 m,

należy powiększyć między przegubami, a pomniejszyć poza nimi, względnie do podanych pod β , o

8 mm, gdy rozstęp osi półwozaka jest	3,5
19 " " " " " "	4,5
34 " " " " " "	5,5
50 " " " " " "	6,5

β. Całkowite zwięzienia wagonu, wspartego na półwozakach o rozstępach osi 2,5 m.

(tak samo należy zwięzać obrysie ładunku, spoczywającego na dwóch wagonach o rozstępie osi 2.5 m).

W odległości od przegubu m	Całkowite zwięzienie w mm										Przyrost zwięzienia na 1 m zmiany odstępu międzyprzegubowego w mm
	między przegubami, przy odstępie międzyprzegubowym w m					poza przegubami, przy odstępie międzyprzegubowym w m					
	6	8	10	20	36	6	8	10	20	36	
1,0	0	0	0	31	111	0	0	0	0	41	5,00
2,0	0	0	18	125	297	0	0	0	91	293	10,74
3,0	0	13	46	210	472	1	34	67	231	493	16,40
4,0	.	18	62	283	636	73	117	161	382	735	22,06
5,0	.	.	69	346	789	157	212	268	545	987	27,68
6,0	.	.	.	400	936	.	.	.	.	.	33,50

Danych dla odległości ponad 6 m od przegubu nie przedrukowano w tablicy. Dla pośrednich odstępów międzyprzegubowych należy oznaczyć zwięzienia, posilując się podanymi ich przyrostami na 1 m tego odstępu.

γ. Całkowite zwięzienie wagonu, wspartego na osiach zwrotnych lub niezwrrotnych.

W odległości od osi skrajnej m	Całkowite zwięzienie w mm									
	między osiami skrajnymi, przy ich rozstępie w m			poza osiami skrajnymi, przy ich rozstępie w m						
	6	8	10	2,5	3	4	5	6	8	10
0,5	0	6	14	16	10	1	0	0	0	0
1,0	0	15	30	35	22	5	0	0	2	9
1,5	0	21	44	55	45	35	32	33	41	51
2,0	0	25	55	102	88	75	71	72	82	96
2,5	0	25	63	.	.	117	112	114	126	144
3,0	0	23	68	.	.	.	156	158	173	195
3,5	.	18	70	.	.	.	.	205	222	248
4,0	.	10	70	.	.	.	.	.	275	304
4,5	.	.	66	.	.	.	.	.	330	363
5,0	.	.	60	.	.	.	.	.	.	425

Na kolejach drugorzędnych, średnitorowych, podług Z. K. d. § 83, wagony mają czynić zadość warunkom obowiązującym na kolejach głównych, a na kolejach wąskotorowych warunkom podanym na str. 375 i 378 dla parowozów tychże kolei. Przeciw wychyłaniu się podróżnych z okien należy stosować środki podane na str. 410. Również otwarte drzwi wagonu nie mają wysięgać poza obrysie torowe. Podnózek kozła dla hamulcowych powinien leżeć przynajmniej 1950 mm poniżej wierzchniej linii obrysia torowego. Na traktaach zębnicowych, posiadających liczne tunele, należałoby unikać wyniosłych kozłów, ze względu na dokuźliwość dymu, gromadzącego się w tunelach.

b. Napisy na wagonach.

Wszystkie, poniżej podane napisy obowiązują w Niemczech, natomiast § 132 W. T. żąda z nich tylko wyszczególnionych pod 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10 i 11, wreszcie J. T. w § 24 wymaga tylko pierwszych czterech podanych poniżej napisów:

1. Znamię kolei, będącej właścicielką wagonu.
2. Numer porządkowy.
3. Waga własna, łączna pudła i wozaka, obejmująca i wagę przynależności, wożonych stale z wagonem.
4. Ładowność i nośność na wagonach towarowych i tłomokowych (napisu nośności § 132 W. T. nie wymaga, lecz tylko go zaleca).
5. Wagę kalkowitą (własną wraz z ładunkiem) na 1 m b. długości, liczonej między tarczami zderzaków, o ile waga ta przekracza 3,1 t/m.
6. Rozstęp osi (skrajnych).
7. Wzmianki o osiach zwrotnych, gdy wagon je posiada.
8. Rodzaj i sposób działania hamulców zespolonych.
9. Pojemność zbiorników na gaz.
10. Dzień ostatniego sprawdzenia.
11. Dzień ostatniego i przyszłego zaolejenia okresowego maźnic.
12. Liczbę osób na wagonach osobowych, a na krytych towarowych tak liczbę osób jak i koni, jaka się może mieścić podczas przewozu wojska.
13. Pole powierzchni podłogi na wagonach przydatnych do przewozu bydła.
14. Literę (*u*) na wagonach niezdatnych do przewozów wojskowych.
15. Oznaczenia, ułatwiające odszukanie klasy właściwej i przedziału, na wagonach osobowych.

Na kolejach rosyjskich napisy wspomniane pod 6 i 7 nie są obowiązujące, natomiast przepisano oznaczenia dodatkowe:

- a) oprócz numeru porządkowego i serya wagonu;
- b) biało pomalowane słupki narożne w wagonach towarowych, o nośności 12,3 ton (750 pudów);
- c) znak HP na wagonach towarowych, o „normalnych wymiarach“ krytego pudła, a mianowicie: $6,40 \times 2,74 \times 2,34$ m;
- d) biało pomalowaną deskę dolną ścianki bocznej, między słupem narożnym, a sąsiednim, przy czole przeciwległym odsuwaniu się drzwi, na wszystkich krytych wagonach o wymiarach nienormalnych.
- e) Napis 900 w obwódce na wagonach towarowych o nośności 14,8 ton (900 pudów);
- f) wymalowany hak na wagonach towarowych o wzmocnionym sprzęgu;
- g) herb państwowy na wagonach dróg skarbowych.

c. Wozak wagonowy.

1. **Rozstęp osi** (skrajnych) niema być mniejszy od 2,5 m na kolejach głównych (J. T. § 1; W. T. § 123). Gdy trzy osie spoczywają na wspólnej ostoi, a rozstęp ich przekracza 4 m, oś środkowa powinna być przesuwna, aby zapewnić dogodny przejazd przez łuki o promieniu 180 m. Największy rozstęp osi pozostaje w zależności od najmniejszego promienia łuku, zachodzącego częściej na szlakach danego traktu. W. T. w § 123 zaleca:

Promień łuków w m	180	210	250	300	400	500	
Największy rozstęp osi niewzrotnych w m	ze względu na nieniszczenie taboru	3,9	4,3	4,6	5,1	5,9	6,6
	ze względu na bezpieczeństwo jazdy	4,5	4,9	5,4	6,0	7,2	7,2

Podług § 123 W. T. rozstęp osi pod wagonami towarowymi bez osi zwrotnych nie ma przekraczać 4,5 m; natomiast zaleca się stosowanie osi zwrotnych nawet przy niewielkim rozstępie, który jednak i przy ich zastosowaniu ze względu na bezpieczeństwo jazdy, nie ma przekraczać 9 m na łuki o promieniu 180 m, a 10 m na łuki o promieniu 210 m. Długie wagony należałoby stawiać zwrotnie na dwóch półwozakach.

Dla kolei drugorzędnych § 84 Z. K. d. zaleca:

Promień łuków w m	25	40	50	75	100	125	150	180	210	250	300 m
Rozstęp osi niewzrotnych w m	1,4	1,8	2,0	2,5	2,9	3,3	3,6	3,9	4,3	4,6	5,1 m

Pewne powiększenie rozstępów wyżej podanych nie zagraża jeszcze bezpieczeństwu jazdy. Rozstęp osi zwrotnych może być dwa razy większy.

Wogóle zaleca się stosowanie osi zwrotnych i półwozaków, a średniotorowe wagony o osiach zwrotnych należy budować zgodnie z §§ 124 do 127 W. T. (por. str. 419).

2. Wzajemna zależność długości wozaka i rozstępu osi.

§ 130 W. T. zaleca stosunki poniższe dla wagonów wogóle, lecz czyni je obowiązkowymi dla wagonów przechodnich z mostkami przejściowymi, a przechodzących na inne trakty.

a. Wagony na osiach niewzrotnych lub zwrotnych:

Rozstęp osi w m . . .	3,0	4,0	4,5	5	6	7	8	9	10
Największa długość wagonu (wraz ze zderz.) w m	7,2	9,2	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6	14,4	15,2
Największy wysięg wagonu (wraz ze zderzakami) poza oś, w m	2,35	2,85	3,05	3,05	3,00	2,90	2,80	2,70	2,60

Gdy tarcze zderzakowe mają średnicę przynajmniej 400 mm, nateczas można powiększyć powyżej podane długości wagonów o 0,8 m, a ich wysięgi o 0,4 m.

b. Wagony na półwozakach z przegubami, przesuwными w bok o 25 mm:

Odstęp przegubów w m . .	8	9	10	11	12	13	14	15
Największa długość wagonu (wraz ze zderzakami) w m	16,7	17,2	17,8	18,4	19,0	19,6	20,3	21,0
Największy wysięg wagonu (wraz ze zderzakami) poza przegub, w m	4,35	4,10	3,90	3,70	3,50	3,30	3,15	3,0

1. Znamię kolei, będącej właścicielką wagonu.
2. Numer porządkowy.
3. Waga własna, łączna pudła i wozaka, obejmująca i wagę przynależności, wożonych stale z wagonem.
4. Ładowność i nośność na wagonach towarowych i tłomokowych (napisu nośności § 132 W. T. nie wymaga, lecz tylko go zaleca).
5. Wagę całkowitą (własną wraz z ładunkiem) na 1 m b. długości, liczonej między tarczami zderzaków, o ile waga ta przekracza 3,1 t/m.
6. Rozstęp osi (skrajnych).
7. Wzmianki o osiach zwrotnych, gdy wagon je posiada.
8. Rodzaj i sposób działania hamulców zespolonych.
9. Pojemność zbiorników na gaz.
10. Dzień ostatniego sprawdzenia.
11. Dzień ostatniego i przyszłego zaolejenia okresowego maźnic.
12. Liczbę osób na wagonach osobowych, a na krytych towarowych tak liczbę osób jak i koni, jaka się może mieścić podczas przewozu wojska.
13. Pole powierzchni podłogi na wagonach przydatnych do przewozu bydła.
14. Literę (*u*) na wagonach niezdatnych do przewozów wojskowych.
15. Oznaczenia, ułatwiające odszukanie klasy właściwej i przedziału, na wagonach osobowych.

Na kolejach rosyjskich napisy wspomniane pod 6 i 7 nie są obowiązujące, natomiast przepisano oznaczenia dodatkowe:

- a) oprócz numeru porządkowego i serya wagonu;
- b) biało pomalowane słupki narożne w wagonach towarowych, o nośności 12,3 ton (750 pudów);
- c) znak HP na wagonach towarowych, o „normalnych wymiarach“ krytego pudła, a mianowicie: $6,40 \times 2,74 \times 2,34$ m;
- d) biało pomalowaną deskę dolną ścianki bocznej, między słupem narożnym, a sąsiednim, przy czole przeciwniegiem odsuwaniu się drzwi, na wszystkich krytych wagonach o wymiarach nienormalnych.
- e) Napis 900 w obwódce na wagonach towarowych o nośności 14,8 ton (900 pudów);
- f) wymalowany hak na wagonach towarowych o wzmocnionym sprzęgu;
- g) herb państwowy na wagonach dróg skarbowych.

c. Wozak wagonowy.

1. **Rozstęp osi** (skrajnych) nie ma być mniejszy od 2,5 m na kolejach głównych (J. T. § 1; W. T. § 123). Gdy trzy osie spoczywają na wspólnej ostoi, a rozstęp ich przekracza 4 m, oś środkowa powinna być przesuwna, aby zapewnić dogodny przejazd przez łuki o promieniu 180 m. Największy rozstęp osi pozostaje w zależności od najmniejszego promienia łuku, zachodzącego częściej na szlakach danego traktu. W. T. w § 123 zaleca:

Promień łuków w m	180	210	250	300	400	500	
Największy rozstęp osi niezwrót-nych w m	ze względu na nienisz- czenie taboru	3,9	4,3	4,6	5,1	5,9	6,6
	ze względu na bezpieczeństwo jazdy	4,5	4,9	5,4	6,0	7,2	7,2

Podług § 123 W. T. rozstęp osi pod wagonami towarowymi bez osi zwrotnych nie ma przekraczać 4,5 m; natomiast zaleca się stosowanie osi zwrotnych nawet przy niewielkim rozstępie, który jednak i przy ich zastosowaniu ze względu na bezpieczeństwo jazdy, nie ma przekraczać 9 m na łuki o promieniu 180 m, a 10 m na łuki o promieniu 210 m. Długie wagony należałoby stawiać zwrotnie na dwóch półwozakach.

Dla kolei drugorzędnych § 84 Z. K. d. zaleca:

Promień łuków w m	25	40	50	75	100	125	150	180	210	250	300 m
Rozstęp osi nie- zwrót-nych w m	1,4	1,8	2,0	2,5	2,9	3,3	3,6	3,9	4,3	4,6	5,1 m

Pewne powiększenie rozstępów wyżej podanych nie zagraża jeszcze bezpieczeństwu jazdy. Rozstęp osi zwrotnych może być dwa razy większy.

Wogóle zaleca się stosowanie osi zwrotnych i półwozaków, a średniotorowe wagony o osiach zwrotnych należy budować zgodnie z §§ 124 do 127 W. T. (por. str. 419).

2. Wzajemna zależność długości wozaka i rozstępu osi.

§ 130 W. T. zaleca stosunki poniższe dla wagonów wogóle, lecz czyni je obowiązkowymi dla wagonów przechodnich z mostkami przejściowymi, a przechodzących na inne trakty.

a. Wagony na osiach niezwrót-nych lub zwrotnych:

Rozstęp osi w m	3,0	4,0	4,5	5	6	7	8	9	10
Największa długość wago- nu (wraz ze zderz.) w m	7,2	9,2	10,2	11,1	12,0	12,8	13,6	14,4	15,2
Największy wysięg wago- nu (wraz ze zderzakami) poza oś, w m	2,35	2,85	3,05	3,05	3,00	2,90	2,80	2,70	2,60

Gdy tarcze zderzakowe mają średnicę przynajmniej 400 mm, natenczas można powiększyć powyżej podane długości wagonów o 0,8 m, a ich wysięgi o 0,4 m.

b. Wagony na półwozakach z przegubami, przesuw-nymi w bok o 25 mm:

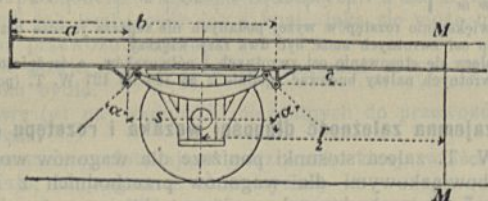
Odstęp przegubów w m	8	9	10	11	12	13	14	15
Największa długość wago- nu (wraz ze zderzakami) w m	16,7	17,2	17,8	18,4	19,0	19,6	20,3	21,0
Największy wysięg wago- nu (wraz ze zderzakami) poza prze- gub, w m	4,35	4,10	3,90	3,70	3,50	3,30	3,15	3,0

Gdy tarcze zderzakowe mają średnicę przynajmniej 450 mm, a odstęp przegubów jest przynajmniej 9 m, natenczas można powiększyć długość wagonów niezapatrzonych w mostki przejściowe, o 0,8 m, a wysięgi pozaprzegubowe o 0,4 m.

Oznaczając poszczególne wielkości literami, wpisaniem w rys. 1016 wagonu dwuosioowego, a nadto wysokość ostojnicy przez h , obciążanie zaś na 1 m b. jej długości l przez q , otrzymamy poniższy wzór na rozstęp r osi, wyprowadzony dla warunku, aby przy równomiernem obciążeniu moment gnący M'_{\max} nad skrajnym koziółkiem resorowym równał się momentowi M''_{\max} w połowie długości ostojnicy:

$$\frac{r}{l} = 2 - \frac{s}{l} - \sqrt{2 \left(1 - \frac{s}{l}\right) - \frac{c + \frac{h}{2}}{l}} \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Rys. 1016.



Wzór ten wyprowadzamy przez zrównanie ze sobą prawych stron wzorów poniższych:

$$M'_{\max} = \frac{qa^2}{2} + \left(c + \frac{h}{2}\right) \frac{ql}{4} \operatorname{tg} \alpha, \text{ oraz } M''_{\max} = \frac{ql^2}{8} - \frac{ql}{4} (2a + s),$$

w których zamiast kresy a należy podstawić jej wartość $\frac{1}{2}(l - r - s)$.

W normalnych wagonach towarowych na kol. prusk. $c = 140$ mm, a $s = 1200$ mm, w osobowych zaś $c = 208$ do 225 mm, a $s = 2200$ mm.

3. Ostoja wagonowa.

Koleje pruskie stosują na ostoję podane poniżej kształtowniki (por. str. 20 i n.):

Ostojnice z ceowników \square 235.90.10.12 mm.

Czołownice z ceowników 2600 mm długich, a mianowicie:

w wagonach osobowych i towarowych \square 235.90.10.12 mm,

w wagonach towarowych krytych \square 260.90.10.10 mm,

w wagonach towarowych krytych i niekrytych \square 300.75.10.10 mm.

Poprzecznice z ceowników \square 120.55.7.9 mm.

Przekątnice z ceowników \square 145.60.8.8 mm.

Amerykańskie węglarki na 20 t ładunku otrzymują ostoję z wytłaczanej blachy stalowej, a kol. prusk. naśladują obecnie ten ustrój.

W wagonach bardzo długich wykształcamy też ścianki boczne samego pudła wagonowego na belki podpięte ściągami pochyłymi, albo rozparte takież rozporami.

Na kolejach rosyjskich prześwit między ostojnicami bywa 2024 mm, długość ostojnic w wagonach z hamulcami 7046 mm, bez hamulców 6444 mm; długość czołownicy 2947 mm. Ostożnice i czołownice są ceownikami \square 235 · 90 · 10 · 12 mm, poprzecznicę zaś drewniane 235 mm · 100 mm, a beleczki podtrzymujące ciągią 235 mm · 80 mm, również drewniane.

4. Widły maźnicowe wyrabiamy z blachy lub z płaskowników o szerokości 70 do 80 mm, przy grubości 15 do 20 mm. Na kol. **pruskich** stosują płaskowniki 75 · 20 mm, złączone (pod maźnicą, na śruby) poprzeczką 45 · 15 mm, a szerokość prześwitu widel jest 240 mm. Dla usztywnienia widel w kierunku toru dodajemy ramiona z płaskowników (tego samego przekroju co widłowe), skute z widłami. Do widel przytwierdzamy na nity prowadnice stalowe, po których suwają się maźnice.

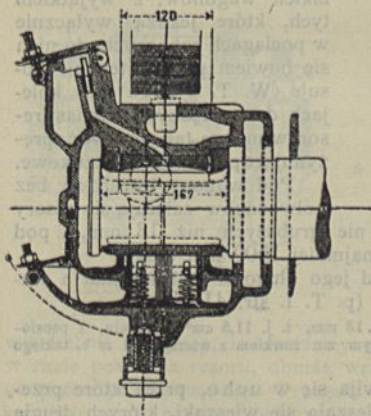
W wagonach **rosyjskich** prześwit między prowadnicami na widłach jest 190 mm; przekrój widel 76 · 19 mm, ramion 63 · 19 mm, spodniej poprzeczki 38 · 13 mm; widły otrzymują górą usztywnienie z kątowników 50 · 50 · 7 mm.

Wagonowe zestawy kół p. str. 358 i nast.

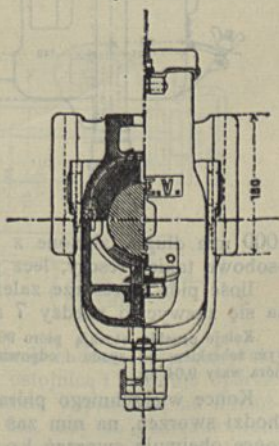
5. Maźnice bywają całkowite lub rozdzielne, a smar doprowadza się z dołu, z góry, wreszcie jednocześnie i z dołu i z góry.

Rys. 1017 do 1019 przedstawiają rozdzielną maźnicę pruską, o panwiach z metalu białego, stosowaną obecnie jednak już przeważnie tylko pod wagony towarowe. Pod wagony osobowe i tło-

Rys. 1017.



Rys. 1018.



śmukowe stosują dziś w Prusach już prawie wyłącznie maźnice całkowite, t. j. nierozdzielne z jedną tylko, spiżową panwią wierzchnią (ponadosiową).

Rys. 1020 do 1023 przedstawiają maźnice stosowane na kolejach rosyjskich.

Kadłub maźnicy odlewają przeważnie z żeliwa, w nowszych jednak czasach wytłaczają go też bez szwu z żelaza, jako wytrzymałszego na uderzenia. Na panwie biorą spiż, składający się z 86% Cu i 14% Sn, albo z metalu białego, o składzie: 85% Sn, 10% Sb i 5% Cu, albo też: 83% Sn, 11% Sb i 6% Cu.

Panwie przylegają do czopa zaledwie na $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{3}$ obwodu, i tę też tylko część można uważać za istotnie pracującą *). W ostatnich czasach robią doświadczenia i z łożyskami wałkowymi w maźnicach (p. T. I str. 514 i 515).

Smary do maźnic są wyłącznie ciekłe (zwykle olej rzepakowy lub mineralny). Zaolejamy maźnice bądź to w miarę zużycia smaru, a więc dorywczo, bądź też w dłuższych, stałych okresach czasu, czyli okresowo. Aby zapobiedz przeciekaniu smaru na zewnątrz,

oraz wnikananiu pyłu i kurzu do maźnicy, należy uszczelniać jak najstaranniej szczelinę na obwodzie czopa od strony piasty, szczeliny zaś na obwodzie szyi obustronnie, wreszcie w maźnicach rozdzielnych i szczeliny między ich połówkami (np. uszczelkami Lösewitz'a **).

6. Sprężyny lub resory nosne powinny znajdować się między ostoją a maźnicami wszelkich wagonów, z wyjątkiem tych, które jeżdżą wyłącznie w pociągach roboczych; do nich się bowiem przepis ten nie stosuje (W. T. § 134). Na kolejach drugorzędnych zamiast resorów można też stosować sprężynujące podkładki kauczukowe.

Pod wagony towarowe bez półwozków zalecają się resory

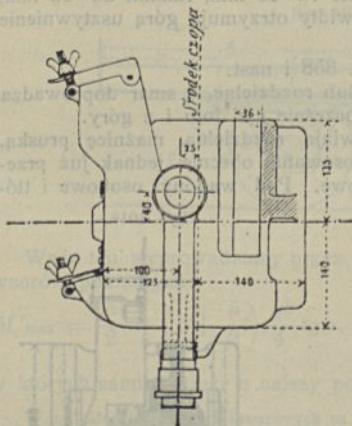
1000 mm długie, złożone z piór nie grubszych niż 13 mm, a pod osobowe także resory, lecz przynajmniej 1500 mm długie.

Ilość piór w resorze zależy od jego długości i obciążenia, a waha się zazwyczaj między 7 a 12 (p. T. I. str. 414 i 415).

Koleje pruskie stosują pióro 90 mm. 13 mm, t. j. 11,5 cm³ przekroju, z poosiowym żeberkiem od spodu i odpowiadającym mu rowkiem z wierzchu. 1 m b. takiego pióra waży 9,04 kg.

Końce wierzchniego pióra zawija się w ucho, przez które przechodzi sworzeń, na nim zaś zawieszają się wieszaki, których drugie końce obejmują sworzeń koziołka resorowego. (Sworznie bywają około 30 mm średnicy, a wieszaki pod wagonami towarowymi 100 mm,

Rys. 1019.

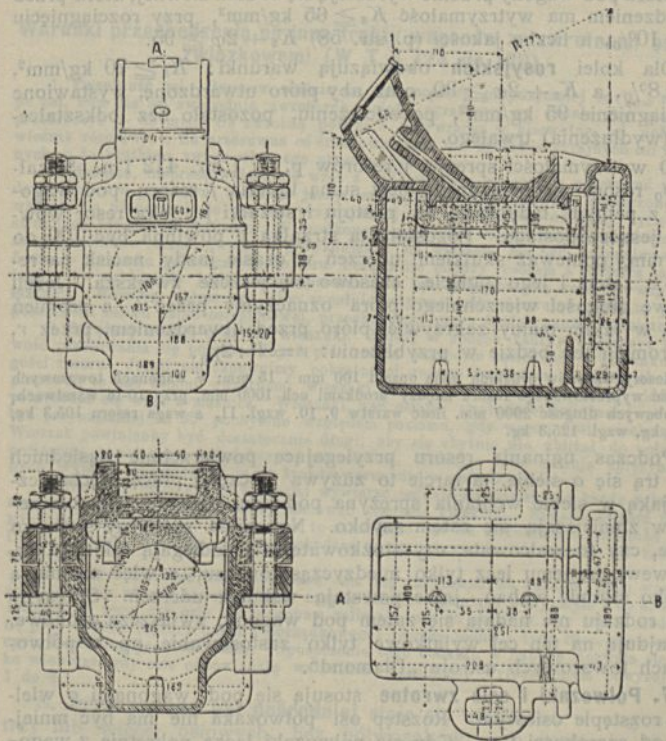


*) F. Reuleaux, Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1891 str. 932. Nowe poglądy i doświadczenia o tarcu czopowym.

**) Glasers Ann. 1890. T. 27 str. 31.

pod osobowymi 150 mm długie). Pióra resorowe mają w pośrodku dziury 7 mm prześwitu; po utwardzeniu piór, łączą się one kołkiem żelaznym, przetkniętym przez te dziury. Gotową wiązkę piór opasuje w pośrodku przewiązka, w postaci opaski (na gorąco nałożonej) lub pałąka, wspierająca się na maźnicy. Ponad tą prze-

Rys. 1020, Rys. 1021, Rys. 1022, Rys. 1023.



wiązką, na ostojnicy, umieszczamy ochronnik nadresorowy, który się, w razie pęknięcia resoru, obniża wraz z ostojnicą i znajduje oparcie na przewiązce resorowej. Przegub wieszaka wspiera się na koziołku resorowym niekiedy nastawnie, t. j. tak, aby za pośrednictwem śrub nastawczych można go było przesunąć pionowo (względem ostojnicy), a urządzenie takie dozwala rozkładać prawidłowiej ciężar wagonu na poszczególne maźnice. Wieszaki nad pośrednimi resorami wagonów trzyosiowych miewają po dwa ogniwa, a to w celu polepszenia przesuwności osi pośredniej.

Rosyjskie wagony towarowe miewają resory 1040 mm długie (między osiami uch, po wyprostowaniu), 10 piór o przekroju 76 mm · 12,7 mm (3" × 1/2"), opaskę o przekroju 76 mm · 15 mm, wieszaki 90 mm długie, ze sworzniami 25 mm średnicy. Ucha koziółków, a raczej osie tych uch, leżą we wzajemnym odstępnie 1150 mm, a w odległości 130 mm od ostojnicy.

Pióra pod wagony **pruskie** wyrabiają się ze stali zlewnej, która przed utwardzeniem ma wytrzymałość $K_z \geq 65 \text{ kg/mm}^2$, przy rozciągnięciu $\varphi \geq 10\%$, a liczbę jakości (p. str. 58) $K_z + 2\varphi \geq 95$.

Dla kolei **rosyjskich** obowiązują warunki: $K_z \geq 70 \text{ kg/mm}^2$, $\varphi \geq 8\%$, a $K_z + 2\varphi \geq 90$, oraz aby pióro utwardzone, wystawione na ciągnięcie 95 kg/mm², po odciążeniu, pozostało bez odkształcenia (wydłużenia) trwałego.

O wytrzymałości sprężyn i resorów p. T. I str. 412 i n. Strzałka p_0 resoru nieobciążonego jest sumą ugięcia f resoru pod wagonem z pełnym ładunkiem na postoju i strzałki p , jaką resor wówczas jeszcze posiada. Pozostała ta strzałka p powinna być 100 do 110 mm, ponieważ skutkiem uderzeń w czasie jazdy nacisk na resor, a zatem i jego ugięcie, czasowo się jeszcze zwiększa. Jeżeli połowę długości wierzchniego pióra oznaczymy przez l , a promień łuku, w jakim mamy zakrzywić pióro przed utwardzeniem, przez r , to promień ten będzie w przybliżeniu: $r = l^2 : 2p_0$.

Resory wagonów **pruskich** mają opaski 100 mm · 15 mm; w wagonach towarowych długość wyprostowanego resoru między środkami uch 1000 mm, przy 10-iu warstwach; w osobowych długość 2000 mm, ilość warstw 9, 10, wzgl. 11, a waga resoru 105,3 kg, 115,1 kg, wzgl. 125,3 kg.

Podczas uginania resoru przylegające powierzchnie sąsiednich piór trą się o siebie, a tarcie to zużywa poczęści pracę mechaniczną, jaką w siebie wchłania sprężyna pod uderzeniami; wahania resorów zmniejszają się zatem szybko. Natomiast sprężyny śrubowo zwite, czy to walcowate, czy stożkowate, nie podlegają takiemu tarcia wewnętrznemu lecz tylko międzycząstkowemu, a więc nie mogą szybko stłumić wahań, jakie powstają wskutek uderzeń. Sprężyny tego rodzaju nie nadają się zatem pod wagony, zwłaszcza osobowe, i znajdują na ten cel wyjątkowe tylko zastosowanie, np. w półwózkach towarowych ustroju „Diamond“.

7. Półwózki i osie zwrotne stosują się pod wagonami o wielkim rozstępie osiowym. Rozstęp osi półwózka nie ma być mniejszy od szerokości toru. Gdy się półwózki łączą pokrętnie z wagonem lecz go nie podpierają, ostoja wagonowa wspiera się natenczas resorami bezpośrednio na maźnicach osi.

Związkowemi osiami zwrotnymi *) zwiemy osie, nastawiające się samoczynnie w kierunku promienia krzywizny toru, a odpowiadające w swym ustroju postanowieniom Stutgardzkiego Zjazdu Związku niemieckich zarządów kolejowych w r. 1886. Związkowe osie zwrotne dzielą się:

*) Frank w Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1892, str. 685 i n. Die Vereins-Lenkachsen, 2 wyd., Freie Lenkachsen für Zuggeschwindigkeiten bis 90 km/St. u. für Wagen mit und ohne Bremse. 1891 Wiesbaden, C. W. Kreidel.

a) podług ustroju na: **swobodniezwrotne** i **spółzwrotne**. Oś swobodna zwraca się przy wjeździe w krzywą niezależnie od pozostałych. Para osi spółzwrotnych składa się z dwóch osi zwrotnych, a skrajnych co do położenia względem wagonu, i tak ze sobą złączonych drążkami i dźwigniami, aby skutkiem zwrotu jednej osi i druga oś się zwracała o ten sam kąt, lecz w kierunku odwrotnym.

b) Podług dozwolonej prędkości jazdy: na dwie **grupy A i B**, z których grupa A nie podlega ograniczeniom co do prędkości jazdy, osie zaś grupy B mogą znaleźć zastosowanie tylko w pociągach, których prędkość jazdy nie przekracza 50 km/godz.

Warunki przechodzenia na inne trakty wagonów ze zwrotnemi osiami związkowemi (W T § 124 do 128).

1. **Zwrotność osi.** Przesuw maźnicy ma być możliwy przynajmniej do $\frac{1}{1000}$ rozstępu osi, lecz dla osi swobodnie zwrotnych należy ograniczyć go trwale, by nie mógł przekroczyć ± 35 mm. Oś zwrotną powinien przywracać w pierwotne jej położenie wieszak resorowy, o ile przesuwna oś środkowa sama nie nastawia skrajnych osi zwrotnych, a to skutkiem swego własnego przesunięcia.

2. **Maźnice**, nieprzesuwające się wraz z widłami, lecz mające się przesuwac względem widel i w poziomym kierunku jazdy, muszą otrzymać stosownie poszerzone prowadniki, a poszerzenie to ma być przynajmniej o 5 mm większe od sumy tych obustronnych przesuwów maźnicy. W środkowym położeniu osi luz między powierzchniami prowadników maźnicowych, a prowadnicami na widłach, ma być przynajmniej po 5 mm w kierunku poprzecznym do toru. Połączenie między resorem a maźnicą ma być takie, aby wykluczało jakiegokolwiek przesunięcia lub przegiębienia resorów względem maźnicy. Musi ono zatem być albo zupełnie sztywne, albo dozwalać tylko na pewną pokretność resoru około osi pionowej, przechodzącej przez środek panwi maźnicznej.

3. **Sprężyny nośne, oraz ich wieszaki.** Należy w sposób zaufny wykluczyć możliwość przesuwania się poszczególnych pór resoru względem sąsiednich w kierunku długości resoru. Jeżeli nie zapewnimy pokretności resoru względem maźnicy około osi pionowej, to nad osiami zwrotnemi wieszaki powinny umożliwiać resorom niezbędne pokręcanie się wraz z maźnicą. Wieszaki nad osiami swobodnie zwrotnemi powinny być przynajmniej na 30° pochylone względem poziomu, gdy wagon jest nieobciążony. Wieszak powinien być dostatecznie długi, aby się zbyt nie zbliżał do położenia poziomego nawet przy największym zwrocie osi. Stosując inne ustroje sprężyn nośnych, wypada przystosować je do tychże warunków w sposób właściwy.

4. **Hamulce** mają swymi klockami wywierać jednakowe naciski na każde z kół zestawu. Zestaw przesuwny należy hamować czterema klockami. Niejednakowość nacisków obydwóch klocków, hamujących to samo koło, niema przekraczać stosunku 2:3. Ustrój hamulca powinien nie przeszkadzać samonastawianiu się nawet osi zahamowanych.

5. **Napis:** „Zwrotne osie związkowe“ ma się znajdować na każdym boku wagonu, zaopatrzonego w osie zwrotne, które czynią zadość warunkom powyższym 1 do 4. W zależności od tego, czy osie pod wagonem zaliczały się do grupy A, czy też B, dodawano przy napisie (oprócz numeru porządkowego) jeszcze jedną z tych liter, znamionujących dozwoloną prędkość jazdy. Opuszczenie tego dodatku w napisie dozwala się tylko wtenczas, gdy osie odpowiadają wszystkim warunkom, wyliczonym powyżej pod 1 do 4.

8. **Przesuwność osi pośredniej** staje się niezbędną w wagonach trzy lub więcej osiowych, bez półwozaków, a o rozstępie ponad 4 m, gdy koła tejsze osi pośredniej posiadają obrzeża. Przesuw możliwy powinien się dostosować do łuków o promieniu 180 m (W. T. § 129). Przesuw ten a dla osi pośredniej wagonu trzyosiowego, o rozstępie r , podajemy poniżej:

r w m	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
a w mm	5	9	13	17	21	26	32	37	42	48

Jeżeli osie skrajne są również przesuwne, to powyżej podany przesuw a osi pośredniej można zmniejszyć o wielkość przesuwu osi skrajnych.

Pośrednie osie bez obrzeży powinny być nieprzesuwne.

d. Pudło wagonowe i urządzenie wewnętrzne.

1. Wagony osobowe.

Wagony osobowe bywają: **przechodnie**, z mostkami na czołach i **nieprzechodnie**, bez mostków.

Wysokość prześwitna pudła w środkowej części przynajmniej 2 m (W. T. § 131).

Odstęp między przegrodami przedziału I-ej kl., o dwóch ławkach naprzeciwnych, bywa 2 do 2,15 m, dla II-ej kl. zmniejsza się on o 0,1 do 0,2 m, a dla III kl. o 0,3 do 0,5 m. **Pruskie** koleje stosują dla I kl. 2,1 do 2,14 m, dla II kl. 2 do 2,04 m, a dla III kl. 1,55 do 1,63 m. Prześwit między siadami naprzeciwymi ma być 0,51 do 0,66 m, a na kolejach miejskich, ze względu na częste wysiadanie, do 0,81. Wznios siedzy ponad podłogę bywa 0,45 do 0,47 m.

Na kolejach **rosyjskich** wymiary mają być nie mniejsze niż poniżej podane: głębokość siadu, łącznie z odgrzbieciem: I kl. 0,7 m, II kl. 0,61 m, III kl. 0,43 m; szerokość siadu wraz z podręczem, na każdego podróżnego: I 0,74, II 0,58, III 0,56 m; prześwit między ławkami naprzeciwymi, albo w przejściach między obok stojącymi: I 0,61, II 0,56, III 0,56 m; szerokość przejść między ścianami: I 0,64, II 0,61, III 0,58 m; szerokość pomościaków odczołowych, bez względu na klasę, 0,72 m.

Więzba pudła bywa ponajczęściej z drzewa (z dębiny); przycięs jej 160 do 180 mm szeroka, a 100 mm wysoka; obwódzina 60 do 80 mm szeroka, przy wysokości 130 do 160 mm; słupki narożne 90 mm · 100 mm w przekroju, słupki odrzwiowe 90 mm · 90 mm, wreszcie słupki pośrednie 75 mm · 90 mm. W wagonach nieprzechodnich stawiają po jednym słupku pośrednim między słupkami odrzwiowymi, a odstępy międzysłupkowe w ścianach czołowych bywają w przybliżeniu takie same jak w ścianach bocznych. Pomiedzy słupki wstawiają się rozwory. Poszczególne części więzby ścian łączą się ze sobą na czopy i żelazne łączniki kątowe. Połączenie wzajemne ścian bocznych stanowią wygięte krokiewki dębowe lub jesionowe.

Jeżeli wagon nie posiada ostojnic, to zastępujemy je ściankami bocznymi, tworzącymi belki. Do tego służy, np. pokrycie dolnej części więzby ścianek bocznych, aż popod okna, blachą 3 mm grubą, przechodzącą wzdłuż wagonu, albo też pochyłe ściagi podpinające; atoli ustroje podobne nadają się tylko do wagonów przechodnich.

Więzbę ścianek pokrywamy od zewnątrz blachą dwumilimetrową, od strony wewnętrznej zaś opierzeniem z desek 17 do 20 mm grubych, ponajczęściej sosnowych. Podłoga z desek 20 do 25 mm grubych bywa zazwyczaj podwójna, lecz w wagonach klasy IV-ej nie raz i pojedyncza. Krokiewki pokrywamy z wierzchu opierzeniem z desek ∞ 25 mm grubych, a w przedziałach I i II-ej klasy podbijamy i od spodu krokiewek podbitkę z desek 10 mm grubych.

Koleje rosyjskie, w celu lepszej ochrony od mrozów, obijają więźbę ścianek i od zewnątrz opierzeniem z desek, na które nakładają warstwę pilśni (wojłoku), a na nią dopiero blachę. Pilśń chroni nie tylko od mrozu, lecz i od brzęczenia blachy podczas jazdy. Również przestrzeń między podłogą podwójną wypełniają nieraz masą otulczą lub innym ciałem pulchnem, mniej przenikliwem dla ciepła.

Dachy wagonów pokrywają blachą, tekturą smołowcową, wreszcie płótnem żaglowem w połączeniu z masą niepalną.

Drzwi wagonowe otrzymują w prześwicie szerokość 0,6 do 0,7 m, przy wysokości 1,7 do 2 m (kol. prus. 0,6 m · 1,82 m). Ze względu na przewóz rannych podczas wojny, wagony IV-ej klasy, mające służyć do takiego celu, otrzymują podwoje o łącznej szerokości 1 m w prześwicie.

Drzwi w ścianach bocznych powinny mieć po dwa przyrządy zamykające, jednakże na kolejach drugorzędnych starczy jeden taki przyrząd. § 142 W. T. wymaga, aby przynajmniej jeden z tych przyrządów był zakrętką zwykłą (nawierzchnią), albo też ukrytą. Czwórgranie w zamkach do kluczy mają przekroje w końcu 7 mm · 7 mm, u podstawy 9 mm · 9 mm, a długość 15 mm; prześwit tulei 18 mm, a średnica zewnętrzna samego klucza 16 mm (W. T. § 142 i J. T. § 25). Po bokach drzwi powinno się znajdować urządzenie, chroniące od przyskrzynienia palców (W. T. § 142). Przeciw wychylaniu się podróżnych z okien wypada stosować właściwe urządzenia, a przynajmniej napisy ostrzegawcze (W. T. § 121). Podług przepisów, środki zapobiegawcze przeciw wychylaniu się stają się niezbędne dopiero, gdy szerokość pudła wagonowego przekracza 2,9 m.

Najniższy **stopień wejściowy** wznosi się około 600 mm ponad wierzch szyn, a to przy ugięciu się resorów, które odpowiada wzniosowi zderzaków 1040 mm ponad w. sz. Pionowe odstępy między stopniami bywają 280 do 330 mm. U wagonów nieprzechodnych dolne stopnie przechodzą wzdłuż całego wagonu w postaci chodnicy (deski ∞ 310 mm · 40 mm), dosięgającej prawie obrysu taborowego (p. str. 374). Końce stopni i chodnic mają leżeć w odstępie przynajmniej 300 mm od zderznej płaszczyzny zderzaków zupełnie wysuniętych (W. T. § 139), a zalecane w tymże §-ie **chodnice na dachu**, wysięgające poza niego, mają pozostawać w oddaleniu 250 mm od tejsze płaszczyzny zderznej.

Przewietrzanie wagonów powinno być dostatnie, a liczą po 30 m³ powietrza świeżego na osobę i godz.

Do **oświetlenia** wagonów stosują: świece stearynowe (Rosya), nafta (Ameryka), oliwa (Włochy, Hiszpania), najszerzej zaś gazy tłustne (mazutowe), czyste lub z domieszką acetyleny, wreszcie elektryczność. Dostarczają jej bądź to akumulatory, naprądniane na stacyi oporządczej, bądź też prądnica spólna dla całego pociągu, a natenczas, albo napędzana turbiną parową na parowozie, albo oddzielna dla każdego wagonu, napędzana od jego osi. Gdy prądnicę napędzamy od osi wagonu, niezbędnem jest dodanie akumulatorów, nabijanych w czasie jazdy, a dostarczających światła na czas postoju. Nawet

gdy prąd dostarczamy z prądnicy na parowozie, akumulatory w wagonie nie stają się jeszcze zbędnymi, a to z powodu odprzęgnięcia wagonu od pociągu podczas jego przerządzania. Na gaz umieszczamy pod wagonem zbiorniki z blachy żelaznej (o średnicy 400 do 550 mm, przy długości 1500 do 3300 mm), które napełniamy na stacji oporządczej gazem o prężności 6 at. Ze zbiornika gaz przechodzi przez miarkownik prężności, a dalej przewodami 10 mm średnicy do palników, do których dochodzi z prężnością 50 mm słupa wodnego. Zapas gazu w zbiorniku powinien starczyć na 16 do 32 godzin oświetlania.

Palniki bywają dwuwytłowe, ze słońca (talcum), zaopatrzone w kurki, miarkujące natężenie światła, niezależnie od kurków na przewodach głównych. Palniki takie w III i IV-iej klasie zużywają 25 l/godz. gazu, w II kl. 27,5 l/godz., w I kl. 30 l/godz., a palniki trójwytłowe 53 l/godz.

Ogrzewanie wagonów uskuteczniiano pierwotnie na postoju przez wsuwanie grzejek do przedziału, t. j. skrzynek podłużnych, metalowych z wodą gorącą; sposób ten stosują dotychczas jeszcze szeroko we Włoszech i Francji. Grzejkę z wodą zastępywano też skrzynką z węglem rozżarzonym, wsuwaną pod przedział. Zwykle piece żelazne nadają się do ogrzewania wagonów bezprzedziałowych. Można też ogrzewać wagony gazem, albo powietrzem nagrzanem, najwięcej stosują jednak ogrzewania wodne, przedewszystkiem zaś parowe. Dla ogrzewań wodnych stawiają zazwyczaj oddzielny kociołek w każdym wagonie (Rosya), dla parowych zaś dostarcza parę dla całego pociągu bądź to sam parowóz, bądź też oddzielny kocioł w wagonie ogrzewczym. Od samoczynnego miarkownika prężności na kotle para o prężności 3 at prowadzi się wzdłuż całego pociągu. Przewód parowy składa się z rur metalowych, ułożonych u posadzki wagonów, a rury te łączą się nawzajem ze sobą, między poszczególnymi wagonami, za pośrednictwem przełączki kiszkowych. Każde takie przełącze składa się z dwóch połówek kieszki, przyczepionych do końcy rur, a połówki te przy sprzęganiu wagonów łączą się ze sobą za pośrednictwem swoistej złączki metalowej, doszczelniającej się w powierzchniach stożkowych, której ustrój jest jednakowy na wszystkich kolejach związkowych (W. T. § 84). Rurę u posadzki wagonu układamy z obustronnym spadkiem 1:100, t. j. od środka ku czołom wagonu, a woda skroplona splywa do kieszek i uchodzi na zewnątrz przez swoisty zaworek u spodu złączki kieszek; gorszym jest sposób wydmuchiwanie parą wody z całego przewodu przez jego koniec od tyłu pociągu. W każdym przedziale stawiają zazwyczaj po dwa grzejniki, zasilane parą z przewodu głównego, do którego też ścieka i woda skraplająca się z grzejników. Spólny zawór rozdzielczy mogą podróżni nastawiać tak, aby się albo obydwie grzejniki łączyły z przewodem, albo tylko jeden z nich, albo wreszcie żaden. Umożliwia się w taki sposób miarkowanie temperatury w przedziale.

Pruskie koleje stawiają również po dwa grzejniki w każdym przedziale, lecz w postaci węzownic, przyłączonych jednym końcem do przewodu, a łączących się drugim swobodnie z atmosferą. Powierzchnie tych węzownic nie są równo wielkie, a ich stosunek obrano jak 2:1. Węzownice te zasilają się parą niskiego ciśnienia, a jej do-

lot do węzowni większych miarkuje obsługę wagonowa dla wszystkich przedziałów jednocześnie; miarkowanie dołotu pary do węzowni mniejszych jest dla każdego przedziału niezależne i pozostawia się uznaniu podróżnych.

Na 1 m³ objętości przedziału pośredniego liczą po 0,13 do 0,15 m² powierzchni grzejnika parowego, a w przedziałach skrajnych po 0,15 do 0,17 m².

Wymiary wagonów podano w tabl. str. 424.

2. Wagony tłómkowe i pocztowe.

Ustrój pudła nie różni się zasadniczo od osobowego. Przedział na tłómki w **wagonie tłómkowym** miewa długość 6 do 8 m do pociągów osobowych, a 5 do 7 m do towarowych; przedział dla nadkonduktora wznosi się o tyle ponad podłogę wagonu właściwego, aby z przedziału tego można było dogodnie przejrzeć cały pociąg. Przestrzeń swobodna pod tym przedziałem przeznacza się bądź to na przedział dla psów, bądź też na pomieszczenie narzędzi i przyrządów, niezbędnych na wypadek rozerwania się pociągu (W. T. § 160). W wagonach tłómkowych, do pociągów międzynarodowych, potrzebny jest jeszcze zamykany przedział na tłómki, idące dalej pod nadzorem celnym. Najwłaściwszem będzie wejście do przedziału nadkonduktorskiego od strony czołowej. Przedział tłómkowy otrzymuje drzwi przesuwne, a urządzą w nim niekiedy i ustęp. Wagon tłómkowy ma zawsze posiadać hamulce.

Wagony pocztowe powinny mieć oddzielny przedział na listy, a oddzielny na większe przesyłki pocztowe. Boczne drzwi wejściowe mieszczą się często we wnękach, co umożliwia nadanie większej szerokości pudłu wagonowemu. Pod podłogą znajdują się nieraz skrzynie dodatkowe.

Wymiary p. tabl. str. 424.

3. Wagony towarowe.

Z wyjątkiem wagonów o przeznaczeniu swoistem, podłoga ma się wznosić 170 mm ponad osie zderzaków, a podług W. T. § 180 podłoga wagonu towarowego ma leżeć 1220 mm ponad wierzchem szyn, podczas gdy środki tarczy zderzakowych wznoszą się na 1040 mm ponad w. sz., z doliczeniem gry resorów ± 25 mm.

Wagony kryte miewają pudła o wymiarach w prześwicie: wysokość przynajmniej 2 m, szerokość przynajmniej 2,4 m (W. T. § 131), długość zaś 5 do 8 m w wagonach dwuosiowych, 6,5 do 8,5 m w trzyosiowych, a 7 do 10 m w czterosiowych. Więzba pudła przeważnie drewniana, podobnie jak w wagonach osobowych, w nowszych jednak czasach stosują coraz to więcej i więzby żelazne.

Podłoga z poprzecznych desek sosnowych, 50 do 60 mm grubych (kol. prus. 55 mm), leży bezpośrednio na ostoi; słupki siedzą w małych wspornikach, przynitowanych do ostojnic i czołownic, a do tych słupków przytwierdzają się na śruby deski, tworzące opierzenie ścianek. Kol. prus. stosują słupki boczne z ceowników $\Gamma 75 \cdot 35 \cdot 8$ mm, a czołowe $105 \cdot 65 \cdot 8$ mm; deski zaś na ścianki, sosno-

Rodzaj wagonu	Nazwa kolei	Z hamulcem lub bez niego	Ilość osi	Ilość siadów, względnie ładowność	Długość pudła w przęświecie	Szerokość pudła w przęświecie	Wysokość pudła w pośrodku	Pole podłogi	Wznios podłogi ponad wierzch szyn	Długość wozaka	Waga własna	Rozstęp osi (skrajnych)																																
					m	m	m	m ²	m	m	t	m																																
1. W a g o n y o s o b o w e.																																												
Nieprzechodni I/II klasy	pruskie	z ham.	3	12+22	11,96	2,47	2,1 do 2,2 m bez nadstawki na okna górne, a wraz z nią 0,3 m wyżej	1,282	12,5	20,4	8,0																																	
" II/III	"	"	3	12+36	10,36	"						1,267	10,0	16,7	7,5																													
" III	"	"	3	52	9,46	"										1,267	10,0	16,7	7,5																									
Wagon IV	"	"	2	60	7,86	2,97														1,267	10,0	16,7	7,5																					
" IV	"	"	3	60	10,36	2,47																		1,267	10,0	16,7	7,5																	
Nieprzechodni I/II	"	"	4	10+31	16,32	2,42																						1,267	10,0	16,7	7,5													
" III	"	"	4	80	16,04	"																										1,267	10,0	16,7	7,5									
Przechodni I/II	"	"	4	8+29	16,86	2,864																														1,267	10,0	16,7	7,5					
" III	"	"	4	64	16,87	2,850																																		1,267	10,0	16,7	7,5	
Nieprzechodni III	Rzesza niem.	—	2	56	11,16	2,47																																						1,260
Przechodni I	Orleańska	—	2	21	11,94	2,978	1,260	16,99	30,9	14,5																																		
											11,63	16,9	14,0	7,0																														
															12,07	14,0	7,0	7,0																										
2. W a g o n y t ł o m o k o w e.																																												
Do pociągów towarowych	pruskie	z ham.	2	4t	6,395	2,55													2,267	13,68	1,222	7,2	10,8	4,7																				
" " osobowych	"	"	3	6t	9,13	2,47																			1,267	10,0	13,8	7,0	7,0															
" " towarowych	Wabach	"	4	20t	5,657	2,55																								2,880	43,19	1,295	17,78	30,6	12,903									
" " osobowych	Baltim.-Ohio	"	6	13,6	15,855	2,724																														1,295	17,78	30,6	12,903					
3. W a g o n y t o w a r o w e.																																												
Kryty	pruskie	z ham.	2	15t	7,92	2,75													2,2	21,8	1,212	8,3	10,35	4,5																				
Niekryty	"	bez	2	15t	6,72	2,834	1,1	19,0	1,222	6,8									7,3	4,0																								
Węglarka żelazna	"	z ham.	2	15t	"	"	"	"	"	7,5	8,3	4,0																																
"	"	"	2	15t	5,3	2,89	1,45	15,3	1,228	6,0	8,0	3,3																																
"	"	"	2	20t	6,0	2,85	1,5	17,1	1,222	6,7	8,4	4,0																																
Wagon na koks	"	"	2	15t	7,72	2,834	1,6	21,9	1,212	8,5	8,8	4,5																																
Wapniarka kryta	"	"	2	15t	5,29	2,89	1,78	15,3	"	6,0	8,85	3,3																																
Wagon pomostowy	"	"	2	15t	10,12	2,67	0,4	27,0	1,279	10,9	9,25	6,5																																
"	"	"	4	30t	12,0	2,9	—	34,8	1,325	12,0	16,7	9,8																																
Wagon z ławą pokretną	"	bez	2	10t	4,38	2,48	—	10,9	1,248	4,4	5,6	2,5																																
Towarowy kryty	Chicago Burl.	z ham.	4	27t	10,16	2,48	—	10,37	1,325	10,37	16,7	8,84																																
Węglarka	Canada Pacif.	"	4	36t	10,97	2,59	1,537	28,3	1,295	11,10	16,8	9,505																																
Wagon na rudę	połud. Francya	"	4	50t	10,6	2,63	1,0	27,9	1,270	10,68	15,4	8,85																																
4. W a g o n y p o c z t o w e.																																												
Zwykły	pruskie	z ham.	3	7,5t	9,786	2,67	2,823	26,13	1,167	12,40	16,66	7,5																																
"	"	"	4	6,0t	11,86	2,67	2,773	31,57	1,167	12,40	23,72	10,5																																
Pocztowo-tłomokowy	"	"	4	3,0+3,0t	7,3	2,75	2,775	20,08	1,33	17,3	23,5	14,5																																
					+6,05			+16,64																																				

we, 20 do 40 mm grube. W obydwóch ściankach bocznych mieszczą się drzwi przesuwne 1,5 m szerokie, a 1,95 m wysokie (W. T. w § 131 wymagają przynajmniej 1,9 m), nadto zasuwy do przewietrzania, oraz dodatkowy otwór do ładowania. Dębowe krokiewki dachowe, 65 mm · 55 mm w przekroju, wygięte na strzałkę 100 do 150 mm, otrzymują kryćbę z desek 25 mm grubych, łączonych na wpusty żelazne, powleczonych warstwą żywiczną, 5 mm grubą, którą osłaniamy jeszcze płótnem żaglowem.

Pudła na kolejach **rosyjskich** mają w prześwicie: wysokość 2,337 m, szerokość 2,743 m, długość 6,4 m, drzwi 1,83 m · 2,102 m, a kryćbę z blachy.

Wagony na nierogaciznę są przeważnie dwupiętrowe, na drób kilkopiętrowe, a skrzynia na paszę znajduje dogodnie miejsce między osiami pod podłogą. W wagonach na piwo, masło, mięso i t. p., ścianki, podłogi i dachy otrzymują kilkakrotne opierzenia w pewnych odstępach wzajemnych, wypełnianych masami otulczymi, np. włókna-
mi z orzecha kokosowego, z trzciny bambusowej i t. p. Drzwi są pokrętne na zawiasach, gdyż przywierają one szczelniej od przesuwnych; wreszcie ustawiają w wagonach zbiorniki lodu na lato, a na zimę piece gazowe.

Wagony niekryte miewają zasadniczo ustrój podobny do krytych, lecz ścianki częściej z blachy, np. nieckowatej 5 do 6 mm grubej, a jeżeli drewniane, to opierzenie miewa grubość 30 do 50 mm. W ściankach bocznych mieszczą się drzwi dwuskrzydłowe, pokrętne na zawiasach, o szerokości otworu 1,5 m. Ścianki czołowe są albo wyjmowane, albo odchylny, około górnej osi poziomej, a natenczas przywierają się one za pośrednictwem ksiuków siedzących na spólnym wale. Wysokość ścianek do 2 m, np. w wagonach na bydło.

Wagony pomostowe, przeważnie bez ścianek, zastąpionych często przez burtę, posiadają zazwyczaj kłonicę wyjmowaną, albo pokładliwą aż na podłogę. Wagony na półwozaki o pełnym obrocie można nawrócić, posilkując się nawet małą obrotnicą, o ile się tylko na niej pomieści jeden półwozak. **Wagon z ławą pokrętną** chodzi w parze z drugim tego samego rodzaju, a łączy się z nim rozwarą. Para takich wagonów służy do przewozu długich pni, belek, szyn i t. p. (W. T. § 138 i 165), a każdą parę wyposażamy w dwie rozwory, jedną 2 m, drugą 4 m długości. **Wapniarki**, w ustroju podobne do węglarek, otrzymują jednak pokrycie szczelne od deszczu (6 pokryw), a ścianki z blach nieckowatych o grubości 2 mm.

Wymiary wagonów wykonanych p. tabl. str. 424.

Rosyjskie wagony pomostowe mają pomost 6,4 m na 2,743 m, obwiedziony burtą 0,28 m wysoką, rozstęp osi 3,2 m, a ostojnice podpięte.

4. Wagony o przeznaczeniu swoim.

Wagony na przewóz wysokich płyt (blach, zwierciadeł) i płaskich przedmiotów (kół rozpędowych) otrzymują poosiowe, koryciaste wgłębienie między zestawami kół, sięgające aż do 130 mm ponad wierzch szyny. **Wagony lejowate** na węgiel, rudę i t. p. mają ścian-

ki pochyłe, a u spodu leja, wytwarzającego się w ten sposób, kłape do wysypywania ładunku, co wymaga jednak ustawienia wagonu na torach wyniosłych, zaopatrzonych w zesuwnie. W Stanach Zjedn. budują wagony takie o nośności do 50 t. **Wagony zbiorniki** na ciecze i gazy, a więc na naftę, ropę, spirytus, maź pogazową, kwasy, rozmaite gazy i t. p. posiadają zbiorniki w postaci kadzi, albo walczaków leżących lub stojących. **Nafciarki** rosyjskie posiadają walczak leżący, z blachy 4,7 mm grubej, o długości 6,21 m, przy średnicy 1,65 m. Na walczaku stoi dzwon 0,78 m wysoki, o średnicy 0,66 m. **Wagony robocze**, na przewóz materiałów do budowy drogi, miewają burty odchylnie, a przerabiamy zazwyczaj na nie stare wagony niekryte. **Wagon pomocny**, zaopatrzony w przyrządy do uprzątania torów, zatamowanych wskutek wypadków, bywa zazwyczaj co do swego ustroju zwykłym wagonem krytym. **Żoraw - wagon** (p. T. I str. 687). **Wózki droźnicze** są to niskie wagoniki pomostowe, bez zderzaków, sprzęgów i t. p., napędzane ręcznie, pomosty ich bywają 2 m dl., 1,8 m szer.

III. OZYSK KOLEI (ruch).

a. Sygnały.

Przepisy obowiązujące na całą Rzeszę niemiecką wydano w r. 1892*), pozatem, z wyjątkiem kolei bawarskich, obowiązują jeszcze P. K. g. Na kolejach Związkowych obowiązują §§ 180 do 191 W. T., a na niemieckich kol. drugorz. dodatkowo i §§ 115 do 120 Z. K. d.

Wszystkie wagony osobowe, tlómkowe, pocztowe, a również i wagony towarowe, przeznaczone na wagony odtylne pociągu, powinny otrzymać **obsady do latarni sygnałowych** na takich podpórkach lub wspornikach, aby latarnie wystawały ponad dach lub poza boczne ścianki wagonu. Latarnie i tarcze sygnałowe nie powinny w zasadzie wysięgać poza obrys taborowe, jednakże między poziomami, wzniesionymi na 1300 mm i 3400 mm, przekroczenie o 50 mm jest dozwolone. Obsady te mają prześwit kwadratowy, leżący przekątnią równoległą do osi wagonu, a zwężający się ku dołowi w ten sposób, że, w 76 mm wysokiej obsadzie, bok owego kwadratu prześwitowego ma górą 46 mm, dołem zaś 35 mm. Czworograniasta skrzynka latarniowa, o ściankach bocznych równoległych do boków wagonu, niema być szersza niż 250 mm i nie wyższą od 280 mm.

*) Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands, wraz ze zmianami z maja 1896, Wilh. Ernst i syn, Berlin 1899.

b. Obsługa stacy i pociągów.

1. Roczny przebieg wagonu osobowego bywa w Niemczech średnio 47000 km, tłómokowego 50000 km, a towarowego 16000 km.

2. Następność pociągów po sobie lepiej urządzić podług międzypociągowych **odstępów** (drogi), niż na międzypociągowe **rozkresy** (czasu), które powinnyby być przynajmniej 5-o minutowe (W. T. § 167). P. K. d. w § 65 wymagały następności pociągów i oddzielnie jadących parowozów w odstępach o stacyę, i to za każdorazowym pozwoleniem zawiadowcy stacyi, a przepis ten obowiązuje i koleje drugorzędne, gdy $V > 15$ km. O służbie pociągowej p. W. T. § 175.

3. P. K. g. przepisują na szlakach dwutorowych jazdę po **prawej stronie**, pozwalając jeździć po stronie lewej tylko pod dwoma warunkami:

a) po uprzednim porozumieniu się obydwóch stacyi na końcach szlaków leżących, a mianowicie:

1. w razie zatorowań na drugim torze, 2. pociągami roboczymi, wagonami roboczymi i wózkami, 3. za pozwoleniem władzy nadzorczej na szlaku między stacyą, a rozjazdem w zbrocznicę.

b) na osobistą odpowiedzialność rozporządzającego pociągiem:

1. na stacyach, 2. pociągami lub parowozami pomocnymi, 3. powracającymi parowozami, które pchały pociągi.

Koleje rosyjskie jeżdżą również po stronie prawej, natomiast austriackie, francuskie, włoskie i t. d. po lewej.

4. Pchanie pociągu pozwala się podl. P. K. g.:

a) Bez parowozu czołującego, gdy $V \geq 25$ km/godz., a władza nadzorcza nie ustanowiła ograniczeń:

1. przy powolnem cofaniu się pociągów, 2. dla pociągów roboczych i gospodarczych, 3. dla pociągów do poblizkich zakładów przemysłowych i t. p., albo od nich. Na wagonie odprzednim należy natenczas usadowić strażnika. Nawet przy zachowaniu tego warunku, pociągi pchane na kolejach drugorzędnych nie mogą być więcej niż 50 osiowe, a gdy przejazdy nie są strzeżone, prędkość ma być $V \geq 15$ km/godz., przyczem jeszcze strażnik na wagonie odprzednim powinien podzwaniać.

b) Z parowozem czołującym:

1. na torach bardzo stromych, 2. podczas wyjeżdżania ze stacyi, 3. w razach groźnych, bez wszelakich ograniczeń.

5. O największych długościach pociągu, dozwolonych w Niemczech, p. str. 230, w innych krajach niema poczęści takich ograniczeń i dlatego w Anglii pociągi pospieszne miewają i 60 osi, w Stanach Zjedn. pociągi towarowe i 200 osi.

6. O dozwolonej prędkości jazdy w Niemczech p. str. 230.

Prędkość jazdy nie powinna przekraczać prędkości:

- na jaką zbudowano parowóz,
- zależnej od ogólnej liczby osi,
- zależnej od liczby osi hamowanych,
- zależnej od właściwości szlaku.

Wypada ustalić największe prędkości dozwolone dla poszczególnych rodzajów pociągów:

a) przy przejeździe przez łuki rozjazdów, albo podczas jazdy pod śpic zwrotnicy nie zamkniętej nierozmykalnie, b) na szlakach przy mostach obrotowych, c) w ogóle na szlakach, wymagających jazdy bardziej przecznej. Przed krzyżniami pozastacyjnymi pociąg powinien się zatrzymać, a przejeżdżać przez krzyżnię dopiero po otrzymaniu sygnału na jazdę, otrzymać go zaś może dopiero po zupełnem przystaniu. Na takich krzyżniach, gdzie się kolej główna krzyżuje z drugorzędną, lub na krzyżniach dwóch szlaków kolei drugorzędnych, mogą pociągi kolei głównych, względnie pociągi jednej z krzyżujących się kolei drugorzędnych, otrzymać pozwolenie na przejeżdżanie owych krzyżni bez przystawania (W. T. § 168 do 173).

7. Dla każdego pociągu wypada obliczyć **najmniejsze trwanie** (czas) **jazdy** między dwiema stacyami, z uwzględnieniem wszystkich okoliczności, wpływających na dozwoloną prędkość jazdy, a więc krzywości i pochyłości szlaku i t. p.

Do tak obliczonego trwania doliczamy jeszcze **dotatki** na przystawanie pociągu, dojeżdżającego do stacyi i na jego rozbieg przy wyjeżdżaniu. Na przystawanie i rozbieg łącznie dodają po 2 do 3 min. dla pociągów pospiesznych i osobowych, 3 do 4 min. dla osobowo-towarowych, a 3 do 5 min. dla towarowych.

8. **Hamulce.** Podług P. K. g. wszystkie pociągi, jeżdżące z prędkością $V > 60$ km/godz., a na kolejach drugorzędnych z $V > 30$ km/godz., należy zaopatrzyć w hamulce zespolone, któreby można było wprowadzać w działanie tak ze stanowiska silniczego i nadkonduktora, jakoteż z każdego poszczególnego wagonu, i to z każdego przedziału (nie wyłączając przedziału dla sługi wagonowego), i któreby zahamowały samoczynnie obydwie części pociągu, w razie jego rozerwania. Na samym tyle takiego pociągu wolno doprzęgać wagony bez hamulcy zespolonych, lecz nie ponad 16 osi, a mniej takich osi, gdy prędkość jest znaczniejsza, przy wielkiej zaś prędkości jazdy, takich wagonów wogóle doprzęgać nie wolno.

Najmniejsza % osi hamowanych w pociągu

(oprócz hamulców parowozu i tendra), podł. P. K. g.; zaznaczyć jednak wypada, że § 157 W. T. stawia wymagania odmienne.

1. Na kolejach głównych.

Pochyłość toru	Przy prędkości jazdy V km/godz., podanej w nagłówku,																	
	$\frac{1}{\infty}$	1 : π	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100	110	120
1	1 : 1000	6	6	6	6	7	9	12	15	19	22	31	42	55	68	81	95	
2	1 : 500	6	6	6	6	8	10	13	16	20	23	33	44	57	71	84	97	
3	1 : 333	6	6	6	7	9	11	14	18	21	25	35	46	59	73	86	100	
4	1 : 250	6	6	6	8	10	12	16	19	22	26	37	48	61	75	88		
5	1 : 200	6	6	7	9	11	14	17	20	24	28	38	50	63	77	(90)		
6	1 : 166	7	7	8	10	12	15	18	21	26	30	40	52	65	78			
7	1 : 143	8	8	9	11	13	16	19	23	27	31	42	54	67	(80)			
8	1 : 125	9	9	10	13	15	17	21	25	29	33	44	56	69	(82)			
10	1 : 100	11	11	12	15	17	20	24	28	32	37	47	59	(72)				
12	1 : 83	13	13	14	17	19	23	27	31	35	40	51	62					
14	1 : 71	15	15	16	19	22	25	30	34	38	43	55	(65)					
16	1 : 62	16	17	18	21	24	28	33	37	41	46	58	(68)					
18	1 : 55	18	19	20	23	27	31	35	39	44	50	(61)						
20	1 : 50	20	21	22	25	29	33	37	42	47	53	(65)						
22	1 : 45	22	23	24	28	32	36	40	45	51	57							
25	1 : 40	25	26	28	32	36	40	45	50	56	(62)							

2. Na kolejach drugorzędnych.

Pochyłość toru ‰	1 : n	Przy prędkości jazdy V km/godz., podanej w nagłówku, % osi hamow.									
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	
1	1 : 1000	6	6	6	7	9	12	14	17	21	
2	1 : 500	6	6	6	8	10	13	15	18	22	
3	1 : 333	6	6	7	9	11	14	16	19	23	
4	1 : 250	6	6	8	10	12	15	17	20	25	
5	1 : 200	6	7	9	11	14	16	18	22	27	
6	1 : 166	7	8	10	12	15	17	19	24	29	
7	1 : 143	8	9	11	13	16	18	21	25	31	
8	1 : 125	9	10	13	15	17	20	23	27	33	
10	1 : 100	10	12	15	17	20	23	27	31	37	
12	1 : 83	12	14	17	19	23	26	30	33	42	
14	1 : 71	14	16	19	22	25	29	34	39	46	
16	1 : 62	15	18	21	24	28	32	37	43	50	
18	1 : 55	17	20	23	27	31	35	40	47	54	
20	1 : 50	19	22	25	29	33	38	43	50	58	
22	1 : 45	21	24	28	32	36	41	46	54	62	
25	1 : 40	24	27	32	36	40	46	51	60	69	
30	1 : 33	29	33	38	43	48	54	60	(70)	(79)	
35	1 : 28	34	38	44	50	56	62	(70)	.	.	
40	1 : 25	39	44	50	56	64	(70)	.	.	.	

Odsetki osi hamowanych, podane dla $V = 15$ km/godz. w tabl. 3-iej, obowiązują i na zbocznicach.

Dla prędkości jazdy i pochyłości szlaku, pośrednich między podanymi w tablicy, należy brać odsetki osi hamowanych, podane dla większych prędkości i pochyłości. Miarodajną jest największa prędkość V_{max} pociągu, dozwolona na danym szlaku, a za liczbę ‰ bierze się liczbę spadu lub wzniosu, wyrażonego w m na tym km szlaku, który posiada największy spad lub wznios.

Oś próżnego wagonu towarowego liczy się za pół osi, natomiast osie pustych wagonów osobowych lub tłómkowych i pocztowych liczą się w pełni. Liczbę osi hamownych w pociągach wojskowych ustala stacya wyjazdowa na zasadzie $V_{max} = 40$ km/godz. i dla pochyłości całej drogi, przebieganej przez pociąg. Liczba osi istotnie hamowanych, a więc i liczba hamulczych, zmienia się na poszczególnych częściach drogi, podług ich pochyłości, a zgodnie z przepisami. Gdy pochyłość na kolei głównej przekracza 25‰ , a na drugorzędnych 40‰ , odsetkę osi hamowanych ustala krajowa władza nadzorcza.

9. Zestawianie pociągów. Osie hamowane należy w pociągu rozmieścić możliwie równomiernie, a gdy pochyłość, obliczona podług zasady powyżej podanej, przekracza 5‰ , odtynny wagon pociągu musi mieć hamulce obsługiwane. Dla kolei drugorzędnych pochyłość największa oblicza się, nie na cały km, lecz na $\frac{1}{2}$ km.

W razach wyjątkowych można do wagonu odtynnego w pociągach towarowych doprzęgać jeden wagon uszkodzony, lecz zdolny do jazdy i pusty.

Pociągi, jeżdżące z prędkością $V \geq 45$ km/godz., należy sprzęgać tak ściśle, aby się, przy postoju na torze prostym, ich przyna-

3. Na kolejach wąskotorowych.

Pochyłość toru ‰	1 : n	Przy prędkości jazdy V km/g., podanej w nagł. % osi hamow.		
		15	20	30
0	1 : ∞	6	6	6
2,5	1 : 400	6	6	9
5	1 : 200	6	7	12
7,5	1 : 133	8	10	15
10	1 : 100	10	13	18
12,5	1 : 80	13	15	21
15	1 : 67	15	18	24
17,5	1 : 57	18	21	27
20	1 : 50	20	23	31
22,5	1 : 45	22	26	34
25	1 : 40	25	29	37
30	1 : 33	30	34	43
35	1 : 28	34	39	49
40	1 : 25	39	45	56

leżne zderzaki ze sobą stykały. W pociągach osobowych, o $V \geq 60$ km/godz., wszystkie sprężyny cięgieł i zderzaków powinny już być do pewnego stopnia naprężone w czasie postoju.

W pociągach osobowych, o $V > 50$ km/godz., wagon odprzedni ma być wagonem ochrończym, nie mogą w nim zatem mieścić się podróżni. Przy prędkościach 40 do 50 km/godz. starczy niezajmowanie miejsc w przedziale odprzednim tego wagonu, a sposób ten uważa się za dostateczny nawet przy prędkościach od 50 do 60 km/godz., jednakże z warunkiem, aby w pociągu hamowanie było zespolone, aby liczba osi nie przekraczała 40, i aby na danym szlaku wszystkie pociągi jeździły z jednakową prędkością. Prędkości poniżej 40 km/godz. nie wymagają nawet przedziału ochrończego, a na kolejach drugorzędnych przepisy te wogóle nie obowiązują. W pociągach mieszane tuż przy zajętych wagonach osobowych nie wolno wstawiać ani wagonów, których ładunek sięga poprzez dwa lub więcej wagonów, ani takich, które mają sprzęgi ustroju niezwykłego.

Oświetlać należy zajęte wagony osobowe od chwili nastania zmroku, jako też podczas jazdy przez tunel, trwającej przynajmniej 2 min.; W. T. w § 163 określa natomiast 3 min.

Linka ostrzegawcza jest zbyteczna, gdy hamowanie jest zespolone, a na kolejach drugorzędnych nawet przy hamulcach zwykłych, z wyjątkiem jedynie pociągów wojskowych.

c. Obsługa parowozu.

Przepisy ogólne.

Bez pozwolenia osoby uprawnionej służba parowozowa nie może nikogo zabierać na parowóz (W. T. § 178).

W parowozie **na postoju**, gdy się ogień pali w palenisku, przepustnica ma być zamknięta, a nastawki stawidłowy w położeniu środkowym, wreszcie tender zahamowany. Parowozu takiego nie wolno zostawiać bez nadzoru (W. T. § 176). **Podczas rozniecienia ognia i dogrzewania** parowozu powinno być przynajmniej tyle wody w kotle, aby wytryskiwała za otwarciem najniższego kurka dozorczonego, a nadto tender powinien mieć jeszcze pewien mały zapas; wreszcie kurki na cylindrach mają być otwarte.

Użycie świstawki parowej wypada ograniczać do przypadków, w przepisach wskazanych, a również trzeba wedle możliwości unikać otwierania kurków na pompie, w cylindrach, oraz kurków dozorczych, gdy się parowóz znajduje obok dróg lub przejazdów ożywionych. Na kolejach drugorzędnych, jadąc przy drogach lub przez niestrzeżone przejazdy, zamiast stosowania świstawki, należy podzwaniać (W. T. § 177).

Średnia dzionka silniczego (maszynisty) obejmuje przejazd 140 do 250 km pociągami pospiesznymi i osobowymi, a 90 do 140 km towarowymi, lub wreszcie dwunastogodzinną pracę przerywczą. Natomiast dzionka największa dosięga przejazdu 500 km pociągami pospiesznymi, 400 km osobowymi, a 200 km towarowymi.

Zużycie węgla na kolejach równinnych bywa w Niemczech średnio: 10 kg/km w pociągach osobowych, a 16 kg/km w towarowych, przyczem ilokrotność odparowania bywa 5 do 7. Ilość wody wypływanej przez smoczek i t. p. dosięga 10% ogólnej ilości **wody zużywanej**, która się znów waha od 0,06 do 0,20 m³/km. **Zużycie smaru** bywa 14 do 25 kg na 1000 km jazdy.

Rozgrzanie parowozu zabiera przynajmniej 2 godziny czasu, a po przepłukaniu kotła, albo po dłuższej nieczynności do 4 godz.

Przeplukiwanie kotła, które należałoby wykonywać wodą ciepłą, zabiera zazwyczaj około 13 godzin czasu, a mianowicie 8 godzin na ochładzanie się kotła, 3 godziny na właściwe przepłukiwanie i 2 godz. dodatkowe na dogrzewanie. Na tę czynność potrzeba 8 do 15 m³ wody; wypada zaś ją powtarzać w rozkresach 1 do 3 tygodniowych, a to w zależności od dobroci wody zasilającej. Za oczyszczenie parowozu płacą po 2 do 4 marek.

Przebieg roczny parowozu bywa 25000 do 50000 km, a całkowity przebieg w okresie trwania parowozu 600000 do 900000 km. W Stanach Zjedn. przez potrojenie osady parowozu pospiesznego zwiększają jego przebieg miesięczny do 24000 km, a roczny do 180000 km.

Osada parowozowa spełnia w takim razie litylko służbę parowozową. Podwojenie lub potrojenie osady parowozowej zaoszczędza kosztów. Parowóz będzie ogółem miał przebieg nie mniejszy, chociaż zniszczyje w krótkim okresie. Zmniejszamy więc nie tylko ilość parowozów, niezbędną dla danego ruchu, a zatem i kapitał nakładowy i jego odsetki, lecz nadto, zastępując każdy poszczególny parowóz częściej przez nowy, mamy możność korzystania z ulepszeń, pojawiających się w ich budowie. Dlatego też i Niemcy zaczęli pod tym względem naśladować Amerykanów.

Parowóz może **przetrwac** 18 do 25 lat pracy, a to w zależności od jej natężenia, oraz od prawidłowości ustroju. W tym okresie trwania wymienia się zazwyczaj skrzynię paleniskową raz jeden, płomieniówki dwa razy, a obręcze na kołach trzy razy.

Cały koszt na przebieg jednego km przez parowóz liczą w Niemczech średnio 40 do 60 fenigów, z których 16 f. przypada na naprawę.

d. Obsługa naprawni.

Cały tabor należy stale utrzymywać w takim stanie, aby każda jego jednostka mogła bezpiecznie jeździć z największą dozwoloną dla niej prędkością. W celu zaufanego, a szybkiego wykonywania wszelakich napraw i odnowień taboru, trzeba urządzić dostatek naprawnie własne, o ile się ten cel nie da osiągnąć równo zaufaniem innym sposobem.

1. Koszt naprawy liczą po 16 fenigów na parowozokilometr, a dla wagonów towarowych po 0,5 fen. na osiokilometr.

Odbiór i sprawdzanie parowozów. Parowozy nowe i takie, w które wstawiono nowy kocioł, można puszczać w obieg dopiero, gdy odbiór policyjny techniczny wykaże ich zaufność.

Po każdej poważniejszej naprawie kotła, a nawet bez niej, przynajmniej w rozkresach co 3 lata należy poddać wszystkie części parowozu i tendra starannemu sprawdzeniu, a sam kocioł próbie na ciśnienie. Ów okres trzyletni liczy się od dnia puszczania parowozu w obieg, po dokonaniem sprawdzenia.

Ciśnienie próbne przewyższa dozwoloną nadprężność pary o 5 atm, a w czasie próby należy obnażyć kocioł z jego osłony.

Nie można puszczać w obieg parowozów, które podczas próby uległy odkształceniu trwałemu, przed usunięciem takiej wadliwości i przed ponowieniem próby. W czasie próby wypada sprawdzić jednocześnie manometry i naciążenie zaworów bezpieczeństwa. Ciśnienie próbne sprawdza się manometrem oddzielnym, którego prawidłowość trzeba znów sprawdzać w stosownych (nie zbyt długich) rozkresach czasu.

Najdalej w 8 lat po puszczaniu parowozu w obieg należy sprawdzić jego kocioł wewnątrz, po uprzednim wyjęciu płomieniówek, a sprawdzanie takie powtarza się przynajmniej co każde 6 lat następných.

Wyniki prób i sprawdzeń zapisują się do oddzielnej księgi (W. T. § 111, 112, 113 i 120).

Odbiór i sprawdzanie wagonów i tendrów. Nowe wagony i tendry można puszczać w obieg dopiero, gdy sprawdzimy zaufność ich budowy. Po stosownych okresach czasu wagon podlega ponownym takim sprawdzaniom ogólnym, przy których trzeba podojmować resory i powyjmować maźnice.

Wagony kolei drugorzędnych podlegają takim sprawdzaniom przynajmniej co 3 lata.

Na kolejach głównych wagony towarowe sprawdzają się również w ten sposób przynajmniej co 3 lata, natomiast wagony osobowe, tłómkowe, pocztowe i takie towarowe, które chodzą w pociągach osobowych, należy sprawdzać w ten sposób przynajmniej corocznie, a jeśli wagony te jeżdżą przeważnie w pociągach pospiesznych, to przynajmniej co pół roku. Jeżeli jednak wagon od ostatniego takiego sprawdzenia nie przebiegł jeszcze 30000 km, to można sprawdzenie, mające nastąpić w rozkresie półrocznym lub rocznym, odroczyć, lecz nie dalej, jak do lat trzech (W. T. § 144). Koleje pruskie dokonywują tych sprawdzeń w zależności od okresu obiegu lub długości przebiegu, a mianowicie: dla wagonów pospiesznych co pół roku, względnie po przebiegu 30 do 40 tysięcy km; dla wagonów w pociągach osobowych corocznie, względnie po przebiegu 45 do 55 tysięcy km. Dogodnym będzie, pociągi, zazwyczaj nie przerządane, sprawdzać łącznie.

2. Średnia ilość robotników w naprawniach *).

Oznaczenie rodzaju jednostki taboru	Na jednostkę taboru obsługiwaną przez naprawnię	Na jednostkę taboru stojącą w naprawni
na 1 parowóz	1,3 do 1,8	7 do 13
„ 1 wagon osob. lub poczt. . .	0,2 „ 0,4	2 „ 4
„ 1 „ towar. lub tłóm. . .	0,03 „ 0,06	0,7 „ 1,5

Ilość robotników, obliczona podług danych powyższych, składa się z rzemieślników różnego zawodu, a rozdział na poszczególne rzemiosła podano w tablicy poniższej w odsetkach.

Rodzaj rzemiosła	W naprawni parowozów	W naprawni wagonów	W naprawni części toru (zwrotnic i t. p.)
Ślusarzy	46	30	50
Kowali i kotlarzy na żelazo . .	17	9	14
Tokarzy, strugarzy i wierciarzy.	16	8	18
Blacharzy, szklarzy, lejarzy i kotlarzy na miedź	3	3,5	·
Malarzy i lakierników	1,5	11	2
Stolarzy i więźbiarzy (stelmachów kolejowych)	do 1	20	·
Siodlarzy, rymarzy i wyściełaczy (tapicerów)	·	6	·
Pomocników	15,5	12,5	16
ogółem %	100	100	100

* Eisenb. Tech. d. Gegenw., Troske, rozdział: Naprawnie; Glas. Annal. 1889 1890, rozprawy Oppermann'a.

3. Koleje pruskie rozróżniają pod względem ważności i obszaru wykonywanych robót:

1. naprawnie główne, na wszelakie naprawy;
2. naprawnie pomocnicze, na mniejsze naprawy i
3. naprawnie podręczne, t. j. do napraw doraźnych.

Naprawnie główne powinnyby leżeć możliwie środkowo względem obsługiwanej sieci kolejowej, przy jednym z jej węzłów głównych, co skraca drogi taboru, podążającego do naprawni i z niej powracającego, a co ponadto zapewnia zazwyczaj dostateczną ilość robotnika, aczkolwiek nie po najtańszej płacy. Urządzenie jednej wielkiej naprawni głównej jest bardziej celowe, niż jej rozdział na kilka pomniejszych.

§ 65 W. T. zaleca dla kolei głównych urządzenie w naprawniach **pracowni krytych** na jednoczesne pomieszczenie 25% parowozów, 10% wagonów osobowych i 3% towarowych, względnie do ogólnej liczby obsługiwanych przez daną naprawnię. Ponadto 5% ogólnej ilości wagonów powinno móc się pomieścić w obrębie ogrodzenia naprawni na torach **pod otwartem niebem**. Cyfry powyższe obliczono z zapasem, w rzeczywistości na kolejach niemieckich znajduje się jednocześnie w naprawie średnio tylko: 16 do 18% parowozów, 8 do 10% tendrów, 10% wagonów osobowych, a 4% towarowych. Na kolejach, o ruchu średnio ożywionym, liczą na każdy km kolei po 30 do 45 m² krytej powierzchni naprawni.

Układ planu naprawni powinien być taki, aby części naprawiane przechodziły przez poszczególne oddziały, przebywając drogi możliwie jak najkrótsze, a jednocześnie i taki, aby w przyszłości można było powiększać poszczególne oddziały bez trudności.

W naprawniach głównych bywają zazwyczaj oddziały następujące: parowozownia, tokarnia (t. j. pracownia tokarska), kolarnia, (naprawiająca zestawy kół), kuźnia, kotłarnia na żelazo, naprawnia płomieniówek, blacharnia, oszkliniarnia, kotłarnia na miedź, odlewnia mosiądzu (nieraz i żeliwnia, t. j. odlewnia żeliwa), wagoniarnia, sprawdzalnia wagonów, obrabiarnia drzewa, narzędnia, siodlarnia i wyścielarnia, lakiernia, naprawnia zwrotnic, naprawnia sygnałów i urządzeń mechanicznych, parzelnia maźnic, warzelnia pokostu. Ponadto: składy główne, składownie na drzewo, silnia (t. j. budynek na kotłownię i silnicznę), zarządnia, szopa na sikwy, odźwiernia, waga podtorowa, jadalnia dla robotników, ustępy, łazienki i t. p. Gdy tabor jest bardzo liczny, może się zalecać zupełny rozdział naprawni parowozowej od wagonowej.

Ważniejsze odmiany układów planu.

1. **Zupełny rozdział na poszczególne budynki:** Dwa wielkie budynki prostokątne na parowozownię i wagoniarnię; natomiast na kuźnię, kotłarnię, tokarnię, obrabiarnię drzewa i t. d. oddzielne budynki. Zalety: największa łatwość powiększenia całej naprawni, jakoteż poszczególnych jej oddziałów; bezpieczeństwo od rozniesienia pożaru na całość naprawni. Wady: kosztowność przewozu części naprawianych z oddziału do oddziału; brak przejrz-

stości i trudność nadzoru; niezbędność rozstawiania silników po oddziałach.

2. Układ podkowiasty \sqcup : Dwa budynki symetryczne, przeznaczone na naprawę parowozów, względnie wagonów, łączą się budynkiem poprzecznym, zawierającym tokarnie i t. d. Zalety: celowy rozdział obydwóch oddziałów głównych; łatwość powiększania, przejrzystość i dogodny nadzór. Wady: znaczny koszt budowy i ogrzewania z powodu wielkiej powierzchni ścian zewnętrznych.

3. Układ rusztowaty: Wielki gmach prostokątny w planie, z szeregiem dziedzińców wewnętrznych, przeznaczonych na składy zestawów kół. Zalety: dobre połączenia i krótkość drogi przebywanej przez części naprawiane; dobra przejrzystość i łatwy nadzór. Wady: trudność powiększania poszczególnych oddziałów; niedostępność dziedzińców wewnętrznych w razie pożaru.

4. Układ nierozczłonkowany: Cała naprawnia mieści się w jednym wielkim budynku prostokątnym, bez ścian między głównymi oddziałami, jedynie kuźnia, obrabiarnia drzewa, siodlarnia, lakiernia, kreślarnie, biura i t. p. odgradzają się ścianami wewnętrznymi. Zalety: mała ilość wrót i drzwi, a więc łatwość ogrzewania; najmniejszy koszt na jednostkę przestrzeni obudowanej; największa przejrzystość i najłatwiejszy nadzór; dogodność powiększania naprawni. Wady: niebezpieczeństwo spłonięcia całej naprawni w razie pożaru.

Poszczególne oddziały naprawni są przeważnie bez piętr, z oknami w dachu. Na piętrze można conajwyżej pomieszczać pracownie na części lżejsze, jako to: tokarnię na drobne przedmioty, wyścielarnię, siodlarnię i t. p. Dostatnie oświetlenie dzienne jest niezbędne dla wszystkich oddziałów.

Naprawnie **ogrzewają się** przeważnie parą, rzadziej powietrzem gorącym lub piecami (z paleniskami). Zalety ogrzewania parowego: szybkie zagrzanie, bezpieczeństwo od pożaru, niewydzielanie pyłu, małe koszty utrzymania i mała obsługa. W Stanach Zjedn. stosują często ogrzewanie powietrzem, wtlaczaniem przez nawietrzniki, a nagrzewaniem w parowych nagrzewnicach (kaloryferach) z rur gładkich. Zwykłe ogrzewanie parą odlotową zaleca się przedewszystkiem w mniejszych naprawniach; we większych, z powodu długości przewodów i związanych z nią znacznych oporów ruchu pary, wypada powiększyć sztucznie różnicę prężności, w celu przewyciężenia tych oporów. W tym celu można: albo na początku przewodu dodawać pary świeżej o większej prężności, przez dyszę strumienicy parowej (smoczka), która ssie parę odlotową i wypycha ją do przewodu ogrzewczego, albo też naodwrot ssąc pompą wodę i powietrze (przenikające do systemu) z końca przewodów odwadniających, albo wreszcie można obydwie te sposoby zastosować łącznie (np. ogrzewanie naprawni w Żbikowie kol. Warsz.-Wied.).

Najlepszym **oświetleniem** jest elektryczne, a w jego braku gazowe, zwłaszcza palnikami żarowymi, które jednak nie znoszą wstrząśnięć.

Wodociągi. Na zewnątrz, w odstępnie około 25 m od ścian budynków, stawiamy szeregi hydrantów przeciwpożarnych, wśród budynków układamy rury wodociągowe bądź to wzdłuż ścian, bądź też w poprzek popod torami, stawiając po jednym hydrancie na każde dwa tory. W celu ich ochrony od zamarzania i od wstrząśnień, przewody wodociągowe powinny być leżeć na głębokości 1,3 do 1,5 m poniżej wierzchu szyn, a w krajach o klimacie mroźnym, jeszcze głębiej. O naporze wody p. str. 340

Nie mniej ważnym jest prawidłowe **odwodnienie**. Zazwyczaj układają co drugą nawę po jednym kanale dostępnym, 0,6 m szerokim, a 1,4 m wysokim, do którego wprowadzają się ścieki od hydrantów i podłazów śródtorowych. Naprawnie należy też zaopatrywać w **urządzenia przeciwpożarne**, a we wielkich naprawniach zaleca się utrzymywanie stałej straży pożarnej.

Posadzka w tokarniach bywa drewniana, przynajmniej pod stanowiskami robotników, a natenczas z bali lub kostek, pozatem może być z płyt kamiennych, cementowa lub asfaltowa; w miejscach, wystawionych na większe naciski, lepiej kłaść podłogę z bali lub posadzkę z kostek drewnianych. W pracowniach, w których pracują ogniem, lepszym będzie klepisko z gliny z domieszką młotowin, albo też bruk z kamieni przykrzesanych. Gdzie rozlewają wiele wody na posadzkę, np. w lakierniach, najwłaściwszym będzie asfalt, a przynajmniej płyty kamienne lub bruk z cegły (p. też str. 347).

Parowozniarnia. Pod każdym stanowiskiem powinien być podłaz; odstęp zaś między czołem stanowiska a ścianą 3,5 do 5 m, na ustawienie stołów roboczych, a nawet na przeprowadzenie kolejki. O długości stanowiska i podłaza p. str. 344 i 345. Międzyosiowy odstęp stanowisk 5,5 do 7 m.

Wznios poduszek wiazarowych ponad w. szyn 6 m, a w nawach na suwnice dźwigarkowe 2 m więcej; przy wymianie zestawów kół z pod parowozu, trzeba go, wraz z kominem, podnosić o ∞ 1,6 m.

Na każde stanowisko parowozowe liczą po 4 **imadła**, przytwierdzone do stołów roboczych, 0,8 m szerokich i wysokich.

Do poddźwigiwania parowozów służą **dźwigniki bliźniacze** (p. T. I str. 675), a do wymiany poszczególnych zestawów kół urządzamy kanał poprzeczny względem stanowisk, 2,7 m głęboki, a 2,3 m szeroki, w który opuszcza się zestaw na małym dźwigu, przesuwnym po torze owego kanafu.

Parowozy wprowadzamy do naprawni na przesuwnicach (p. str. 326), a zestawy kół oddzielnymi małymi przesuwnicami bezdołowymi*). Stanowiska na **tendry** oddzielne mają takie same urządzenie jak na parowozy, lecz długość tylko 7 do 7,5 m.

Wagoniarnia służy prawie zawsze i do spawdzania wagonów. Budynek prostokątny dzieli się na dwie części symetryczne nawą przesuwnicową. Długość przesuwnicy 8 do 9 m, a stanowiska bywają na 2 do 3 wagony za sobą (p. też wagonownie na str. 347). Wszystkie stanowiska pod wagony osobowe mają podłazy, a pod

*) Org. f. Fortsch. d. Eisenb. Wes. 1885 str. 273.

towarowe tylko połowa stanowisk (p. str. 344). Odstęp między osiami stanowisk bywa 5,3 do 5,5 m, a wznios poduszek wiazarowych ponad w. sz. 5,6 m.

Tokarnię dzieli zazwyczaj na dwie części tor pod zestawy kół; po obu jego stronach ustawiamy obrabiarki, rozmieszczając z nich większe możliwie bliżej silnika, jednak z uwzględnieniem tego, aby przedmioty obrabiane przebywały jak najkrótsze drogi, a przede wszystkim aby uniknęły dróg wstecznych. Powierzchnia F' tokarni bywa o 25% większa niż przynależnej kuźni, albo można ją też określić z wzorów poniższych:

$$F' = 3,6 L + 2,0 W \text{ (podług Oppermann'a),}$$

$$F' = 2,9 L + 2,2 W \text{ (podług Troske'go),}$$

w których L oznacza ilość robotników parowozniarni, a W wagoziarni *).

Kolarnia powinna być blisko tokarni, lecz z powodu swej hałaśliwości należycie od niej odgradzona.

W **kuźni** liczą na każde ognisko, łącznie z miejscem pod młoty parowe i pod piece na resory, po 40 do 60 m². Kuźnie wypadają budować wysokie i przestronne, a więc wysokość do poduszki wiazarowej bywa 5 do 7,5 m.

Kotłarnia na miedź łączy się często z **odlewnią mosiądzu**, w której znów liczą po 60 do 75 m² na każdy tyglak (piec do tygli).

Żeliwni (odlewni żeliwa) często nie budują wcale w naprawniach kolejowych; przy wytwórczości około 5000 kg odlewu dziennie, wymagałaby ona jednak około 400 m² powierzchni.

W **obrabiarni drzewa** stawiają na każdego stolarza i więźbiarza (stelmacha kolejowego) oddzielny stół roboczy, o rozmiarach średnio 2,5 m · 1,1 m, oprócz tego obrabiarki drzewa. W pracowniach tych wały pędniane leżą przeważnie w kanałach pod posadzką, a wióry i trociny usuwamy wywietrznikami. Pożądanem jest oświetlenie elektryczne.

Siodlarnia i wyscielarnia w budynkach piętrowych mieści się na piętrze.

Lakiernia ma być możliwie bezpylna, wymaga zatem szelznego odgrodzienia, nadto dobrego oświetlenia i silniejszego, a równomiernego ogrzewania. Przestrzeń jej powinna starczyć na jednoczesne pomieszczenie: 1,4% parowozów, 2,5% wagonów osobowych i 0,33% towarowych, obsługiwanych przez daną naprawnię.

Naprawnię części torowych, przeważnie zwrotnic, budujemy czasami przy naprawniach ogólnych, częściej jednak pomijamy ją zupełnie.

Składy powinny się znajdować możliwie blisko miejsc zapotrzebowania. Dlatego też, oprócz składowni głównej, budują składownię na drzewo w bliskości obrabiarni drzewa, a składownię żelaza przy kuźni. Średnio liczą na każdego robotnika naprawni po 1 do 1,5 m² powierzchni składu w składowni, oraz po 3 do 6 m² składu pod

*) Bliższe dane o niezbędnej przestrzeni poszczególnych oddziałów p. Glas. Ann. 1890 rozprawa Oppermann'a; Eish. Tech. d. Gegenw. rozdział o naprawniach str. 759 i n.

otwartem niebem. Składownię na drzewo należy budować możliwie przewiewnie, stawiając ją ze względów przeciwpożarnych, długością w poprzek kierunku wiatrów przeważnie panujących i rozgradzając ją grodziżarami (brandmurami) na mniejsze składy. Oleje, smary i tłuszcze w ogóle mieszczą się ponajczęściej w piwnicach składowni, nafta zaś bądź to w oddzielnej składowni niepalnej, bądź też w zbiornikach pod otwartym niebem, lecz natenczas w dziedzińcu zupełnie odgrodzonym.

Kotłownia stawia się możliwie blisko środka ciężkości zużycia pary, z należytem uwzględnieniem głównego silnika, który stoi zazwyczaj w tokarni. Średnio liczą po 0,8 do 1 MK na każdą obrabiarkę.

Urządzenia zdrowotne. W każdym oddziale trzeba urządzać umywalnie i szatnię, a jadalnię poza obrębem naprawni. Na każdych 25 robotników liczy się 1 siad w ustępach. Niezbędne są łazienki; pokój dla robotników zasłabłych lub pokaleczonych, wraz z noszami i skrzynką z opatunkami mieści się zazwyczaj w pobliżu odźwierni. Gdy naprawnie stoją poza miastem, wypada zbudować domy mieszkalne dla robotników.

Zarządnia (budynek zarządu) stawia się zazwyczaj niedaleko od wejścia głównego do naprawni, a łączy nieraz z mieszkaniami dla urzędników.

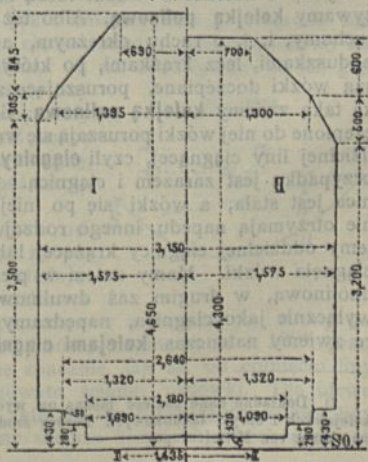
e. Obrysy ładunkowe (p. str. 337).

Na **kolejach średniotorowych**, należących do Związku kol. niem., rozmiary poprzeczne ładunków należy obowiązkowo przystosowywać do obrysi ładunkowych, ogłoszonych przez Związek w spisie obrysi ładunkowych, z czerwca r. 1898.

Obryse ładunkowe I, przedstawione po lewej stronie rysunku 1024, obowiązują na wszystkich kolejach średniotorowych, należących do Związku, a więc i na kolejach galicyjskich, oraz na kol. warszawiedeńskiej. Wyjątek stanowią trakty poniżej wymienione, na których obowiązuje niższe obryse ładunkowe II, przedstawione po prawej stronie tegoż rysunku. To samo obryse I dotyczy kolei Orientalnej i duńskich, jednakże z pewnymi wyjątkami.

Obryse ładunkowe II, przedstawione po prawej stronie rys. 1024, obowiązują na kolejach: Luksemburg - Ullingen, Alten-

Rys. 1024.



głan-Kusel, Mühldorf-Burghausen, Lam-Kötzing, na kilku traktach Zarządu pruskich kol. państw. we Frankfurcie, Aussig-Aussig Przy- stań, Bozen-Meran, na kolei Nadkremżańskiej (Kremstalbahn), na trakcie Bockeloo-Enschede kolei holenderskiej, na kolei Prinz Heinrichbahn, Chimaybahn, na kilku traktach dawniejszej kolei „Grand-Central-Belge“, jakoteż na kilku traktach kol. rumuńskich, na kilku kolejach duńskich, na wszystkich szwajcarskich, bułgarskich, a za uprzednim porozumieniem się, można wysyłać ładunki tego obrysa i na koleje szwedzkie.

Na nienależących do Związku kolejach francuskich, belgijskich, włoskich, szwedzkich i norweskich obowiązuje kilka innych, prze- ważnie mniejszych obrysi ładunkowych *).

Na drugorzędnych kolejach niemieckich należących do Związku, obowiązuje § 39 Z. K. d.

Na kolejach drugorzędnych, na które przechodzi tabor kolei głównej, obowiązują też obrysy ładunkowe kolei głównych. Koleje miejscowe, na które oby tabor nieprze- chodzi, mają swe własne obrysy ładunkowe, przystosowane do obrysi torowych p. str. 228.

IV. KOLEJKI LINOWE.

Torem tych kolejek jest lina, **nośnicą** zwana, podparta w pe- wnych znaczniejszych odstępach poduszkami lub krążkami, leżąca zazwyczaj wysoko ponad ziemią, a zwisająca między podporami pod wpływem ciężaru własnego i wózków. Linowy ten tor może być stały, t. j. stale wsparty na poduszkach nieruchomych lub wa- hliwych, a natenczas wózki toczą się **po** tej linii i kolejkę taką na- zywamy **kolejką polinową**. Albo też na odwrót sam tor może być ruchomy, t. j. o ruchu okrężnym, a natenczas podpieramy go nie poduszkami, lecz krążkami, po których toczy się lina, a **na** niej wi- szą wózki doczepiane, poruszające się wraz z liną, i dlatego kolejkę taką zwiemy **kolejką nalinową**. Gdy sama nośnica krąży, a przy- czeplone do niej wózki poruszają się wraz z nią, niepotrzebujemy już od- dzielnej liny ciągnącej, czyli **ciągnicy**, ponieważ sama nośnica w tym przypadku jest zarazem i ciągnicą. Inaczej ma się rzecz, gdy noś- nica jest stała, a wózki się po niej toczą: natenczas, o ile wózki nie otrzymają napędu innego rodzaju, np. elektrycznego, potrzebu- jemy oddzielnej ciągnicy krążącej lub o ruchu nawrotowym, którąby ciągnęła wózki. Mamy zatem w pierwszym przypadku kolejkę je- dnoelinową, w drugim zaś dwulinową. Jedną liną, lecz działającą wyłącznie jako ciągnica, napędzamy i **koleje** o torze zwykłym, któ- re zwiemy natenczas **kolejami ciągnicowymi**. Ciągnica takich kolei

*) Dokładne dane znaleźć można na wydanej przez E. Winkler'a mapie traktów kolejowych i obrysi ładunkowych Europy środkowej (die Vereinigte Routen- u. Lade- masskarte von Mitteleuropa).

może posiadać ruch okrężny, albo też ruch nawrotowy. W pierwszym przypadku otrzymamy **kolej o ciągnicy okrężnej**, do której doczepiają się (lub odczepiają od niej) poszczególne wagony lub pociągi. W drugim przypadku będą to prawie wyłącznie **koleje powrozowe** (funiculaire), t. j. pochylnie o torze zwykłym, po którym chodzą dwa tylko pociągi lub wózki, uwiązane do końca powroza, stanowiącego ciągnicę, a opasującego przynajmniej pół obwodu górnego krążka, który znosi siły ciągnące obydwu toków powroza. Na krążku tym równoważą się części siły ciągnące obydwu toków powroza, i przeważnie tylko różnica tych sił napędza cały układ, nadmiar jej zaś znosimy w miarę potrzeby przez hamowanie. Jeżeli torem takiej pochylni powrozowej będzie nośnica, t. j. lina lub drut, otrzymamy **powroзовą pochylnię polinową** wzgl. **podrutową**.

A. Liny (p. T. I str. 520 i 743).

Na **ciągnice** stosujemy prawie wyłącznie liny z drutów lano-stalowych, o 6-u pasmach spózwitych, na jednej duszy konopnej, co zwiększa giętkość liny, tak pożądaną dla ciągnic. Wytrzymałość drutów bywa $K_s = 12000$ do 18000 kg/cm², a liny takie obciążamy z zachowaniem 8 do 12-krotnego bezpieczeństwa.

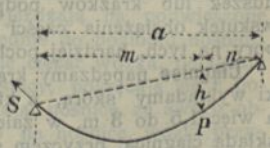
W **nośnicach stałych** pożądaną jest pewna sztywność i dlatego stosujemy na nie przeważnie liny skrętkowe, śrubowato usłojone, wreszcie zadrutowane, t. j. z osłoną z drutów kształtowych. Wytrzymałość drutów bywa $K_s = 6000$ do 14500 kg/cm², a obciążamy liny takie z zachowaniem 4,5 do 8, zazwyczaj zaś 6-krotnego bezpieczeństwa.

Nośnice okrężne, które są zatem jednocześnie i ciągnicami, powinny być giętkie, aby się z łatwością zginały na krążkach odwodzących, podpierających i t. p.

Liny okrężne, tak ciągnice jak i nośnice, muszą posiadać możliwie gładkie i nie pogrubione złącza między poszczególnymi kawałkami, z jakich się lina składa. A że, ze względu na ich giętkość, stosujemy na nie przeważnie liny pasmowe, więc złączenia dokonywamy zazwyczaj przez wplatanie pasm końca jednej liny między pasma końca drugiej, nadając takiemu **splotowi** długość około 2,5 m.

Konce poszczególnych kawałków nośnic stałych łączymy zazwyczaj za pomocą swoistych łączników, np. składających się z dwóch nasówek stożkowatych. Przez każdą nasówkę przesuwamy z węższej jej strony koniec liny, rozplątamy druty tego końca, zaginamy je o 180°, przez co sam koniec liny pogrubia się znacznie, tak że, po cofnięciu liny, oprze się on obwodem o stożkowate ścianki nasówki. Dla utrwalenia złącza zalewamy metalem białym ów rozszerzony koniec liny, objęty nasówką, poczem łączymy szersze końce obydwóch nasówek,

Rys. 1025.



zaopatrzone w gwint wewnętrzny (w jednej prawo- w drugiej lewo-
zwoity), wkręcając w nie spólny złącznik gwintowany *).

Zwis h nośnicy (rys. 1025), w dowolnym punkcie, oznaczamy podług wzorów przybliżonych, t. j. w założeniu, że oś liny zwiesza się, nie podług krzywej łańcuchowej (p. T. I str. 117), lecz podług paraboli. Oznaczywszy przez:

a poziomą odległość podpór sąsiednich, w m,
 m , wzgl. n odległość poziomą punktu P od tychże podpór, w m,
 P ciężar działający w punkcie P , w kg,
 S siłę rozciągającą w linie, w kg,
 q wagę własną liny w kg/mb.,
otrzymamy wzór **) na zwis h w m:

$$h = \frac{mnP}{aS}; \text{ a więc w połowie rozpiętości } h_s = \frac{a}{4} \frac{P}{S}.$$

Gdy lina jest nieobciążona podstawiamy:

$$P = \frac{aq}{2}, \text{ a natenczas } h = \frac{mnq}{2S}; \text{ więc w pośrodku: } h_s = \frac{a^2q}{8S}.$$

Jeżeli w danem prześle znajduje się kilka wózków, a wynikające z nich obciążenie w punkcie P nazwiemy P_1 , i podstawimy:

$$P = \frac{aq}{2} + P_1, \text{ to } h = \frac{mn}{a} \frac{1/2 aq + P_1}{S};$$

$$\text{czyli w pośrodku } h_s = \frac{a}{4} \frac{1/2 aq + P_1}{S}.$$

Nośnicę podpieramy w odstępach, równających się 0,7 do 0,9 odstępu międzywózkowego, tak aby na każdym prześle znajdował się jednocześnie tylko jeden wózek. Przy przekraczaniu doliny, by uniknąć nadmiernie wysokich słupów podpierających, układamy często nośnicę w ten sposób, że punkty ją podpierające przystosowują się (co do swego wzniosu) wedle możliwości do terenu, przyczem i druga stacya końcowa leży wyżej niż najniższe punkty pośrednie, podpierające nośnicę. Aby w takim razie nośnica nie unosiła się z póduszek lub krążków podporczych na częściach mniej pochyłych, wskutek obciążenia części pozostałych, należy stawiać gęściej podpory na tych, bardziej pochyłych częściach szlaku.

Ciągnice napędzamy krążkami lub kołami linowemi, których rowki wykładamy skórą, a których średnice powinny być dostatecznie, a więc 1,5 do 3 m, w zależności od średnicy drutów, z jakich się składa ciągnica, przyczem średnicę krążka napędnego należy przystosować i do odstępu między obydwoma tokami ciągnicy na szlaku.

Jeżeli spóliczynnik tarcia ciągnicy w rowku krążka jest $\mu = 0,17$, a siłę ciągnącą w jej toku, nabiegającym na krążek napędny, oznaczymy przez S w kg, prędkość zaś, z jaką krąży, przez v w m/sek.,

*) O złączach linowych p. Zeitsch. d. Ver. d. Ing. 1902 str. 15 i str. 1771.

**) Wzory te, zaczerpnięte z 18-go wydania Podręcznika niemieckiego „Hütte”, podajemy powyżej, jednak z zastrzeżeniem małej ich przydatności.

to moc, którą krążek przenosi na linę, będzie (p. T. I str. 470):

gdy ciagnica opasuje pół obwodu krążka:

$$N \approx \frac{5,5}{1000} S v M,$$

a gdy ciagnica opasuje półtora obwodu:

$$N \approx \frac{10,25}{1000} S v M.$$

Opasanie półtoraobwodowe możemy otrzymać przez opasanie na samym krążku napędnym połowy jego obwodu, oraz przez dodanie oddzielnego, zupełnie opasanego krążka spółnapędnego.

B. Kolejki nalinowe, t. j. o nośnicy krążącej.

Wózki spoczywają na nośnicy krążącej i poruszają się wraz z nią. Nośnica okrężna, zazwyczaj z liny pasmowej, krąży, wsparta na krążkach podporczych, i zabiera ze sobą wózki, do niej do-czepiane na jednej stacyi, a odczepiane na drugiej. Nośnica wprzęga się do wózka za pośrednictwem swoistych przyrządów, **wprzę-głami** zwanych, u których zawieszają się wózki na wieszakach. W ustroju Hodgson'a wprzęgło spoczywa żłobkiem na nośnicy i przyczepia się do niej tarciami, które zwiększają, wykładając ów żłobek drzewem, albo lepiej kauczukiem; w ustroju Roe'go wprzęgło posiada dwa pazury stalowe, wgłębiające się w pasma liny, a zapobiegające ślizganiu. Lepszym jednak będzie ustrój przykleszczają-jący się samoczynnie do nośnicy, np. *) dwa wałki, mimośrodkowo czopami w swych łożyskach spoczywające, wspierają się bokami na nośnicy, pokręcają się zatem pod wpływem ciężaru wózka, wiszącego u ich oprawy. Skutkiem tego pokręcania i mimośrodkowości czopów, wałki zakleszczają linę między siebie, i to tem silniej, im więk-szem jest ich obciążenie przez wózek. Pokręty obydwóch wałków powinny być jednakowe, co łatwo zapewnić przez skojarzenie ich czopów za pośrednictwem wycinków kół zębatach, które zarazem ograniczają wielkość możliwego pokrętu. Oprawa wałków jest i osto-ją wozaka, którego kółka na stacyach wjeżdżają na podwieszony torz szynowe, wznoszące się powoli względnie do poziomu nośnicy. Skutkiem tego kółka te przejmują na siebie ciężar wózka, odciążają zatem owe wałki, które, unosząc się z nośnicą, pokręcają się z pō-wrotem w położenie początkowe i uwalniają nośnicę ze swego ob-jęcia. Przy zjeżdżaniu z toru szynowego na nośnicę, wózki przy-kleszczają się do niej podobnie samoczynnie swemi wprzęgłami.

Odstęp między obydwoma tokami na szlaku bywa 1,75 do 2,25 średnio 2 m, a sposób napędzania nośnicy nie różni się zasadniczo od stosowanego do napędzania ciagnic na kolejkach o nośnicach stałych.

1. **Ustrój Hodgson'a** ma wprzęgła, zabierane przez nośnicę wy-lącznie tylko skutkiem tarcia (p. powyżej), co ogranicza pochyłości

*) Czasopismo Techniczne (Iwowskie) 1906 Nr. 8.

toków nośnicy warunkiem, aby się wózki po niej nie ześlizgiwały. Pochyłość ta nie powinna przekraczać stosunku 1:7. Znaczny odstęp między krążkami podpórczymi, zwiększając zwis nośnicy, zwiększały i jej pochyłość skrajną, dlatego też odstępy te nie przekraczają zazwyczaj 60 m, chociaż dosięgają nieraz, w sprzyjających okolicznościach i 150 m. Waga własna wózka bywa około 50 kg, jego ładunek 100 do 150 kg, prędkość przewozu 4 m/sek. Ustrój ten posiada zdolność przewozową nie przekraczającą 15 t/godz.

Jeżeli oznaczymy przez:

L długość szlaku, t. j. jednego toku, w m,

n ilość wózków na każdym z toków nośnicy,

p wagę własną jednego wózka, w kg,

P ładunek wózka, w kg (liczymy wózki na jednym toku z ładunkiem, na drugim próżne),

q wagę własną nośnicy, w kg/m,

v prędkość krążenia nośnicy, w m/sek.,

h wznios jednej stacji krańcowej ponad drugą, w m,

Q wagę ładunków przewożonych, w t/godz.,

to otrzymamy niezbędną moc napędną N , ze wzoru:

$$N \approx \frac{6v}{10000} \left[qL + n \left(p + \frac{P}{2} \right) \right] \pm \frac{Qh}{270} + 0,5 \text{ do } 1,5 MK, \text{ a}$$

$$n = \frac{QL}{3,6 P v}$$

Znak ujemny przed Q należy wprowadzić, gdy przewóz ładunku odbywa się z góry w dół, a jeżeli natenczas N będzie ujemne, to nośnica krąży bez napędu dodatkowego, pod wpływem siły ciężkości ładunków, nadmiar zaś mocy wypada natenczas znosić hamowaniem w górnej stacji.

Do obliczenia sił, działających w obydwu tokach linii, można posłużyć się wzorami, podanymi dla ciągnic (str. 449), jednakże z odmienną wartością współczynnika tarcia, a mianowicie:

$$\mu = 0,022 \text{ do } 0,03.$$

2. Ustrój Roe'go. Ponieważ wrzęgło wpina się w pasma nośnicy pazurami, niema więc obawy poślizgiwania się wózków po niej, nawet na znaczniejszych pochyłościach; ustrój ten nadaje się zatem i do szlaków bardziej pochyłych, t. j. do pochyłości do 1:2,5. Nośnicę podpieramy ponad każdą podporą zazwyczaj nie jednym krążkiem, spoczywającym w łożyskach stałych, lecz tok pod wózki próżne dwoma, a tok pod wózki pełne czterema krążkami, których łożyska spoczywają parami na wspólnej oprawie, wahlowej około osi poziomej, poprzecznej do kierunku toku. Nośnica przechodzi kolejno z krążka na krążek, a wszystkie krążki jednej podpory leżą w pionowej płaszczyźnie toku, lecz nie koniecznie w jednakowym poziomie. Gdy przy podporze mamy tylko dwa krążki (po jednym w każdym końcu oprawy), natenczas oprawa waha się około osi poprzecznej, która spoczywa w łożyskach stałych, wspierających się bezpośrednio na podporze. Podczas wahania oprawy jeden

z krążków wznosi się ponad poziom drugiego, lub opada poniżej tego poziomu. Natomiast jeżeli stosujemy cztery krążki przy każdej podporze, to każdą parę krążków (po tej samej stronie od środka podpory) układamy na podobnej oprawie wahliwej, lecz osie wahania tych opraw spoczywają w łożyskach, mieszczących się na końcach ramion wahliwej dźwigni dwuramiennej, której oś pozioma spoczywa dopiero w łożyskach stałych, wspierających się na podporze.

Rozpiętości między podporami bywają zazwyczaj około 100 m, przekraczają jednak niekiedy nawet 600 m. Prędkość krążenia v zależy od wielkości ładunku P poszczególnego wózka i dla $P = 100$ do 150, 200, 350, 500 kg bywa $v = 4 \quad 3 \quad 1,5 \quad 1$ m/sek,

przyczem zdolność przewozowa dosięga 50 t/godz.

Stosując oznaczenia podane powyżej pod 1. i oznaczając stosunek $h : L$ przez $\operatorname{tg} \varphi$, określamy niezbędną moc napędu wzorem:

$$N \approx \frac{QL}{270} \left[0,12 \frac{qv}{Q} \cos \varphi + \frac{1}{30} \left(\frac{1}{2} + \frac{p}{P} \right) \cos \varphi \pm \sin \varphi \right] + 1 \text{ do } 3 \text{ MK,}$$

w którym znów znak $-$ przed $\sin \varphi$ jest ważny dla przewozu ładunków z góry w dół, a gdy natomiast moc obliczona staje się odjemną, należy ją znosić hamowaniem na stacyi górnej. Jeżeli szlak posiada rozmaite pochyłości, to dla każdej takiej części należy oddzielnie obliczyć we wzorze powyższym wyrazy, zależne od pochyłości φ , uwzględniając ich dodatność lub odjemność. Podpory pod załomami pochyłości znoszą obciążenia większe, a opory stąd wynikające uwzględniamy, nadając stałemu wyrazowi końcowemu wzoru powyższego większą z podanych wartości. Gdy pochyłości są na ogół niewielkie, można, bez znacznego uchybienia, liczyć $\cos \varphi = 1$, a $\sin \varphi = h : L$.

Siły rozciągające w nośnicy obliczamy podług wzorów, podanych dla ciągnic w tablicy na str. 449, nadając jednak współczynnikowi tarcia μ wartość odmienną, a mianowicie $\mu = 0,017$.

Na stacyach końcowych wózki wbiegają na tory z szyn podwieszonych. Jeżeli szlak ma załom w planie, to na takim załomie urządzamy stację pośrednią czyli **załomową**, na której odchylamy kierunek nośnicy za pośrednictwem jednego lub kilku krążków odwodzących, 1,5 do 3 m średnicy. Wózki wbiegają z nośnicy na tor objazdowy (szynę podwieszoną), po którym robotnicy przeprowadzają owe wózki przez taką stację załomową.

3. Ustrój Courjon'a posiada małą zdolność przewozową, bo za ledwie 6 t/godz. Wózki są stale przyłączone do nośnicy, tak że trzeba je i ładować i wyładowywać podczas biegu, co zmusza do stosowania nieznacznych prędkości krążenia, zazwyczaj 0,8 m/sek., a w każdym razie nie ponad 1,1 m/sek. Dla dogodniejszego ładowania i wyładowania wózków w biegu, ładunki przewożą się przeważnie w workach lub belach, a waga ich nie przekracza zazwyczaj 50 kg. Stosując swoiste urządzenia do ładowania ciał sypkich we wózki podczas ich biegu, a wywrotne pudła wózków dla wy-

sypywania ładunku, możnaby ustrój ten przystosować do większych prędkości krążenia, a więc zwiększyć i jego zdolność przewozową. W obec stałego połączenia między wózkiem a nośnicą krążącą, podpieraną zazwyczaj w odstępach podobnych jak w ustroju 2, lecz tylko jednym krążkiem na każdej podporze, możemy, w razie potrzeby, zapobiedz unoszeniu się nośnicy z krążka podpórczego przez dodanie nad nią krążka dociskowego. Skutkiem tego znów łatwo przewyżać nawet bardzo znaczne załomy pochyłości; ustrój ten możemy zatem z wielką łatwością przystosowywać nawet do bardzo znacznych nierówności terenu. Krążek napędny, względnie hamujący, mieści się najdogodniej na stacyi górnej, krążek wyprężczy zaś na dolnej. Moc niezbędna do napędu, oraz siły rozciągające nośnicę, obliczamy w sposób podany powyżej pod 2.

C. Kolejki polinowe, t. j. o nośnicy stałej.

1. Kolejki jednotorowe stosują się tylko na małe oddalenia, gdy chodzi o przewóz nieznacznej ilości większych ciężarów, które, przyłączone do ciągnicy, poruszają się w dół przeważnie pod wpływem siły ciężkości, z prędkością $v_1 = 4$ do 6 m/sec. Natomiast wózek próżny podciągany z powrotem w górę, napędzając ciągnicę silnikiem, z prędkością $v_2 = 1,5$ m/sec. Ciągnicę hamujemy i napędzamy zazwyczaj na stacyi górnej, a krążek wyprężczy poraieszczamy na stacyi dolnej; układ odwrotny znajduje wyjątkowe tylko zastosowanie.

Zdolność przewozową możemy powiększyć, puszczając w dół po kilka wózków za sobą, w mniejszych odstępach, a podciągając je łącznie z powrotem. Gdy kolejkę taką ozyскуjemy jednym tylko wózkiem, najdogodniej będzie zczepić go na stałe z ciągnicą.

Zdolność przewozową, t. j. wagę ładunku na godzinę określamy wzorem:

$$Q \approx (0,7 \text{ do } 0,8) \frac{3,6 P}{L \left(\frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} \right)} \text{ t/godz.,}$$

w którym P oznacza wagę poszczególnego ładunku w kg, a L długość szlaku w m.

Pozostałe obliczenia są podobne do wskazanych poniżej pod 3.

2. Kolejki dwutorowe, o ruchu nawrotnym, stosują się przeważnie tylko w przypadkach, gdy ładunki zjeżdżają w dół pod wpływem siły ciężkości, do czego niezbędnym jest średni spadek przynajmniej 1:20. Zazwyczaj przyczepiamy na stałe do każdego z toków ciągnicy okreśonej po jednym wózku, jeżdżącym zawsze po swoim torze. Wózek z ładunkiem, zjeżdżając z góry, napędza ciągnicę, która podciąga wózek próżny. Gdy się jeden wózek ładuje na stacyi górnej (zazwyczaj z lejów nasypczych), drugi znajduje się na dolnej stacyi wyładunkowej, przy wjeździe na którą zamek pudła otwiera się samoczynnie przez potrącenie o ramię stałe przytwierdzone na stacyi, skutkiem czego pudło wózka się wywraca i wysypuje

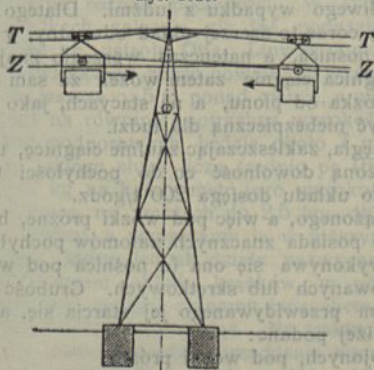
swą zawartość. Nadmiar mocy znosi się hamowaniem na górnym krążku ciągnicy. Obydwa tory otrzymują jednakowe nośnice, np. 25 mm średnicy dla ładunków $P = 500$ kg, a 30 mm dla $P = 750$ kg. Ciągnicę obliczamy podług wzorów podanych poniżej pod 3, a ze względu na uderzenia przy nagłym zahamowaniu stosujemy do niej ilokrotność bezpieczeństwa 12. Prędkość v ciągnicy bywa 4 do 6 m/sek., niekiedy i więcej. Zdolność przewozową określamy wzorem:

$$Q \approx 0,9 \frac{3,6 P v}{L} \text{ t/godz.},$$

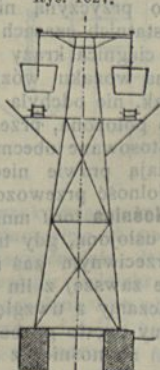
z którego widzimy, że możemy ją powiększyć bądź to przez zwiększenie wartości ładunku P , np. zastępując jeden wózek dwoma, złączonymi ze sobą za pośrednictwem długiej, sztywnej rozwory, bądź też przez zmniejszenie wartości L . A że długość całego traktu jest dana, więc możemy go tylko podzielić na szlaki oddzielnie uzyskiwane, a podział ten uskuteczniamy przez urządzenie stacy pośrednich, na których wózki się wymijają i przeczepiają. Każdy szlak międzystacyjny otrzymuje swą oddzielną ciągnicę okrężną, do której przeczepiają się na stacjach wózki nadchodzące ze szlaków sąsiednich. Wózki nie mogą być zatem stale zczepione z ciągnicą, a na stacjach krańcowych musimy je przesuwać na drugi tor. Stosując w ten sposób po jednym wózku na każdym szlaku, zmniejszamy ozykową długość L , czyli zwiększamy zdolność przewozową kolejki, okupując ją jednak znaczną złożonością całego ustroju; dogodniej zatem będzie podobny układ wielokrotny zastąpić ustrojem o jednej ciągnicy krążącej, podanym poniżej pod 3.

3. Kolejki dwutorowe, o ciągnicy okrężnej. Odstęp międzytorowy, t. j. między nośnicami, zależy od wielkości wózków i bywa 2 do 2,5 m. Na stacjach wózki zjeżdżają przeważnie z nośnicy na tory stacyjne, urządzone z szyn podwieszonych. Po wejściu na nośnicę

Rys. 1026.

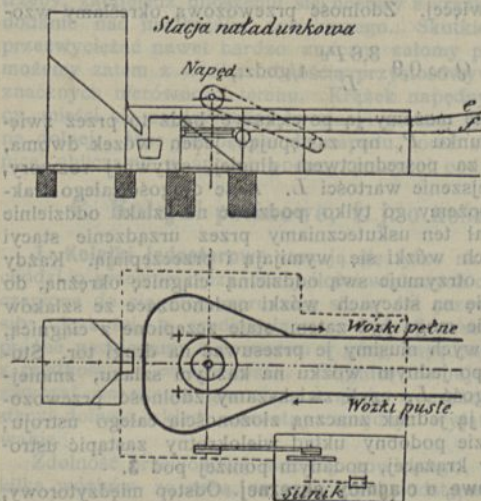


Rys. 1027.



wózek przyczepia się do ciągnicy okrężnej, która krąży bez przerwy i bez nawrotów. Do jednego z jej toków doczepiają się na stacyi ładunkowej wózki pełne, do drugiego zaś na stacyi wyładunkowej wózki próżne. Dawniej stosowano przeważnie urządzenie, w którym ciągnica wprzęgała się do wózka, przyczepiając się do jego wieszaka, leżała ona zatem pod nośnicą. Urządzenie tego rodzaju przedstawiono w rys. 1026 i 1027, w których słupy podpierające kończą się wierzchu poprzeczką wspornikową, wspierającą swymi końcami żelwne poduszki 0,6 do 0,9 m długie, a w ich zagłębieniach spoczywa nośnica (T). Krążki, podpierające ciągnicę (Z), która zwisa po przejściu wózka, leżą w łożyskach, wspartych wspornikową poprzeczką dolną. Ciągnica, ciągnąc wózek za jego wieszak, odchyła go od pionu, co przy nierównym biegu może powodować rozbujanie się wózka, a nadto ciągnica, krążąca pod nośnicą, może, zwłaszcza na stacyach, stać się łatwo przyczyną nieszczęśliwego wypadku z ludźmi. Dlatego też w ostatnich czasach stosują coraz to szerszy układ odwrotny, w którym ciągnica krąży ponad nośnicą, a natenczas wprzęgło znajduje się na wozaku wózka, ciągnica ciągnie zatem wózek za sam jego wozak, nie odchyła więc wózka od pionu, a na stacyach, jako wysoko położona, przestaje być niebezpieczną dla ludzi.

Rys. 1028.



główna wprzęgała się do wózka, przyczepiając się do jego wieszaka, leżała ona zatem pod nośnicą. Urządzenie tego rodzaju przedstawiono w rys. 1026 i 1027, w których słupy podpierające kończą się wierzchu poprzeczką wspornikową, wspierającą swymi końcami żelwne poduszki 0,6 do 0,9 m długie, a w ich zagłębieniach spoczywa nośnica (T). Krążki, podpierające ciągnicę (Z), która zwisa po przejściu wózka, leżą w łożyskach, wspartych wspornikową poprzeczką dolną. Ciągnica, ciągnąc wózek za jego wieszak, odchyła go od pionu, co przy nierównym biegu może powodować rozbujanie się wózka, a nadto ciągnica, krążąca pod nośnicą, może, zwłaszcza na stacyach, stać się łatwo przyczyną nieszczęśliwego wypadku z ludźmi. Dlatego też w ostatnich czasach stosują coraz to szerszy układ odwrotny, w którym ciągnica krąży ponad nośnicą, a natenczas wprzęgło znajduje się na wozaku wózka, ciągnica ciągnie zatem wózek za sam jego wozak, nie odchyła więc wózka od pionu, a na stacyach, jako wysoko położona, przestaje być niebezpieczną dla ludzi.

Stosowane obecnie wprzęgła, zakleszczając zaufnie ciągnicę, umożliwiają prawie nieograniczoną dowolność co do pochyłości toru, a zdolność przewozowa tego układu dosięga 200 t/godz.

Nośnica toru mniej obciążonego, a więc pod wózki próżne, bywa liną usłojoną, gdy trakt nie posiada znacznych załomów pochyłości, w przeciwnym zaś razie wykonywa się ona (a nośnica pod wózki pełne zawsze) z lin zadrutowanych lub skrętkowych. Grubość liny oznaczamy z uwzględnieniem przewidywanego jej starcia się, a stosujemy często grubości poniżej podane:

Nośnica toru mniej obciążonego, a więc pod wózki próżne, bywa liną usłojoną, gdy trakt nie posiada znacznych załomów pochyłości, w przeciwnym zaś razie wykonywa się ona (a nośnica pod wózki pełne zawsze) z lin zadrutowanych lub skrętkowych. Grubość liny oznaczamy z uwzględnieniem przewidywanego jej starcia się, a stosujemy często grubości poniżej podane:

- a) na nośnicę z lin usłojonych, pod wózki próżne,
 ważące po: $p \sim 150, 200$ do 250 , ponad 250 kg,
 średnicę: $d = 22$ do 23 24 do 25 28 mm,

b) na nośnice pod wózki pełne,
o ładunku: $P \infty 200, 250$ do $350, 350$ do $450, 500$ do 600 kg,
średnicę: $d = 30, 33, 35, 38$ mm.

Ładunek poszczególnego wózka należałoby ustanawiać w granicach 300 do 750 kg,

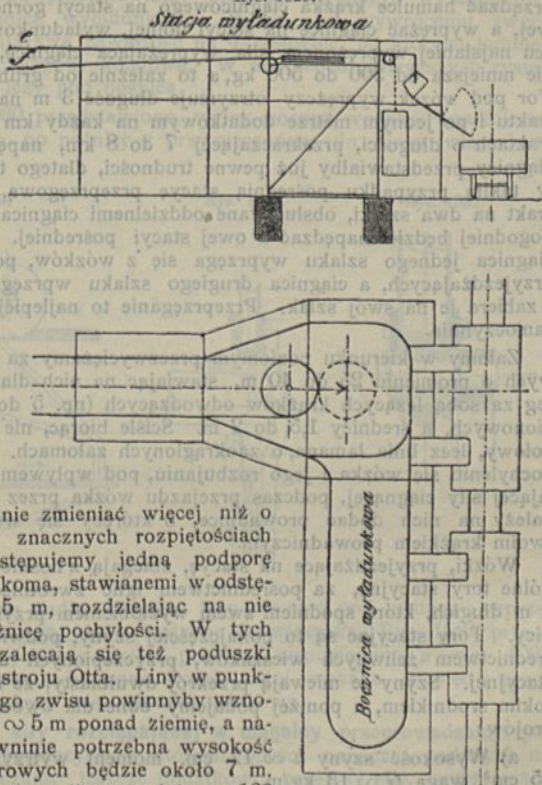
albowiem cięższe ładunki niszczą nadmiernie nośnicę, lżejsze natomiast nie wyzyskują należycie siły robotniczej na stacjach.

Rozpiętość przęseł kolejki równinnej bywa najczęściej około 60 m, przy przekraczaniu dolin jednakże i do 1000 m.

Na ostrzejszych założeniach pochyłości (by jej nie zmieniać więcej niż $1:5$, a przy znacznych rozpiętościach o $1:10$) zastępujemy jedną podporę dwiema lub kilkoma, stawianymi w odstępach około 15 m, rozdzielając na nie nadmierną różnicę pochyłości. W tych przypadkach zalecają się też poduszki wahlwe np. ustroju Otta. Liny w punkcie największego zwisu powinny być wznosić się jeszcze $\infty 5$ m ponad ziemię, a natenczas na równinie potrzebna wysokość słupów podporowych będzie około 7 m. Wagę takiego słupa liczą średnio po 160 do 170 kg na każdy metr jego wysokości.

Nośnicę, na traktach do $2,5$ km długich, przykotwiamy w wyższym końcu, a wyprężamy ją w niższym, a mianowicie za pomocą naciągu, który jednak działa zazwyczaj nie bezpośrednio, lecz za pośrednictwem układu krążków, w postaci wciągu (wielokrążka). Krążki tego wciągu opinamy łańcuchem, lepiej drucianą liną płaską, u której końca wisi naciąg. Na traktach dłuższych niż $2,5$ km dodajemy nadto pośrednie urządzenia wyprężcze, a mianowicie w odstępach co $\infty 2$ km.

Rys. 1029.



Ciągnica krąży z prędkością 1,5 do 2,5 m/sek., a to zależnie od wymaganej zdolności przewozowej i od ustroju wprzęgieł. Ciągnica traktów równinnych otrzymuje napęd najdogodniej na stacji wyładunkowej, a urządzenie wyprężające, na stacji naładunkowej; natomiast przy przewozie po znacznie większym spadku należy urządzać hamulce krążka ciągnicowego na stacji górnej, naładunkowej, a wyprężać ciągnicę na stacji dolnej, wyładunkowej. W miejscu najslabiej wyprężonem, siła wyprężająca ciągnicę, powinna być nie mniejsza od 300 do 500 kg, a to zależnie od grubości ciągnicy. Tor pod wózek wypręczy otrzymuje długość 3 m na pierwszy km traktu i po jednym metrze dodatkowym na każdy km następny. Na traktach o długości, przekraczającej 7 do 8 km, napęd tak długiej ciągnicy przedstawiałby już pewne trudności, dlatego też urządzamy w takim przypadku pośrednią stację przepręgową, dzieląc cały trakt na dwa szlaki, obsługiwane oddzielnymi ciągnicami, które najdogodniej będzie napędzać z owej stacji pośredniej. Na stacji tej ciągnica jednego szlaku wypręga się z wózków, po tym szlaku przyjeżdżających, a ciągnica drugiego szlaku wpręga się do nich i zabiera je na swój szlak. Przepręganie to najlepiej uskutecznić samoczynnie.

Zalomy w kierunku poziomym przewyżczamy za pomocą krzywych o promieniu 25 do 40 m, stawiając na nich dla ciągnicy szereg za sobą leżących krążków odwodzących (np. 5 do 9), o osiach pionowych, a średnicy 1,5 do 2 m. Ścisłe biorąc, nie będzie to łuk kołowy, lecz linia łamana, o zaokrąglonych załomach. By zapobiedz pochyleniu się wózka i jego rozbijaniu, pod wpływem skośnie działającej siły ciągnącej, podczas przejazdu wózka przez takie zalomy, należy na nich dodać prowadnice, o któreby się wspierał wózek swoim krążkiem prowadniczym.

Wózki, przyjeżdżające na stację, zbiegają z nośnicy na poszczególne tory stacyjne, za pośrednictwem iglic zwrotnicowych, około 1 m długich, które spodniem swym wyłobieniem przylegają do nośnicy. Tory stacyjne są to ponajczęściej szyny, podwieszane za pośrednictwem żeliwnych wieszaków, przyczepionych do nadbudowy stacyjnej. Szyny te miewają przekrój dwułbisty, ze względnie wysokim średnikiem, a poniżej podajemy dane dla dwóch takich przekrojów:

a) Wysokość szyny $h \approx 12$ cm, moment wytrzymałości $W \approx 45$ cm³, waga $G \approx 13$ kg/m.

b) $h \approx 15$ do 16 cm, $W \approx 100$ cm³, $G \approx 23$ kg/m.

Odstępy między podwieszakami szyn zależą od przekroju i obciążenia szyn, a przy większych rozpiętościach możemy wzmocnić szynę przez jej podpięcie, t. j. przez wytworzenie z każdego przęsła belki, podpiętej ściąganymi pochyłymi.

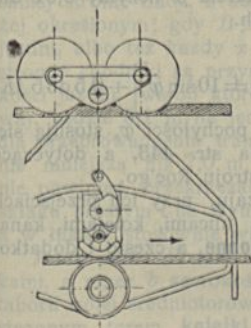
Do przełączeń między torami służą zwrotnice jednoiglicowe, a dla dogodnego połączenia torów stacyjnych ze szlakiem za pomocą takichże zwrotnic, dogodnym będzie, kierować owe tory skośnie do szlaku, a mianowicie pod kątem o skosie 1:100 do 1:75.

W rys. 1028 przedstawiamy stację naładunkową o jednym tylko głównym torze stacyjnym, na którym wózki ładują się z leja nasypczego. Napędny krążek cięgnicowy otrzymuje napęd za pośrednictwem kół stożkowych.

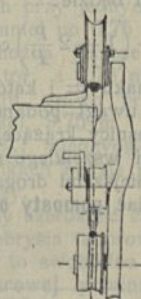
W rys. 1029 przedstawiamy przynależną stację wyładunkową z jedną boczną wyładunkową. Wózki, po wywróceniu swych pudeł, wysypują swą zawartość na 4 zesuwnie, po których ładunek zesuwa się na wagony kolejowe. W obydwóch powyższych rysunkach ciagnica leży pod nośnicą.

W rys. 1030 przedstawiono widok boczny wozaka dwukółowego, jeżdżącego po nośnicy z przywieszonym do niego wieszakiem

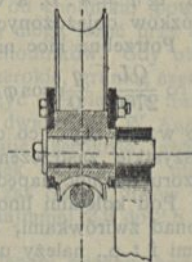
Rys. 1030.



Rys. 1031.



Rys. 1032.



wózka, lecz bez pudła. Ciagnica leży również pod nośnicą i wrzęga się we wrzęgło, przytwierdzone do wieszaka. Rys. 1031 przedstawia przekrój przez części powyżej wspomniane, a rys. 1032 szczegółowy przekrój przez środek ostoi wozaka, a więc i przez przegub, na którym wisi wieszak wozkowy.

Obliczenie siły rozciągającej w ciagnicy przeprowadzamy podług wzorów poniższych, w których, oprócz oznaczeń podanych na str. 442, oznaczamy jeszcze dodatkowo przez G siłę, wyprężającą obydwie toki, a wywołaną przez naciąg wyprężczy. Nadto dla uproszczenia wzorów podstawiamy:

$$A = qL + n(p + P) = QL \left[\frac{q}{Q} + \frac{0,28}{v} \left(1 + \frac{P}{P} \right) \right],$$

$$B = qL + np = QL \left(\frac{q}{Q} + \frac{0,28}{v} \frac{P}{P} \right).$$

Wzory na największą siłę rozciągającą w ciągnicy.

Ładunek przewozi się:	w górę	w dół	w górę	w dół
Napęd ze stacyi:	górnej	górnej (hamownie)	dolnej	dolnej
Siła S_1 w toku, ciągnącym ładunki	$A(\sin \varphi + \mu \cos \varphi) + \frac{G}{2}$	$A(\sin \varphi - \mu \cos \varphi) + \frac{G}{2}$	$A(\sin \varphi + \mu \cos \varphi) + \frac{G}{2}$	$A(\sin \varphi - \mu \cos \varphi) + S_2$
Siła S_2 w toku, ciągnącym wózki próżne	$B(\sin \varphi - \mu \cos \varphi) + \frac{G}{2}$	$B(\sin \varphi + \mu \cos \varphi) + \frac{G}{2}$	$B(\sin \varphi - \mu \cos \varphi) + S_1$	$B(\sin \varphi + \mu \cos \varphi) + \frac{G}{2}$

Dla wzorów powyższych wartość kąta φ oznaczamy ze związku: $\operatorname{tg} \varphi = h : L$, a wartość współczynnika tarcia μ liczymy 0,01 dla wózków objeżdżonych, a 0,015 dla nowych.

Potrzebna moc napędu będzie:

$$N \approx \frac{QL}{2700} \left[\frac{q}{Q} v \cos \varphi + \frac{1}{7} \left(1 + 2 \frac{P}{P'} \right) \cos \varphi \pm 10 \sin \varphi \right] + 0,5 \text{ do } 5 \text{ MK};$$

do wzoru tego, co do znaku \pm i kątów pochyłości φ , stosują się, wszystkie zastrzeżenia i uwagi podane na str. 443, a dotyczące wzoru na moc napędu nośnicy krążącej ustroju Roe'go.

Pod kolejami linowemi wszelkiego rodzaju, przy ich przejściach ponad żwirówkami, ważniejszymi drogami, ulicami, kolejami, kanałami i t.p., należy ustawić **pomosty ochronne**, a często i dodatkowe **siatki ochronne**.

V. KOLEJKI NADROŻNE I TRAMWAJE *).

a. Tor.

Szerokość toru przystosowuje się przeważnie do szerokości ustalonych w kolejnictwie, bywa zatem w Niemczech: $s = 1,435, 1,0, 0,75$ i $0,6$ m w prześwicie, aczkolwiek i $s = 1,1$ znajduje również zastosowanie, zwłaszcza w tramwajach. Wązki tor zaleca się przed szerokim, wymagając bowiem mniejszych promieni krzywizny umo-

*) Literatura: W. Hostmann, Bau u. Betrieb der Schmalspurbahnen, Wiesbaden, J. F. Bergmann.—E. Dietrich, Oberbau u. Betriebsmittel der Schmalspurbahnen, 1889.—Friedr. Müller, Grundzüge des Kleinbahnwesens, Berlin 1895, Wilh. Ernst i syn.—Haarmann, die Kleinbahnen, Berlin, 1896, Siemenroth u. Tröschel.—Czasopisma: Mitteilungen d. Vereins f. d. Förderung d. Lokal- u. Strassenbahnwesens (Wiedeń).—Die Strassenbahn (Berlin).—Zeitschrift f. Transportwesen u. Strassenbau.—Zeitschr. f. d. gesamte Lokal u. Strassenbahnwesen.—Zeitschr. f. Kleinbahnen, wydawnictwo prusk. Min. robót publ.—Nadto rozprawa Brückmann'a, „Nowsze kolejki nadrożne“, w Zeitschr. d. Vereins d. Ing. 1895 str. 1277 i n.

żliwia on przeprowadzenie tramwajów nawet przez ciasne zakręty ulic. Ponadto sam tor i przyległy bruk będzie trwalszy, gdyż wozy zwykle mniej dogodnie mogą jeździć po szynach toru wąskiego, wreszcie i koszt budowy będzie mniejszy. Na ogół jednometrową szerokość toru tramwajowego można uznać za najwłaściwszą (p. str. 212 i n., 217 i n., 225 i n.).

Położenie toru w szerokości drogi lub ulicy zależy od szerokości jezdni ulicznej, od szerokości obrysa taborowego, wreszcie i od szerokości wozów, jeżdżących po danej drodze lub ulicy. Jeżeli obrysie taboru ma 2 m szer., a wozy 3 m, to **konne tramwaje** średniotorowe układamy: na ulicach o jezdni $B = 5,25$ do 8 m szerokiej, jednym tylko torem, po boku jezdni, w odstępnie osi toru od kraju chodnika 1,25 m; na ulicach o $B \leq 8$ m, tor może leżeć po osi jezdni; na ulicach o $B = 8$ do 10,5 m możliwe są dwa tory boczne, po tej samej stronie ulicy, z odstępem bliższego toru od chodnika, powyżej określonym; gdy $B > 10,5$ m, obydwa tory mogą leżeć przy osi jezdni, albo też każdy z nich przy jednym z chodników. Gdy obustronne chodniki są przynajmniej po 0,75 m szerokie, granicą szerokości jezdni, wśród której można jeszcze ułożyć bezpiecznie tramwaj, będzie 5,1 m na jeden tor, a 7,75 m na dwa tory. W Anglii dla przeprowadzenia tramwaju, prawo przepisuje szerokość jezdni, nie mniejszą niż 7,0 m, wzgl. 9,75 m. Spadek poprzeczny ulicy nie powinien przekraczać 4‰, międzyosiowy zaś odstęp torów na szlaku prostym i na wymijankach będzie przynajmniej 2,3 do 2,8 m, a w łukach stosownie większy.

Jeżeli przez B oznaczymy szerokość całej jezdni między chodnikami, a przez b szerokość obrysa taborowego (np. $b = 3,15$ m dla taboru kolei średniotorowej), to swobodna szerokość jezdni z jednostronnym torem **kolejki parowej** powinna być $B - b \leq 4,5$ m, a z dwoma torami $B - 2b \leq 5,0$ m. Jeżeli jednak wozy nie mogą jeździć wśród toru i poprzez niego, to miary powyższe należy powiększyć przynajmniej do 6 m. Odstęp toru od drzew, słupów i t. p. powinien być większy niż od kraju chodnika. Przez osady i wsie zaleca się bardziej prowadzenie kolejki środkiem ulicy, co jednak wymaga większej szerokości, a mianowicie takiej, aby poza obrysiem taboru pozostawała swobodna szerokość jezdni 8 m.

Poprzeczny spadek drogi lub ulicy wypada tak złagodzić, aby boczne przechylenie toru nie przekraczało granic bezpiecznych, o ile nie możemy ułożyć toru zupełnie bez przechylenia.

Pochyłości osi toru nie powinny przekraczać granic poniższych: dla kolejek i tramwajów konnych 25 do 40‰, a z doprzęgiem 40 do 70‰, dla napędu parowego 50 do 80‰, dla elektrycznego 80 do 110‰, dla napędu linowego do 200‰, dla zębnicowego do 250‰.

Promień krzywosci łuków zależy od szerokości toru, rozstępu osi w taborze, oraz od prędkości jazdy. Na kolejkach średniotorowych, gdy rozstęp osi jest 1,8 m, odpowiednim będzie promień 15 do 20 m, a można go zmniejszyć do 12 m, gdy rozstęp będzie tylko 1,25 m. O przechyleniu i poszerzeniu toru i o łukach przejściowych p. str. 270 i nast. Łuki tramwajów konnych układa-

my ponajczęściej bez przechylenia i poszerzenia, zastępując zewnętrzną szynę żłobkową szyną płaską, bez żłobka, po której się toczy obrzeże koła. Smarowanie łuków wodą lub odpadkami smarów jest zalecenia godne.

Na kolejkach jednotorowych, o ile mają ruch w obydwie strony, należy urządzać **wymijanki**, 40 do 100 m długie, w odstępach l , zależnych od częstotliwości pociągów (wyrażającej się międzypociągowym rozkresem m w min.), oraz od prędkości jazdy (V , wyrażonej w km/godz.). Odstępy te będą:

$$l = \frac{m}{2} \cdot \frac{V}{60} \text{ km.}$$

Prześwit toru ze żłobkami mierzy się między **zewnętrznymi** krawędziami obustronnych żłobków, których szerokość bywa 26 do 33 mm, głębokość zaś 24 do 32 mm. Niewłaściwa szerokość żłobka powoduje zakleszczanie się bródek lub oceli podków, gdy żłobek za wązki, a wpadanie kół wozowych, gdy za szeroki. Powierzchnia toczna szyn żłobkowych bywa pozioma.

Ponieważ podkłady drewniane, zasypane w poddrożu, łatwo gniją, zalecają się bądźto podkłady żelazne, podłużne lub poprzeczne, bądź też szyny bezpodkładowe, pod które najlepiej układać posadę z betonu, chociaż podtorze ze żwiru lub tłucznia najszerzej znajduje zastosowanie. Wzdłuż szyn, leżących w bruku asfaltowym, dla jego ochrony od kruszenia pod kołami wozów, zaleca się podłużną wykładziną kamienną. Gdy tor leży w żwirówce, wypada wybrukować nie tylko śródtorze, lecz i obustronne paski przynajmniej 0,3 do 0,6 m szerokie po bokach toru.

Nowsze doświadczenia wykazały zaufność poniższych ustrojów toru:

1. **Szyny bliźniacze** (np. ustroju Haarmann'a, Mękarskiego i t. p.) składają się z dwóch szyn szerokostopowych, złączonych nawzajem zespórkami tak, aby między łbami szyn pozostał niezbędny żłobek. Przytwierdzając obydwie te szyny stopami do wspólnej płyty podłużnej, zwiększamy zaufność ustroju szyny bliźniaczej, zwłaszcza jeżeli wysokość szyn łączonych jest względnie mała; dodana bowiem płyta spodnia zwiększa ich wytrzymałość na gięcie. Szyny takie łączą się na zwykłe łubki płaskie lub kształtowe, a złącza szyn tocznych i prowadnic mogą być naprzeciwne, albo też względem siebie przesunięte. Jako zespory między obydwu tokami takiego toru stosujemy przeważnie płaskowniki, szerzą w pion leżące, a za giętymi końcami przyśrubowane do szyn.

2. **Wysoka szyna bezpodkładowa**, dwudzielna, z łbem zwykłym, a żłobek wytwarza się przez przytwierdzenie lekkiej prowadnicy (np. ustrój Haarmann'a).

3. **Jednolita szyna bezpodkładowa** z rowkiem, np. ustroju „Phönix“ p. rys. 1033 i 1034. Jest to wysoka szyna szerokostopowa, o łbie tak poszerzonym, aby się w nim dogodnie pomieścił żłobek. Wyrabiają kilkadziesiąt wielkości szyn tego rodzaju, a w rys. 1034 przedstawiono średniej wielkości szynę w przekroju przez jej złącze.

Szyny te łączą się zwykle na zetknięciu prostą, gorzej na ukośną pod 45° , obecnie zaś stosują coraz więcej złącze na wcios (Hamburg), albo złącze o łubce na wcios (Berlin), które to złącza wymagają dłuższych łubek (około 800 mm). Zespoły obydwu toków bywają

Rys. 1033.



poczęści z płaskowników, ułożonych szerzą w pion, a przysrubowanych zagiętymi końcami do szyn, poczęści zaś z krągowników z końcami nagwintowanymi i naśrubkami.

Ponieważ szyny tramwajowe leżą całe w ziemi, więc podlegają one mniejszym zmianom temperatury, ich luzu na złączach (stykowe) mogą zatem być mniejsze, a nawet można układać takie szyny zupełnie bez luzów, z czego skorzystano w Stanach Zjedn., wytwarzając nader proste złącze szynowe przez oblanie końców szyn rozstopionym żelazem. Złącze tego rodzaju obywają się bez łubek i śrub łubczych, jego wykonanie wymaga natomiast swoistego urządzenia, a więc żeliwiaka (kopulaka) przewodzonego, z nawietrznikiem napędzanym parą z kotła przewodzonego, albo prądem z elektrowni miejskiej. Zawartość takiego żeliwiaka (kopulaka) przewodzonego bywa do 7 t żelaza, które starczy na oblanie 100 do 120 złączy szynowych. Styki w nowym torze pozostają bez luzu; oblewając zaś w ten sposób złącza toru istniejącego, wypełniamy luz złączowy blaszką stosownej grubości. Sposób ten zaleca się jednolitością toru, a więc jazdą bez uderzeń na złączach, trwałością toru i małymi kosztami jego utrzymania.

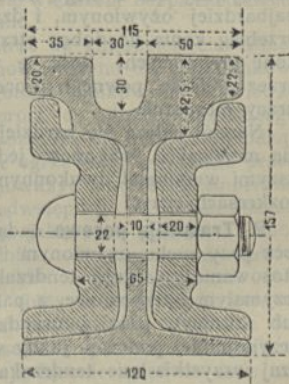
Rozjazdy. Krzyżownice bywają żelazne odkuwane, żeliwne utwardzone, najczęściej zaś zlewno żelazne i składają się z części wierzchniej i spodniej, co ułatwia ich wymianę. Wyrabianie wszystkich części zwrotnic i krzyżownic z tego samego tworzywa co szyny, zapewnia bardziej jednakowe zjeżdżanie wszystkich części toru i dlatego stosuje się ono zwłaszcza w torach z bezpodkładowych szyn jednolitych. Skosy rozjazdów bywają 1:6 do 1:3, a promienie łuków w rozjazdach 20 do 50 m. Długość iglic 2 do 3 m.

Opólny opór tarcia na torach tramwajowych, w prostych szlakach poziomych, liczą 0,006 do 0,008 wagi pociągu, względnie wagonu.

b. Ozysk tramwajów.

1. **Tramwaj konny**, w porównaniu z napędzanym mechanicznie, posiada jedynie zaletę mniejszych kosztów pierwotnego urządzenia,

Rys. 1034.



okupionych jednakże całym szeregiem wad, które, przy ruchu nieco ożywionym, czynią go najdroższym z wszystkich pod względem ożysku. Siła pociągowa koni nie dostosowuje się tak snadnie do zmiennych warunków jazdy. Uwzględniając chwilę największego ożywienia ruchu, wypada podług tej potrzeby ustalić liczbę posiadanych koni, których koszt utrzymania prawie że się nie zmniejsza podczas ich bezczynności. Często powtarzające się wyęchanie sił konia, przy ruszaniu z miejsca, niweczy jego zdolność do pracy już po upływie 4 do 6 lat. Podczas śnieżycy i po spadnięciu śniegu, a więc właśnie wtenczas, gdy się ruch tramwajów powinien ożywić, następuje mitęga z powodu utrudnionej jazdy po torze zaśnieżonym. Podkowy końskie niszczą bruk uliczny, a same konie zanieczyszczają ulice.

Koń pracuje w tramwaju tylko 3 do 3,5 godzin na dobę, przebiegając przytem ogółem 25 do 27 km. Prędkość jazdy bywa 8 do 11 km/godz., a pod wzniesienia 25 do 50⁰/₀₀, tylko 4 do 2 km/godz. Podług tych prędkości i ożywienia ruchu układamy rozkład jazdy, obliczywszy zaś z niego ilość koniokilometrów na dobę przy ruchu najbardziej ożywionym, i dzieląc tę ilość przez podany powyżej przebieg konia na dobę, otrzymamy najmniejszą ilość niezbędnych koni pracujących. Ilość tę wypada jeszcze stosownie powiększyć przez dodanie pewnego procentu na konie chore, lub czasowo do pracy niezdatne.

Naogół zaleca się bardziej rozkład jazdy z większą częstotliwością mniejszych wagonów jednokonnych, niż rozkład jazdy z większymi wagonami dwukonnymi, następującymi po sobie w dłuższych rozkresach czasu.

2. Tramwaje parowe nadają się zwłaszcza na trakty podmiejskie, lecz przy ruchu ożywionym i na większe oddalenia. Najszersze zastosowanie znajdują tendrzaki dwuosiove, a przy torze mniej wytrzymałym i trzyosiove, z paleniskami bezdymnymi, a więc na koks lub antracyt, oraz z urządzeniem do skraplania pary odlotowej, przynajmniej podczas jazdy w obrębie miasta właściwego. Zazwyczaj wszystkie osie tendzaka są napędne, a więc ze sobą związane. Gdy pary odlotowej nie skraplamy, miarowy szum, połączony z jej wydychem, będzie dokuczliwy dla otoczenia, powodując nadto i strachanie się koni. By temu zapobiedz, stawiamy na tendzaku większy zbiornik na parę odlotową, w którym traci ona prędkość, z jaką wylatywała z cylindra przez przewód odlotowy, i dopiero z tego zbiornika wypuszczamy ją jednostajnym strumieniem przez dyszę w dymnicy do komina, nie tracąc w ten sposób siły wydmuchu kominowego.

Jeżeli parowóz, o wadze własnej L t, może wywierać siłę pociągową Z kg, to na torze wznoszącym się w stosunku s ‰, w łuku o promieniu R m, może on ciągnąć za sobą pociąg o wadze, wyrażonej w t:

$$Q = \frac{Z}{8 \pm s + [300 : (R - 10)]} - L.$$

3. **Tramwaje elektryczne** p. dział XVI Elektrotechnika.

4. **Tramwaje o silnikach spalinowych.** Silniki gazowe, o 7 do 10 MK, znalazły zastosowanie do napędu tramwai w Dessau i Dreźnie. W celu zmniejszenia zbiorników gazu, zabieranego na czas jazdy, sprężają go do 8-iu atm., co znów wymaga oddzielnej stacji sprężającej, a dla dłuższych sieci bądź to kilku takich stacji, bądź też przewodów gazu sprężonego ze stacji głównej do przystanków, na których wóz silnikowy ma się zasilać gazem. Na wagono-kilometr zużywamy 0,4 do 0,5 m³ gazu o prężności atmosferycznej.

W obec udoskonalenia silników naftowych i ropowych, zastosowanie ich do napędzania tramwajów byłoby bardziej wskazane, gdyż nie wymagają one stacji sprężającej, a zbiornik na paliwo ciekłe, zabierane na czas jazdy, może być znacznie mniejszy. Tramwaj tego rodzaju jest poniekąd wielkim samojazdem, jeżdżącym po torze.

5. **Tramwaje powietrzne, systemu Mękarskiego,** znalazły zastosowanie w Nantes, w La Rochelle i na kilku traktach sieci paryskiej. Pod względem kosztu na wagono-kilometr, jakoteż i co do kosztów urządzenia nie ustępują one tramwajom elektrycznym, nawet o przewodnikach napowietrznych, a zalecają się większem bezpieczeństwem i nie szpecą miast przez odrutowanie ulic.

Na stacji głównej sprężamy powietrze do kilkudziesięciu atmosfer i rozprowadzamy je przewodami podziemnymi do przystanków, w których mamy zasilać zbiorniki wagonów silnikowych. Powietrze z tych zbiorników nie przechodzi wprost do silnika, pracującego ze znacznie mniejszą prężnością, lecz rozpręża się ono, przechodząc przez miarkownik prężności. Następnie ogrzewamy powietrze przed jego wstąpieniem do silnika, by zrównoważyć obniżenie temperatury, wywołane wskutek rozprężenia przedwstępnego, a przedewszystkiem by zwiększyć pracę mechaniczną, jaką owo powietrze może wydać przy dalszem rozprężaniu w silniku. Do ogrzewania powietrza stosowano pierwotnie małe paleniska koksowe, obecnie zaś, w celu zupełnego uniknięcia dymienia, służy do tego woda gorąca. Zagrzewa się ona parą na przystankach zasilających, a parę tę doprowadzamy do zbiornika wody w czasie napełniania zbiorników powietrznych, które to czynności zajmują łącznie zaledwie dwie minuty czasu.

Silnik w ustroju swym zasadniczo zbliża się do zwykłego tłokowego silnika parowego, z tą jedynie różnicą, że czynnikiem, który w nim pracuje, jest powietrze sprężone, a nie para.

6. **Tramwaje ciągnicowe,** t. j. napędzane podziemną ciągnicą (liną) okrężną, znalazły szersze zastosowanie w Anglii i Stanach Zjedn. *), obecnie jednak wychodzą już i tam z użycia. Stały silnik na stacji napędza ciągnicę okrężną, biegnącą w podziemnym kanale, zbudowanym wzdłuż toru tramwajowego. Ciągnica wspiera się na krążkach w odstępach 9 do 10 m, w łukach zaś na gęściej rozłożonych, gdzie również wypada dodać i krążki odwodzące, prowadzące ją w kierunku poziomym. Ciągnica taka, do 12 km długa, wypręża się za pomocą stosownie naciążonego krążka wyprężczego. Z czasem jednak wydłuża się ona do 1% swej długości, należy ją zatem stopniowo skracać przez wyjęcie z niej jednego z kawałków, z jakich się składa. Kanał podziem-

*) E. Reichel, amerykańskie tramwaje o napędzie ciągnicowym, Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1893, str. 676 i n.

ny posiada wzdłuż całego toru szczelinę pionową, 16 do 19 mm szeroką, przez którą przechodzi ramię wprzęgnię, przenoszące ruch liny na wagon. Ramię to, przytwierdzone do wagonu, a u dołu zakończone wprzęgiem nastawianem z wagonu, które przepuszcza swobodnie ciągnicę w czasie postoju wagonu, zakleszcza się na niej podczas pełnej jazdy, a ślizga się po niej w czasie hamowania wagonu i podczas jego rozbiegu. To ślizganie się ciągnicy po wprzęgle, nagłe jej wyteżanie, gdy wagon rusza z miejsca, wreszcie ustawiczny jej obieg po kółkach i połączone z nim tarcie, wszystko to niszczy szybko ciągnicę, której trwanie liczyć można zaledwie na 9 do 12 miesięcy. Wymiana takiej ciągnicy wymaga sporo czasu, może się zatem stać łatwo przyczyną przerwy w prawidłowym obiegu tramwaju. Dlatego też, oraz dla umożliwienia naprawiania ciągnicy, bez przerw w obiegu wagonów, w największej sieci tego rodzaju, t. j. nowojorskiej, założono w kanale nie jedną, lecz dwie ciągnice równoległe, z których każda była naprzemiennie czynną przez 24 godzin. Bezczyność drugiej w tym czasie zużywano na jej sprawdzanie i naprawianie. Koszt ożysku, aczkolwiek 20 do 30% mniejszy w porównaniu z tramwajami konnymi, nie zdołał jednak utrwalić tego systemu i nawet sieć nowojorską przebudowano już na elektryczną. Główną wadą tego rodzaju tramwajów, oprócz szybkiego zużywania się ciągnicy i zupełnej przerwy ruchu w razie jej zerwania, jest owa szczelina w kanale podziemnym, przez którą opady atmosferyczne i błoto uliczne wpada do kanału. Opady atmosferyczne łatwo odprowadzać w stosownych odstępach, np. co 100 m, do ulicznych kanałów ściekowych, usuwanie jednak błota z kanału stanowi poważną mitręgę.

DZIAŁ DWUNASTY.

OKRĘTOWNICTWO.

Budowa statków i silników okrętowych.

Uwagi wstępne.

Żegluga dzieli się na morską i śródziemną. Pod względem napędzania statku rozróżniamy: statki spławiane siłą prądu, np. tratwy, poruszane wiosłami (wiosłowce), poruszane siłą wiatru (żaglowce), wreszcie poruszane silnikami mechanicznymi (silnikowce). Zależnie od rodzaju silnika, silnikowiec może być: parowcem, gdy ma silnik parowy; elektrowcem, gdy ma silnik elektryczny (prądnik); spalinowcem, gdy ma silnik spalinowy, np. ropowy lub naftowy. W zależności od rodzaju pędziska (propelera) silnikowce dzielą się na kołowce, napędzane kołami łopatkowymi, i na śrubowce, napędzane śrubą. Stosownie do liczby pędziszów na statku rozróżniamy dalej: jednokołowce i dwukołowce, a podobnie też jednośrubowce, dwuśrubowce, trójśrubowce i t. d. Pod względem przeznaczenia statki dzielą się na wojowce, t. j. statki wojenne, i na przewoźowce, służące do przewozu osób i towarów. Wojowce są przeznaczone bądź to do boju (bojowce), bądź to do straży (strażowce), bądź też wreszcie do wywiadów (wywiadowce). Wprawdzie trudno określić rodzaje te ścisłymi granicami, gdyż i wojowiec strażniczy lub wywiadowczy może brać udział w bitwie i naodwrot. Naogół jednak do bojowców należy zaliczyć przedewszystkiem pancerniki. Dalej zaś co do swej istoty są jeszcze bojowcami: torpedowce i przeciwtorpedowce, oraz łodzie podwodne, aczkolwiek tych rodzaj statków nie zaliczają zazwyczaj do bojowców, których nazwę ograniczają do pancerników. Do strażowców zaliczamy przedewszystkiem krążowce, które jednak biorą udział i w bitwach, a również pełnią i służbę wywiadowczą. Do przewozu wojska służą bądź to same wojowce, bądź też, zwłaszcza dla większej ilości wojska, zwykle przewoźowce handlowe pod strażą wojowców.

Przewoźowce należałoby podzielić na przewoźowce właściwe, służące do przewozu osób i towarów, i na przewoźowce przeznaczenia swoistego, które wprawdzie przewożą osoby lub towary, lecz jest to ich celem drugorzędnym, niezbędnym do spełnienia zadania właściwego, np. dozoru portowego lub celnego, rybołówstwa, holowania statków, rozrywki (jachty) i t. p. Właściwe statki przewoźowe dzielimy na towarowce i osobowce. Towarowce służą wyłącz-

nie do przewozu towarów, celem osobowców jest przewożenie podróżnych, zazwyczaj jednak przewożą one równocześnie i towary pospieszne.

I. KADŁUB OKRĘTOWY.

Podwaliną statku jest **stępka**, t. j. belka, przechodząca poosiwo wzdłuż pod całym statkiem. Przedłużenie jej, wznoszące się w górę na przodzie statku, czyli na jego dzióbie (sztabie) zwać będziemy **dzióbnicą**, a podobne przedłużenie tylne, **tylnicą**. Poszycie statku wspiera się jednak nie tylko na stępcę dzióbnicy i tylnicy, lecz i na całym szeregu **wręg** obustronnych, stanowiących niejako żebra statku, które dolnym końcem łączą się ze stępką, w górnym zaś rozpięrają się nawzajem za pośrednictwem poprzecznic, podtrzymujących pokład, a **pokładnicami** zwanych. Dłuższe wręgi wymagają i rozpór pośrednich, które są zarazem poprzecznicami, podpierającymi stropy pośrednie. Para takich wręg naprzeciwnych zwie się **dwuwręgiem**, a pole przekroju statku, objęte zewnętrznym obrysem dwuwręgu, **owrężem**. Między wręgami właściwymi, t. j. o pełnej długości, wstawiają się wręgi krótsze, czyli **połwręgi**, a mianowicie w celu gęstszego usztywnienia podwodnej części statku, na którą działa napór wody. Wręga i półwręga mają kształt wygięty, przystosowany do przekroju poszycia statku, a jego część zaoblona, w której dno przechodzi w ścianę burtową, zwiemy **obłem**. Dno statku od stępki do tego obła wznosi się zazwyczaj łagodnie, a pochyłość tę zwiemy **wspięciem**, miarę zaś tego wzniosu: **wspionem**.

Główny strop okrętu zwiemy jego **pokładem**, obrzeże zaś pokładu, **burtą**, wyżej ponad nim leżące **pomostami** (np. pomost odburzny lub odburznia, pomost sterniczny i t. p.), a stropy, pod pokładem leżące, wprost stropami. Przestrzenie między poszczególnymi stropami mogą otrzymać nazwę piętr. We wielkich statkach mamy, nie jedno, lecz kilka piętr pod pokładem pod sobą, a najlepiej rozróżnić je, tak samo jak i stropy podpokładowe, liczbami porządkowymi, licząc je od pokładu w dół, a więc piętro pierwsze, drugie, trzecie i t. d. Dolna przestrzeń najniższego piętra, a więc przestrzeń tuż nad stępką tworzy **zjęzę**, w której zbierają się przecieki, przenikające do wnętrza statku przez nieszczelności poszycia, jakoteż i ścieki (np. od pomywania podłóg) z piętr podwodnych.

Statek dzieli się często na pewną liczbę **grodzieni**, przedzielonych od siebie szczelnymi **grodziami** (ściankami), a to w celu niezalewania całej przestrzeni statku, gdy się poszycie przedziurawi w jednej grodzieni i woda ją zaleje. Jeżeli grodzie te nie sięgają aż do właściwego pokładu, lecz tylko do jednego ze stropów niższych, to strop taki zwiemy **grodczem**.

A. Zewnętrzny kształt statku.

a. Pojęcia ogólne, wymiary i oznaczenia.

1. Najważniejszym wymiarem statku pływającego jest jego **zagłęb**, od niego bowiem zależy możność przepłynięcia przez wody bardziej płytkie. **Zagłęb istotny**, zależny od chwilowego obciążenia statku, należy odróżniać od **zagłębienia zasadniczego**, podług którego obliczamy projekt statku, a który oznaczać będziemy przez **Z**. Statek może się zagłębiać bardziej na tyle lub na przodzie. Taką różnicę zagłębienia zwiemy **przegłębieniem**, a właściwość statku, że się jednym końcem przegłębia, przegłębnością, rozróżniając **przegłębność dziobową**, względnie **tylną**. Zagłęb istotny mierzymy wraz z przegłębieniem, a więc od poziomu wody do spodu najniższej części stępki. Zagłęb zasadniczy natomiast mierzy się od poziomu wody do spodu stępki w połowie długości statku (p. 3).

2. **Wodnicą** nazywamy poziomy przekrój statku nieprzechylonego. Wodnica jest zatem przecięciem nieprzechylonego statku i poziomu wody, a dla każdego poszczególnego zagłębienia statku w wodzie otrzymamy odpowiednią wodnicę. Wodnicę, przynależną do zagłębienia zasadniczego, zwiemy **wodnicą zasadniczą**. Gdy statek jest przechylony w bok lub pochylony w kierunku poosiowym, to przekrój statku (w chwilowym jego położeniu) z poziomem wody, zwiemy **plywnicą**. Tak wodnice jak i pływnice są figurami płaskimi, których obrys jest przecięciem się poziomu wody i zewnętrznej powierzchni poszycia. Rozróżniać wypada obrys tych figur, ich pola, wreszcie ich linie przecięcia się z płaszczyznami przekrojów poprzecznych i podłużnych statku *).

3. Zasadnicze wymiary statku.

Długość L między pionami mierzą w Niemczech poosiowo w poziomie wodnicy zasadniczej, pionami zaś statku zwią piony, a raczej prostopadłe do płaszczyzny wodnicy zasadniczej w jej dziobowym i tylnym końcu. Koniec ten liczy się jednak po zewnętrznej stronie poszycia, a więc bez wysokości dzióbownicy, względnie tylnicy. Gdy statek posiada ster odciażony, a więc gdy nie posiada właściwej tylnicy, za tylny pion uważają os wrzeciona sterowego.

W Anglii długość **J** mierzą w poziomie pokładu między pionami, przełożonymi przez zewnętrzną stronę dzióbownicy, wzgl. tylnicy, lecz na wojowcach i jachtach w poziomie wodnicy ładunkowej.

Od tej długości między pionami należy odróżniać **całkowitą długość statku**, wogóle zaś wypada zawsze jasno określić, jak długo mierzone.

Szerzę B statku zwiemy największy wymiar jego części podwodnej w kierunku szerokości. Szerz tę mierzymy między zewnętrznymi powierzchniami poszycia drewnianego, lecz przy poszyciu że-

* Dodawać będziemy owe wyróżniki: obrys, pole, względnie przecięcie się (czyli linia) wodnicy lub pływicy tylko wtenczas, gdy bez nich opis stałby się niejasnym, w przeciwnym zaś razie wszystkie te pojęcia zwać będziemy skrótowo mianem wodnicy, względnie pływicy.

laznem zaniedbujemy jego grubość, mierząc ową szerz między zewnętrznymi powierzchniami wręg.

Boczna wyż H statku mierzy się w przekroju na połowie długości między pionami, a mianowicie od poziomu, przełożonego przez wierzch pokładnicy przy burcie, do wierzchu stępki, a przy poszyciu drewnianem, do najniższego punktu poszycia w tym przekroju środkowym.

Prześwitna wyż RT statku jest miarą prześwitu między wręgą a pokładem w środku statku, czyli odstępem pionowym między wierzchami wręgi i pokładnicy, z uwzględnieniem strzałki jej wykłębłości.

4. **Wspięciem** nazywamy pochyłość dna okrętowego między stępką a obłem, wyrażoną jako stosunek, jako kąt lub w odsetkach, **wspionem** natomiast pionową miarę tego wspięcia w m.

5. Poosiową część pokładu zwiemy jego **grzbietem**, jego obrzeże po bokach **przyburciem**. Sama zaś burta jest to wierzchnia krawędź poszycia na właściwym kadłubie okrętowym, a więc bez uwzględnienia jego nadbudówek. Rzut przyburcia na poosiową płaszczyznę pionową może być w statkach rzecznych i linią prostą, nawet poziomą, na statkach morskich natomiast bywa on zawsze krzywą wklęsłą, którą nazwiemy **zwyżkową**. Rzędne tej krzywej, mierzone od poziomej, stykającej się z jej punktem najniższym, zwad będziemy **zwyżkami** (przyburcia).

6. Pokład w kierunku długości jest wklęsły, lecz w poszczególnych przekrojach poprzecznych wykłębły, czyli wypukły. Strzałkę tej wykłębłości zwiemy **wykłębsem** pokładu, wzgl. pokładnicy.

7. **Owręże zasadnicze** jest to podwodne pole przekroju w najszerszym miejscu statku, które leży ponajczęściej w połowie długości statku.

8. **Wynios burty**, t. j. miara jej wyniosłości ponad wodą, jest zazwyczaj różnicą $H - T$.

9. **Wyprzeń** jest to bryła wody, wypartej przez statek, a jej objętość w m^3 zwiemy **wypornością V** statku, wagę zaś wody wypartej, a zarazem i siłę, wypierającą statek z wody, **wyporem P** . Rozumie się, że wypór równa się wadze statku. Jeżeli m^3 wody (morskiej) waży γ ton, to wypór $P = \gamma V$. **Wypornością zapasową** nazwano objętość nadwodnej części kadłuba okrętowego.

10. **Środkiem F wyporu** zwiemy środek ciężkości wyprzeni, a środek ten leży na pionie spólnym ze środkiem ciężkości G samego statku, spokojnie pływającego. **Osią ciężkości** statku będzie linia pionowa, przechodząca przez jego środek ciężkości, gdy statek jest nieprzechylony, a więc oś prostopadła do wodnicy.

11. **Nibyśrodek** (metacentrum) M jest to punkt przecięcia się osi ciężkości statku, przechylonego o różniczkę kąta, z pionem, przechodzącym przez środek wyporu (p. rys. 1037 i 1039). Rozróżniamy **nibyśrodek szerzy** w poprzecznym przekroju statku (p. M , a raczej dla przechylenia o φ , $M\varphi$ w rys. 1037), oraz **nibyśrodek dłuży** (M_1 w rys. 1039). Przechylenia poprzeczne i pochylania podłużne statku przedstawiają się jako wahania środka ciężkości G

około nibyśrodku M , wzgl. M_1 , a wahanie, złożone z dwóch tych wahań, a więc wahanie około pewnej osi chwilowej, nazywamy bujaniem się statku.

12. **Pełnotliwość** statku jest to stosunek objętości wyprzeni, wzgl. jej pól przekrojowych, do tychże wielkości prostopadłościanu, o wymiarach L , B i T . Rozróżniamy zatem:

a) Pełnotliwość wodnicy zasadniczej α :

$$\alpha = \frac{\text{pole wodnicy zasadniczej}}{L \cdot B}$$

b) Pełnotliwość owręza głównego β :

$$\beta = \frac{\text{owręże główne}}{B \cdot T}$$

c) Pełnotliwość objętościową δ :

$$\delta = \frac{V}{L \cdot B \cdot T}$$

d) Pełnotliwość względną φ , t. j. stosunek objętości wyprzeni do objętości bryły o długości L i o przekroju owręza zasadniczego:

$$\varphi = \frac{V}{L \times \text{owręże zas.}} = \frac{\delta}{\beta}$$

b. Kształt statku.

1. Stosunek wymiarów zasadniczych.

Zagłęb : szerzy $T : B$.

Żaglowce średnio	0,38 do 0,47	
Nowsze jachty żaglowe, z naciążem zewnętrznym.	do 0,8	
Nowsze żaglowce {	barki	0,51 do 0,53
	statki pełnożagłone (fregaty)	0,49 do 0,50
	barki czteromasztowe	0,49
Holowce	0,2 do 0,4	
Parowce rybackie	0,48	
Szybkie parowce strażnicze	0,19 do 0,30	
Dwuśrubowce pospieszne	0,35 do 0,43	
Towarowce parowe	0,45 do 0,54	
Kołowce rzeczne {	pospieszne	0,13 do 0,14
	holowce	0,11 do 0,13

Dłuż : szerzy $L : B$.

Wartości {	rosyjskie popówki	1
	krańcowe { francuskie parowce rzeczne	20
Dawniejsze żaglowce	3,75 do 4,5	
„ klipry (szybkie żaglowce do przewozu herbaty)	5 do 7	
Nowsze statki drewniane, nie ponad	6,25	
Mniejsze „ „	3 do 5,75	

Nowsze	{ barki i statki pełnożaglone	6,2	do 6,3
	{ żaglowce	6,6	do 6,8
Holowce		4	do 6
Parowce rybackie		4,85	do 4,95
Szybkie parowce strażnicze		8,0	do 9,4
Dwuśrubowce pospieszne		7,9	do 9,7
Towarowce parowe		6,7	do 8,5
Kołowce rzeczne	{ pospieszne	10	do 11
	{ holowce	7	do 9

2. Pełnotliwości (p. str. 461 Nr. 12).

Jeżeli δ wyrazimy związkiem: $\delta = \alpha\beta$, to:

$\alpha = 0,82$ do $0,96$, średnio $0,86$, a w nowszych ustrojach nawet $0,90$.

Jachty: $\delta = 0,27$ do $0,42$; łodzie rybackie $0,40$;

klipry: $\delta = 0,52$ do $0,64$.

Średnie wartości dla
nowszych żaglowców

{	barki: $\delta = 0,65$; $\beta = 0,925$.
	statki pełnożaglone: $\delta = 0,66$; $\alpha = 0,80$; $\beta = 0,89$.
	barki czteromasztowe: $\delta = 0,67$; $\beta = 0,91$.

Holowce: $\delta = 0,5$ do $0,6$; a $\beta =$ średnio $0,75$.

Parowce rybackie, wartości średnie: $\delta = 0,45$; $\beta = 0,75$.

Szybkie parowce strażnicze: $\delta = 0,57$ do $0,61$; $\alpha = 0,71$; $\beta = 0,91$ do $0,97$.

Dwuśrubowce pospieszne: $\delta = 0,58$ do $0,63$; $\beta = 0,89$ do $0,94$.

Towarowce parowe: $\delta = 0,65$ do $0,80$; $\beta = 0,90$ do $0,98$.

Kołowce rzeczne

{	pospieszne: $\delta = 0,60$ do $0,64$; $\alpha = 0,77$ do $0,80$; $\beta = 0,92$ do $0,98$.
	holowce: $\delta = 0,75$ do $0,85$; $\alpha = 0,87$; $\beta = 0,95$ do $0,99$.

3. Zwyżka (p. str. 460 Nr. 5).

Zwyżka przyburcia nie przekracza zazwyczaj wartości $0,02$ do $0,04 L$. Najniższy punkt wykresowej zwyżek leży około $1/8 L$ ku tyłowi od środka statku, a od poziomej owego punktu najniższego mierzymy zwyżki przyburcia. Zwyżka tylna bywa dwa razy mniejsza od dziobowej. Wojowce otrzymują bardzo małe zwyżki, a nawet pokład niezwyższany.

4. Wykłęs (p. str. 460 Nr. 6).

Wykłęs pokładu, t. j. strzałka jego wykłęsłości poprzecznej, bywa $0,02 B$, a podkładnice (poprzeczne) wyginamy na taki sam wykłęs. Wykłęsłość ta przebiega w postaci paraboli, którą najdogodniej wykreslić podług rys. 20 str. 110 T. I. W rysunku tym jednakże przedstawiono tylko zasadę, a w danym przypadku poszczególnym HG byłoby kresą poziomą o długości B , a punkt P leżałby prostopadle nad środkiem tej kresy, w odległości dwa razy większej niż pożądaną wykłęs.

5. Wzory przybliżone.

α . Środek wyporu F leży w środku ciężkości wyprzeni, a mianowicie poniżej wodnicy zasadniczej, w odległości od niej:

$$\left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{\alpha}\right) \frac{T}{3}, \text{ lub}$$

w przybliżeniu: $(0,10 + 0,36\beta) T^*$.

Wznios teżoż środka F , ponad wierzch stępki, bywa:

w parowcach towarowych	0,55 do 0,56	T
" " pocztowych	0,56	" 0,58 "
" " pospiesznych	0,58	" 0,60 "
w pancernikach	0,55	" 0,57 "
w żaglowcach większych	0,56	" 0,58 "

β . Nibyśrodek M (metacentrum) leży pionowo ponad środkiem F wyprzeni w odstępnie:

$$FM = (0,008 + 0,0745 \alpha^2) \frac{B^2}{T\delta} = \frac{LB^3}{V} \frac{\alpha^3}{2(\alpha+1)(2\alpha+1)},$$

gdy chodzi o nibyśrodek szerzy, t. j. w przekroju poprzecznym, a

$FM' = (0,008 + 0,077 \alpha^2) \frac{L^2}{T\delta}$, gdy chodzi o nibyśrodek dłuży, t. j.

w przekroju podłużnym statku.

γ . Środek ciężkości statku, a raczej jego kadłuba pustego (bez silników, osprzętu i urządzenia), leży o $\frac{1}{3} H$ (a w statku o dnie podwójnem $0,4 H$) poniżej górnego krańca bocznej wysokości H , a około $0,5$ m ku tyłowi od środka całkowitej dłuży statku. Położenie to zmienia się jeszcze przez nadbudówki i t. p., które wypada uwzględnić dodatkowo.

δ . Wznios nibyśrodku ponad środek ciężkości statku miewają:

Dawne statki pełnożaglone (fregaty)	2,2 m
Pancerniki dawniejsze	1,2 do 1,5 m
" " nowsze	około 1,1 m
Parowce osobowe morskie	0,4 do 0,6 m
" " towarowe "	0,4 do 0,5 m
" " rzeczne	1 do 3 m

Ogólnie uważają, że w parowych handlowcach morskich wznios ten nie powinienby przekraczać $0,6$ do $0,75$ m, a dla statków, które stosują i żagle, 1 m, w naładowanych parowcach transatlantycznych uważają nawet $0,3$ m za dostateczne.

c. Sposób obliczenia.

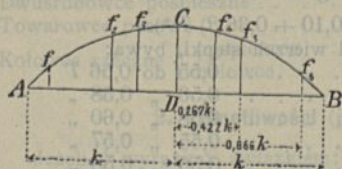
1. Zasady obliczenia.

a) Objętość wyprzeni i jej środek ciężkości, a więc wielkość i środek wyporu dla statku zaprojektowanego, obliczamy w sposób następujący: Wykreślamy poszczególne wodnice i owręza statku, dobierając nienadmierne odstępy między sąsiednimi wodnicami,

* Normand: Mémoire sur l'application de l'algebre aux calculs des batiments de mer, Paryż 1864.

względnie owrężami, a to w zależności od kształtu statku. Obliczamy pola poszczególnych wodnic i owręży, bądź to rozdzielając je na paski równoległe, bądź też za pomocą planimetru. Z pól tych zestawiamy wykres, biorąc za odcięte odległości poszczególnych przekrojów od punktu początkowego, a ich pola za rzędne. Z wykresu tego obliczamy objętość za pomocą wzoru Simpson'a i t. p., lub za pomocą planimetru, a oddalenia środków ciężkości za pomocą tychże wzorów lub wykreślnie.

Rys. 1035.



podajemy nadzwyczaj dokładny wzór Czebyszewa do obliczania powierzchni i położenia środka ciężkości. Jeżeli mamy obliczyć pole figury przedstawionej w rys. 1035, to oznaczamy wartości rzędnych $f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6$ w miejscach, określonych w rysunku przez ich odległości od środkowego punktu D . Rzędne po lewej stronie leżą w odległościach symetrycznych względem prawych. Natenczas otrzymamy:

a) pole powierzchni:

$$F = \frac{1}{3} k (f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6).$$

β) Odległość środka ciężkości pola od A :

$$d = \frac{k (0,134 f_1 + 0,578 f_2 + 0,733 f_3 + 1,267 f_4 + 1,422 f_5 + 1,866 f_6)}{f_1 + f_2 + f_3 + f_4 + f_5 + f_6}.$$

Gdy $f_1, f_2, f_3 \dots$ przedstawiają rzędne o wymiarach liniowych, wzory powyższe określają nam pole, wzgl. jego środek ciężkości. Gdy natomiast rzędne $f_1, f_2, f_3 \dots$ przedstawiają już pola poszczególnych owręży, wzory powyższe dadzą nam jako wynik objętość wypłoni i odległość jej środka ciężkości.

b) **Momenty bezwładności wodnic** (wzory podajemy dla całego pola wodnicy).

a) Względem osi podłużnej (osi symetrii):

$J = \frac{2}{3} \int y^3 dx$, w którym to wzorze przez x oznaczono odcięte na osi symetrii, a przez y rzędne obrysu wodnicy, liczone od tejże osi. Zastępując całkę powyższą wzorem Simpson'a (str. 132 i 133 T. I) otrzymamy:

$$J = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} x (1y_0^3 + 4y_1^3 + 2y_2^3 + \dots + 1y_n^3).$$

β) Względem osi poprzecznej, przełożonej przez środek ciężkości pola wodnicy:

$$J_1 = 2 \int y dx (px)^2,$$

a całkę tę możemy obliczyć wzorem Simpson'a, np. przy podziale na 8 równych odstępów między rzędnymi:

$$J_1 = \frac{2}{3} x^3 (4^2 y_0 + 4 \cdot 3^2 y_1 + 2 \cdot 2^2 y_2 + 4 \cdot 1^2 y_3 + 2 \cdot 0^2 y_4 + 4 \cdot 1^2 y_5 + 2 \cdot 2^2 y_6 + 4 \cdot 3^2 y_7 + 4^2 y_8).$$

c) **Wznios nibyśrodek M (metacentrum) nad środkiem F wyprzeni** obliczamy podług wzoru:

$MF = \frac{J}{V}$, w którym moment J wodnicy odnosimy do osi podłużnej, gdy chodzi o nibyśrodek M_{φ} szerzy (rys. 1037 str. 470), a do poprzecznej, gdy chodzi o nibyśrodek M_1 dłuży (rys. 1039 str. 476).

2. Projektowanie kadłuba okrętowego.

1. Zasady ogólne.

Do projektowania niezbędnymi są dane poniższe:

1. Rodzaj statku (żaglowiec czy parowiec, dno pojedyncze czy podwójne, żądane stropy, pomosty i t. p.).
2. Przeznaczenie statku (osobowiec, towarowiec i t. p.).
3. Po jakich wodach ma pływać (rzeki, morza, w strefie umiarkowanej czy podrównikowej i t. p.).
4. Nośność, liczba podróźnych i t. p.
5. Zapasy zabierane (ilość węgla, wody, żywności i t. p.).
6. Pożądane wymiary główne.
7. Zagłęb największy i wznios burty.
8. Klasa porządkowa i rodzaj ustroju.
9. Wymagana prędkość jazdy.
10. Rodzaj urządzenia silnikowego.
11. Sposób ożaglenia.
12. Ilość załogi.
13. Żądania dodatkowe, dotyczące np. niepograżności, naciąży, wzmocnienia przeciw krze, długości towarowni, rozmiarów czeluści ładunkowych i t. p.
14. Wymagania, dotyczące osprzętu i urządzenia statku.
15. Dla wojowców: liczba i rodzaj dział, rodzaj opancerzenia, ilość amunicji i t. p.
16. Wymagania nadzwyczajne dla statków o swoim przeznaczeniu.
17. Koszt budowy, jakiego nie mamy przekroczyć.

Jeżeli nie określono z góry wymiarów zasadniczych T , B , L i V statku, to oznaczamy je, wzorując się na statkach wykonanych, o ustroju pokrewnym, np. zaczerpując ze zestawień na str. 461 i 462 stosowne wartości $L:B$, $T:B$, oraz δ , a V określamy przybliżenie podług nośności, ustroju i t. p., poczem obliczamy szerz B ze wzoru:

$$B = \sqrt[3]{\frac{V}{\frac{L}{B} \cdot \frac{T}{B} \cdot \delta}}$$

Z założonych stosunków $L:B$ i $T:B$ i ze znanej już wartości B obliczamy pozostałe wymiary L i T , a wznios burty (H) dobieramy ocennie w przystosowaniu do danych warunków. Oznaczono

ne w ten sposób wymiary zasadnicze należy jeszcze sprawdzić przez ich porównanie z wartościami średnimi, zaczerpniętymi z doświadczenia, a dotyczącymi:

1. wagi statku (p. str. 487 i 504),
2. prędkości jazdy i mocy silnika (p. str. 490 i nast.),
3. wagi urządzenia silnikowego (p. rozdz. III),
4. klasy porządkowej,
5. stateczności początkowej (p. str. 469 i nast.),
6. wzniosu burty (p. str. 479),
7. pojemności (p. str. 479).

Jeżeli wynik tego porównania okaże się zadawalniającym, bądź to odrazu, bądź też po wprowadzeniu stosownych poprawek w wymiarach zasadniczych, to przystępujemy do zaprojektowania zarysu samego kadłuba, a mianowicie: zarysu stępki, dzióbnicy, tylnicy, wspięcia z obłem i zwyżki. Wreszcie oznaczamy środek ciężkości wyprzeni, przyczem dobieramy stosowne pełnotliwości α i β podług danych na str. 462, posilkując się nadto danymi z tablicy poniższej.

Pełnotliwości stosowane

(podług Archibalda Hogg'a).

δ	β	φ	δ	β	φ
0,35	0,625	0,56	0,60	0,938	0,64
0,40	0,714	0,56	0,65	6,948	0,685
0,45	0,789	0,57	0,70	0,965	0,725
0,50	0,862	0,58	0,75	0,970	0,773
0,55	0,917	0,60	0,80	0,975	0,82

2. Poszczególne wykresy.

Uwaga. Przy projektowaniu dzielimy zazwyczaj dłuż L między pionami na 10 równych części i obliczamy owręża dla każdego z punktów podziałowych, zagłęb zasadniczy T dzielimy natomiast na 6 równych części i obliczamy pola wodnic w punktach podziałowych.

Podług Chapman'a wykresowa owręży i wykresowa pól wodnicowych są w przybliżeniu parabolami, określonymi wzorem: $y = px^m$, jeżeli odcięte x liczyć będziemy od środka statku w obydwie strony dla owręży, a od wodnicy zasadniczej w dół dla wodnic. Rzędne y nie oznaczają jednak samych pól owrężonych, względnie pól wodnicowych, lecz dopełnienia tychże pól do pola zasadniczego (por. rys. 1036). Parametr p jest zależny od dłuży L , względnie zagłębienia T , oraz od wielkości pól zasadniczych, a wykładnik m jest stałą, zależną od pełnotliwości.

α . Owrężna (wykresowa owręży).

Przy pełnotliwości β owręża, owręża zasadnicze będzie: $\beta B T$, a rzędna y owrężnej w dowolnym punkcie, w oddaleniu x od tegoż owręża zasadniczego, czyli od środka statku, będzie (por. rys. 1036 i uwagę powyższą):

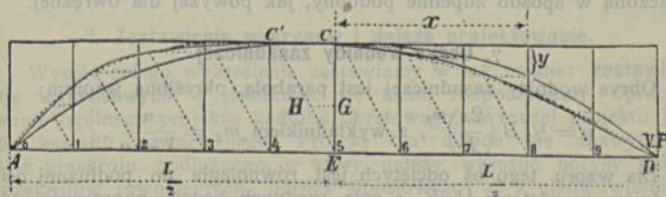
$$y = (\beta B T) \left(\frac{2x}{L} \right)^m, \text{ z wartością wykładnika } m = \frac{\delta}{\beta - \delta}.$$

Środek G ciężkości pola odcinka $ACD EA$ tej paraboli, a więc i środek przynależnej wyprzeni, leżałby poniżej wierzchołka paraboli o

$$CG = (\beta BT) \frac{\beta}{\beta + \delta}.$$

Jeżeli środek wyprzeni ma leżeć w odległości $a = GH$ od środka statku ku tyłowi, to w rys. 1036 kreślimy $GH = a$ poziomo od punktu G ku tyłowi, dalej uskośną EHC' , oraz ukośne równoległe przez wszystkie punkty podziałowe. Z każdego punktu paraboli, leżącego ponad punktem podziałowym, t. j. z końca rzędnej podziałowej, kreślimy poziome, a punkty wzajemnego przecięcia się tych poziomych, z owymi ukośnymi, przynależnymi do tego samego

Rys. 1036.



punktu podziałowego, będą punktami paraboli spazzonej, wyznaczającej pożądaną wyprzeń; parabolę tę zaostrzamy zazwyczaj jeszcze u dzioba i u tyłu, jednakże w taki sposób, aby nie zmienić przez to ani pola pod wykresową, ani jego środka ciężkości H .

Z otrzymanej tak owrężnej łatwo oznaczyć dowolne owrężę, które wykreślamy oddzielnie w postaci prostokąta o wysokości T , poczem projektujemy zarys wręgi tak, aby pole owrężone było równe polu owego prostokąta *). Wyporność, czyli objętość wyprzeni, równa się polu pod owrężną.

β. Wykresowa pól wodnicowych.

Jeżeli pełnotliwość wodnicy zasadniczej jest α , to jej pole będzie: αBL . Wykresowa pól wodnicowych będzie podobną parabolą, jak owrężna (p. powyżej pod α i uwagę poprzedzającą), lecz określoną wzorem:

$$y = (\alpha BL) \left(\frac{x}{T} \right)^{m_1}, \text{ z wykładnikiem } m_1 = \frac{\delta}{\alpha - \delta}.$$

Odcięte x liczymy od wodnicy zasadniczej w dół, a rzędne y wyznaczają nam (podobnie jak poprzednio pod α) nie same pola poszczególnych wodnic, lecz ich dopełnienia do wartości pola wodnicy zasadniczej.

* Archibald Hogg: Tables for constructing ship lines.

Jeżeli oś odciętych przesuniemy równolegle tak, aby przechodziła przez punkt paraboli przynależnej do odciętej $x = T$, to rzędne y' , liczone od tej nowej osi, wyznaczają nam bezpośrednio pola wodnic, a pole wycinka paraboli między nową osią i osią rzędnych równa się wyporności, czyli objętości wyprzeni. Środek ciężkości tej wyprzeni leży na tej samej głębokości, co środek ciężkości owego odcinka paraboli, a odległość tegoż środka od wodnicy zasadniczej oznaczamy ze wzoru:

$$\xi = \frac{1}{2} T \left(\frac{\alpha}{2\alpha - \delta} \right).$$

Jeżeli chcemy nadać środkowi wyprzeni pewne, z góry określone położenie, a więc wyższe lub niższe względnie do otrzymanego środka ciężkości odcinka parabolicznego, to wykreślamy parabolę spazconą w sposób zupełnie podobny, jak powyżej dla owrężnej.

γ. Obrys wodnicy zasadniczej.

Obrys wodnicy zasadniczej jest parabolą, określoną wzorem:

$$y = \frac{1}{2} B \left(\frac{2x}{L} \right)^{m_2}, \text{ z wykładnikiem } m_2 = \frac{\alpha}{1 - \alpha}.$$

Dla wzoru tego oś odciętych jest równoległa do podłużnej osi wodnicy, w odstępnie $\frac{1}{2} B$, a osią rzędnych będzie poprzeczna oś wodnicy.

δ. Zarys wręgi głównej, wzgl. obrys owręża.

Obrys ten jest podobną parabolą, której wzór:

$$y = B \left(\frac{x}{T} \right)^{m_3}, \text{ z wykładnikiem } m_3 = \frac{\beta}{1 - \beta},$$

odnosimy do osi odciętych. Oś ta jest równoległa do pionowej osi statku w odstępnie $\frac{1}{2} B$ od niej, podczas gdy poprzeczna oś wodnicy zasadniczej będzie osią rzędnych.

ε. Przekrój skośny (podług Zimmermann'a).

Najważniejszym z przekrojów skośnych jest przekrój przez obło, a więc przekrój płaszczyzną, przełożoną przez podłużną oś wodnicy zasadniczej i przez punkt największej krzywosci obła. Obrys tego przekroju możemy określić wzorem paraboli:

$$y = K \left(\frac{2x}{L} \right)^{m_4}, \text{ z wykładnikiem } m_4 = \frac{k}{1 - k}.$$

Osie współrzędnych obrane podobnie jak powyżej dla wodnic pod γ. We wzorach tych wielkość K jest największym odstępem obrisu od osi, a więc rzędną w końcach statku; współczynnik k natomiast jest pełnotliwością pola tego przekroju, a znając pełnotliwość $\varphi = \frac{\delta}{\beta}$ (por. str. 462), możemy wartość k dobrać z tablicy poniższej.

φ	k	φ	k	φ	k	φ	k	φ	k
0,34	0,504	0,48	0,580	0,62	0,669	0,76	0,774	0,88	0,881
0,36	0,513	0,50	0,592	0,64	0,683	0,78	0,792	0,90	0,900
0,38	0,523	0,52	0,605	0,66	0,688	0,80	0,808	0,92	0,920
0,40	0,534	0,54	0,617	0,68	0,713	0,82	0,827	0,94	0,940
0,42	0,546	0,56	0,628	0,70	0,729	0,84	0,845	0,96	0,960
0,44	0,558	0,58	0,642	0,72	0,742	0,86	0,862	0,98	0,980
0,46	0,569	0,60	0,656	0,74	0,759				

Obrys wykreślony podług wzoru należy jeszcze w obydwu końcach uczynić bardziej ostrawym, z zachowaniem jednakże całkowitej wielkości pola, a skuteczniamy to ponajczęściej na oko.

3. Zestawienie wykresów i dalsze projektowanie.

Wyniki całego wykreślenia zestawiamy w tak zwane: **zestawienie wykresowych**, a posiłkując się niem, rozpoczynamy opracowanie ogólnego projektu kadłuba okrętowego, a raczej projektu jego kształtu zewnętrznego. Projekt ten składa się zazwyczaj: 1) z przekroju podłużnego, w który należy wkreślić obrysy kilku przekrojów równoległych, oprócz poosiowego; 2) z planu wodnic; 3) z przekroju poprzecznego, w który należy wkreślić zarysy kilku (zazwyczaj 10-iu) wręg, wzgl. obrysy owręży; 4) z planu przekrojów skośnych.

Podług obrysu wręgi głównej określamy przekroje samej wręgi, poczem przystępujemy do zaprojektowania całego kadłuba, z oznaczeniem przekrojów poszczególnych części ustrojowych. Wykończony projekt kadłuba wypada sprawdzić szczegółowo przez szereg obliczeń, jako to: obliczenia objętości wypveni, a więc i wyporu, wagi statku, stateczności statku i wytrzymałości jego części ustrojowych, niepograżności na wypadek zalania jednej z grodzieni, przęglębia statku, wreszcie przewidzianej prędkości jazdy.

d. Stateczność, przechył i przęglęb.

Miarą stateczności statku, przechylonego o kąt φ , jest moment statyczny, usiłujący przywrócić statek w położenie pierwotne. Jest to iloczyn z wyporu i z jego chwilowej odległości od osi ciężkości statku. A że się wielkość wyporu P , jako równa wadze statku, podczas przechylania nie zmienia, więc miarą stateczności może być poniekąd samo ramię momentu stateczności, czyli owa odległość wyporu od środka G ciężkości statku (rys. 1037). Pierwotny środek wyporu F , wskutek przechylenia przesuwa się w punkt F_φ . Statek będzie stateczny, jeżeli moment wyporu P , a więc moment $P \cdot GH$ będzie miał dążność do przywrócenia statku w pierwotne jego położenie.

Objętość każdego z klinów, zawartych między wodnicą WL a pływnicą W_1L_1 , oznaczmy przez v , środki ciężkości tychże kli-

nów przez N i N_1 , wreszcie przez J i J_1 , rzuty tychże środków na (kropkowaną w rysunku) płaszczyznę poziomą, przelożoną przez punkt O .

1. **Stateczność statyczna** S (statyczny moment wyporu) będzie:

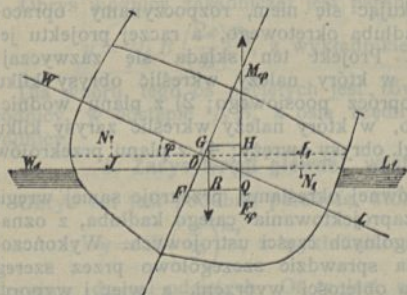
$$S = P \left(\frac{v J J_1}{V} - FG \sin \varphi \right) \dots \dots \dots \text{(wzór Atwood'a)}.$$

2. **Stateczność dynamiczna** S_d (praca wykonana podczas przechylania) będzie:

$$S_d = \int_0^\varphi S \cdot d\varphi = P(F_\varphi H - FG) = P[HQ + QF_\varphi - GF] = \\ = P[QF_\varphi - (GF - HQ)], \text{ czyli:}$$

$$S_d = P \left(\frac{v(JN + J_1 N_1)}{V} \right) - FG(1 - \cos \varphi) \dots \text{(wzór Moseley'a)}.$$

Rys. 1037.



Drugie wyrazy wzorów powyższych zmieniają znak odjemny na dodatni, jeżeli punkt G leżeć będzie nie ponad F' , lecz poniżej F , a więc gdy wartość FG zmieni swój znak. (Wartość $\cos \varphi$ zatrzymuje jednak znak odjemny).

Objętość klina po prawej stronie rysunku musi być równa objętości klina po lewej stronie, gdy się waga statku, a więc i objętość wyprieni, nie zmienia.

W rysunku, a więc w przekroju, pola tych klinów nie są równe, gdyż statek ku dziobowi i tyłowi bywa znacznie szerszy w części wyższej (t. j. zanurzającej się, po stronie prawej), niż w części niższej (wynurzającej się z wody, po stronie lewej). Podczas przechylania statku, pływającego statecznie, jego środek ciężkości G wznosi się, na co niezbędnem jest wykonanie pewnej pracy mechanicznej. Wzniesiony w ten sposób środek ciężkości statku ma dążność do opadania w położenie pierwotne, a może on to uskutecznić przez przywrócenie samego statku w położenie pierwotne.

Przesunięcie środka wyporu, t. j. środka ciężkości wyprieni, oznaczamy na podstawie zasady: przesunięcie pewnego ciężaru p o d przesuną środek ciężkości całego układu (o wadze P) równolegle do przesuwu d , o kresę $\frac{pd}{P}$.

1. Przechylanie (około osi podłużnej).

a. Obliczenie.

Obliczamy podług zasad powyżej podanych stateczność statku dla szeregu przechylów, w odstępach wzajemnych 7 do 8°, a za-

kończając ów szereg przechyłem, przy którym najniższy punkt przyburcia dosięgnie poziomu wody.

Podobnie wypada obliczyć stateczność dla całego szeregu przechyłów, nie tylko dla wodnicy zasadniczej, lecz i dla innych wodnic, a więc dla statku więcej z wody wynurzonego. Szeregi tych obliczeń są bardzo zmułne, a dla statku istniejącego zaleca się oznaczenie i środka ciężkości statku i jego stateczności sposobem poniższym.

β. Próbné przechylanie statku.

Warunki zewnętrzne i przygotowania przedwstępne.

1. Próbę należy wykonać w czasie zupełnego bezwiewu i przy zupełnie zwierciadlistym stanie wody.

2. Oznaczamy ciężkość właściwą wody, na której dokonywamy próby.

3. Statek w stanie pierwotnym powinien stać zupełnie prosto, t. j. bez wszelakiego przechyłu; zęza ma być zupełnie opróżniona; wszelkie przedmioty ruchome należy unieruchomić. Stan wody w kotłach ma być zwykły; wypada sprawdzić zawartości węglowni i pogród wodnych, oraz ich środki ciężkości (węgiel należy zrównać możliwie poziomo, pogrody zaś najdogodniej bądź to napełnić, bądź też opróżnić w zupełności). Przedmioty brakujące na statku, jako też znajdujące się na nim, lecz do niego nie należne, wypada uwzględnić stosownie tak co do ich wagi, jak i położenia ich środków ciężkości.

4. W płaszczyźnie poosiowej statku zawieszamy dwa lub trzy możliwie długie, a ciężkie piony tak, aby na przytwierdzonej obok desce mógł znaczyć ich odchyły. Pomierzamy dokładnie długość każdego z pionów od punktów zawieszenia do punktu, którego odchyły mamy mierzyć.

5. Naciąg przechyłowy p rozmieszczamy na pokładzie symetrycznie, a więc tak, aby obydwie strony statku zanurzały się jednakowo. Wielkość tego naciągu bywa 0,01 do 0,03 P , jeżeli P oznacza wagę całkowitą statku. Możemy też naodwrot założyć kąt przechyłu φ , jaki zamierzamy osiągnąć, np. około 2° , a natenczas obliczyć wielkość potrzebnego naciągu ze wzorów poniższych, wprowadzając w nie wartość M_{φ}/G (rys. 1037) podług oceny. Wagę i położenie środka ciężkości poszczególnych części tego naciągu trzeba dokładnie określić.

6. Załoga schodzi ze statku, w przeciwnym zaś razie każdy z załogi musi podczas wymierzania wyników próby nie ruszać się z wyznaczonego mu miejsca.

7. Statek przyczepia się do punktów stałych linami, dokładnie poosiowo, dość luźno, a ustawia wedle możliwości w kierunku panującego wiatru lub prądu wodnego.

Sposób przeprowadzenia próby.

1. Mierzmy zagłęb dzióbowy i tylny.

2. Znaczymy początkowe położenia pionów, a po obu bokach

statku znaczymy pływnicę początkową, a więc chwilowy poziom wody.

3. Połowę naciąży, umieszczoną np. na lewej stronie pokładu, przenosimy na stronę prawą, w położenie symetryczne, poczem mierzymy odchył pionów, a również wynur lewej strony statku i zanur prawej w połowie długości statku, a więc oznaczamy pływnicę statku przechylonego.

4. Przenosimy cały naciąg ze strony prawej na lewą, w położenie symetryczne i powtarzamy wszystkie pomiary.

5. Połowę naciąży przenosimy powrotnie ze strony lewej na prawą, a więc przywracamy stan początkowy i sprawdzamy, czy piony i pływnica powróciły do położenia początkowego.

Obliczenia wyniku próby.

Wzajemny odstęp między środkami ciężkości obydwóch połów naciąży oznaczamy przez $2d$, czyli odległość środka jednej połowy od płaszczyzny symetrii statku przez d . Kąt przechyłu φ obliczamy ze związków: $\operatorname{tg} \varphi$ równa się stosunkowi odchyłu pionu do jego dłuży, albo też stosunkowi zanuru, wzgl. wynuru, po bokach statku do połowy szerokości pływnicy początkowej. Stosunek ten obliczamy dla każdego z pionów i dla każdego zanuru i wynuru obydwóch przechyleń statku, a z wartości średniej określamy $\operatorname{tg} \varphi$.

Z projektu statku znamy jego nibyśrodek $M\varphi$ (rys. 1037), niezależny od środka ciężkości samego statku, a położenie tego środka określimy przez kresę $M\varphi G$, którą obliczamy ze wzoru:

$$M\varphi G = \frac{pd}{(P+p)\operatorname{tg} \varphi}.$$

Moment stateczności statku naciążonego jest pd dla przechyłu φ .

Położenie środka ciężkości i moment stateczności podają nam wzory powyższe dla statku naciążonego. Wartości te dla statku nienaciążonego, a z przedmiotami, których brakowało na nim podczas próby, otrzymamy przez wprowadzenie stosownych poprawek, obliczonych na zasadzie momentów statycznych tych ciężarów.

γ. Zmiana stateczności przez ciężary ruchome.

Jeżeli ciężar p przesuniemy w poprzek statku o d , to środek ciężkości G (rys. 1037) statku o wadze P , przesunie się o $\frac{pd}{P}$.

Ciężary ruchome przesuwne przy przechylaniu się statku, mogą stanowić poważne niebezpieczeństwo dla jego stateczności. Ładunki nasypane zaczynają się staczać przy przechyleniu o 25° , naciąg wodny zaś w pogrodach przy najmniejszych przechyleniach. Gdyby

wskutek takich przesunięć wartość $\sum \frac{pd}{P}$ stała się większą od GH (rys. 1037), znikłaby stateczność statku, który natenczas przechylałby się dalej, aż do zupełnego przewrócenia, o ile przy większych

przechyliach wartość GH nie stałaby się znów większą od $\Sigma \frac{pd}{P}$.

Dlatego należy możliwie zapobiegać przesuwności ciężarów, a więc ciężary stałe ładować jak najszczelniej, towarami sypnymi wypełniać poszczególne przedziały aż po sam strop, zmniejszać te przedziały przez przegrody podłużne, a pogrody na ładunki ciekłe (np. naftę) lub na naciąg wodny, wypełniać aż po sam strop. Swobodną przestrzeń, niezbędną na rozszerzanie się cieczy, wytwarzamy natenczas przez rurowate nadstawki pionowe ponad stropem. Ciecz wypełnia nie tylko całą pogrodę w zupełności, lecz i dolną część owej nadstawki, skutkiem czego nieznaczne ilości cieczy, przesuujące się w tych nadstawkach podczas przechylenia, pozostają prawie bez wpływu na stateczność statku, gdyż przesuw ich d jest bardzo mały, a to z powodu względnie małej średnicy owych nadstawek. Ciężar swobodny, zawieszony wahlwie, aczkolwiek ruchomy, nie zmienia stateczności statku, gdyż pod tym względem można go uważać za działający w punkcie zawieszenia.

d. Stateczność statku z grodzienią zalaną.

Jeżeli poszycie statku jest tak nieszczelne (np. przedziurawione), że woda zaleje jedną lub kilka jego grodzieni, to statek zagłębi się bardziej, a natenczas należałoby obliczyć objętość i środek ciężkości nowej wyprzeni na zasadzie wodnicy wyżej położonej, leżącej w poziomie tej pływnicy, jaka się w istocie ustali. Od całej objętości owej wyprzeni należy potrącić objętość wody, która zalała grodzienie, a więc pojemność tych grodzieni, zmniejszoną o objętość ładunków zalanych. Skutkiem takiego zalania środek ciężkości statku nie zmienia zazwyczaj swego położenia, a że i waga statku wraz z ładunkiem (bez wody zalewającej) pozostaje również bez zmiany, więc objętość nowej wyprzeni (po potrąceniu wody zalewającej) równa będzie objętości wyprzeni pierwotnej, t. j. przed zalaniem statku.

e. Stateczność statku pod żaglami.

Pod nieszarpiącym parciem wiatru na żagle, statek przechyla się i ustala swój kąt przechyłu φ w ten sposób, że moment stateczności dla tego kąta φ pozostaje w równowadze z przechylającym momentem parcia wiatru.

Jeżeli dla odciętych φ wykreślimy rzędne, wyrażające przynależne momenty stateczności, otrzymamy zwykłą **wykresową stateczności**. W rys. 1038 przedstawiono taką wykresową S w granicach od $\varphi = 0^\circ$ do $\varphi = 90^\circ$, lecz nawiniętą na powierzchnię półwalca, skutkiem czego odcięte zamiast wartości φ przedstawiają wartość $(1 - \cos 2\varphi) = 2 \sin^2 \varphi$. Taka **skurczona** wykresowa stateczności S ma tę zaletę, że wykresowa momentu parcia wiatru przedstawi się w niej w postaci linii prostej W . Moment parcia wiatru na żagiel pionowo stojący niechaj będzie m , to, gdy statek przechyli się o φ ,

moment ten będzie $m \cos^2 \varphi$. W rys. 1038, gdybyśmy przedłużyli prostą W aż do rzędnej w punkcie O , to rzędna ta prostej W przedstawiałaby nam moment m dla statku niepochyłonego. Dla dowolnego φ , czyli dla odciętej $2 \sin^2 \varphi$, rzędną y prostej W otrzymamy ze stosunku:

$$2 : m = (2 - 2 \sin^2 \varphi) : y, \text{ czyli}$$

$$y = m (1 - \sin^2 \varphi) = m \cos^2 \varphi.$$

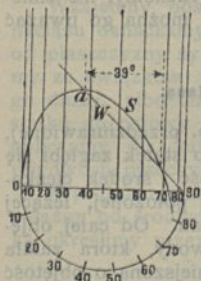
Prosta W przedstawia zatem w istocie wykresową momentu partia wiatru na żagle.

Podług Rankin'a doświadczenie wykazało, że stateczność statku użagłonego będzie wystarczająca, jeżeli wykresową W tak wkreślimy we wykres stateczności, aby punkty przecięcia się obydwóch wykresowych leżały we wzajemnym odstępie 39° . Gdy statek przechyli się aż do kąta odpowiadającego punktowi przecięcia a , moment partia wiatru równa się momentowi stateczności, gdyż rzędne obydwóch wykresowych są te same. Przy dalszem przechylaniu o następne 39° moment stateczności byłby stale większym od momentu partia wiatru, czyli stateczność dążyłaby do powrotnego wyprostowania statku, co daje zapas bezpieczeństwa przeciw wywróceniu statku przez uderzenia fali.

Tak przedstawiałyby się stosunki, gdy wiatr wieje strumieniem ciągłym bez uderzeń i podrywów. Uderzenia wiatru powodują jednak w przybliżeniu dwa razy większe przechyły statku, niż ciągły strumień wiatru tej samej prędkości, i dlatego liczą zazwyczaj na przechyły (wskutek wiatru bez podrywów) dwa razy mniejsze, niż wypadaloby z wykresu (rys. 1038). Natenczas wykresowa W przecięłaby wykresową S nie w punkcie a (odpowiadającym przechyłowi 37°), lecz w punkcie odpowiadającym przechyłowi dwa razy mniejszemu (około $18\frac{1}{2}^\circ$). Przy nagłym bowiem uderzeniu wiatru miarodajną dla równowagi jest nie stateczność statyczna, lecz dynamiczna, t. j. praca wykonana przez moment stateczności podczas przechylania statku, a praca ta musi znieść pracę partia wiatru, t. j. naporu pomnożonego przez drogę, jaką środek ciężkości pola żagli przebywa podczas przechylania statku.

Jeżeli wykres skurczony (rys. 1038) rozwiniemy powrotnie z powierzchni półwalcowej na płaszczyznę, to w takim wykresie nieskurczonym pole między wykresową S (wzgl. W), a osią odciętych, leżące między osiową rzędnymi, a dozwoloną rzędną, przedstawi nam pracę stateczności (względnie pracę partia wiatru). Statek pod uderzeniem wiatru przechyli się zatem aż do kąta φ , którego rzędna ograniczy jednakowe pola z wykresu S i z wykresu W . (Jak już wspomniano, pochyłość wykresowej W powinna być dla takich uderzeń być mniejsza niż w rys.

Rys. 1038.



1088, a mianowicie punkt a powinienby leżeć na wykresowej S w punkcie odpowiadającym wartości $\varphi = 18\frac{1}{2}^{\circ}$, a natenczas zrównanie się owych dwóch prac, czyli obydwóch pól wykresu nastąpiłoby przy przechyle $\varphi \approx 37^{\circ}$.

Podług ostrożnie wkreślonej wykresowej W (zazwyczaj liczą tak, aby statek w czasie żaglowania przechylał się tylko o 8 do 10° , jachty i mniejsze łodzie więcej), oznaczamy wartość jej rzędnej m dla $\varphi = 0$, która przedstawia nam bezpieczny moment parcia wiatru na żagle statku prosto stojącego. Podług tego momentu określamy pole i rozmieszczenie ożaglenia dla wiatrów różnej siły, rozumie się z uwzględnieniem i tej okoliczności, że przechylająca siła wiatru zmniejsza się i w miarę tego, jak się zwiększa kąt, pod którym ustawiamy żagle względem osi statku. Dalsze szczegóły podano na str. 498 i nast.

Stopniowanie wiatrów podług Beaufort'a.

W i a t r y				F a l a		
Stopień	Nazwa wiatru	Prędkość wiatru		Stopień	Rodzaj fali	Wysokość fal w m
		m/sek.	mil morsk. godz.				kg/m^{2}
0	Bezwietrze lub powiew . . .	o do 1,3	o do 2,5	o do 0,2	0 Morze zwierciadliste	o
1	Powiew	3,6	7	1,5	1 Morze spokojne . . .	< 1
2	Wietrzyk	5,8	11,3	4,1	2 „ pomarszcz. . .	1—2
3	Słaby wiatr . . .	8,0	15,6	7,7	3 „ pofalowane . .	2—3
4	Mierny wiatr . .	10,3	20,0	12,6	4 „ rozigrane . . .	3—4
5	Dobry wiatr . . .	12,5	24,3	18,9	5 „ rozfalowane . .	4—5
6	Silny wiatr . . .	15,2	29,6	27,9	6 „ wzburzone . . .	6—7
7	Wicher	17,9	34,8	38,7	7 Fala spiętrzona . . .	8—9
8	Wicher burzliwy	21,5	41,8	55,6		
9	Burza	25,0	48,6	75,6	8 Bałwany spiętrzone.	10—12
10	Silna burza . . .	29,1	56,6	102,5		
11	Gwałtown. burza	35,5	65,1	135,7	9 Morze rozwściecz. .	> 12
12	Orkan	40,2	78,1	195,5		

Uwaga. Przy wietrze Nr. 1 statek zaczyna już być posłusznym sterowi, przy Nr. 2 osiąga prędkość 1 do 2 węzłów, przy Nr. 3 prędkość 3 do 4 węzłów, a przy Nr. 4 prędkość 5 do 6 węzłów. Przy Nr. 5 zwijamy nadszczytiele; przy Nr. 6 szczytiele, a wyżle fałdujemy raz; przy Nr. 7 fałdujemy drugi raz wyżle, a dzióbki też dwa razy; przy Nr. 8 fałdujemy trzykrotnie wyżle, dzióbki i t. p.; przy Nr. 9 fałdujemy zupełnie wyżle i pniele, z wyjątkiem wyżla wielkiego; przy Nr. 10 fałdujemy zupełnie i wyżle wielki; przy Nr. 11 zwijamy wszystkie żagle, nawet dzióbki, rozpinając jedynie przewięziel odburzny, a w jego braku fałdźmy zupełnie wyżle wielki, rozpinając małą tylko jego część przy pęcinie zawietrznej. (Nazwy powyższe żagli i t. p. str. 498 i n.).

2. Pochylenie (około osi poprzecznej) i przegłęb.

Zadanie polega na oznaczeniu zagłębienia dziobowego i tylnego dla danego położenia środka G ciężkości statku i dla danej wagi statku.

a. Obliczenie podług znanego nibyśrodku.

W rys. 1039 pierwotny środek G ciężkości statku, którego waga jest P , przesuwa się do G_1 , skutkiem czego statek pochyli się aż do pływnicy kropkowanej.

Rys. 1039.



Przesunięcie środka ciężkości mogło nastąpić np. przez przesunięcie ciężaru p z położenia pierwotnego w kierunku strzałki o d . Jeżeli statek pochyli się o kąt ψ , który niechaj będzie względnie mały, to otrzymamy poniższe wzory: zanur dzióbowy $a = L_1 \psi$, wynur tylny $b = L_2 \psi$, a suma:

$$a + b = (L_1 + L_2) \psi = L \psi, \text{ jest przegłębieniem.}$$

Nibyśrodek M_1 leży na przecięciu się linii GM_1 , prostopadłej do pływnicy pierwotnej i G_1M_1 , prostopadłej do pływnicy kropkowanej. Kąt zawarty między M_1G i M_1G_1 jest równy kątowi pochylenia ψ . Przesunięcie środka ciężkości będzie: $GG_1 = M_1G \cdot \psi$.

Moment przegłębiający, t. j. moment, który pochyla statek o wadze P będzie zatem:

$$T_r = P \cdot GG_1 = P \cdot M_1G \cdot \psi,$$

a wprowadzając ze wzoru pierwszego wartość:

$$\psi = \frac{a + b}{L}, \text{ otrzymamy:}$$

$$T_r = P \cdot M_1G \cdot \frac{a + b}{L}.$$

Dla przegłębienia jednostkowego, t. j. dla wartości $a + b = 1$ m, jednostkowy moment przegłębiający będzie:

$$T'_r = \frac{P \cdot M_1G}{L}.$$

Znając wielkość przesuwanego ciężaru p i jego przesuw d , otrzymamy wprost moment przegłębiający:

$$T_r = pd,$$

który musi być równy poprzednio obliczonemu, a więc:

$$T_r = pd = P \cdot M_1G \cdot \frac{a + b}{L}.$$

Ze wzoru tego otrzymamy wartość przegłębienia:

$$a + b = \frac{p}{P} \cdot \frac{L}{M_1G} \cdot d.$$

Całkowite przegłębienie rozdziela się na zanur a i wynur b w stosunku do kres $L_1 : L_2$, na jakie środek ciężkości pływnicy dzieli jej długość całkowitą L . Otrzymamy zatem:

$$\text{zanur } a = (a + b) \frac{L_1}{L}, \text{ wynur } b = (a + b) \frac{L_2}{L}.$$

β. Przegłęb wskutek dodania lub odjęcia ciężaru p .

Jeżeli ciężar p znajduje się w poziomej odległości poosiowej d od środka ciężkości G , a ciężar p w stosunku do wagi statku P jest mały, to możemy bez znacznego błędu założyć, że moment przegłębający będzie:

$$T_r = p \cdot d, \text{ a jest on też } = G G_1 (P \pm p).$$

Otrzymamy zatem przesunięcie środka ciężkości:

$$G G_1 = \frac{p d}{P \pm p}.$$

Dalej postępujemy jak poprzednio, pod α , licząc jednak zagłęb środkowy dla wagi statku: $(P \pm p)$.

Jeżeli statek osiadzie na mieliźnie, a więc dotknie gruntu, to wypór gruntu na statek możemy uważać za jednoznaczny z odjęciem ze statku ciężaru, równającego się temu odporowi.

γ. Przegłęb wskutek zalewu.

Wagę wody, jaka zalała jedną z grodzieni, uważamy za ciężar, dodany do statku, i postępujemy, jak powyżej pod β .

δ. Podłużenie statku przy jego przebudowie.

Część wstawiona zwiększa swą wagą wagę statku pierwotnego, lecz zwiększa ona również i objętość wyprzeni, a więc i wypór statku. Statek podłużony możemy obliczać albo w ten sam sposób, jak nowo projektowany, albo też zużyć dane z obliczeń projektu pierwotnego dla części nie usuniętych i obliczyć oddzielnie część wstawioną, a wyniki te złączyć nawzajem ze sobą, uwzględniając wzajemne położenia poszczególnych części. Złączenie to polega zatem przeważnie na obliczaniu momentów całych figur ze znanych momentów ich części.

e. Spuszczanie statku ze śluzyn *).

Spadek śluzyn bywa 1:10 do 1:20. Najlepiej jednak ułożyć tor po spadku, zakreślającym łuk koła w płaszczyźnie pionowej.

*) Śluzynami zwie Aleksandrowicz (O drzewie i jego użytkach, Warszawa 1855) tor pochyły, t. j. ślózem leżący, i namydłony, po którym spuszcza się pnie do wody. A że śluz ma i znaczenie ślizgich wydzielin, do których podobnym jest smar na torze więc „helling” nazwaliśmy śluzynami.

Ciśnienie na tor śluzyn $p = 2$ do 4 kg/cm². Prędkość spuszczenia średnio 4 do 5 m/sek.

Sposób obliczenia. Obliczamy wagę statku P i położenie jego środka ciężkości. Określamy stan wody, przy którym spuszczenie statku ma się odbyć. Dogodnym będzie wyrysowanie podłużnego zarysu statku, wraz z płozami sań i oznaczeniem środka ciężkości statku, na kalce i przesuwanie tej kalki po podłużnym przekroju toru z wskreślonym poziomem wody.

Statek budujemy na śluzynach w takim położeniu, aby spuszczać go tyłem do wody. Z chwilą, gdy podczas spuszczenia tylnica zetknie się z wodą, rozpoczyna się działanie wyporu, który wszakże jest zmienny, a zwiększa się w miarę tego, jak statek zanurza się w wodę. Wypada obliczyć go dla szeregu kolejnych położań statku, ześlizgującego się ze śluzyn. Na kalce przesuwanej zaznaczamy kolejne pływnice i obliczamy dla poszczególnych wyprzeni tak ich objętości, jak i środki wyporu, posiłkując się w tym celu obliczeniem owreży, sporządzonem do projektu.

Jeżeli momenty liczyć będziemy względem punktu O , w którym statek dotyka sań w części wyżej położonej, a więc przydziobowej i jeżeli oznaczymy przez:

- P wagę całkowitą statku spuszczanego, w t,
- V chwilowy wypór zanurzonej części statku, w t,
- a poziomą odległość środka ciężkości statku od punktu O , w m,
- b poziomą, zmienną odległość wyporu od punktu O , w m, to otrzymamy:

- 1) Moment, działający na dociskanie statku do toru śluzyny: $Pa = \text{stałe}$;
- 2) moment zmienny, działający na uniesienie statku z toru i z sań: $V \cdot b$; wreszcie
- 3) nacisk w punkcie O na tor: $P - V$.

Wykresowa stałego momentu Pa jest równoległą do osi odciętych wykresu, a wykresową momentu Vb wykreślamy z szeregu jej punktów podług wartości obliczonych. Punkt przecięcia się obydwóch tych wykresowych wyznacza chwilę, w której się dwa owe momenty nawzajem równoważą, a więc chwilę, w której statek, dotychczas się coraz głębiej zanurzający, rozpoczyna powrotnie wynurzać się z wody.

Jeżeli środek ciężkości statku G przekroczy kraniec toru, zanim nastąpi wspomniana powyżej równowaga momentów, to przydziobowa część statku i sań uniesie się z toru, a tył statku zanurzy się głębiej. Dla bliższego określenia tych pochyłeń, należy obliczyć momenty około osi poprzecznej, przełożonej przez kraniec toru. Jeżeli chwilowy odstęp punktu O od krańca toru oznaczymy przez x , to moment dążący do zanurzania statku będzie: $P(a - x)$, a moment, dążący do jego wynurzania będzie: $V(b - x)$.

Gdy moment zanurzający jest większy od wynurzającego, dziób statku unosi się z toru; gdy na odwrót moment wynurzający jest większy od zanurzającego, statek wywiera nacisk na punkt O , a uno-

si się nad krańcem toru. By nie nadwyręzać statku podczas jego spuszczenia, pożądanem jest, aby różnica owych dwóch momentów była możliwie jak najmniejsza.

Jeżeli statek spuszczaemy do basenu wodnego, o względnie małej powierzchni, to woda, wyparta przez wyprzeń statku, podnosi poziom w takim basenie tak znacznie, że wypada w obliczeniach uwzględnić i te różnice poziomu wody.

f. Wznios burty.

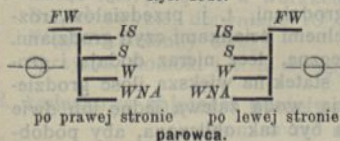
Ściśle biorąc, przez wznios burty rozumiemy wznios ponad wodę najniższego punktu przyburcia pokładowego, w statkach zaś bez pokładu, wznios najniższego punktu samej burty ponad wodę.

Pożądana wielkość wzniosu burtowego zależy od wymaganej stateczności i wymaganej wyprzeni zapasowej, wreszcie od stopnia, w jakim chcemy zabezpieczyć statek od przelewania się przezeń fal, na co nie bez znacznego wpływu pozostaje i zwyżka pokładu. Słowem wznios burtowy zależy przeważnie od wymagań, stawianych przez okrętnika (właściciela statku).

Ponajczęściej w zarysie projektu statku liczymy wznios burty w środku statku około $\frac{1}{3}H$, t. j. całej jego wysokości bocznej.

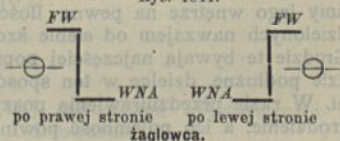
Prawo angielskie z 9-go czerwca 1890 r. wymaga, aby na każdym statku znajdowały się oznaczenia dozwolonych zagłębli ładunkowych, przedstawione w rys. 1040 i 1041.

Rys. 1040.



po prawej stronie po lewej stronie
parowca.

Rys. 1041.



po prawej stronie po lewej stronie
żaglowca.

FW oznacza zagłęb w wodzie słodkiej, *JS* w wodach indyjskich latem, *S* na innych morzach latem, *W* zimą, *WNA* zimą na morzu północnem.

Znaki te umieszczają się po obu stronach statku w jego części środkowej, długość kresek ma być 229 mm (9"), grubość zaś 25 mm (1").

B. Wnętrze statku.

a. Pojemność.

Oplaty portowe i t. p. obliczają się zazwyczaj podług pojemności statku. Prawodawstwa różnych krajów określają odmienne sposoby pomiarów tej pojemności, a jako przykład podajemy sposób obowiązujący w Anglii.

Pojemność, wyrażona w tonach rejestrowych, czyli łasztach ang. po 100 stóp sześć. ang., a więc po 2,832 m³, wyraża się wzorem:

$$\text{pojemność} = \delta_1 \frac{LBT' + A}{100} \text{ łasztów,}$$

w którym oznacza:

L dłuż w prześwicie między poszyciem, mierzoną na pokładzie od dzioba do tyłu, w stop. ang.,

B największą, prześwitem szerz statku, mierzoną między poszyciem zewnętrznym, a jeżeli wręgi otrzymały i poszycie wewnętrzne, to mierzoną między temże poszyciem wewnętrznym, w stop. ang.,

T' wyż, mierzoną w środku statku do poszycia obok stępki aż do spodu pokładu, w stop. ang.,

A pojemność nadbudówek ponadpokładowych, w stop. ang.,

δ_1 współczynnik zależny od pełnotliwości objętościowej δ (p. str. 462), a mianowicie średnio:

$$\delta_1 = \delta + 0,04.$$

Wartości współczynnika δ_1 .

Dla żaglowców		0,7 do 0,74
dla parowców i kliperów	$\left\{ \begin{array}{l} \text{dwupiętrowych.} \\ \text{trzy piętrowych.} \end{array} \right.$	0,65
		0,68
dla jachtów ponad 60 łasztów		0,5
- " " mniejszych		0,45

b. Grodzienie.

Aby statek nie zatonął w razie przedziurawienia poszycia, dzielimy jego wnętrze na pewną ilość grodzieni, t. j. przedziałów, rozdzielonych nawzajem od siebie szczelnymi ściankami czyli grodziami. Grodzie te bywają najczęściej poprzeczne, lecz nieraz dodają i grodzie podłużne, dzieląc w ten sposób statek na większą ilość grodzieni. W razie przedziurawienia poszycia woda zalewa jedną lub dwie grodzienie, a ich pojemność powinna być tak obliczona, aby podobne zalanie nie pogrążyło statku pod wodę, lecz zanurzyło go nie głębiej, jak do najniższego punktu przyburcia pokładowego, jeżeli grodzie sięgają aż do pokładu, względnie aby nie zanurzyło go poniżej tego stropu, do którego sięgają grodzie, a który nazwalimy groźcem.

Przy projektowaniu statku, określiwszy położenie owych grodzi, należy sprawdzić, czy zalanie jednej, wzgl. dwóch sąsiednich grodzieni nie pogrąży statku głębiej, niż powyżej podano, a również, czy wskutek przegłębienia się dzioba, wzgl. tyłu, pokład lub grodziec ma zwyżkę dostateczną, aby jego część przydziobowa, wzgl. odcylna pozostawała jeszcze ponad wodą. Obliczenia takie najdogodniej przeprowadzać sposobem wykreślnym, a mianowicie za pomocą tak zwanej wykresowej grodzieni, której rzędne oznaczają bezpieczną długość grodzieni w danym punkcie statku, odcięte zaś liczą się w kierunku długości statku. Wykreśliwszy taką wykresową przed zaprojektowaniem grodzi, możemy je stawiać w miejscach dogodnych ze względu na rozkład wewnętrzny statku, bacząc tylko na to,

by wzajemny odstęp sąsiednich grodzi nie był większy niż rzędna wykresowej w danym miejscu.

Zazwyczaj w parowcach osobowych ponad 100 m dłuży, a towarowych ponad 120 m, liczymy na niepograżność statku przy zalaniu dwóch sąsiednich grodzi, w parowcach krótszych natomiast przy zalaniu tylko jednej grodzi. Grodzień przydziobowa miewa ponajczęściej stosunkowo małą pojemność, gdyż jej poszycie jest najbardziej narażone na przedziurawienie, tak przy zderzeniu się dwóch statków, jakoteż wskutek uderzenia statku o zawady podwodne, skały, pale i t. p.

c. Ładowność towarów.

Stosunek ilości towaru do niezbędnej przestrzeni, zajmowanej przez niego w towarowni, zwiemy ładownością danego towaru. Jeżeli ilość towaru liczymy na wagę, otrzymamy jego ładowność na wagę, wyrażającą się w tonach na metr sześć. (t/m^3); jeżeli natomiast ilość towaru liczyć będziemy podług jego objętości, otrzymamy ładowność na objętość towaru, wyrażającą się w m^3 towaru na m^3 zajęty w towarowni. Odwrotny stosunek ładowności zwać będziemy ładunkową objętością właściwą, t. j. na jednostkę wagi (tonę), lub na jednostkę objętości (m^3) samego towaru.

1. Ładowność objętościowa, t. j. stosunek objętości samego ładunku do przestrzeni zajmowanej w towarowni:

Walcowate beczki żelazne 80⁰/₀.

Zboże nasypane lub w workach 75⁰/₀.

Beczki zwykłe, drewniane 70⁰/₀.

Węgiel kamienny 60⁰/₀.

Skrzynki, łomoki i t. p. 10⁰/₀.

2. Ładunkowe objętości właściwe, t. j. zajmowana objętość towarowni w m^3 na 1 t towaru.

	Rodzaj opakowania	m^3/t		Rodzaj opakowania	m^3/t
Asfalt	w bochenkach	0,57	sosnina	—	1,65—1,8
Bawełna nieszlaczana.	w belach	5,1	wiązowe	—	1,59—1,77
szlaczana	"	2,6	Granit lub piaskowiec	bez	0,42
Belki sosnowe	bez	1,3	Groch biały lub okragły	bez	1,2
Cegła (250 sztuk/t)	bez	0,86	Herbata	w skrzyniach	2,49—2,6
Cement	w beczkach	1,1	Imbier	w skrzyniach	2,25
Chleb	w workach	4,0	Indygo	w skrzyniach	3,0
Cukier	w workach	1,25	Jedwab	w belach	3,84
	w skrzyniach	1,72	Jęczmień	bez	1,15—1,52
Drzewo:	bez		Juta	w belach	1,47—2,31
buczyna	—	1,26—1,5	Kamfora	w beczkach	1,2
dębina	—	0,96—1,2	Kawa	w workach	1,4
heban	—	0,78—0,9	Koks	bez	2,2
jesionowe	—	1,08—1,35	Konopie	w belach	2,4
jedlina	—	1,5—1,74	Korek	w belach	6,9
klonowe	—	1,38—1,47	Kukurydza	bez	1,38
lipina	—	1,68—1,77	Len	w belach	2,4
mahon	—	0,96—1,5	Lód	bez	1,5
orzechowe	—	1,5—1,62	Lój	w beczkach	1,44

	Rodzaj opakowania	m ³ /t		Rodzaj opakowania	m ³ /t
Lupek	bez	0,39	Skórki kozuchowe . . .	w belach	3,33
Margiel	bez	0,84	Skóry solone	bez	1,41
Masło	w beczkach	1,46	Sól kuchenna	w workach	0,5
Maż pogazowa (smoła)	w beczkach	1,5	Syrop	w beczkach	1,8
Mąka	w beczkach	1,75	Torf	bez	1,7 — 1,8
Mąka	w workach	1,2	Tytoń	w beczkach	2,41
Mięso	w beczkach	1,46	Wapień	bez	0,5
Nafta	bez	1,3	Wapno gaszone		
Olej	w beczkach	1,5	w proszku	bez	2,00
Owies	w beczkach	1,3	Węgiel brunatny	bez	1,41
Owoce południowe . . .	bez	1,46	kamienny	bez	1,3
Papier	w beczkach	2,4	Wetna:		
Piasek	w belach	1,34 — 1,44	niestłaczana	w belach	7,0
Piwo	bez	0,64	stłacz. nieprana	w belach	2,5
Popiół	w beczkach	1,6	stłacz. prana	w belach	3,0
Przędza bawełniana	bez	1,2	Wino	w beczkach	1,2
stłaczana	w belach	5,00	Zaprawa mularska	bez	0,58
Pszenica	bez	1,35	Zboże (w ogóle)	bez	1,35
Ryż	w workach	1,38	Ziemia zwykła	bez	0,5 — 0,6
Saletra	bez	0,96	z pogłębiarki	bez	0,33
Siano stłaczane	bez	3,15	Ziemiaki (kartofle)	bez	1,42
Siano niestłaczane . . .	bez	4,2	Żelazo (surówka)	bez	0,27
Słonina	w skrzyniach	1,55	Żyto	bez	1,35
Smalec	w beczkach	1,76	Żwir	bez	0,7

Na zapasy żywności liczy marynarka niemiecka na tydzień i osobę: Wody 140 l.

Na jednostkę załogi: mięsa 3,3 kg = 0,0234 m³; chleba: 4,51 kg = 0,0106 m³; żywności suchej: 2,98 kg = 0,0372 m³; wódek 0,50 kg = 0,0053 m³.

Dla komendanta 127 kg ogółem, a na oficera po 40 kg.

d. Wewnętrzne urządzenie statku.

1. **Węglownię** im będą szersze, tem łatwiej ładowne. Szerokość ich niema być mniejsza od 0,8 m, czelustie do nasypywania przynajmniej 500 mm średnicy; wymiary znacznie większe są pożądane. W 1 m³ węglowni możemy pomieścić 0,8 do 0,85 t węgla kamiennego.

2. **Mieszkania** (przepisy niemieckie). Na każdego wychodźcę, jadącego statkiem ma być przynajmniej 2,85 m³ przestrzeni pod pokładem, oraz 0,25 m² obszaru na pokładzie, a to zupełnie swobodnych od towarów i tłómków. Jeżeli prześwit między stropami jest większy niż 2,4 m, to owa przestrzeń swobodna oblicza się tak, jak gdyby wysokość była tylko 2,4 m. Piętro, zajęte przez wychodźców, ma być przynajmniej 1,83 m wysokie od podłogi do sufitu, podłoga ma być szczelna, a znajdować się na takim poziomie, aby w czasie jazdy można jeszcze było otwierać okna. Gdy wychodźcy mają mieszkać na piętrze, bezpośrednio pod pokładem żelaznym się mieszczącym, to pokład taki powinien otrzymać wykładzinę drewnianą. Ponad mieszkaniami wychodźców nie wolno ustawiać bydła przewożonego. **Tapczany** mają być przynajmniej 0,6 m szerokie,

przegrodzone nawzajem niskimi ściankami, aczkolwiek dozwala się i para tapczanów bez takiej przegrody. Nie wolno ponad sobą umieszczać więcej niż dwa tapczany, z których dolny musi się wznosić przynajmniej 0,15 m nad podłogę, a górny pozostawać w odstępnie przynajmniej 0,75 m od sufitu. Na każde 100 wychodźców należy urządzić oddzielne **schody**, przynajmniej 0,8 m szerokie, z poręczami, a wiodące wprost na pokład.

Umywalnie, zaopatrzone w stosowną ilość umywalników mają być oddzielne dla mężczyzn, a oddzielne dla kobiet, ogólne takie umywalnie stają się jednak zbędnymi, jeżeli wychodźcy spiąją nie w salach ogólnych, lecz w oddzielnych alkierzach (nie ponad 6 osób w każdym), zaopatrzonych w umywalniki. Na statkach, przekraczających 30^o szerokości ku równikowi, należy obowiązkowo urządzić kąpiele i dla wychodźców, chociażby w postaci natrysków. Na każde 50 mężczyzn, wzgl. kobiet liczy się przynajmniej po jednym ustępie.

Na każdą setkę wychodźców należy dodać po 10 m³ objętości w alkierzach dla chorych, oddzielnych dla mężczyzn i dla kobiet, a na każdego chorego, pomieszczonego w takim alkierzu liczy się po 5 m³ przestrzeni.

Przestrzenie zamieszkałe na statku trzeba **przewietrzać** należyście, zaopatrując je w oddzielne nawiewniki i wywiewniki. Przewietrzanie statku urządzamy najdogodniej, wyprowadzając przewiewki (rury przewietrzające) aż ponad pokład i nasadzając na ich końce czepkowate nasady pokrętne. Czepce takie na nawiewkach zwracamy w stronę dążności jazdy, by się w nie powietrze wślazało samoczynnie, a zwracamy je w stronę odwrotną na wywiewkach, by prąd powietrza ssał z nich powietrze zepsute.

C. Osprzęt.

(z wylęczeniem ożaglenia, wzgl. urządzenia silnikowego).

a. Ster.

1. **Wielkość pióra sterowego**, a raczej jego pole w stosunku do podłużnego przekroju wyprzeni, zależy od pożądanej zwrotności statku i bywa:

na parowcach transatlantycznych	$\frac{1}{50}$ do $\frac{1}{70}$ LT,
na takichże pospiesznych	$\frac{1}{85}$ LT,
na towarowcach parowych na dalekie jazdy	$\frac{1}{40}$ do $\frac{1}{60}$ LT,
na małych parowcach i żaglowcach	$\frac{1}{40}$ do $\frac{1}{50}$ LT,
na holowcach i promach	$\frac{1}{30}$ LT,
na wojowcach	$\frac{1}{30}$ do $\frac{1}{50}$ LT,

a mianowicie pancerniki miewają mniejsze pola sterowe, krążowce zaś większe.

By zapewnić stateczność położenia steru odciążonego, wypada umieszczać przed jego osią nie więcej niż $\frac{1}{4}$ całkowitego pola pióra.

2. **Średnicę osi steru** obliczamy podług wzoru poniższego:

$$d = \sqrt[3]{0,08 F r r^2} = 0,43 \sqrt[3]{F r v^2},$$

w którym oznacza:

d średnicę osi, w cm,

F pole pióra sterowego, w m^2 ,

r odległość środka ciężkości tego pola od osi, w cm,

v prędkość płynięcia w węzłach (w milach morskich/godz.).

Jeżeli znamy napór R wody na ster, to moment skręcający oś steru będzie Rr , a z niego możemy obliczyć wymiary osi i osprzętu sterowego, wymagane ze względu na wytrzymałość. Podług Middendorfa, który do poniższego wzoru Rankin'a dodał współczynnik ε jest:

$$R = 11 F \varepsilon v^2 \sin^2 \alpha.$$

W tym wzorze α oznacza kąt odchylenia steru (35 do 40° na wojowcach, a 40 do 43° na handlowcach), ε natomiast współczynnik, o wartości:

$\varepsilon = 1$ dla żaglowców,

$\varepsilon = 1,1$ dla kołowców,

$\varepsilon = 1,2$ dla śrubowców.

Podług Rankin'a $R = 11 F v^2 \sin^2 \alpha$,

„ Weisbach'a $R = 34,5 F v^2 \sin \alpha (1 - \cos \alpha)$.

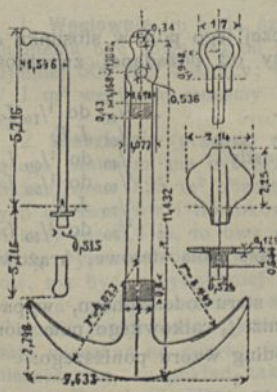
Obydwa te wzory dają wyniki jednakowe dla wartości $\alpha = 35\frac{1}{3}^\circ$. Pół minuty powinno starczyć na przestawienie steru z jednego położenia skrajnego w drugie.

Obliczywszy osprzęt sterowy, dodajemy około 40% na ścieranie się przewodów łańcuchowych, prętownikowych i t. p.

b. Kotwice, łańcuchy i przywiązanie z przynależnościami.

1. **Kotwice** zwykłe (rys. 1042) składają się z trzonu z poprzeczką i dwóch ramion zakończonych pazurami. Przy zapuszczaniu

Rys. 1042.



Jednostka wymiarów d_0 .

kotwicy, poprzeczka kładzie się na dno morskie, skutkiem czego jedno z ramion, leżących w płaszczyźnie prostopadłej do poprzeczki, wciska się swym pazurami w grunt, pod wpływem ciężaru kotwicy. Większy z dwóch wymiarów przekroju trzona, w pobliżu ramion oznaczmy przez d_0 , a w rysunkach 1042, 1043 i 1044 wpisane wymiary wyrażono w owym d_0 jako jednostce. Dla kotwicy zwykłej (rys. 1042) bywa d_0 w mm:

$$d_0 = 22,7 \sqrt[3]{G}$$

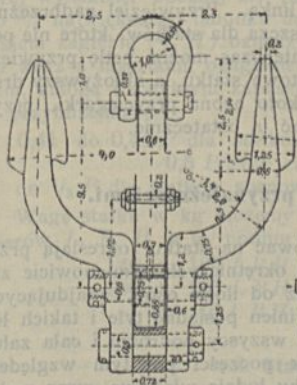
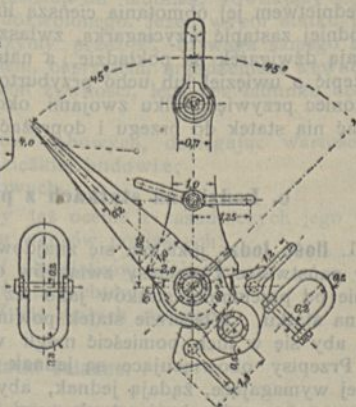
jeżeli G oznacza całkowitą wagę kotwicy w kg. Dla kotwicy przegubowej (rys. 1043 i 1044) będzie:

$$d_0 = 18,8 \sqrt[3]{G}$$

2. Łańcuchy (p. T. I str. 525 i n.). Jeżeli d jest średnicą przekrojów ogniwa w mm, to waga łańcucha kotwicznego będzie:

Rys. 1043.

Rys. 1044.

Jednostka wymiarów d_0 .Jednostka wymiarów d_0 .

$0,0246 d^2$ kg/m. Wagi takich łańcuchów podaje tablica poniższa:

Średnica przekrojów ogniwa	Waga kg/m	Średnica przekrojów ogniwa	Waga kg/m	Średnica przekrojów ogniwa	Waga kg/m	Średnica przekrojów ogniwa	Waga kg/m	Średnica przekrojów ogniwa	Waga kg/m	Średnica przekrojów ogniwa	Waga kg/m
mm		mm		mm		mm		mm		mm	
16	5,5	30	19,4	44	41,7	58	72,5	72	111,7	86	159,4
18	7,0	32	22,1	46	45,6	60	77,6	74	118,0	88	166,9
20	8,6	34	24,9	48	49,6	62	82,8	76	124,5	90	174,5
22	10,4	36	27,9	50	53,9	64	88,3	78	131,1	92	182,4
24	12,4	38	31,1	52	58,3	66	93,9	80	137,9	94	190,4
26	14,6	40	34,5	54	62,8	68	99,6	82	144,9		
28	16,9	42	38,0	56	67,6	70	105,6	84	152,0		

3. Przywiesz z przynależnościami. Statek u przystani przywiązujemy do przywieszli nadbrzeżnych, do trójpali w porcie, do pław i t. p. za pomocą przywieszli, t. j. grubych lin, które petlą zakładamy zazwyczaj na owe przywieszle, drugi zaś ich koniec, pozostający na statku przeprowadzamy przez ucha przyburtowe i doprężamy tak, aby statek, przytwierdzony kilku takimi przywiesziami w dwóch lub więcej kierunkach, stał możliwie nieruchomo. Na małych statkach doprężają taką przywieszlę majtkowie od ręki, na wię-

kszych zaś służą do tego celu dźwigarki. Przywieź w czasie przystawiania statku obkładamy około **uwięzła** przyburtowego, po którym przywieź ślizga się, a jej tarcie hamujemy też resztę ruchu statku. Po ostatecznem zatrzymaniu statku przywieź przyczepia się na stałe do owego uwięzła przyburtowego za pośrednictwem węzła, albo za pośrednictwem jej obmotania cieńszą linką. Przywieźiel nadbrzeżny dogodniej zastąpić przyciągarką, zwłaszcza dla statków, które nie posiadają dźwigarek na pokładzie, a natenczas można petłę przywiezi zaczepić o uwięziel lub ucho przyburtowe statku, a obłożywszy drugi koniec przywiezi kilku zwojami około bębna przyciągarki, przyciągać nią statek do brzegu i dopręzać ją ostatecznie.

c. Łodzie na statkach z przynależnościami.

1. **Ilość łodzi**, jaka ma się znajdować na statku, określają przepisy państwowe i przepisy związków okrętniczych, a mianowicie zależnie od pojemności statków jako też od ilości osób, znajdujących się na statku. Właściwie statek powinien posiadać tyle i takich łodzi, aby się w nich pomieścić mogli wszyscy podróżni i cała załoga. Przepisy obowiązujące są jednak poczęści pod tym względem mniej wymagające, żądają jednak, aby łodzie właściwe, wraz z dodatkowemi urządzeniami ratunkowemi, jako to: łodziami składanemi, tratwami ratunkowemi i t. p., starczyły na zabranie wszystkich ludzi ze statku.

Poszczególne łodzie na wojowcach, zwłaszcza na większych, różniami nazwami międzynarodowemi, a mianowicie: największa łódź, dwumasztówka, lub parowa, na setkę ludzi, uzbrojona działami, zwie się **barkasą**, a podobna łódź nieco mniejsza **pinasą**. **Kutrami** zwiemy łodzie do zwykłego użytku, **gigiem** łódź komendanta, budowy ostrawej, ze względnie znaczną ilością wiosel, w celu zwiększenia prędkości jazdy. Najmniejsza łódź na statku zwie się **dżolą**. Łodzie okrętowe otrzymują napęd od wiosel, żagli lub śruby, która znów napędza się silnikami parowymi, naftowymi i t. p. Łodzie mniejszych niż 3 m³ pojemności na ogół nie używają.

Łodzie spuszczaemy ze statku do wody za pomocą dwóch żórawików obrotowych, których słup łagodnem zakrzywieniem przechodzi w wysięgnicę. Na końcu wysięgnicy mieszczą się krążki stałe wciągów linowych, których krążki ruchome przyczepiają się do łodzi w dwóch punktach, t. j. w bliskości jej dzioba i tyłu. Średnicę d , w łożysku naszyjnym takiego żórawika, oznaczamy ze wzoru:

$$d = 0,223 \sqrt[3]{G(a + 0,18h)} \text{ cm,}$$

w którym G oznacza wagę połowy łodzi z załogą w kg, a wysięg żórawika w cm, wreszcie h wysokość od łożyska naszyjnego do górnego końca, który, podobnie jak i czop dolny, otrzymuje średnicę $\frac{2}{3}d$.

D. Waga statku.

1. Statki drewniane.

Doświadczenie poucza, że, gdy statek zagłębia się we wodę na $\frac{2}{3}$ swej wysokości bocznej H , posiada on ładunek, równający się $\frac{3}{4}$ do $\frac{4}{5}$ największego ładunku dozwolonego. Jeżeli wypór statku przy takim zagłębieniu ($\frac{2}{3}H$) oznaczymy przez P , to waga samego statku wraz z masztami, ożagleniem, osprzętem, urządzeniem wewnętrznym, załogą i zwykłym zapasem żywności, lecz bez ładunku będzie w przybliżeniu:

- 0,41 do 0,44 P dla statków dębowych, dosięgając wartości:
- 0,5 P przy ciężkiej budowie;
- do $\frac{1}{3} P$ dla statków sosnowych.

Wagę statku w kg możemy też ocenić z zasadniczych jego wymiarów L , B , H w m, podług wzorów poniższych:

- 140 do 160 LBH dla statków większych,
- 100 do 125 LBH dla jachtów,
- do 45 LBH dla małych statków.

2. Statki żelazne.

Wagę statku żelaznego, wraz z przynależnościami jak powyżej pod 1., lecz bez ładunku, oceniamy podług danych poniższych, w których cyfry oznaczają stosunek wagi statku w kg do LBH w m^3 :

Statki o pokładzie całkowitym	180 do 220.
Statki o pokładzie przerwistym	160 — 180.
Małe statki	150 — 160.
Holowce i odlodowce	200 — 230.
Strażowce (portowe i celne).	130 — 150.
Takie same, lecz lekko zbudowane	do 100.
Parowce rzeczne, lekkiej budowy, z nadbudówkami na całej długości, np. osobowce na Renie.	150 — 155.
Pancerniki.	130 — 140.
Krażowce opancerzone (na poszyciu)	125 — 135.
Krażowce opancerzone (z pancernem i na pokładzie)	120 — 140.
Działowce (kanonierki)	170 — 180.
Torpedowce	95 — 105.
Sam kadłub okrętowy waży średnio	100 do 160 LBH .

Nadbudówki, t. j. piętra nadpokładowe, uwzględnimy najwłaściwiej, rozkładając ich objętość równomiernie na cały pokład i powiększając wartość H , o grubość tej warstwy rozłożonej na pokładzie.

E. Wytrzymałość statku.

Statek pływający uważamy za belkę wydrążoną, na którą z dołu w górę działa wypór, rozłożony na długość tej belki w ten sposób, że w dowolnym punkcie odciążenie to pozostaje w prostym stosun-

ku do przekroju wyprzeni, a obciążenie tej belki z góry w dół wynika z wagi poszczególnych części statku i ładunku.

Największe naprężenie w takiej belce pojawi się, gdy statek spoczywa na fali równo długiej jak sam statek, a mianowicie w dwóch przypadkach: a) gdy wierzchołek fali leży w pośrodku statku, a przyległe jej wklęsy w końcach statku; b) gdy środek statku znajduje się nad wklęsem fali, końce zaś na przyległych jej wierzchołkach. Wytrzymałość statku należy obliczyć dla obydwóch tych przypadków skrajnych, aczkolwiek ponajczęściej przypadek z pod a) będzie najbardziej niebezpieczny.

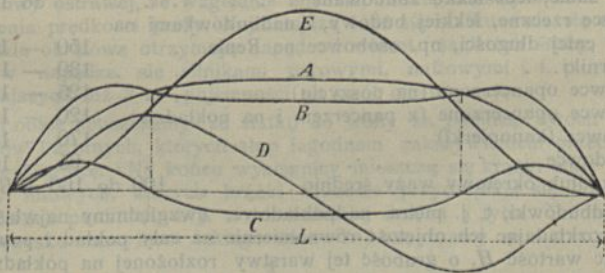
Krótsze lub dłuższe fale, przy jednakowej wysokości są mniej niebezpieczne: krótsze zmniejszają bowiem rozpiętość belki nieopartej, dłuższe zaś mają łagodniejszy przebieg krzywości samej fali.

Wytrzymałość statku obliczamy zatem na falę o długości L , a wysokości $\frac{1}{20}L$, od dna do wierzchołka, wykreślając zwierciadło fali w przekroju podłużnym w postaci **trochoidy**.

Trochoidę tę wykreślamy w sposób następujący: zakreślamy koło o średnicy $\frac{1}{20}L$, a na jego stycznej w punkcie najniższym, a więc na stycznej poziomej, odcinamy od punktu styczności w obydwie strony kresy $\frac{1}{2}L$. Obwód koła i całą kresę L dzielimy na jednakowe, zresztą dowolne, najdogodniej parzyste ilości równych części. Punkty podziałowe obwodu łączymy z punktem styczności, a do tych połączeń kreślimy równoległe przez odpowiednie punkty podziałowe kresy L . Przecięcie się każdej takiej równoległej z poziomą, przełożoną przez przynależny punkt podziałowy obwodu koła, wyznaczy nam punkt żądanej trochoidy, którą wkreślamy od ręki, przeprowadzając ją przez wyznaczony w ten sposób szereg jej punktów. Wzajemna przynależność punktów podziałowych obwodu i kresy liczy się tak, że środek kresy odpowiada wierzchniemu punktowi koła. Od tych, do siebie przynależnych punktów liczymy następnie, nawzajem przynależne, kolejno od tych punktów głównych, a mianowicie w obydwie strony, t. j. na prawo, względnie na lewo.

Podług kształtu fali wykreślamy nad kresą o długości L (rys. 1045) szereg wykresowych, a mianowicie: wykresową A wyporu, oraz wykresową B wagi statku. Rzędne wykresowej A przedstawia-

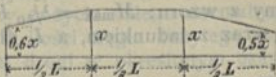
Rys. 1045.



ją siłę wyporu na jednostkę długości (odciążenie jednostkowe), rzędne zaś wykresowej B wagę statku na jednostkę długości (obciążenie jednostkowe) w danym punkcie. Całkowite pola między osią poziomą, a temi wykresowemi, przedstawiają nam cały wypór, wzgl. wagę statku, które muszą być nawzajem sobie równe. Wykresową B

wykreślamy podług znanego rozkładu obciążenia wagą statku i ładunkiem. Wykreśloną trochoidę przesuwamy w górę, wzgl. w dół, oraz pochylamy względnie do statku tak, aby pole wykresu A stało się równem polu wykresu B , oraz aby środek ciężkości pola A leżał na tym samym pionie, co środek ciężkości pola B . Poszczególne rzędne wykresowej A , dla założonego położenia trochoidy, oznaczamy jako równe polom przynależnych owręży, dla znanego ich zanurzenia w trochoidę, t. j. we fale.

Rys. 1046.



Rozłożenie ciężaru statku i ładunku na jego długość, a więc wykresową B , możemy wykreślić z przybliżoną dokładnością, w sposób przedstawiony w rys. 1046, licząc wartość x jako równą całej wadze statku z ładunkiem, podzielonej przez $0,85L$, przyczem rzędna $0,5x$ dotyczy dzioba statku, a rzędna $0,6x$ jego tyłu.

Jeżeli na statku mamy poszczególne, niezwykle, większe ciężary, to rozkładamy w sposób, przedstawiony w rys. 1046, tylko wagę statku z potrąceniem tych niezwykle ciężarów, które rozkładamy oddzielnie na przynależne kawałki długości, zwiększając na nich stosownie wysokość wykresu. Poprawiony w ten sposób wykres zaokrąglamy łagodnie w załomach, poczem przedstawi się on, np. w postaci wykresu B (rys. 1045). Różnice rzędnych wykresowej A i wykresowej B są różnicami odciążeń i obciążeń belki, czyli obciążeniami belki, występującymi czynnie, a zestawiamy je w wykresie C , którego rzędne są czynnymi obciążeniami jednostkowymi belki w danym punkcie. Pole wykresu C , ponad dowolną częścią długości statku, przedstawia sumę obciążeń czynnych na tejsze części. Jeżeli pola te liczyć będziemy od lewego końca kresy L aż do dowolnej rzędnej, i na niej odetniemy wielkość tego pola, to otrzymamy wykresową D , której dowolna rzędna przedstawia nam **siłę tnącą** w danym przekroju belki.

Jeżeli w podobny sposób pola wykresu D zestawimy jako rzędne, otrzymamy wykresową E **momentów gnących**. Dowolna rzędna wykresowej E przedstawia nam moment gnący w przynależnym przekroju. Dzielic ten moment gnący przez moment wytrzymałości przekroju, otrzymamy wreszcie naprężenia skrajne w danym przekroju.

Jako przekrój belki przeginanej liczymy przekroje ustrojowych części statku, rozciągające się na znaczniejszą jego długość, a więc nie tylko przy poszyciu statku, lecz i w podłużnych ściankach przedziałowych i we wiazaniach pośrednich. Do obliczenia momentu bezwładności (a więc i wytrzymałości) poszczególnych przekrojów statku żelaznego, doliczamy deski pokładowe, lecz tylko w wartości 4% istotnego ich przekroju, uwzględniając w ten sposób mniejszą wytrzymałość drzewa w stosunku do żelaza. Po ściskanej stronie belki liczymy całkowite przekroje części ustrojowych, natomiast po stronie rozciąganej potrącamy 12,5% na dziury nitowe i t. p.

Wytrzymałość statku obliczamy zazwyczaj z 4 do 5-io krotnem bezpieczeństwem, dla parowców bardzo długich starczy nawet 2 do

3-krotne bezpieczeństwo, jeżeli obliczamy statek podług wskazówek powyższych, albowiem fale, o założonej poprzednio długości i wysokości, będą o wiele większe od tych, na jakie statek może istotnie być wystawiony (p. T. I str. 271).

Przybliżoną wartość największego momentu, gnącego statek, otrzymamy z wzoru: $M_{\max} = \frac{1}{30} PL$, w którym P oznacza wagę statku, wraz z ładunkiem, a L dłuż statku.

F. Opory ruchu statku płynącego, jego prędkość i moc napędu.

a. Jednostki prędkości.

Jednostką prędkości jest mila morska na godz., czyli jedna minuta, a więc $\frac{1}{60}$ stopnia południka na godz. Jednostka ta otrzymała miano **węzła**, a mianowicie od węzłów na linie **loga**, t. j. miernika prędkości płynięcia. Jedna mila morska = 1852 m (w Anglii zaś 1853 m, a dla statków wojennych 1855 m), a odstęp między węzłami linki logowej dla używanej w Niemczech klepsydry 28-sekundowej obliczy się na: $(1852 : 3600) 28 = 14,4$ m, w istocie jednak, uwzględniając uślizg deszczułki logowej w wodzie, potrącają jeszcze 5% z tej wartości, tak że odstęp międzywęzłowy będzie w tych warunkach 13,68 m.

Jeżeli na przepłynięcie jednej mili morskiej zużywamy t sekund, to prędkość statku w mil. morsk. na godz., czyli jego prędkość w węzłach będzie: $3600 : t$.

Drogą na dobę zwiemy w żeglarstwie drogę, przebytą w okresie czasu od południa jednego dnia do południa następnego. Chcąc z drogi na dobę obliczyć średnią prędkość, należy uwzględnić różnicę czasu między punktami skrajnymi tej drogi na dobę, licząc na każdy stopień długości geograficznej po 4 minuty różnicy czasu. Różnicę tę należy dodawać do 24 godzin, jadąc na zachód, a odejmować, płynąc na wschód. Podobną różnicę czasu należy uwzględniać wogóle przy dłuższych podróżach, chcąc z całej przebytej drogi obliczyć prędkość średnią.

b. Jazdy próbne.

Przed taką próbą należy sprawdzić jak najszczegółowiej ogólny stan statku, jego ożaglowania, wzgl. urządzenia silnikowego i pędziszów, pomierzyć zagłębienie przednie i tylne. Natomiast przy obliczaniu wyników wypada uwzględnić wpływ prądów wodnych, jakoteż i głębokości wody, gdyż opór statku bywa mniejszy na wodach głębokich.

Na parowcach w czasie jazdy próbnej należy dokładnie mierzyć wydawaną moc silnika, ilość jego obrotów, jakoteż zużycie węgla i wody w kotłach, przyczem trzeba uwzględnić moc i wydajność dodatkowych silników i urządzeń, oraz ich udział w zużyciu węgla i wody.

Do oceny wartości całego urządzenia silnikowego i samego statku, oraz do porównania danego parowca z innymi nadają się przede wszystkim próby jazdy z prędkością zmienianą co pewien okres czasu lub odstęp drogi.

Dosięg jazdy parowca jest to ta największa droga, jaką statek przebyć może z prędkością określoną, przy zużyciu całego normalnego zapasu węgla. Dosięg statku obliczamy z ilości węgla zużytego podczas jazdy próbnej na przebycie pewnej drogi w określonym czasie.

c. Oznaczenie oporu statku i mocy silnika.

1. Wskazówki wytyczne.

Przy niezmiennych warunkach pozostałych **opór ruchu statku wzrasta w stosunku kwadratu prędkości**. Moc niezbędna na przezwycięzenie tego oporu, jako równa oporowi pomnożonemu przez prędkość, wzrasta zatem w stosunku trzecich potęg prędkości jazdy.

Moc wskazana N_i równa się sumie: mocy użytkowej zużytej na poruszanie statku, strat na tarcie i t. p. w pędzisku, w jego pędni i w samym silniku, wreszcie mocy zużytej na napęd urządzeń dodatkowych, wraz z ich tarciami i t. p. Zazwyczaj sama moc użytkowa N_e , zużyta na przezwycięzenie oporu ruchu statku, bywa zaledwie 0,45 N_i .

Miarą mocy jest moc konia MK , czyli koń mechaniczny, a o jego wielkości w różnych krajach p. T. I str. 194, o obliczeniu pędzisy natomiast p. str. 505 i n.

2. Wzory ocenne.

Wzory te można stosować jedynie do oceniania niezbędnej mocy wskazanej parowców, zbudowanych i napędzanych podobnie do tych, podług jakich oznaczono współczynniki.

Jeżeli pole owręza zasadniczego oznaczymy przez Ω , to:

$$\alpha) N_i = \Omega \left(\frac{v}{m} \right)^3 \quad (\text{wzór francuski}).$$

$$\beta) N_i = \frac{v^3 \cdot P^{2/3}}{C} \quad (\text{wzór angielski}).$$

$$\gamma) N_i = \frac{\Omega \cdot v^3}{C_1}.$$

Wartości współczynników m , C i C_1 dla wzorów powyższych należy zaczerpnąć z tablicy str. 492.

$$\delta) N_i = \rho \times \text{powierzchnia ogrzew. kotłów (w m}^2\text{)}.$$

Tablica wartości współczynników m , C i C_1 .

Rodzaj statku	Dłuz	Waga	Pole owrę- ża	Prę- kość v wę- złów	N_i	$\frac{N_i}{P}$	Spółczynniki		
	L	P	Ω				m	C	C_1
	m	t	m ²		MK				
Wielki parowiec pospiesz.	202,00	22900	166,5	23,52	37800	1,65	3,86	277	57
" " "	190,50	21385	148,7	22,00	27000	1,31	3,84	292	57
" " "	153,16	11540	114,7	19,80	16100	1,39	3,83	245	55
" " pocztowy	159,32	17460	138,5	16,5	9000	0,52	4,10	336	69
Mniejszy parowiec osobowy	69,50	2200	44,3	10,0	1050	0,48	3,48	162	43
Parowiec kanałowy . . .	103,63		30,0	22,2	8135		3,44		40
" " " . . .	84,73		32,0	17,0	3545		3,54		45
" " " . . .	70,00		16,2	17,0	1800		3,37		44
Jacht parowy	121,92	5710	63,7	15,0	3700	0,645	3,86	294	58
" " "	116,60	4260	65,3	21,5	9650	2,26	4,12	272	68
Wielki parowiec towarowy	170,69	24800	176,0	13,5	5460	0,22	4,29	380	80
" " " "	152,40	21115	163,0	12,0	4000	0,19	4,13	330	71
" " " "	131,06	12400	115,4	11,0	2500	0,21	3,96	284	62
" " " "	105,16	7985	89,7	11,0	1700	0,21	4,12	314	71
Mały parowiec towarowy .	88,10	4580	63,1	10,5	1225	0,27	3,92	264	73
" " " "	79,86	3400	59,9	9,0	700	0,21	3,96	234	62
" " " "	62,10	1760	37,3	9,0	440	0,25	3,96	243	62
" " " "	47,30	940	29,4	8,0	350	0,37	3,50	142	43
" " " "	37,84	320	13,54	9,0	260	0,82	3,36	130	38
Parowiec rybacki	33,53		11,1	10,5	300		2,60		44
Holowiec	40,00	390	17,2	11,0	350	0,89	4,00	142	66
" " " " "	35,00	340	16,1	12,1	520	1,53	3,80	165	55
" " " " "	15,24	48	5,2	9,1	150	3,16	2,97	66	26
Odlodowiec	47,25	890	29,8	9,5	500	0,56	3,70	160	51
Mniejszy strażowiec . . .	32,00	130	6,9	12,0	225	1,72	3,74	199	53
" " " " "	26,00	66	4,1	12,0	220	3,33	3,18	128	32
Rzeczny śrubowiec towar.	77,40	1460	21,8	6,0	60	0,042	1,98		79
Rzeczny kołowiec osobow.	54,86	252	6,5	13,5	540	2,14	2,90	184	30
" " " " "	40,50	100	3,2	11,1	250	2,53	2,60	118	17
Rzeczny kołowiec holown.	50,30		9,6	10,0	340		3,04		28
" " " " "	40,00	212	6,9	10,5	300	1,42	3,00	137	27
Parowiec z kołem tylnem .	46,80	144	3,8	9,0	210	1,44	2,40	97	13
" " " " "	22,80	43	2,4	8,0	80	1,85	2,50	73	15
Barkasa	16,00	28	2,9	9,5	90	3,05	3,06	106	29
" " " " "	15,00	23	2,6	8,0	65	2,70	2,75	67	21
" " " " "	16,00		2,2	12,5	180		2,88		24
" " " " "	13,20	20	2,6	8,5	40	2,05	3,40	112	39
Bojowiec	122,00	13200	156,5	18,0	16000	1,21	3,76	205	57
Wielki krzyżowiec	139,00	11320	136,0	22,5	22000	1,94	4,12	258	70
Mniejszy " " " " " . . .	104,00	3300	52,3	22,0	10000	3,06	3,82	235	56
Działowiec (kanonierka) .	62,00	1000	25,3	13,5	1300	1,33	3,64	250	48
Torpedowiec	62,50		7,2	30,0	5600		3,20		35

Jeżeli kotły pracują bez nadmuchu, to współczynnik ρ ma, podług Middendorfa, wartości zestawione w tablicy poniższej:

dwuprzężne		Silniki sprężone			
		trójprężne		czwórprężne	
N_i	ρ	N_i	ρ	N_i	ρ
poniżej 250	2,50	poniżej 400	3,00	poniżej 1500	3,30
250 do " 350	2,55	400 do " 600	3,05	1500 do " 2500	3,35
350 " " 550	2,60	600 " " 1000	3,10	2500 " " 4000	3,40
550 " " 850	2,65	1000 " " 1600	3,15	4000 " " 6000	3,45
850 " " 1250	2,70	1600 " " 2400	3,20	6000 " i wyżej	3,50
1250 " " 1750	2,75	2400 " " 3400	3,25		
1750 " i wyżej	2,80	3400 " " 4600	3,30		
		4600 " i wyżej	3,35		

3. Stosunki oporu płynięcia statków, kształtem podobnych.

Jeżeli mamy statek, dla którego znamy opory i moc potrzebną dla różnych prędkości jazdy, to projektując statek podobny o wymiarach liniowych α razy większych, otrzymamy jego wyprzeń α^3 razy większą. Jeżeli nadto statek projektowany będzie się poruszał z prędkością $\sqrt{\alpha}$ razy większą, to opór jego będzie α^3 razy większy, a moc, niezbędna do jego napędu, $\alpha^3 \sqrt{\alpha}$ razy większa. Chcąc w statku projektowanym osiągnąć prędkość V , powinniśmy jazdę próbną statkiem istniejącym wykonać z prędkością $v = V: \sqrt{\alpha}$.

Przykład:

Statek istniejący	Mnożnik	Statek projektowany
Długość $L = 62,0$ m	$\alpha = 1,13$	70 m
Szerokość $B = 9,7$ m	$\alpha = 1,13$	11,0 m
Zagłębienie $T = 2,95$ m	$\alpha = 1,13$	3,35 m
Waga $P = 1000$ t	$\alpha^3 = 1,44$	1440 t
Prędkość $v = 13,5$ węzł.	$\sqrt{\alpha} = 1,06$	14,3 węzł.
Moc $N_i = 1300$ MK	$\alpha^3 \sqrt{\alpha} = 1,525$	1980 MK

4. Sposób obliczenia podług Froude'a.

Całkowity opór W płynięcia statku, mierzony w kg, rozkładamy na 4 opory składowe, a mianowicie:

- 1) Opór W_t wskutek tarcia powierzchni statku o wodę.
- 2) Opór W_p pędziska, zależny przeważnie od jego położenia względem statku, a w śrubowcach i od kształtu tylnej części statku, mniej zaś od kształtu samej śruby.
- 3) Opór W_w wskutek wirów.

4) Opór W_f wskutek fali, a obydwa opory w końcu wspomniane pozostają przeważnie w zależności od kształtu statku. A zatem będzie:

$$W = W_t + W_p + W_w + W_f.$$

Opór W_t tarcia się powierzchni statku o wodę zależy od wielkości, rodzaju i stanu tej powierzchni, oraz od jej długości, a wartość tego oporu w kg wyraża się wzorem:

$$W_t = \gamma O v_s^m f.$$

We wzorze tym oznacza:

γ ciężkość właściwą wody: dla wody słodkiej $\gamma = 1,0$, a dla wodomorskiej średnio $\gamma = 1,025$,

O powierzchnię podwodną (zanurzoną) statku, w m^2 ,

v_s prędkość jazdy w $m/sek.$, wreszcie

f i m współczynniki, których wartości zestawiamy w tablicach poniższych.

a. Wartości współczynników f i m dla modeli parafinowych.

$m = 1,94$, a wartości f zależą od długości l modelu w m , a mianowicie:

l	f	l	f	l	f	l	f
0,6	0,2140	2,2	0,1805	3,0	0,1710	4,2	0,1610
1,0	0,2025	2,4	0,1775	3,2	0,1689	4,6	0,1585
1,5	0,1915	2,6	0,1750	3,4	0,1669	5,0	0,1565
2,0	0,1830	2,8	0,1730	3,8	0,1638	6,0	0,1520

b. Wartości współczynników f i m dla statków o poszyciu nieobrosłem (wodorostami).

Długość L wodnicy zasadniczej m	Poszycie żelazne, powleczone farbą olejną lub pokostem		Poszycie ze świeżym obiciem miedzianem lub cynkowym		Poszycie ze starym obiciem miedzianem	
	f	m	f	m	f	m
5	0,1780	1,8507	0,1633	1,9015	0,2263	1,8660
10	0,1622	1,8427	0,1590	1,8525	0,2087	1,8525
20	0,1572	1,8290	0,1563	1,8270	0,1985	1,8430
30	0,1555	"	0,1546	"	0,1945	"
40	0,1540	"	0,1533	"	0,1925	"
50	0,1530	"	0,1522	"	0,1906	"
60	0,1515	"	0,1510	"	0,1895	"
70	0,1502	"	0,1502	"	0,1882	"
80	0,1490	"	0,1498	"	0,1873	"
90	0,1480	"	0,1490	"	0,1862	"
100	0,1472	"	0,1485	"	0,1855	"
110	0,1468	"	0,1483	"	0,1852	"
120	0,1460	1,8290	0,1482	1,8270	0,1846	1,8430

Sposób Froude'a da się jedynie zastosować, jeżeli wykonamy sami doświadczenia z modelem, albo przynajmniej gdy posiadamy przydatne dane z takich doświadczeń. Obliczamy natenczas opory W_t tak dla modelu, jak i dla projektu. Znając zaś z doświadczeń

całkowity opór W dla modelu, znamy i różnicę $W - W_t = W_p + W_w + W_f$ dla modelu. Jeżeli model nie posiadał pędzisa pracującego, np. dla żaglowców, to jego $W_p = 0$. Oznaczając przez α stosunek wymiarów liniowych statku do tychże wymiarów modelu, dobieramy dla doświadczenia stosunek prędkości, równający się: $\sqrt{\alpha}$, a natenczas opory W_p i $W_w + W_f$ dla statku i modelu posiadają będą wzajemny stosunek α^3 .

Sposób obliczenia oporu W statku jest zatem następujący: od oporu W modelu, znanego z doświadczenia, odejmujemy obliczoną wartość W_t dla modelu. Otrzymaoną różnicę mnożymy przez α^3 i dodajemy do niej obliczony dla projektowanego statku opór W_t , a suma ta oznaczy nam całkowity opór W statku.

Sposób ten jest w zasadzie podobny do sposobu powyżej podanego pod 3, jest jednak o tyle ściślej, że obliczamy oddzielnie i z większą dokładnością najważniejszy z oporów t. j. W_t , a tylko pozostałe, mniej wpływowe, obliczamy ze stosunku modelu do statku. Zaznaczamy wreszcie, że dotychczas jeszcze się nie udało, otrzymać oddzielnych wartości na W_w i W_f , t. j. na opory od wirów i od fali, lecz tylko wartości na sumę obydwóch tych oporów łącznie.

Doliczając jeszcze przeróżne opory, np. spowodowane ruchem śruby, jej tarciem o wodę, tarciem wewnętrznym silnika, uślizgiem śruby, wreszcie doliczając i moc niezbędną do napędzania pomp i innych urządzeń dodatkowych, otrzymamy ogółem moc wskazaną silnika N_t średnio 2,7 razy większą, niżby ona wypadła z samego oporu W płynięcia statku, czyli że niezbędna moc wskazana silnika będzie:

$$N_t = 2,7 \frac{W \cdot v_s}{75} \text{ MK.}$$

5. Sposób Rankine'a.

Rankine podał wzór:

$$N_t = \frac{v^3}{1850} L G (1 + 4 \sin^2 \varphi + \sin^4 \varphi), \text{ w którym oznacza:}$$

v prędkość statku w węzłach,

L długość statku, w m,

G średnią wartość podwodnych obwodów owręży, w m,

φ średnią wartość połowy kąta dziobowego wodnic.

Wzór ten daje jednak zgodne wyniki tylko dla statków ostrych o pełnotliwościach $\delta < 0,5$, $\alpha < 0,66$.

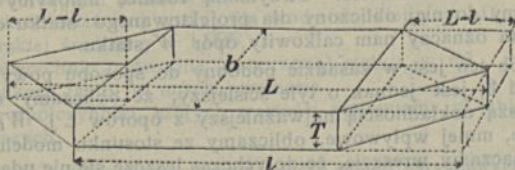
6. Sposób Kirk'a.

Kirk zastępuje bryłę wyprzeni prostopadłością jednakowej objętości, o przekroju $b \cdot T$, a długości l , przyczem $b < B$ i $l < L$, a mianowicie:

b = polu owręza zasadniczego, podzielonemu przez zagłęb T ;
 = objętości wyprzeni, podzielonej przez owe pole owręza zasadniczego.

Z tego prostopadłościanu ścina Kirk z jednego końca dwa kliny o długości $L - l$ i szerokości $\frac{b}{2}$ (p. rys. 1047), a odcięte te dwa kliny przystawia w drugim końcu, przez co otrzymuje nieprawidłowy graniastosłup sześciokątny (przedstawiony w rys. 1047), o dłuży L ,

Rys. 1047.



zagłębieniu T i szerzy b . Bryła ta ma nam zastąpić bryłę istotnej wyprzeni i posłużyć do łatwiejszego obliczenia podwodnej powierzchni statku, na którą Kirk podaje wzór poniższy: $O = \xi \cdot F$, w którym F oznacza pole dna i boków owej bryły, a współczynnik ξ ma wartości:

- $\xi = 0,98$ dla statków bardzo pełnotliwych,
- $\xi = 0,97$ dla zwykłych parowców morskich,
- $\xi = 0,95$ dla parowców średnio ostrawych,
- $\xi = 0,92$ dla statków bardzo ostrawych.

Z obliczonego pola O możemy, dla danej prędkości v , oznaczyć opór tarcia którymkolwiek ze sposobów powyżej już wskazanych.

Kirk podaje jednak dogodniejszy wzór do bezpośredniego obliczenia wskazanej mocy silnika, a mianowicie:

$$N_i = \lambda \cdot F \cdot (0,1 \cdot v)^3 \text{ MK},$$

w którym to wzorze v oznacza prędkość w węzłach, F podwodną powierzchnię owej bryły zastępczej w m^2 , a λ współczynnik o wartościach:

$\lambda = 0,425$ dla parowców bardzo ostrawych z silnikami wysokiej sprawności;

$\lambda = 0,532$ jest średnią wartością dla dobrze zbudowanych zwykłych parowców morskich, wreszcie

$\lambda = 0,64$ do $0,75$ dla szerokich statków pełnotliwych.

7. Sposób Afonaszewa.

a) dla największej prędkości v_{\max} :

$$N_{i \max} = \frac{1000}{1-s} \sqrt[3]{\frac{B \cdot P^2}{L^2}} \sqrt[3]{\left(\frac{v_{\max}}{A}\right)^{10}},$$

b) dla dowolnej mniejszej prędkości v będzie:

$$\frac{N_i}{N_{i \max}} = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{v^2}{v_{\max}^2} \right) \sqrt[3]{\left(\frac{v}{v_{\max}} \right)^7}.$$

We wzorach powyższych oznaczono przez:

s usług pędzisa (śruby, koła),

B szerzą statku,

L dłuż statku,

P wypór lub wagę statku,

v prędkość w węzłach, wreszcie

A spólczynnik o wartościach poniższych:

Rodzaj pędzisa	Poszycie malowane	Poszycie obite miedzią
Śruba polerowana lub koło o łopatkach samonastawnych.	29,5	30,5
Śruba niepolerowana lub koło o łopatkach nienastawnych.	29	30

d. Obliczenie podwodnej powierzchni statku.

1. Za pomocą wzoru Simpson'a.

Pomierzywszy podwodne obrysy owręży, obliczamy powierzchnię podług wzoru Simpson'a i poprawiamy wynik, mnożąc go przez 1,015 do 1,030, a to zależnie od pełnotliwości statku.

2. Podług wzorów swoiście przystosowanych.

1. **Bourgeois** podał wzór:

$$O = \varepsilon L(B + 2T), \text{ z wartością } \varepsilon = 0,65 \text{ do } 0,78;$$

2. **Denny**: $O = LB \frac{\delta}{\beta} + 1,7 LT$;

3. **Dupré**: $O = 2 \cdot L \cdot \sqrt{\Omega}$,
gdę Ω oznacza pole owręża zasadniczego;

4. **Rota**: $O = 0,95 \frac{\delta}{\beta} \cdot U + 2 \cdot T \left(1 - \frac{\delta}{\beta} \right)$,

w którym U oznacza obrys podwodny owręża zasadniczego; wreszcie

4. **Kirk** określił wzór, podany już powyżej na str. 496.

II. OŻAGLENIE *).

Na jednomasztowcu nie mamy potrzeby wyróżniania masztu w jego nazwie, będzie on poprostu masztem. Gdy jednak statek ma więcej masztów, wyróżnianie takie okaże się niezbędnem. Na trójmasztowcu, np. na fregacie, rozróżniamy: maszt **przedni** (ren), maszt **wielki** (środkowy) i maszt **tylny**, a pochyły, z dzioba wychodzący maszt prawie poziomy zwiemy **dziobakiem**, wreszcie na samym tyle statku stoi **drzewiec** na banderę. Gdy statek ma więcej niż trzy maszty, np. 4 do 5-ju, maszt stojący między przednim a wielkim zwiemy masztem **zaprzędnym**, tylne zaś mogą być **rejakiem**, wzgl. **soszakiem tylnym**. Maszt na mniejszych statkach bywa cały z jednego pnia, na większych natomiast składa się on z dwóch, a ponajczęściej z trzech ponad sobą stojących, i ze sobą złączonych pni. masztakami nazwanych. Dolny pień takiego masztu zwiemy **pnikiem**, wyższy, ponad nim stojący, **wyżakiem**, wreszcie trzeci u szczytu stojący, **szczyciakiem**. Gdy wyjątkowo ponad szczyciakiem znajduje się jeszcze 4-ta nadstawka, tworząca niejako sam wirth masztu, zwiemy ją **wirszakiem**. Dolna część wyżaka przylega do wierzchniej części pniaka, a dwa te **masztaki** (t. j. poszczególne pnie masztu) łączą się ze sobą nawzajem obchwytyjącymi je złączkami, z których dolne zwiemy **jarzmem**, górne zaś **dybami**. Na jarzmie mieści się **gniazdo**, będące niejako czatownią statku. Podobne złącza mamy i między pozostałymi masztakami. Przynależność do danego masztu wyróżniamy przez dodanie przymiotnika, np. pniak dziobakowy, pniak przedni, wyżak przedni, wyżak wielki, szczyciak wielki i t. p.

Żagle nie rozpinają się bezpośrednio na masztach, lecz na drągach do masztów przyczepionych. Jeżeli drąg taki, czyli **żaglak**, jest poziomy i łączy się swym środkiem z masztem, zwiemy go **reją**, a żagiel na rei rozpinany, **rejelem**. Gdy żaglak przyczepia się swym środkiem do masztu, zazwyczaj do jego szczytu, lecz nie jest poziomy, a tak pochyły, że niższy jego koniec zbliża się do poziomu burty, zwiemy go **oblakiem**, rozpięty zaś na nim żagiel trójkątny (łaciński), **oblączłem**. Gdy żaglak swym niższym końcem jest przegubowo przyczepiony do wyższej części masztu i wznosi się od niego pochyło w górę zwiemy go **sochą**, a żagiel między nim a masztem (lub jego przystawką) rozpięty, zwiemy **soszelem**. Jeżeli wresz-

*) Na wielkich żaglowcach ilość żagli, oraz ich przynależności jest bardzo wielka, a każdy z tych żagli ma oddzielną swą nazwę w językach narodów, trudniących się żegluga. Niektóre z tych nazw są wspólne dwóm, a czasem nawet kilku językom, lecz nie są to nazwy międzynarodowe, nie można ich zatem było przenosić żywcem do naszego języka, który nazw takich w ogóle nie posiada. Okazała się zatem konieczność wytworzenia całych szeregów nazw nowych.

cie żaglak swym niższym końcem łączy się z masztem w niższej, przypokładowej jego części i wznosi się pochyło w górę, rozpierając tylko żagiel, rozpięty na maszcie, samym lub na jego przystawce, to żaglak taki zwiemy **rozprzą**, a żagiel przez nią rozpierany, **rozprzelem**. Do poziomego rozparcia takiego rozprzela lub sószeła stosują zazwyczaj u spodu poziome rozwory, nieraz jednak wyprężają spód takiego żagla linami. Maszt spoczywa swą **piętą** albo bezpośrednio na stepce statku, względnie na nadstepce, albo też na **podpiętku**, który się dopiero wspiera na stepce. Poziomym przesuwaniom się pięty masztu zapobiegają obchwytyjące go opiętniki. W przejściach masztu przez pokład, stropy lub pomosty przytwierdzamy maszt, zakliniając go silnie w tych **objęciach**. Wyższe punkty masztu łączą się z boku **uwieżiami** z burtą, a poszczególne, pochyłe te uwiezie są bądź to linami pojedynczemi, bądź też uwieżiami drabiniastemi, które się składają z pary lin, złączonych ze sobą nawzajem szczeblami, wytworzonymi również z kawałków linek. W płaszczyźnie poosiowej statku górne części masztów łączą się nawzajem ze sobą, oraz z dzióbem i tyłem statku za pomocą lin, które zwiemy **przewieżiami**, a żagiel, rozpięty na takiej przewięzi między masztami, zwiemy **przewięzlem**.

Między masztem przednim (lub jego przewięzią), a dzióbakiem rozpinamy żagle trójkątne, **dzióblami** nazwane.

Podług ich położenia na poszczególnych masztakach wyróżniamy żagle nazwami: **pniel** na pniaku, **wyżel** na wyżaku i **szczyciel** na szczyciaku. Mały żagielek na samym wirchu masztu zwiemy **wirszelem**. Jeżeli na tym samym masztaku, np. na wyżaku, mamy dwa żagle ponad sobą, to dolny zwiemy **wyżlem**, górny zaś **nadwyżlem**. Dodając do tych nazw przymiotniki znamionujące, na którym z masztów znajduje się dany żagiel, otrzymamy w samej nazwie żagla ściśle określenie jego położenia, a więc np. **szczyciel przedni** *) jest to żagiel na szczytowej części (na szczyciaku) masztu przedniego, a jeżeli na tej części masztu mieszczą się dwa żagle ponad sobą, to nazwa ta dotyczy niżej położonego, podczas gdy żagiel nad nim umieszczony zwałby się nadszczycielem przednim; podobnie będzie: **pniel zaprzadni**, **wirszel wielki**, i t. p.

Poszczególne **reje** mianujemy podług żagli, do których należą, np. **przednia reja szczyciela**, **wielka reja wyżłowa**, i t. p.

Każda reja przyczepia się do masztu pokrętnie za pośrednictwem **opaski**. Na środkowej części rei rozpinamy żagiel (rejel), a jej końce wystające poza żagiel, zwiemy **rogami**. Oddzielnymi powrozami trzymamy reję za jej rogi i ustawiamy ją w pożądaną położeńie. Żagiel przy dolnym obrąbku w swych narożnikach jest zaopatrzony w **pęciny**, do których przyczepiamy powrozy, służące do wyprężenia i nakierowania żagla. W miarę potrzeby **faldujemy** żagle rozpięte jedno-, dwu- lub trzykrotnie, zmniejszając przez to ich czynną powierzchnię, wreszcie zwijamy je zupełnie, przytracając zwinięty żagiel **trokami** do rei.

*) Żagiel ten zwie się: po ang. Topgallant fore sail; po franc. le perroquet de misaine; po niemiecku Peckbramssegel lub Vorbramssegel; po rosyjsku fokowij bramsejl, a więc żagle w ogóle nie mają nazw międzynarodowych.

5. Żórawie przymasztowe.

Do ładowania i wyładowania ciężkich towarów stosują na statkach bądź to oddzielne żórawie obrotne, bądź też żórawie, których słupem jest pniak masztowy. Główną częścią takiego żórawia przymasztowego jest wysięgnik, dolnym końcem złączony obrotnie z pniakiem, górnym zaś końcem przyczepiony do niego liną, przechodzącą przez krążki, co dozwala na dowolną zmianę pochyleń wysięgnika, a więc i jego wysięgu. Nośność takiego żórawia przymasztowego bywa do 3 t przy wysięgnikach drewnianych, o długości do 13 m, do większej nośności stosują już wysięgniki żelazne. Podnios takiego żórawia bywa do 8 m ponad pokład, a wysięg jego około 1,8 m poza burte. Średnica d wysięgnika drewnianego, o długości l w m, na nośność P w t, określa się wzorem:

$$d = 10 \sqrt[4]{\frac{aPl^3}{6}} \text{ cm, w którym spódczynnik}$$

$a = 0,7$ do $0,8$, gdy $l < 7$ m,

$a = 0,8$ „ $0,9$, „ $l = 7$ do 10 m, wreszcie

$a = 0,9$ „ $1,0$, „ $l = 10$ do 13 m.

B. Żagle.

a. Wielkość żagli.

W obliczeniu powierzchni żagli należy uwzględnić przedewszystkiem żagle podane w zestawieniu poniższem.

Rozstawienie żagli na poszczególnych masztach.

Rodzaj żaglowca	Na soszaku (za m. tylnym)	Na maszcie tylnym	Na maszcie wielkim i przednim, t. j. na każdym z nich	Dzióbło i przewięźle
Barka czteromasztowa	1 soszel pniakowy 1 soszel wyżakowy	1 pniel 2 wyźle 2 szczyciele	1 pniel 2 wyźle 2 szczyciele	1 przewięźle przedni 2 dzióbło
Statek pełnożagłony	—	1 soszel 2 wyźle 2 szczyciele	1 pniel 2 wyźle 2 szczyciele	1 przewięźle przedni 2 dzióbło
Barka	1 soszel pniakowy 1 soszel wyżakowy	—	1 pniel 2 wyźle 2 szczyciele	1 przewięźle przedni 2 dzióbło
Bryg	—	—	1 pniel 2 wyźle 2 szczyciele nadto na maszcie wielkim 1 soszel	1 przewięźle przedni 2 dzióbło
Szkuniec	—	—	1 soszel pniakowy 1 soszel wyżakowy nadto rejele na maszcie przednim	1 dzióbło

Jeżeli pole owręza zasadniczego uważać będziemy za jednostkę, to całkowite pole Z żagli będzie w przybliżeniu:

32 na barkach czteromasztowych,

27 na statkach pełnożaglonych (fregatach),

25 na barkach,

65 na brygach i szkunicach.

b. Rozdział pola żaglowego na poszczególne maszty i żagle.

Podług stateczności statku (por. str. 473 i nast.) oznaczamy bezpieczny moment parcia wiatru, a z niego i z założonego parcia jednostkowego obliczamy bezpieczny moment statyczny (Zh) pola (Z) żagli względnie do pływnicy, przy czem h będzie wzniosem środka ciężkości pola żaglowego ponad poziom tej pływnicy. Dla statków wązko budowanych dobieramy większe Z , a mniejsze h , dla statków szerokiej budowy naodwrot większe h , a węższe żagle. Jeżeli całe pole Z żagli podzielimy na 1000 równych części, to części te rozdzielamy na poszczególne maszty i żagle w stosunku do liczb poniżej podanych.

Rodzaj żaglowca	Na sosażku tylnym	Na rejaku tylnym	Na maszcie wielkim	Na maszcie przednim	Dziób i przewięzle	Ogółem
Barka czteromasztowa	80	290	290	280	60	1000
Statek pełnożaglony	—	210	360	340	90	1000
Barka	150	—	380	370	100	1000
Bryg.	—	—	{ 400 na rejach 148 sosażel }	386	66	1000

Oznaczając znów pole ożaglenia na maszcie wielkim przez 1000, rozdzielamy je na poszczególne żagle w stosunku: pniel 389, wyżel 358, szczyciel 253; nadszcyciel do sumy tej nie jest wliczony, a wielkość jego pola równałaby się $\frac{5}{7}$ pola szczycielowego.

W rys. 1048 do 1052 przedstawiamy zarisy ożaglenia kilku rodzajów żaglowców, a rozdział żagli będzie na nich następujący:

Rys. 1048.



Szkuniec brygowy.

Rys. 1049.



Brygantyna.

Szkuniec brygowy (rys. 1048): Maszt wielki 328, przedni 516 (z tego pniel 223, wyżel 197, szczyciel 96), dziób 93, przewięzle 63

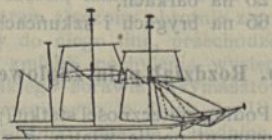
Brygantyna (rys. 1049): Maszt wielki 420 (soszel na pniaku 265, wyżel 155), maszt przedni 313 (soszel 171, wyżel 142), żagle przydziobowe 267 (przewięziel przedni 83, dzióbek 82, przeddzióbek 102).

Rys. 1050.



Szkuniec trzymasztowy.

Rys. 1051.



Szkuniec barkowy.

Rys. 1052.



Szkuniec sochowy.

Szkuniec trzymasztowy (rys. 1050): Soszak tylny 172, maszt wielki 236, maszt przedni 469 (pniak 209, wyżel 175, szczyciel 85), żagle przydziobowe 123 (dzióbek 49, przeddzióbek 74).

Szkuniec barkowy (rys. 1051): Soszak tylny 144, maszt wielki 339 (soszel 193, wyżel 146), maszt przedni 306 (soszel 171, wyżel 135), żagle przydziobowe 211 (przewięziel 67, dzióbek

54, przeddzióbek 90).

Szkuniec sochowy (rys. 1052): Maszt wielki (soszak) 400, maszt przedni 300, dzióbek 120, przeddzióbek 180.

Środek ciężkości pola żagli leży przed środkiem wyporu o:

0,040 do 0,031 L na statkach pełnożaglonych i na barkach,

0,033 do 0,025 L na brygach,

0,022 do 0,020 L na szkunicach.

W Anglii budują żaglowce w ten sposób, aby środek ciężkości pola żagli leżał przed środkiem ciężkości wodnicy zasadniczej o 0,071 L w szerokich statkach pełnożaglonych, do 0,033 L w takichże wąskich i w barkach, o 0,05 L w brygach, podczas gdy w szkunicach obydwie te środki ciężkości leżą ponad sobą.

C. Wagi własne części ożaglenia.

Oznaczywszy przez l dłuży w m, a przez d największą średnicę w m, otrzymamy wagę poszczególnych masztaków rei i t. p. w kg, podług wzorów poniższych:

Pniak z jarzmem, dybami i okuciem	667 ld^2
Przystawka pniaka (na sochę)	400 "
Dzióbak z dybami	450 "
Wyżak z jarzmem i dybami	594 "
Przeddzióbak lub szczyciak	390 "
Reje	430 do 610 "
Sochy	435 "

Płótno żaglowe, cięższe waży 0,7 do 0,9 kg/m^2 , lżejsze 0,36 do 0,6 kg/m^2 . Żagle gotowe wraz z zakładkami, obrabkaniem i t. p. ważą

na $1 \text{ m}^2 1\frac{1}{2}$ do 2 razy, a nawet do 3 razy więcej niż m^2 płótna.

Waga całkowitego ożaglenia wraz z masztami i t. p. rozłożona na 1 m^2 pola żaglowego bywa bardzo zmienna, bo (pomijając mniejsze łodzie i jachty) 23 do 65 kg na 1 m^2 żagla. Poniżej podajemy kilka przykładów:

Statek pełnożaglony, o polu żagli 2327 m^2 , waga ożaglenia 152 t , czyli 65 kg/m^2 .

Takiż statek o 1311 m^2 żagli, waga ożaglenia 64 t , czyli 49 kg/m^2 .

Barka o 814 m^2 żagli, waga ożaglenia $37,6 \text{ t}$, czyli 46 kg/m^2 .

Bryg o 950 m^2 żagli, waga ożaglenia $36,8 \text{ t}$, czyli 39 kg/m^2 .

Szukniec o 571 m^2 żagli, waga ożaglenia 13 t , czyli 23 kg/m^2 .

III. PĘDZISZE I SILNIKI OKRĘTOWE.

A. Pędzisz (propelery).

a. Koła łopatkowe.

Oznaczmy przez:

W opór ruchu statku, w kg,

v_s prędkość statku, w m/sek. (p. str. 490 i n.),

l szerz, h wyż łopatek, w m,

m ilość łopatek w każdym kole,

$A (= 2lh)$ powierzchnię dwóch łopatek, t. j. prawego i lewego koła, w m^2 ,

d średnicę obwodu nacisków, t. j. środków ciśnienia łopatek, w m,

γ ciężkość właściwą wody, w kg/m^3 ,

g przyspieszenie ciężkości = $9,81 \text{ m/sek}^2$,

u prędkość obwodową środków ciśnienia, w m/sek.,

[środek ciśnienia liczą w Niemczech w odległości $\frac{1}{2}h$ od zewnętrznej krawędzi łopatek, w Anglii zaś w odległości $\frac{1}{3}h$].

e zanur łopatk, t. j. największą odległość zewnętrznej krawędzi łopatk od powierzchni wody,

n ilość obrotów koła na minutę,

a otrzymamy:

$$W = m A \frac{\gamma \xi}{2\pi g} u^2 \left[\vartheta_1 - \frac{v_s}{u} \vartheta_2 + \left(\frac{v_s}{u} \right)^2 \vartheta_3 \right] = m A \frac{\gamma \xi}{2\pi g} u^2 \Omega$$

Wartość współczynnika ξ jest: podług Campaignac'a 1,24 do 3,9; podług Dubuat'a 1,443; podług Poncelet'a 1,333, a podług Duchevêque'a 1,254.

Sprawność prędkości, t. j. stosunek $v_s : u$ leży w granicach 0,70 i 0,85, a pozostałą stratność 30 do 15% stanowi uślizg (p. str. 508 w objaśnieniu znaku C).

Tablicę poniższą zestawiono, dla rozmaitych kątów φ zanurzenia się łopalki, zakładając średnią sprawność prędkości $v_s:u = 0,80$.

w stopniach	φ w łuku	ϑ_1	ϑ_2	ϑ_3	Ω	η
20	0,3491	0,34202	0,67046	0,32868	0,01601	0,782
25	0,4363	0,42262	0,81932	0,39746	0,02154	0,773
30	0,5236	0,50000	0,95661	0,45830	0,02802	0,754
35	0,6109	0,57358	1,08075	0,51068	0,03582	0,735
37 $\frac{1}{2}$	0,6545	0,60876	1,13746	0,53356	0,04027	0,724
40	0,6981	0,64279	1,19051	0,55426	0,04511	0,713
45	0,7854	0,70711	1,28540	0,58926	0,05592	0,685
50	0,8727	0,76604	1,36511	0,61620	0,06832	0,652

Sprawność ogólna będzie: $\eta = \frac{v}{u} \varphi - \frac{2v_s}{u} \vartheta_1 + \left(\frac{v_s}{u}\right)^2 \vartheta_2$.

W szybkich kołowcach morskich (parowcach pocztowych między Anglią i lądem stałym o prędkości ponad 14 węzłów) $h = 0,38$ do $0,48 l$, średnio zaś $h = 0,43 l$;

w parowcach strażniczych (8 do 16 węzłów) $h = 0,23$ do $0,30 l$;

w parowcach rzecznych (7,5 do 11 węzłów) $h = 0,17$ do $0,24 l$.

W statkach morskich l dosięga wartości $\frac{1}{3} B$, w rzecznych zaś nawet $\frac{1}{2} B$.

Średnica D , obwodu zewnętrznych krawędzi łopatek, bywa:

$D = 5,3$ do $5,5 h$ na szybkich kołowcach morskich o łopatkach samonastawnych;

$D = 8,1$ do $8,8 h$ na parowcach strażniczych;

$D = 8,2$ do $10,0 h$ na małych parowcach rzecznych o łopatkach nienastawnych;

$D = 4,2$ do $5,5 h$ na nowszych holowcach rzecznych (z mimośrodem między ścianą boczną a kołem). Stosunek zanurów w kole bywa: $e:D = 0,22$ do $0,24$ w dużych, szybkich parowcach o łopatkach samonastawnych. Do statków mniejszych biorą ogólnie, podług Scott Russell'a: $e:D = 0,17$ do $0,22$. Wewnętrzna krawędź łopatek powinna się unurzać przynajmniej na 100 mm.

Wewnętrzną średnicę D_1 koła łopatkowego określamy wzorem

$$D_1 = 1,10 \text{ do } 1,15 \frac{1852v}{60\pi n} = 11,0 \text{ do } 11,5 \frac{v}{n},$$

w którym v oznacza prędkość statku w węzłach.

Ilość obrotów n na min. nie przekraczała dawniej wartości 20 do 30, obecnie jednak dosięga ona wartości 40 do 50, a nawet więcej.

Odstępy międzyłopatkowe (podziałka), mierzone po obwodzie nacisków, bywają 0,9 do 1,2 m, na parowcach rzecznych do 0,7 m, a między łopatkami samonastawnymi do 1,9 m i więcej. Jednocześnie powinny być zanurzone przynajmniej 3 łopatki każdego koła.

Ustrój kół o łopatkach samonastawnych.

W rys. 1053 *WL* oznacza wodnice, *A* środek (oś) samonastawnego koła łopatkowego, *D*, *B*, *E* środki łopatek, *C* punkt na obwodzie tych środków (leżący pionowo ponad *A*), w którym to punkcie mają się zbiegać przedłużenia łopatek. Naten-

Rys. 1053.

czas, wyprowadzając ze środków łopatek prostopadłe do nich rączki *DG*, *BF* i *EH*, o długości 0,6 *h*, możemy wyznaczyć środek *K* koła, przechodzącego przez przeguby rączek *G**F**H*, a punkt *K* będzie środkiem mimośrodu nastawiającego łopatki. Należy sprawdzić, czy nastawiaki w położeniu *K**M*, odpowiadającym największemu odchyleniu rączek łopatkowych, nie dotykają łopatki; w danym razie wypada zrobić stosowne wycięcia w łopatkach.

Waga koła łopatkowego w kg. Jeżeli *d* oznacza średnicę obwodu nacisków (środków ciśnienia) w m, *b* — szerokość koła w m, *N*_i moc wskazaną silnika w *MK*, a jako bezpieczne naprężenie żelaza założymy 1000 kg/cm², to przybliżoną wagę koła oznaczamy ze wzorów:

na koła o łopatkach nienastawnych . . . $14 b d \sqrt{N_i}$.

na koła o łopatkach samonastawnych. . . $26 b d \sqrt{N_i}$.

b. Śruby napędne *).

Poniżej oznaczać będziemy przez:

D średnicę śruby, t. j. obwodu, zakreslanego przez końce skrzydeł, w m,

*) Bauer, Berechnung u. Construction der Schiffsmaschinen u. Kessel.

H skok śruby w m (liczony na cały obrót, a nie na szerz skrzydła),

A istotną, rozwiniętą powierzchnię każdego skrzydła, w m² (nie powierzchnią rzutu),

z ilość skrzydeł w śrubie,

N_1 moc wskazaną silnika, w MK , przypadającą na daną śrubę,

n ilość obrotów wału na min.,

V prędkość statku w węzłach (prędkość 1-go węzła = 1 mila morska, czyli 1852 m na godz., p. str. 490),

C pobieg śruby w węzłach, t. j. jej skok, pomnożony przez ilość obrotów na godz., wyrażony w milach morskich, czyli droga, jakąby śruba przebyła przez godzinę, gdyby się wkręcała w ciało stałe, a nie w ciecz; w niej bowiem droga przebyta jest mniejsza o pewną długość, zwaną uślizgiem,

S uślizg pozorny, wyrażony w ‰,

s uślizg rzeczywisty, wyrażony w ‰,

P wskazany napór śruby w kg.

Kształt śruby. Odtylną powierzchnię skrzydła śruby, przechyłego zazwyczaj ku tyłowi, a więc powierzchnię, wywierającą napór na wodę, zwiemy **czynną powierzchnią** skrzydła, wzgl. śruby. Powierzchnia ta ma kształt powierzchni śrubowej, której tworząca jest pochylona względem osi.

Powierzchnie czynne wszystkich skrzydeł nie leżą w jednej i tej samej powierzchni śrubowej, lecz powierzchnia czynna każdego skrzydła jest wycinkiem oddzielnej powierzchni śrubowej. Śruba trój-skrzydła jest więc w swych powierzchniach czynnych śrubą trój-zwojną.

Do napędu statków znajdują zastosowanie śruby i o gwincie prawozwitym, i o lewozwoitym, a w statkach dwuśrubowych jedna śruba bywa zawsze prawozwita, druga zaś lewozwoita. Odchylenie tworzącej od pionu ku tyłowi bywa 0° do 20°, średnio 8°, a bywa ono tem większe, im większą jest ilość obrotów śruby w jednostce czasu. Celem tego odchylenia jest zwiększenie sprawności śruby, gdyż skrzydło tak odchylone wtłacza niejako do tyłu **ku osi** wodę, która, skutkiem siły odśrodkowej, ma dążność odśrodkową. Jednak i śruby bez tego ochylenia, nawet przy wielkiej ilości obrotów, wykazują sprawność czasami nie gorszą.

Skrzydło rozwinięte ma zazwyczaj postać elipsowatą, rozszerzającą się przy piąście. Naodwrot w holowcach o małym zagłębieniu, a o wielkiej powierzchni skrzydeł, powierzchnia ta poszerza się niekiedy przy obwodzie.

Śruby budują obecnie najczęściej jako czworoskrzydłe, w bojowcach i mniejszych szybkołyńcach jako trój-skrzydłe, a śruby dwuskrzydłe wychodzą powoli z użycia.

Napór wskazany. Teoretycznie praca wykonana przez napór śruby, a więc iloczyn z tegoż naporu i pobiegu śruby, powinna być równa wskazanej pracy silnika. Ów teoretyczny napór, zwany naporem wskazanym, określi się więc wzorem:

$$P = \frac{N_1 \cdot 75 \cdot 60}{nH}$$

Sprawność śruby. Moc pożytkowa, zużywana na obracanie śruby, będzie $N_e = \eta N_i$, przyczem sprawność silnika η bywa do 0,8 w małych silnikach (do 500 MK), a do 0,95 w dużych.

Sprawność śruby wyrażamy stosunkiem:

$$\eta_s = \frac{\text{pożytkowa praca naporu śruby w kierunku poosiowym}}{\text{pożytkową pracę silnika}}$$

albo, licząc prace tę na jednostkę czasu wyrażamy:

$$\eta_s = \frac{N_n}{N_e}$$

Śruby wyborowego ustroju wykazują sprawność $\eta_s = 60$ do 70% , która jednak zmniejsza się znacznie w śrubach mniej doborowych.

Obliczenie średnicy śruby. Im większym jest owręże zasadnicze statku, a więc im większym jest jego opór ruchu, tem większym musi być napór śruby, a więc i jej średnica, aby w niej mógł pomieścić niezbędne pole powierzchni naporu. Z drugiej jednak strony nie można średnicy tej powiększać nadmiernie, aby się skrzydła nie wynurzyły z wody. Średnicę śruby w mm określamy wzorem:

$$D = K_1 \sqrt[3]{\frac{N_i}{(nH) \left(\frac{100}{100}\right)^3}}$$

w którym wartość na K_1 należy wprowadzić podług tablicy poniższej:

Tablica 1.

Wartości współczynników liczbowych K_1 i K_2 dla (wzoru na str. 510)*.

Rodzaj statku	Prędkość v węzłów	Ilość		K_1	K_2	Tworzywo (materiał) śruby
		Śrób	Skrzydeł w śrubie			
1. Towarowiec pełnotłowy.	8—10	1	4	0,87—0,90	1,8—1,6	żeliwo
2. Towarowiec miernie pełnotłowy	10—13	1	4	0,92—0,97	1,6—1,4	
3. Pocztowniec i osobowiec mało pełnotłowy (ostrawy).	13—17	1	4	1,00—1,05	1,4—1,2	odlew spiszowy lub stalowy
4. Takiż	13—17	2	4	1,05—1,10	1,3—1,2	
5. Takiż o nadzwyczaj małej pełnotłowości (bardzo ostrawy)	17—22	1	4	1,08—1,13	1,2—1,0	spisz
6. Takiż	17—22	2	3	1,13—1,18	1,0—0,8	
7. Bojowiec nadzwyczaj niepełnotłowy (bardzo ostrawy)	16—22	2	4	1,08—1,15	1,1—1,0	
8. Takiż	16—22	2	3	1,13—1,21	0,8—0,7	
9. Torpedowiec	20—26	1	3	1,23—1,38	0,7—0,5	

*) Wartości te zaczerpnięto z podręcznika: Seaton, Pocket-book of marine engineering.

Szybkopłyńce o dwóch śrubach czworoskrzydłych miałyby współczynnik K_1 o wartości pośredniej między wartościami z pod 6 i 7, niekiedy jednak K_1 dla nich dosięga wartości 1,2.

Gdy obliczona tak średnica okaże się za wielką dla danego zagłębienia statku, tak iż śruba wynurzyłaby się z wody, lub musiała się zagłębiać nadmiernie, natenczas wypada jedną śrubę o wielkiej średnicy zastąpić dwiema o średnicy mniejszej i na nie rozdzielić moc silnika.

Unur śruby, t. j. głębokość wierzchu obwodu śruby pod zwierciadłem wody, we wielkich okrętach ma być 200 do 600 mm. W małych szybkopłyńcach, o silnym wale, unur śruby może dosięgać zera, a więc jej obwód może dotyczyć wodnicy zasadniczej.

Obliczenie czynnej powierzchni śruby. Napór jednostkowy, czyli parcie czynnej powierzchni A skrzydła na wodę, a więc $\frac{P}{zA}$, liczymy 0,3 do 0,9 kg/cm², przyczem mniejsze z tych wartości stosujemy do pełnotliwych towarowców o małym zanurze, albo do wolnopłyńców z silnikami szybkobiegami, wartości największe do torpedowców, wreszcie pośrednie, a więc 0,6 do 0,7 kg/cm², stosują się do szybkopłyńców. Całkowitą powierzchnię skrzydeł oznaczamy ściślej ze wzoru:

$$zA = K_2 \sqrt{\frac{N_i}{n}}$$

w którym K_2 jest współczynnikiem liczbowym, o wartościach, podanych w powyższej tabelicy 1. W zwykłych warunkach można też oznaczyć rozwiniętą powierzchnię skrzydła ze związków poniższych:

Rozwinięta powierzchnia skrzydła

pole objęte obwodem śruby

- = 0,3 do 0,33 w torpedowcach i krzyżowcach torpedowych,
- = 0,33 do 0,39 we większych szybkopłyńcach i w towarowcach z silnikami, o powolnym biegu,
- = 0,39 do 0,45 w powoli płynących statkach z silnikami szybkobiegami,
- = 0,45 do 0,8 w płytkobiernych statkach o małych śrubach, zwłaszcza też w holowcach.

Stosunek ten zwiększa się tem bardziej, im większym będzie napór śruby, oraz im mniejszą będzie sama śruba; z natury rzeczy musi on zatem być największy w holowcach, które oprócz własnego, przewyciężać jeszcze muszą opór ruchu statku holowanego.

Obliczenie skoku śruby. Stosunek skoku śruby do jej średnicy waha się zazwyczaj w granicach 0,9 do 1,5; przekroczenie wartości 1,5 powodowałoby już złą sprawność śruby. Ponajczęściej śruby miewają skok jednostajny, t. j. o stałym stosunku różniczki skoku

do różniczki kąta środkowego. Stosują jednakże i skoki niejednostajne, a mianowicie bądź to o niejednostajności poobwodowej, bądź też o niejednostajności po promieniu. Skrzydło o niejednostajności poobwodowej posiada przy jednej krawędzi bocznej inny skok, aniżeli przy drugiej. Skrzydło o niejednostajności skoku po promieniu posiada skok odmienny w każdym z pasków poobwodowych, wyciętych z niego przez spłosiowe walce, o stopniowo wzrastającym promieniu. Skok śruby obliczamy na zasadzie uślizgu. Należy różniczać uślizg pozorny i rzeczywisty. **Uślizg pozorny** jest różnicą pobiegu śruby, t. j. drogi, jakąby śruba przebyła, gdyby się wkręcała w ciało stałe i drogi istotnie przebytej przez śrubę, a więc i przez statek, lecz w wodzie stojącej, ponieważ przy płynięciu z prądem lub pod niego należałoby drogę istotnie przebytą przez statek zastąpić jego drogą względną w porównaniu z prądem. Uślizg jest właściwie długością (drogą), dogodniej jednak wyrażać go w prędkościach, a nawet w odsetkach, a mianowicie wzorem:

$$S = \frac{C - V}{C} 100,$$

w którym pobieg C śruby w węzłach (w milach morskich na godz.) będzie:

$$C = \frac{n H 60}{1852}$$

Tablica 2.

Wartości uślizgu pozornego w %, $S = \frac{C - V}{C} 100.$

Towarowiec powolny, tyłem pełnotłłwy	-	2	do	+ 8
Ostrawy parowiec osobowy	+	8	"	+ 15
Wielki bojowiec ostrawy	+	13	"	+ 20
Małe statki ostrawe	+	20	"	+ 27.

Wartości powyższe opierają się na założeniu, że śruby mają wymiary, oznaczone na zasadzie współczynników z tabl. I str. 509. Uślizg rzeczywisty bywa zawsze większy od pozornego, nie znajduje jednak zastosowania do obliczeń śrub i t. p. Jest on różnicą pobiegu śruby i względnej jej drogi w porównaniu z prądem zastatkowym, jaki się zawsze wytwarza poza statkiem w kierunku jego ruchu.

Jeżeli przez U oznaczymy prędkość owego prądu zastatkowego w węzłach, to uślizg rzeczywisty w % będzie:

$$s = \frac{C - (V - U)}{C} 100.$$

Każdy statek płynący wytwarza poza sobą ów prąd zastatkowy, który będzie większym za statkami pełnotłłwymi, mniejszym za ostrawymi, w każdym jednak razie uślizg rzeczywisty nie będzie nigdy odjemnym.

Wytrzymałość skrzydeł obliczają ocennie w sposób poniższy, który, wskutek niekorzystnych założeń, daje wyniki z nadmiarem bezpieczeństwa. Zakładamy, że poobwodowy przekrój skrzydła jest odcinkiem paraboli, o szerokości l , a grubości h , czyli że moment wytrzymałości takiego przekroju, względem poobwodowej osi ciężkości, jest $W = \frac{8}{105} lh^2$. W rzeczywistości, z powodu zakrzywienia skrzydła w kierunku poobwodowym, moment ten będzie większy. Jeżeli zaś moment gnący w owym przekroju jest M , to naprężenie skrajne będzie:

$$\sigma_s = \frac{M}{W} = \frac{M}{8} \frac{105}{lh^2}$$

Przekrój najniebezpieczniejszy skrzydła znajduje się tuż przy piastce, której promień oznaczmy przez r , a promień obwodu śruby przez R . Zazwyczaj liczą, że środek parć skrzydła na wodę leży w odległości $0,7 R$ od osi. Jeżeli śruba o ε skrzydłach wywiera napór P kg, to moment gnący M w przekroju niebezpiecznym, spowodowany tym naporem, będzie:

$$M = \frac{P}{\varepsilon} (0,7 R - r)$$

Gdy tworząca śruby stoi pod kątem ostrym do jej osi, występują jeszcze siły odśrodkowe, zwiększające ten moment gnący, a należy je uwzględniać zwłaszcza, gdy śruba wiruje prędko, oraz gdy odchylenie tworzącej i długość skrzydła są znaczne.

Naprężenie bezpieczne liczą:

$$\begin{aligned} k_s &= 550 \text{ kg/cm}^2 \text{ w odlewie stalowym,} \\ &= 400 \quad \text{„ w spiżu ścisłym,} \\ &= 200 \quad \text{„ w żeliwie,} \end{aligned}$$

a w śrubach dla wojowców nawet większe.

Obliczywszy w sposób powyższy grubość przekroju niebezpiecznego, obieramy należyłą grubość na obwodzie skrzydła, a więc 6 do 20 mm dla skrzydeł spiżowych, względnie 15 do 30 mm dla żeliwnych, a to zależnie od ich długości. Przekrojom pośrednim nadajemy grubości pośrednie.

Wykonanie. Mniejsze śruby, a mianowicie do $4\frac{1}{2}$ m średnicy, można odlewać w całości, o ile nie zamierzamy zmienić skoku skrzydła przez jego nastawienie względem piasty, albo wymieniać poszczególne skrzydła, w razie ich zepsucia. Skrzydła większych śrub odlewamy oddzielnie i przyśrubowujemy je do piasty łbiakami stalowymi, ponieważ spiżowe nie okazały się zaufnymi. Dziury na łbiaki w kołnierzach przyłącznych skrzydła bywają podłużne, co dozwala na pewne pokręcanie skrzydła względem kulistej piasty, a więc dozwala zmienić skok skrzydła przy jego przytwierdzeniu. Piasty są najczęściej żeliwne, często jednak odlewane ze stali, a dla wojowców i z brązu. Skrzydła wojowców i pierwszorzędných statków kupieckich bywają ze spiżu o wysokiej wytrzymałości, w zwykłych towarowcach żeliwne, rzadziej z odlewu stalowego,

który natomiast znajduje szerokie zastosowanie do skrzydeł holowców i odlodowców, a to w celu zwiększenia wytrzymałości skrzydeł, narażonych na uderzenia o twarde przedmioty. Nadmienić jednak wypada, że odlew stalowy rdzewieje prędzej od żeliwnego.

Waga skrzydła składa się z wagi jego kołnierza, obliczanej podług wymiarów istotnych i z wagi skrzydła właściwego, którą liczymy, jako równającą się 40% iloczynu z powierzchni czynnej, z grubości h przy kołnierzu i z ciężkości właściwej tworzywa.

B. Silniki okrętowe.

Oznaczywszy moc N_i silnika w MK , niezbędną na ruch naprzędni statku, przystępujemy do obliczenia wymiarów cylindrów, posilując się wzorem z T. I str. 862, a mianowicie:

$$\frac{\pi D^2}{4} = F = \frac{75}{10000} \cdot \frac{N_i}{c p_i}$$

jeżeli średnicę D cylindra oznaczymy w m, średnią prędkość c tłoka w m/sek., a średnią prężność wskazaną p_i w kg/m^2 .

Średnia prężność wskazana p_i zależy od bezwzględnej prężności p_0 w kotle, albo, gdy przydławiamy prężność kotłową, od bezwzględnej prężności w skrzynce suwakowej wysokoprężnej, dalej od napełnienia ogólnego, t. j. od:

$\varepsilon = \frac{\text{napełnieniu cylindra wysokoprężnego}}{\text{stosunek objętości}}$, wreszcie od sposobu działania stawidła, od wielkości strat skutkiem chłodnienia i t. d. A zatem będzie:

$$p_i = k p_0 \varepsilon \left(1 + \ln \frac{1}{\varepsilon} \right) = k p_0 \theta.$$

Sposób działania stawidła, straty skutkiem chłodnienia i t. p. uwzględniamy w spółczynniku pełnoty k , którego wartość można odpowiednio oznaczyć ze zjednoczonego wykresu (p. str. 871 T. I), podobnych silników parowych, a zwłaszcza z pełnoty wskaz (p. str. 872 T. I). Na spółczynnik k można liczyć następujące wartości średnie:

w silnikach dwuprężnych	0,65 do 0,70
w takichże szybkobiegach	0,60 „ 0,65
w silnikach trójprężnych	0,55 „ 0,60
w takichże szybkobiegach	0,52 „ 0,58
w silnikach czwórprężnych	0,52 „ 0,54

Spółczynnik pełnoty k staje się tem mniejszym, im więcej cylindrów będzie w silniku, a więc np. do silnika trójprężnego, o czterech cylindrach, należałoby stosować mniejszą z podanej wartości spółczynnika.

Najodpowiedniejsza wartość **rozprężenia zastępczego** $\frac{1}{\varepsilon}$ będzie:

w silnikach sprzężonych na łodziach parowych i małych parowcach osobowych.	5 do 6
w silnikach sprzężonych na towarowcach	7 " 8
" " trójprężnych na torpedowcach	5 " 7
" " " " innych wojowcach	6,5 " 8
" " " " parowcach pospiesznych	8 " 10
" " " " towarowcach	9 " 10
" " czwórprężnych na parowcach pospiesznych	10 " 13
" " " " towarowcach.	11 " 13

Napełnienie cylindra wysokoprężnego dla danych powyższych założono 70^o/_o, jednakże towarowce i powoli płynące osobowce stosują przeważnie tylko 60^o/_o.

Tablica 3.

$$\text{Wartości } \theta = \varepsilon \left(1 + \ln \frac{1}{\varepsilon} \right)$$

ε	θ	ε	θ	ε	θ	ε	θ	ε	θ
0,01	0,056	0,10	0,330	0,19	0,506	0,28	0,636	0,40	0,767
0,02	0,098	0,11	0,353	0,20	0,522	0,29	0,649	0,45	0,810
0,03	0,135	0,12	0,374	0,21	0,538	0,30	0,661	0,50	0,847
0,04	0,169	0,13	0,395	0,22	0,555	0,31	0,673	0,55	0,879
0,05	0,200	0,14	0,415	0,23	0,569	0,32	0,685	0,60	0,906
0,06	0,229	0,15	0,435	0,24	0,583	0,33	0,696	0,65	0,930
0,07	0,257	0,16	0,453	0,25	0,597	0,34	0,707	0,70	0,949
0,08	0,282	0,17	0,471	0,26	0,610	0,35	0,717	0,75	0,969
0,09	0,307	0,18	0,489	0,27	0,624	0,375	0,743	0,80	0,978

Średnia prędkość tłoka zależy w wysokim stopniu od swoistości przeznaczenia i warunków miejscowych, w jakich ma pracować dany parowiec. Trudno zatem określić ją prawidłami, dającymi się ogólnie zastosować. Jako wskazówkę zaznaczamy, że na ogół zwiększenie prędkości tłoka zmniejsza koszt urządzenia i wymiary silnika, lecz jednocześnie i oszczędność jego działania, a nadto utrudnia też obsługę.

Stosowane zwykle rodzaje silników okrętowych. Małe silniki w ogóle (do 300 MK_t) oraz większość silników kołowcowych mają: rozprężanie dwukrotne, po 2 korby, przestawione względem siebie o 90^o, nadprężność pary 7 do 10 at, stosunek objętości cylindrów 1:3 do 1:4. Gdy moc ma być większa, stosują silniki trzy-cylindrowe, z trzema korbami przestawionymi nawzajem o 120^o, a nadprężność 10 do 13 atm. Jeżeli cylinder niskoprężny okaże się za dużym, lub gdy zamierzamy silnik zrównoważyć sposobem Schlick'a (p. poniżej str. 516), to stosujemy dwa cylindry niskoprężne przy użyciu czterech korb. Stosunek objętości cylindrów w silnikach trójprężnych o trzech cylindrach, zależy od prędkości pary i ro-

dzaju pracy silnika bywa 1:2:4,8 do 1:2,7:7,8. Gdy prężność pary przekracza 15 at, właściwszym stanie się już silnik czwórprężny o czterech cylindrach i czterech korbach, ze stosunkiem objętości cylindrów np. 1:2,2:4,3:9,2. Jednakże na wojowcach nawet przy wyższej prężności znajdują wyłączne prawie zastosowanie silniki trójprężne. Przy doborze stosunku objętości cylindrów należy uwzględniać:

1) możliwie równy rozdział pracy na poszczególne cylindry, aby otrzymać możliwie równe siły skręcające *),

2) jednakowe, największe naciski poszczególnych tłoków, co ułatwi wykonanie tłoczysk, goleni i t. p.,

3) jednakowe spadły temperatury, a to w celu zmniejszenia strat wskutek skraplania się pary.

Do projektowania, ze względu na powyższe warunki, przyda się wykres objętości (p. T. I str. 874 i n.), sporządzony na podstawie podobnych, już wykonanych silników parowych.

Przez zastosowanie właściwych urządzeń suwakowych, np. zmieniających, można, przy stosownem ich nastawieniu, zmieniać napętnienie poszczególnych cylindrów o 15 do 23%, a skutkiem tego rozdzielać pracę równomiernie na wszystkie cylindry.

Tablica 4.

Ilość obrotów, skok i prędkość tłoka.

Rodzaj parowca	Ilość obrotów n/min.	Skok mm	Prędkość v tłoka m/sek.
Torpedowce i przeciwtorpedowce	300—400	400—500	5—6
Łodzie parowe	250—380	150—200	1,5—2,5
Małe holowce	180—250	200—300	1,5—2,5
Małe osobowce	150—200	280—500	2—3
Wielkie holowce i statki rybackie	100—160	300—700	2—3,5
Lekkie krążowce	120—180	600—900	3,5—5
Krążowce opancerzone	100—150	900—1100	4—5
Pancerniki	100—120	950—1300	4—4,5
Szybkopłyńce	75—95	1600—1850	4—4,8
Wielkie towarowo-osobowce	70—90	1300—1500	3,5—4,5
Małe towarowce	95—130	650—900	3—3,8
Wielkie towarowce	70—85	900—1400	3,5—4,0

*) Marine Rundschau 1899, L. Gümbel: Kilka rozdziałów z teorii nowszych silników okrętowych.

Zrównoważenie wzajemnie poruszających się mas w silniku czterokorbowym (sposób Schlick'a).

Oprawa silnika stojącego, wraz z płytą posadową, jest to niejako belka, osadzona jednym końcem, t. j. płytą posadową, w posadzie silnika. Na tę belkę działają siły niezmienne, powodowane ciężarem nieporuszających się części silnika, oraz siły zmienne, wywierane na nią przez poruszające się jego części. W końcu wspomniane siły, o ile ich nie zrównoważymy nawzajem lub przez odciążki, powodują drgania silnika, wysoce szkodliwe nawet w silnikach stałych, a tem bardziej w ruchomych, jak na parowozach (które znajdują jednak dość niepoddające się oparcie na szynach), przedewszystkiem zaś w silnikach na statkach (nie posiadających stałego oparcia). Jak ruchy uboczne parowozu są wynikiem owych zmiennych sił niezrównoważonych, tak i parowiec podlega skutkiem nich podobnym ruchom ubocznym, nie tylko wysoce przykrym dla jadących, lecz i wielce szkodliwym dla trwałości ustroju i urządzeń parowca.

Zrównoważyć owe siły w silniku stojącym musimy tak w kierunku pionowym, jak i w poziomym:

1. Waga G'' mas, przesuwających się pionowo, składa się z wag: tłoków, tłoczków, krzyżulców, z przytłoczkowej części goleni, tychże części pomp i t. p.

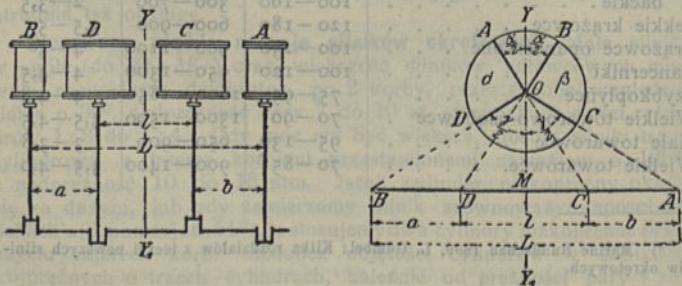
2. Waga G' mas, obracających się około osi wału składa się z wag: ramion i czopów korbowych, przykorbowej części goleni, mimośrodów i t. p.

Zmienne siły poziome wynikają z ruchu mas G' , pionowe zaś z ruchu mas $G' + G'' = G$.

Wagę goleni korbowej rozdzieliliśmy powyżej na dwie części, t. j. na przykorbową i przytłoczkową. Rozdziału tego dokonywamy najwłaściwiej, dzieląc całkowitą wagę w odwrotnym stosunku odległości środka ciężkości od czopa korbowego, względnie krzyżulcowego.

Jeżeli, zgodnie z rys. 1054, pionowe naciski mas poruszających się w kierunkach poprzecznych do wału, w płaszczyźnie osi cylindrów A , B , C , D , oznaczymy przez A , B , C , D , a odstęp między temi osia-

Rys. 1054.



mi jak w rys., to otrzymamy poniższe trzy warunki wzajemnego równoważenia się owych sił zmiennych, z których to warunków należy dopełnić przynajmniej dwóch:

1. $A + B + C + D = 0$ (Wzajemne znoszenie się nacisków pionowych).

2. $A(a + b + l) + C(a + l) + Da = 0$ (Wzajemne znoszenie się momentów tychże sił, względem płaszczyzny B).

3. $B(a + b + l) + D(b + l) + Cb = 0$ (To samo względem płaszczyzny A).

Naciski powinny dopełniać tych warunków każdej chwili, a więc nie tylko w punkcie zwrotu jednego z tłoków np. A , lecz w każdym dowolnym położeniu tłoka, a więc dla dowolnego kąta ω położenia korby A , liczonego od jej położenia na zwrocie górnym. Kąty między poszczególnymi korbami oznaczamy przez $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, zgodnie z prawą stroną rysunku 1054.

Oznaczamy przez G_A, G_B, G_C , względnie G_D wagi części, poruszających się przy poszczególnych cylindrach A, B, C , względnie D , przyczem dla poziomego zrównoważenia sił liczymy odpowiednie wagi G' części obracających się, a dla pionowego sumy odpowiednich wag $G' + G'' = G$, t. j. tak obracających się, jak i przesuwających się. Ponadto oznaczmy przez g przyspieszenie ciężkości, przez v zaś prędkość obwodową czopa korbowego, a otrzymamy poniższe wzory na naciski przy poszczególnych cylindrach, w założeniu nieskończenie długiej goleni korbowej, a mianowicie:

a) Naciski pionowe:

$$4. A = \frac{G_A}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos \omega; \quad B = \frac{G_B}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos(\omega + \alpha) \text{ i t. d.}$$

b) Naciski poziome:

$$5. A' = \frac{G'_A}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \sin \omega; \quad B' = \frac{G'_B}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \sin(\omega + \alpha) \text{ i t. d.}$$

Podstawiając wartości powyższe we wzory 1, 2 i 3, otrzymamy warunki znoszenia się owych nacisków, oraz ich momentów, a mianowicie, np. warunek znoszenia się owych nacisków pionowych będzie:

$$\frac{G_A}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos \omega + \frac{G_B}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos(\alpha + \omega) + \frac{G_C}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos(\alpha + \beta + \omega) + \\ + \frac{G_D}{g} \cdot \frac{v^2}{r} \cos(\alpha + \beta + \gamma + \omega) = 0,$$

podobne warunki otrzymamy, przez właściwe podstawienia i ze wzorów 2 i 3, a również i dla nacisków poziomych, podstawiając wartości z pod 5.

Zgodnie z założeniem, warunki powyższe stosują się ściśle, tylko gdy goleń korbową jest nieskończenie długa i w tem też tylko założeniu możemy zupełnie dokładnie zrównoważyć wzajemne skutki owych nacisków przez stosowny dobór wartości kątów $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, i przez dodanie odciażków dla części się obracających, o ile roz-

dział owych wag przy poszczególnych cylindrach jest symetryczny względem płaszczyzny pionowej YY_1 . W przeciwnym razie, gdy symetrii tej niema, wypada dopełnić warunku dodatkowego:

$$\frac{L}{l} (G^2_B - G^2_A) = (G^2_D - G^2_C),$$

a mianowicie przez stosowną zmianę jednej lub kilku z tych wag.

Zaniechawszy niezgodnego z rzeczywistością założenia o nieskończenie długiej gołeni korbowej, możemy zrównoważyć skutki tych nacisków tylko przy zupełnie symetrycznym rozkładzie owych wag, a mianowicie skutki nacisków pionowych przez stosowny dobór kątów α , β , γ , δ , poziomych zaś przez odciążki wag się obracających.

Licząc więc, że $a = b$, a zatem że oś symetrii YY_1 połowi kresy L i l , oznaczamy przez h kresę:

$$h = \frac{1}{4} \left(\frac{L}{l} + \frac{l}{L} \right),$$

a natenczas kąty α i γ otrzymamy ze wzorów:

$$\cos \frac{\gamma + \alpha}{2} = \frac{1}{2} + h - \sqrt{h^2 + \frac{3}{4}},$$

$$\cos \frac{\gamma - \alpha}{2} = \frac{1}{2} - h + \sqrt{h^2 + \frac{3}{4}}.$$

Powyższe założenie symetrii dotyczy nie tylko położenia wag posuwających się, lecz i ich wielkości, tak że $G''_A = G''_B$, a $G''_C = G''_D$, ponadto zaś musimy jeszcze dopełnić warunku: $\beta = \delta$, oraz:

$$\frac{G''_C}{G''_A} = \frac{G''_D}{G''_B} = \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\gamma}{2}}.$$

Wartości kątów α i γ możemy też oznaczyć wykreślnie, metodą prób, podług prawej strony rys. 1054, t. j. przesuwając punkt O , po MO , prostopadłej do BA , dopóki nie dopełnimy warunku:

$$\cos \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\gamma}{2} = \frac{OM}{OD} \cdot \frac{OM}{OB} = \frac{1}{2}, \text{ czyli:}$$

$$2OM^2 = OD \cdot OB.$$

Sposobem powyższym zrównowazamy nawzajem masy posuwające się pionowo, w podobny też sposób równowazimy i masy obracające się, które powinny spełnić warunek:

$$\frac{G'_C}{G'_A} = \frac{\cos \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\gamma}{2}} \cdot \frac{G'_D}{G'_B},$$

a że zazwyczaj wagi te będą posiadały stosunki odmienne, należy je doprowadzić do tego stosunku przez dodanie odpowiednich odciążków.

Prędkości pary.

Prędkości pary obliczamy zwykle na zasadzie średniej prędkości tłoka $c = \frac{sn}{30}$ m/sek.

Średnie prędkości pary bywają:

w głównej rurze dolotowej	$v = 30$ do 40	m/sek.
w kanałach cylindra wysokoprężnego	$v = 25$ " 30 "	
" " " " średnioprężnego	$v = 30$ " 36 "	
" " " " niskoprężnego	$v = 36$ " 42 "	
w rurach przelotowych z cylindra wys.-pr.	$v = 20$ " 24 "	
" " " " " " śr.-pr.	$v = 24$ " 28 "	
" " " " " " niz.-pr.	$v = 29$ " 34 "	

Niekiedy, zwłaszcza w szybkobiegach, prędkości te bywają do 20% większe.

Grubości ścianek cylindrów, względnie tulei, w nie wstawianych, bywają jednakowe dla wszystkich cylindrów lub ich tulei, a mianowicie określane wzorem:

$$\delta = \frac{Dp}{360 + 10p} + 10 \text{ mm,}$$

w którym D oznacza średnicę drąży w cylindrze wysokoprężnym w mm, a p nadprężność w atm.

W lekko zbudowanych silnikach stosują grubości o kilka mm mniejsze, a do lekkich wojowców, w celu zmniejszenia wagi, nie tylko że nie stosują tulei lecz i grubości ścianek w cylindrach obliczają jak dla rur cienkościennych, zakładając ciągnięcie bezpieczne $K_z = 180$ do 220 kg/cm², a nawet jeszcze większe.

Ścianki cylindrów beztulejowych miewają grubość o 3 do 5 mm zwiększoną, a to ze względu na późniejsze przetaczanie.

Grubość den i pokryw bywa do 10% mniejsza dla żeliwa, a 35 do 40% w odlewach stalowych, względnie do powyżej oznaczonej grubości δ , przyczem wzięto już pod uwagę należyte wzmocnienie tych części przez ich uźebrowanie.

Osprzęt cylindrów. Oprócz niezbędnych kurków spustowych na cylindrach, skrzynkach suwakowych, ogrzewkach, przelotniach i t. p., zastępowanych poczęści odwadniaczami (np. z ogrzewka), należy urządzić zawory bezpieczeństwa na wszystkich dnach i wiekach cylindrów, na ogrzewkach i przelotniach, a nawet na skrzynkach suwakowych i przewodach głównych. Zawory te na cylindrze wysokoprężnym i pierwszej przelotni miewają prześwit = $\frac{1}{12}$ średnicy przynależnego tłoka, na cylindrze średnioprężnym $\frac{1}{17}$, a na niskoprężnym $\frac{1}{20}$ średnicy przynależnych tłoków. Zawory te naciągamy tak, aby rozpoczynały swe działanie, gdy prężność przekroczy

o $\frac{1}{2}$ atm. największą prężność, ustaloną dla poszczególnych cylindrów.

Tłoki żeliwne znajdują obecnie zastosowanie jedynie jeszcze w silnikach towarowców ciężkich, pozatem, ze względu na zmniejszenie wagi, stosujemy przeważnie tłoki lanostalowe, a do torpedowców nawet odkuwane ze stali.

Tłoczyska z miękkiej stali obliczamy podług naprężeń bezpiecznych podanych w tabl. 5, a utwierdzamy na nich tłok na zatoczeniu stożkowym, przyciskając go naśrubkiem. Tłoczyska wydrążone (rurowate) znajdują zastosowanie li tylko na torpedowcach.

Tablica 5.

Naprężenia bezpieczne w częściach silnika okrętowego w kg/cm².

Rodzaj parowca	W tłoczysku		W rdzeniu śrąb łożyska korbowego i krzyżulcowego	Kręcenie we wale wykorbionym
	w rdzeniu gwintu	w samym tłoczysku		
Torpedowce . . .	750—900	380—500	700—850	420—510
Wojowce	580—750	300—380	600—750	350—450
Pocztowce	500—600	250—300	500—600	280—350
Towarowce . . .	400—500	200—250	350—500	260—320

Tablica 6.

Ciśnienia bezpieczne na powierzchnie w kg/cm².

Rodzaj parowca	W łożyskach przykorbowych	W łożyskach czopów korbowych	W łożyskach krzyżulca	W gładzi podkrzyżulcowej	W łożysku odporowem
Torpedowce . . .	28—38	60—70	120—150	6,0—8,5	6—8
Wojowce	20—28	50—60	90—120	5,0—6,5	5—6
Szybkopłyńce . .	16—22	40—50	70—90	4,5—5,8	4—5,5
Towarowce . . .	14—16	25—40	50—70	3,8—4,5	3—4

Goleń korbowa miewa długość 4 do 4,5 krotnego ramienia korby, a na torpedowcach dosięga i 5-cio krotnej. Wyrabiają ją przeważnie ze stali Siemens-Martin'owskiej, a w szybkobiegach wydrążają jej część odkorbową. Grubość części przykrzyżulcowej równa się w przybliżeniu średnicy tłoczyska, zwiększa się jednak stopniowo ku korbie na 1,1 do 1,4 krotną średnicę tłoczyska. Pokrywy łożysk, stalowe, odkuwane obliczamy na naprężenia bezpieczne 400 do 600 kg/cm².

Łożyska przykorbowe na wojowcach miewają panwie spiżowe, na handlowcach przeważnie żeliwne. Panwie tych łożysk otrzymują we większych silnikach chłodzenie wodą, a wylewają się metalem białym.

Płyta posadowa bywa w handlowcach żeliwna, grubości: $\frac{d}{30} + 12$ mm (jeżeli przez d oznaczymy średnicę wała głównego), ze zgrubieniem pod łożyskami przykorbowemi do $0,25 d$; na wojowcach zaś ta płyta odlewa się ze stali, o grubości $\frac{d}{50} + 12$ mm, z podobnemi zgrubieniami na $0,14 d$.

Stojaki bywają żeliwne na towarowcach i pocztowcach, dla szybkopłyńców odlewają się ze stali, a do wojowców stosujemy chętniej lekkie stojaki odkuwane, z takiemiż wykrzyżowaniami, na ciężkich wojowcach jednak przynajmniej stojaki z torcem krzyżulca w odlewie stalowym.

Wał korbowy bywa prawie zawsze wykorbiony, a mianowicie bądź to odkuwany w całości, zwłaszcza dla wojowców, bądź też składany (p. rys. 1055), stosowany przeważnie na handlowcach. Przy składaniu wałów wykorbionych osadzamy wały i czopy w ramionach korbowych na gorąco, albo też pod naciskiem tłoczek hydraulicznych.

Wały wyrabiają się przeważnie ze stali Simens-Martinskiej, o wytrzymałości 40 do 50 kg/mm², a rozciągnięciu przynajmniej 20%. Do wojowców stosują też i stal tyglową, takiej samej jakości, a do szybkopłyńców nawet stal nanikloną, o wytrzymałości 55 do 65 kg/mm², przy rozciągnięciu przynajmniej 20%.

Wały korbowe obliczamy na kręcenie, licząc moment kręący $M = \frac{N_i}{n} 71620$ kg. cm, a średnicę d wałów pełnych oznaczamy po-

dług wzoru:

$$d^3 = \frac{16}{\pi} \frac{M}{ka},$$

w którym ka oznacza kręcenie bezpieczne podług tabl. 5.

Średnicę d wałów drążonych, gdy prześwit drąży jest δ , oznaczamy ze wzoru:

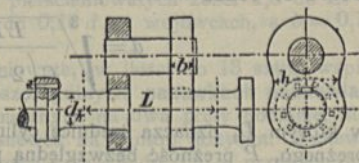
$$d^3 = \frac{16 M}{\pi ka} \frac{1}{\left(1 - \frac{\delta^4}{d^4}\right)},$$

przyczem stosunek $\frac{\delta}{d}$ waha się w granicach od 0,4 do 0,6.

Średnica czopów i wałów, oraz wszystkie ramiona korbowe w tym samym silniku bywają przeważnie jednakowe, tak ze względu na lepsze zrównoważenie, jakoteż dla ułatwienia wymiany we watach składanych.

Wymiary oznaczone literami w rys 1055, dla wałów składanych (do handlowców) podajemy poniżej wyrażone w średnicy d wała:

Rys 1055.



$D = 1,9$ do $2d$ (wyjątkowo $1,8d$),

$w = 0,6$ do $0,7d$,

$d_1 = d + \frac{d}{40}$,

z przynajmniej $0,45$ do $0,5d$,

$k = 0,25$ do $0,28d$,

wreszcie długość czopów:

na handlowcach. . . . $l = 0,9$ do $1,2d$

„ wojowcach $l = 1,1$ „ $1,4d$

„ torpedowcach . . . $l = 1,4$ „ $1,6d$ lub większa.

Sprzęgła wałów łączą się na 6 do 14 śrub, przeważnie stożkowych, w których cięcie nie powinno przekraczać kręcenia w samym wale. Średnica śruby, w pośrodku stożka bywa $\frac{1}{6}$ do $\frac{1}{4}d$.

Średnicę d wała, o korbie nieprzewieszonej, określa angielski Board of Trade wzorem poniższym:

$$d = \sqrt[3]{\frac{LPD_2^2}{C\left(2 + \frac{D_2^2}{D_1^2}\right)}}$$

w którym D_1 oznacza średnicę cylindra wysokoprężnego, D_2 niskoprężnego, P prężność bezwzględna pary kotłowej w atm, L długość ramienia korbowego, a C współczynnik o wartościach poniżej podanych (D_1 , D_2 i L należy wyrazić w dowolnych, lecz jednakowych jednostkach długości, np. w cm, stopach i t. p., w których też otrzymamy wartość d).

Wartości współczynnika C .

2 korby pod kątem	dla wała wykorzystanego i wała śruby	dla wałów pędnianych
90°	73,60	85,84
100°	67,92	79,31
110°	63,70	74,18
120°	60,11	70,10
130°	57,44	67,00
140°	55,40	64,61
150°	53,85	62,85
160°	52,80	61,66
170°	52,24	60,96
180°	52,03	60,75
3 korby pod 120°	78,04	91,05

Dla silników na kołowcach należy powyższe wartości C pomnożyć przez 1,4.

Wały napędowe, stanowiące pędnię od silnika do śruby, podlegają przedewszystkiem kręceniu, pozatem zaś ciśnieniu przez napór śruby, oraz gięciu wskutek przeginięcia się kadłuba okrętowego i po-

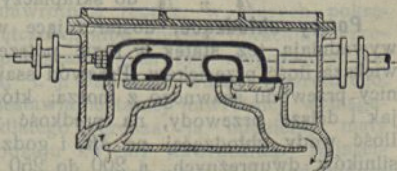
łączonego z niem poddawania się łożysk podtrzymujących. Zazwyczaj zaniedbujemy naprężenia w końcu wspomniane, jako mniej wielkie, i obliczamy owe wały wyłącznie na kręcenie, a raczej dobieramy ich średnicę w stosunku do średnicy wała korbowego d , a mianowicie $0,85 d$ do $1,0 d$ (podług przepisów Lloyd'a niemieckiego $0,95 d$). Właściwe naprężenie kręcące wzmagają się jeszcze wskutek drgań pokrętczych*). Długość poszczególnych wałów bywa 5 do 7 m, łączą się one ze sobą na sprzęgła tarczowe, a obok nich wspierają się na łożyskach podtrzymujących, zwykle żeliwnych, na wojowcach jednak z odlewu stalowego. W łożyskach tych tylko swobodna przestrzeń pod wałem wylewa się białym metalem.

Wał odporowy przenosi napór śruby na grzebieniaste łożysko odporowe, a wielkość jego powierzchni pierścieniowatych oblicza się z naporu śruby (str. 508) i ciśnień bezpiecznych, podanych w tabl. 6, str. 520. Średnica tego wała bywa zazwyczaj równa średnicy d wała korbowego, a średnice D pierścieniowatych żeber $1,6$ do $1,9 d$, wreszcie grubość ich $b = 0,13$ do $0,16 d$ na wojowcach, a $b = 0,15$ do $0,2 d$ na handlowcach.

Poszczególne żebra pierścieniowate, w ilości do 13 sztuk wspierają się w kierunku osi na poszczególnych **panewkach podkwasowych**, wkładanych z góry, a nanizanych na dwa pręty poziome, które przenoszą napór żeber z panewek na kadłub łożyska. Panewki te bywają wydrążone, o szerokości $z = 2,5$ do $3 b$, a przez ich drążki krąży woda chłodząca. Po obu stronach tego **łożyska odporowego** (grzebieniastego) wał odporowy spoczywa w dodatkowych łożyskach podtrzymujących, o długości równającej się średnicy wała.

Wał śruby miewa grubość równą średnicy wała korbowego, lub do 10% większą, gdyż podlega on nie tylko kręceniu, lecz i gięciu tak przez obciążenie śrubą, jak i przez jej napór mimośrodkowy, który staje się bardzo znacznym, gdy się śruba wynurzy z wody. Dla przeprowadzenia tego wała przez ścianę okrętową, zakładają w niej **pochwę przyśrubową**, w którą z obu końców wsuwamy łożyska w postaci tulei spiżowych z panwiami z drzewa gwajakowego. Części wała, spoczywające w łożyskach, otrzymują powłokę spiżową, pozostałe zaś powierzchnie wała albo również powłokę spiżową, albo, zwłaszcza na wojowcach, kauczukową, osłoniętą nawojem z lin konopnych lub drucianych. Małe wały bywają i bez powłoki, a natenczas ich łożyska wylewają się metalem białym. Pochwa przyśrubowa jest najczęściej żeliwna, a jeżeli spiżo-

Rys. 1056.



*) L. Gumbel, O drganiach pokrętczych. Schiffbau 1902; H. Eram, Badanie nad zjawiskami dynamicznymi we wałach, Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1902; H. Foattinger, w Schiffbau-technische Gesellschaft 1902.

wa, to można się obyć bez tulei na łożyskach, których długość na ogół równa się 3 do 5-o krotnej średnicy wała.

Stawidła (p. T. I str. 881 i dalsze) cylindra wysoko i średnio-prężnego bywają zazwyczaj tłoczkowe, niskoprężnego zaś z suwakiem zwykłym, lecz odciążonym i na wlotki i wylotki zdwojone, ustroju Penn'a, przedstawionym w rys. 1056, albo też stosują tu suwaki z przewodem ustroju Trick'a. Zdwojenie, a nawet potrójnienie wlotek i wylotek ma na celu zmniejszenie przesuwu suwaka.

Skraplanie (p. T. I str. 930 i n.). W parowcach, przeznaczonych na wody słodkie, stosują skraplanie bezprzeponne, natomiast na parowcach morskich wyłącznie tylko naprzeponne.

Powierzchnię przepony chłodzącej liczą na 1 MK; po:

0,15 do 0,17 m² do silników dwuprężnych,

0,10 " 0,15 " " " trójprężnych,

0,10 " 0,13 " " " czwórprężnych,

0,75 " 0,9 " na torpedowcach.

Mniejsze z tych wartości stosują na wojowcach, największe zaś na handlowcach, pływających po morzach podzwrotnikowych.

Skraplacz stawia się bądź to łącznie z silnikiem, bądź też, by nie zacieśniać dostępu do niego, oddzielnie. Ze względu na zmniejszenie wagi skraplacza stosują przeważnie ustroje z cienkich rurek, przez które przepływa woda chłodząca, a które otacza para skraplająca się. Na wodę morską budujemy skraplacze miedziane, spiżowe lub mosiężne, o zewnętrznej średnicy rurek 17 do 19 mm.

Pompę powietrzną (p. T. I str. 935 i n.) napędzamy albo bezpośrednio od jednego z krzyżulców, albo też, by ją uniezależnić od nawrotów i biegu silnika głównego, stawiamy zupełnie oddzielną parową pompę powietrzną.

Stosunek objętości cylindra pompy powietrznej do objętości cylindra niskoprężnego bywa:

$\frac{1}{14}$ do $\frac{1}{18}$ przy silnikach dwuprężnych,

$\frac{1}{20}$ " $\frac{1}{24}$ " " " trójprężnych,

$\frac{1}{24}$ " $\frac{1}{26}$ " " " czwórprężnych,

$\frac{1}{8}$ " $\frac{1}{8}$ do skraplaczy bezprzeponowych.

Pompy chłodzące, dostarczające wodę morską do skraplacza, wywadniają też statek w razie potrzeby, gdy się w zębie zbierze większa ilość przecieków. Przewód ssawny do zęby miewa 0,6 średnicy przewodu ssawnego z morza, który znów obliczamy, podobnie jak i dalsze przewody, na prędkość przepływu 2,5 do 3,5 m/sec. Ilość wody chłodzącej na MK; i godz. liczą po 250 do 300 l dla silników dwuprężnych, a 200 do 250 l przy trój i czwórprężnych. Stosujemy pompy (p. T. I str 760 i n.) tłokowe lub odśrodkowe, a pierwsze z nich możemy napędzać bezpośrednio od jednego z krzyżulców, co się jednak stosuje tylko przy mniejszych silnikach. Duże pompy, tak tłokowe jak i odśrodkowe otrzymują napęd z własnego silnika, który powinien wydawać już pełną, niezbędną moc nawet wtenczas, gdy prężność pary w kotłach dosięga $\frac{2}{3}$ prężności ustanowionej.

Pompy zasilające. We wszystkich większych urządzeniach silnikowych pompy zasilające ustawiają się obecnie niezależnie od głównego silnika, a mianowicie parowe pompy spółtłoczyiskowe, np. ustroju Worthington'a. Powodem tego jest dążność do uniezależnienia takich pomp od biegu i nawrotu silnika głównego. Gdy jednak pompę napędzamy silnikiem głównym, uskuteczniamy to np. za pośrednictwem wahacza pompy powietrznej, a przy szybkościach za pomocą przekładni ślimakowej. Dla silników do 200 MK_t stawia się przeważnie tylko jedną pompę zasilającą, dla większych zaś silników dwie pompy, z których każda z łatwością może dostarczyć potrzebną ilość wody. Oprócz głównego urządzenia zasilającego powinno być jeszcze zapasowe, zupełnie niezależne od pierwszego. Woda zasilająca wypływa zazwyczaj ze skraplacza nieco ciepła, lecz zanieczyszczona smarami, właściwie więc będzie poprowadzić ją z pompy powietrznej do większego zbiornika, wyżej ustawionego, gdzieby miała czas wydzielić olej i t. p. domieszane smary, a osiągamy to przez jej podgrzewanie parą odlotową z silników dodatkowych (t. j. od pomp, dźwigarek, elektryczności i t. p.). W przewód tłoczny wstawia się jeszcze bardzo często podgrzewacz wody zasilającej, który służy zarazem jako odtłustnik i odsącznik.

Pompy odnurne mają przede wszystkim ssać przecieki z zęby i wylewać je do morza, pozatem otrzymują one jednak dodatkowe przewody ssawne i tłoczne, aby mogły ssać wodę z morza i dostarczać ją do ustępów, do mycia pokładu i t. p., wreszcie na wypadek pożaru. Pompy te napędzają się bądź to od silnika głównego, bądź też niezależnie, a stawia się ich przynajmniej po dwie na każdym statku.

Jeżeli statek ma przedziały z naciążem wodnym, to do wylewania tego naciążu do morza służą owe odnurne pompy przeciekowe, jednakże na wielkich parowcach ustawiają do tego celu i oddzielne pompy odnurne do naciążu.

Z pomp odnurnych, albo też z pompy chłodzącej, a mianowicie z ich tłoczni (przestrzeni tłocznej) prowadzimy też wodę do łożysk i głazdi silnika, w celu ich chłodzenia.

Nawracarki. Do nawrotu mniejszych silników, o mocy nieprzekraczającej 500 MK_t, służą nawrotnice ręczne, w których, pokręcając pokrętle (kółkiem pokrętczem), albo korbką, obracamy wrzeciono gwintowane, przez co poruszamy naśrubek niepokrętny, pociągający za sobą nawrotnik, t. j. dźwignię wałka nawrotniczego.

W silnikach większych przestawianie takiej nawrotnicy wymagałoby nadmiernego wysiłku, dlatego porusza ją oddzielny mały silnik, a urządzenie tego rodzaju zwiemy nawracarką. Najszerwsze zastosowanie znalazły dwa ustroje nawracarek, t. j. o działaniu okrężnem i posuwnem.

W nawracarce okrężnej silnik pomocniczy obraca śrubę albo ślimak, których ruch przenosi się na ślimacznice, w niej zaś tkwi czop (korbowy). Czop ten łączy się za pośrednictwem przesuwnika z końcem nawrotnika, t. j. dźwigni, osadzonej na wałku nawrotniczym. Podczas obrotu ślimacznicy nawrotnik waha między swemi położe-

niami skrajnemi, a zatrzymujemy silnik nawracarki w chwili, gdy nastawiak podczas swego wahania dojdzie do pożądanego położenia.

W nawracarce posuwowej ustroju Brown'a, przenosimy posuw tłoka cylindra parowego za pośrednictwem tłoczyska na nawrotnik. Cylinder ten stawia się zazwyczaj pionowo, a nad nim drugi, napełniony olejem. Tłoki obydwóch cylindrów siedzą na wspólnem tłoczysku, a więc podczas ruchu tłoka parowego, tłok w drugim cylindrze przetłacza olej z jednej strony tłoka na drugą, przez kanalik w tłoku, hamuje zatem ruch tłoka parowego, a to wskutek oporu przepływu oleju przez ów kanalik. Stosowne urządzenie dodatkowe służy do samoczynnego zamknięcia wlotu pary, gdy nawrotnik dojdzie do położenia, na które nastawiliśmy przyrząd.

Podczas czyszczenia lub naprawy pokręcamy wał silnika ręcznie, za pośrednictwem ślimaka ze ślimacznicą, do dużych zaś silników ponad 2000 MK_i, dodają na ten cel oddzielnie **pokręczarki parowe**.

C. Kotły parowe.

Na parowcach stosują przeważnie kotły:

1. **walczaste**, leżące z płomieniówkami, albo ustroju podobnego do parowozowych, wreszcie z płomieniówkami i płomienicami (p. T. I str. 972 i n.);
2. **opłomkowe**, ustroju Belleville'a, Niclausse'a, Dürr'a i t. p. (p. T. I str. 978 i n.);
3. **o opłomkach stojących** ustroju Yarrow'a, Thornycroft'a i t. p.

Kotły walczaste znajdują jeszcze szerokie zastosowanie na handlowcach, a częściowo i na pancernikach, wyjątkowo zaś i na torpedowcach, kotły opłomkowe natomiast na wojowcach wogóle, a niekiedy i na handlowcach.

Do obliczenia powierzchni rusztów służą tablice poniższe:

Tablica 7.

Moc w MK_i na 1 m² rusztu kotła walczastego bez nadmuchu.

Wznios wylotu komina ponad rusztem	Prężność pary w kotle			
	8 do 10 atm.	10 do 12 atm.	12 do 14 atm.	14 do 16 atm.
poniżej 10 m	80	85	90	—
10 do 15 m	88	93	98	103
15 do 20 m	94	101	106	111
20 do 25 m	100	109	114	119
25 do 30 m	—	115	120	125
30 do 35 m	—	—	125	135

Przez zastosowanie nadmuchu, np. w ustroju Howdens'a, możemy przy pracy długotrwałej powiększyć wydajność kotłów walczastych do 150, a nawet 170 MK_i na 1 m²

rusztu, a przy pracy natężonej do 190 M_i , przyczem nadprężność powietrza w nawietrzniku bywa 30 do 50 mm słupa wodnego, a w popielniku 10 do 25 mm.

Tablica 8.

Moc w M_i na 1 m^2 rusztu kotła opłomkowego z nadmuchem.

Nadprężność powietrza w kotłowni mm słupa wodnego	Kotły z opłomkami	
	leżącymi, o wielkiej średnicy	stojącymi, o małej średnicy
10 do 15	110 do 140	110 do 140
15 do 30	120 do 160	130 do 180
30 do 45	—	160 do 220
45 do 60	—	180 do 250
60 i wyżej	—	200 do 280
Na torpedowcach przy skrajnem natężeniu	—	aż do 350

Oznaczywszy powierzchnię rusztu, obliczamy **powierzchnię ogrzewaną** ze stosunku $H:R$, t. j. w stosunku powierzchni ogrzewanej do powierzchni rusztu, a wartość tego stosunku bywa:

28 do 30 przy pracy mało natężonej bez nadmuchu,

33 do 37 " " natężonej " "

38 do 42 przy słabszym nadmuchu, w kotłach z opłomkami leżącymi, o większej średnicy,

40 do 50, a nawet do 60, w kotłach z opłomkami stojącymi, o małej średnicy i przy silnym nadmuchu.

Zużycie węgla na M_i i godz. można średnio liczyć: w kotłach walczystych do najlepszych silników czwórprężnych 0,6 do 0,65 kg, a do dwuprężnych 0,65 do 0,7 kg, w urządzeniach większych, lecz 0,7 do 0,8 kg w mniejszych. Kotły opłomkowe, z nadmuchem w pracy zwykłej zużywają 0,9 kg, a w pracy natężonej 1 kg.

Ilkrotność odparowania z węgla wyborowego, pozostawiającego 8 do 15% żużli, przeliczona na wodę zasilającą 0^o i parę 100^o bywa:

8,5 do 9,5 w najlepszych kotłach walczystych,

7,5 do 8,5 w mniejszych " "

6,5 do 8,0 w kotłach opłomkowych.

Nadmuch bywa dwojakiego rodzaju:

1. W szczelnej kotłowni, zaopatrzonej w drzwi podwójne, utrzymujemy stale nadprężność powietrza, wtlaczając je nawietrznikiem z kanału, który je czerpie z nad pokładu. Do kotłów opłomkowych nadprężność ta dosięga 65 mm słupa wodnego, a do kotłów walczystych, na wojowcach, bywa ona około 15 mm.

2. Kotłownia pozostaje bez nadprężności powietrza, nawietrzniki wpychają powietrze przez skrzynkowe nagrzewnice i przez popielniki

do palenisk. Spaliny przechodzą z kotła przez rury (płomieniówki) nagrzewnicy do komina, powietrze zaś, opływając zewnętrzną powierzchnię tych rurek, nagrzewa się. Nadmuchi tego rodzaju, znany pod nazwą nadmuchu Howdens'a, znajduje szerokie zastosowanie do kotłów walczystych na szybkooplyńcach, zwłaszcza osobowych.

Wydmuch spalin stosuje się rzadziej, bo nie mamy tu (jak w parowozach) pary odlotowej gdyż ją skraplamy. Chcąc zatem, w sposób niemarnujący paliwa, zastosować wydmuch, trzeba spaliny, wychodzące z kotłów, ssać wywietrznikiem i przepychać je do komina, najlepiej znów przez nagrzewnicę, w której nagrzewałoby się powietrze, dążące do popielnika.

Rodzaje kotłów.

1. Kocioł walczysty bywa przeważnie płomienicowo płomieniówkowy. Płomienice 750 do 1800 mm średnicy, zazwyczaj falowane; w mniejszych kotłach i przy nadprężności do 10 atm bywają one czasami gładkie, lecz natenczas osztywnione (p. T. I str. 1010 i 1027 i n.). Ilość płomienic 1 do 4, a każda płomienica kończy się u tyłu w skrzyni paleniskowej, z której spaliny wracają do przodu przez płomieniówki. Budujemy też kotły okrętowe z opalaniem w obu końcach, a natenczas ze środkowej skrzyni paleniskowej wychodzą płomienice i płomieniówki do przodu i do tyłu. Przy większej ilości płomienic każda z nich otrzymuje zazwyczaj oddzielną skrzynię paleniskową; w ustroju czteropłomienicowym jednakże dwie płomienice przyśrodkowe otrzymują niekiedy spólną skrzynię. O płomieniówkach p. T. I str. 974 i 1026.

Przepisy Lloyd'u niemieckiego (streszczenie).

1. Płaszcz kotła i dzwona parowego. Grubość s blachy płaszcza, oraz średnicę d nitów oznaczamy ze wzorów:

$$s = \frac{P \cdot D}{2} \cdot \frac{b}{B} \cdot \frac{e}{e-d}, \quad \text{oraz} \quad \frac{d^2 \pi}{4} = \frac{P \cdot D}{2} \cdot \frac{n}{N} \cdot \frac{e}{a},$$

w których P oznacza dozwoloną nadprężność, w kg/cm^2 ,
 D średnicę prześwitu płaszcza kotłowego, w cm ,
 B ciągnięcie zrywające blachę, w kg/cm^2 ,
 N wytrzymałość nitów na cięcie, w kg/cm^2 ,
 b ilokrotność bezpieczeństwa w blasze,
 n ilokrotność bezpieczeństwa w nitach,
 e podziałkę nicenia w cm ,
 a ilość pracujących przekrojów nitowych w pasie jednej podziałki.

Wytrzymałość na cięcie nitów w szwie ma być nie mniejsza od wytrzymałości na ciągnięcie w blasze osłabionej przez dziury nitowe. Ilokrotność b bezpieczeństwa dla blach powinna być przynajmniej 5, a 4,75, gdy wiercimy dziury i odtłaczamy nakówki nitów

tłoczarkami, wreszcie 4,5, gdy nadto szwy podłużne otrzymują nicenie w łubki. Szwy poobwodowe blach ponad 12,5 mm grubych miewają nicenie dwurzędne, a gdy grubość blachy przekroczy 25 mm trójrzędne, co jednak nie dotyczy szwu przydymnicowego.

Ilokrotność n bezpieczeństwa na cięcie nitów ma być przynajmniej równa b , a przy niceniu w łubki $1,15b$, lecz i w tym przypadku może ona zejść do wartości b , jeżeli wiercimy dziury nawskroś po złożeniu blach i tubek, a nakówki odtłaczamy tłoczarkami. Gdy nie znamy wytrzymałości żelaza nitowego należy liczyć cięcie w nitach z żelaza zlipnego 0,875, a w stalowych 0,85 ciągnięcia bezpiecznego w blasze.

2. **Ścianki płaskie**, usztywnione ściągami lub zespórkami, otrzymują grubość s , określoną wzorem:

$$s = Cl\sqrt{P},$$

w którym P oznacza nadprężność w kotle w kg/cm^2 , l zaś odstęp między sąsiednimi ściągami lub zespórkami, gdy je rozstawiamy w układzie z kwadratów, a $l = 0,4a + 0,6b$ w układzie z prostokątów, o mniejszym boku a i większym b . Wartość współczynnika C waha się od 0,024 do 0,016, a l w zależności od narażenia blachy na ogień, oraz od rodzaju jej uszczelnienia. Ścianki i dennice sitowate obliczamy podług tego samego wzoru, z wartością $C = 0,020$, podstawiając za l odstęp wzajemne ściągówek, t. j. płomieniówek z grubszymi ściankami, a o końcach łączonych na gwint i rozkuty. Dane powyższe dotyczą blach stalowych, blachy z żelaza zlipnego otrzymują grubość o 12% większą.

3. **Płomienice** niefalowane miewają grubość s ścianek w cm:

$$s = 0,00385 \sqrt{PDL},$$

jeżeli przez P oznaczymy dozwoloną nadprężność w kotle w atm, przez D średnicę zewnętrzną w cm, a przez L długość w cm całej płomienicy nieosztywnionej, względnie odstęp osztywnień. Jednakże grubość ta s nie może być jednocześnie mniejsza od określonej wzorem:

$$s = \frac{PD}{k} + 0,3 \text{ cm},$$

w którym wartość k będzie:

$k = 740$	w płomienicy nieosztywnionej,
$k = 900$	" " raz osztywnionej, w odstępach < 122 cm,
$k = 1010$	" " 2 razy " w odstępach < 79 cm,
$k = 1125$	" " 3 " " " " < 61 cm,

wreszcie wzór powyższy możemy stosować i do płomienic falowanych, licząc $k = 1220$.

Blacha na płomienice powinna posiadać wytrzymałość 35 do 41 kg/mm^2 .

4. **Ściągów i zespórek** nie należy napręzać więcej niż podano na str. 1008 T. I, a jednocześnie istotna ilokrotność ich bezpieczeństwa ma być przynajmniej 7 (a w przyłącznikach ściągowych nawet 10).

5. **Jakość blach kotłowych** powinna odpowiadać warunkom, podanym na str. 54 i 55.

2. **Kotły opłomkowe**, a) o leżących opłomkach większej średnicy, stosują na parowcach przeważnie w ustrojach: **Belleville'a**, **Dürr'a** i t. p. (p. str. 983 i n. T. I);

b) o stojących opłomkach małej średnicy w ustrojach **Yarrow'a**, **Thornycroft'a** i t. p., mają w zasadzie układ następujący:

Osie trzech kotłaków równoległych a poziomych leżą w narożnikach trójkąta równoramiennego, o podstawie poziomej. Kotłak górny jest walczakiem z przestrzenią parową i wodną, obydwie kotłaki dolne są niejako bulierami, napełnionymi wodą, a są one walczakami kołowymi w ustroju Thornycroft'a, w ustroju zaś Yarrow'a niekołowymi, t. j. o przekroju półkola dopełnionego spłaszczoną półelipsą, której oś mała kieruje się ku wierzchołkowi wyżej wspomnianego trójkąta zasadniczego. W ustroju Yarrow'a każdy z kotłaków dolnych łączy się z walczakiem wierzchołkowym za pośrednictwem snopa prostych opłomek, równoległych do ramion owego trójkąta zasadniczego. W ustroju Thornycroft'a w każdym snopie są opłomki nierównoległe, lecz powykrzywiane w ten sposób, aby każda z nich na złączeniu ze ściankami walczaka dolnego, względnie wierzchołkowego, kierowała się po ich promieniu, a nadto, aby po zewnętrznej i wewnętrznej stronie każdego snopa sąsiednie opłomki pokrzywione ze sobą się stykały, wytwarzając w ten sposób szczelne ścianki kanału spalinowego. W ustroju tym dodano nadto zewnętrzne rury łączące walczak wierzchołkowy z dolnymi, a przeznaczone do krążenia wody w dół. Palenisko w obydwóch ustrojach leży między kotłakami dolnymi, w ustroju Thornycroft'a budują jednak i odmianę z trzema walczakami dolnymi, z których środkowy leży pionowo pod walczakiem wierzchołkowym, a kocioł taki miewa dwa paleniska, leżące po obu stronach środkowego walczaka dolnego. Średnice zewnętrzne opłomek w kotłach Yarrow'a bywają 25 do 44 mm, w Thornycroft'a zaś 32 do 36 mm i są zewnątrz cynkowane.

O **osprzęcie** kotłów i **obsadzie** paleniskowej por. T. I str. 1037 i n., oraz przepisy kotłowe, str. 1049 i n.

Dymnica i komin. Dymnica miewa ścianki podwójne w odstępie wzajemnym 50 do 100 mm i drzwiczki do przeczyszczania płomieniówek. Komin otrzymuje niekiedy również podobną osłonę, lecz w odstępie 100 do 250 mm od właściwej ścianki kominowej, a spoczywa on w szybie kominowym na wspornikach, górą zaś przytrzymuje się uwięziami. Przekrój kominowy bywa około $\frac{1}{3}$ powierzchni rusztów.

D. Przewody.

Przewody parowe należy prowadzić możliwie prosto, zaopatrując je we wydłużki dławnicowe i przytwierdzając należycie w celu zniesienia parę poosiowych. Prędkość pary w nich 30 do 40 m/sek.

Na przewody stosujemy miedziane rury bez szwu (por. str. 592

i 601, 602 T. I), albo także stalowe, które przy średnicy d w mm i nadprężności pary p atm. powinny mieć grubość ścianki:

$$s = \infty \frac{dp}{500} + 1 \text{ mm.}$$

Przewody zasilające są zazwyczaj miedziane, a przewody tłoczne miewają ścianki nieco grubsze niż przewody parowe.

Przewody przeciekowe bywają żeliwne lub ołowiane, a przewody na naciąg wodny żelazne, cynkowane.

Tablica 9.

Wagi urządzeń silnikowych.

Uwaga: Wagą silnika objęto sam silnik, wał główny z łożyskami i pędzisz (śruby lub koła).

Wagą kotła objęto sam kocioł, jego osprzęt i obsadę paleniskową, dymnicę i komin, jednakże bez wody w kotle.

Wagą dodatków objęto wszelakie przewody i pompy, silniki pomocnicze, drabiny, pomościki, przecianki (kratki z prętów równoległych) i t. p.

Wagi na wojowcach obliczono na 1 MK_i największej wydajności pracy, t. j. przy zastosowaniu nadmuchu.

Rodzaj parowca i silnika	Waga w kg na 1 MK_i			
	Silnika	Kotła	Dodat- ków	Ogółem
Torpedowce i przeciwtorpedowce: Silnik trójprężny, kocioł opłomkowy	8—14	10—15	4—8	22—37
Lekkie krzyżowce: Silnik trójpręż- ny, z kotłami walczastymi	20—30	35—45	10—15	65—90
z „ opłomkowymi	20—30	20—30	10—15	50—75
Pancerniki: Silnik trójprężny, kotły walczaste	30—37	40—50	15—20	85—107
Szybkopłyńce osobowe: Kotły wal- czaste: Silniki trójprężne	50—60	55—65	24—30	129—155
„ czwórprężne	56—70	60—75	24—30	140—175
Towarowce (Kotły walczaste): duże, silnik czwórprężny	75—95	75—90	45—50	195—235
średnie, „ trójprężny	70—90	75—90	40—45	185—225
małe, „ dwuprężny	65—80	75—85	35—42	175—207
Łodzie parowe: Silniki bliźniacze lub sprzężone, kotły parowozowe	7—13	20—30	4—8	31—51

DZIAŁ TRZYNASTY.

KUŹNICTWO ŻELAZA.

I. MATERIAŁY SUROWE.

A. Paliwa.

Por. T. I str. 321 i nast., a o ciężkościach właściwych i t. p. T. II str. 6 i nast., oraz str. 13.

a. Paliwa stałe.

1. Paliwa rodzime.

Uwaga. Dane poniższe zestawiamy w odsetkach na wagę.

1. **Drwa** zawierają 1,2 do 2,3%, średnio 1,5% popiołów. Wody nawilżającej (hygroskopijnej) miewamy w drzewie świeżo spuszczo-
nem 40%, we wyschłym na powietrzu 20%, a drzewo takie składa się średnio z 40% C i 60% wody, z której 40% jest chemicznie zwią-
zanej, a 20% występuje, jak już wspomniano, w postaci wody nawilżającej.

Poniższe paliwa kopalne powstały z włókna roślinnego przez jego zbutwienie, t. j. przez powolny rozkład chemiczny pod ziemią, a więc przy ograniczonym dostępie po-
wietrza.

2. **Torf**, wyschły na powietrzu, zawiera w sobie około 25% wody nawilżającej, a tworzywo torfowe, po usunięciu tej wody i po odli-
czeniu popiołów (których bywa 1 do 30%), składałoby się średnio z 54% C, 45% wody chemicznie związanej i 1% swobodnego H.

3. **Węgiel brunatny** miewa średnio 20% wody nawilżającej i 5 do 10% popiołów, a po ich potrąceniu właściwe tworzywo organiczne tego węgla składa się z 70% C, 28% wody chemicznie związanej i 2% swobodnego H.

4. **Węgiel kamienny** miewa 5% wody nawilżającej i daje 3 do 7% popiołu. Węgiel kamienny dzielimy zazwyczaj na poniższe rodza-
je, a to zależnie od ilości części gazownych, w nim zawartych, a za-
wartość ta znamionuje poniekąd i okres geologiczny, z którego po-
chodzi:

Chudy węgiel antracytowy zawiera tylko 5 do 10% części gazo-
wnych, wymaga silnego ciągu, spala się małym płomieniem i bez
sadzy. Nadaje się on tak do użytku domowego, jak i wielkopieco-
wego.

Zeskwarny węgiel mało gazowny zawiera 10 do 15,5% części gazownych. Nadaje się on na opał kotłowy, a z domieszką węgla gazownego i na wyrób koksu.

Spiekalny węgiel mało gazowny zawiera 15,5 do 33,3% części gazownych. Gdy zawiera mniej niż 20% tych części, będzie on zdalny do kuzien i na koks, a przy większej ich zawartości, do palenisk płomiennych (np. płomieniaków); z jego płomienia wytwarza się wiele sadzy.

Spiekalny węgiel gazowny zawiera 33,3 do 40% części gazownych. Zdatny do palenisk płomiennych, a miał z niego do kotłowych.

Rozsypny węgiel gazowny zawiera 44,4 do 50% części gazownych. Zdatny do palenisk płomiennych, a miał z niego do kotłowych.

5. **Antracyt** jest rodzajem węgla kamiennego, z którego się już ulotniły prawie wszystkie części gazowne i dla tego nadaje się on do wielkich pieców bez uprzedniego koksowania.

2. Paliwa sztuczne.

1. Węgiel drzewny.

Węgiel drzewny wchłania w siebie 5 do 16% wilgoci, a tlenie jego odbywa się zazwyczaj w mielerzach. Pojemność mielerza bywa 80 do 150 m³, rzadziej do 300 m³ drzew, a wydajność węgla w stosunku do drwa 20 do 25% na wagę, na objętość zaś 50 do 75%, średnio 55%. Zaleca się wypełniać mielerz drwami różnego gatunku, a mianowicie **szczapami**, t. j. drzewem z pnia, **karpinami**, t. j. drzewem wykarczowanym, wreszcie **drzewem gałęziowym**, dobierając ich wzajemny stosunek jak 6:3:1.

Drwa miękkie zwęglają się w przeciągu 2 do 2½ tygodnia w mielerzach mniejszych, t. j. 7,8 do 9,4 m średnicy, we większych zaś, o średnicy 14 do 16 m, zwęglenie wymaga 4 do 5 tygodni.

Wygaźnice (retorty) żeliwne, 2 do 3 m długie, o przekroju okrągłym lub owalnym, 0,8 do 1,2 m w prześwicie, ułożone po dwie do sześciu w wspólnym obmurzu, znajdują również zastosowanie do zwęglania drzew. Wydajność ich bywa 24 do 28% węgla w stosunku do wagi drzew; wyższej z podanych wydajności dosięgamy, zwęglając drwa powoli i przy możliwie niskiej temperaturze.

2. Koks.

Koks wchłania w siebie 3 do 5% wilgoci z powietrza, a wydaje 6 do 12% popiołu na wagę. Przy koksowaniu węgla kamiennego otrzymujemy wytwory wygazowania (suchej dystylacji) dwojakiego rodzaju: stale lotne i skraplające się, a stosunek ich wzajemny bywa średnio jak 11:20. Waga jednego m³ koksu rozsypnego bywa 530 kg, koksu zeskwarnego 495 kg, koksu spiekalnego z mielerza 380 do 420 kg, a z koksownicy (pieca koksarskiego) 330 do 470 kg.

Wydajność na wagę przy koksowaniu bywa: z węgla rozsypnego 55 do 65%, ze zeskwarnego 60 do 70%, ze spiekalnego 60 do 80%. Węgle spiekalne wydają koks w objętości o 20% zwiększo-

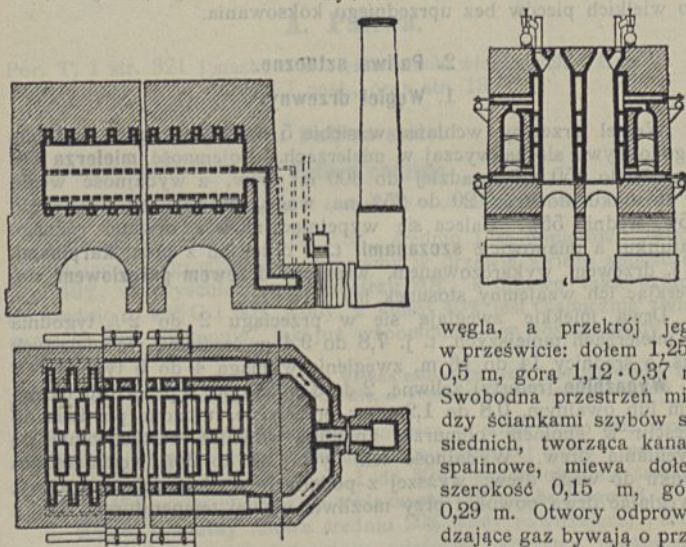
nej, natomiast antracyty i węgle rozspyne zmniejszają swą objętość wskutek wygazowania nawet o 10⁰/o.

Koksownice (piece koksarskie)*).

a) Bez oddzielania mazi pogazowej.

Koksownica ustroju Apolt'a (rys. 1057) składa się z podwójnego szeregu szybów napełnianych węglem, których ścianki pół cegły grube ogrzewają się spalinami z oddzielnego paleniska. Szybów takich stawiają zazwyczaj po 18 w każdej koksownicy, t. j. dwa szeregi po 9 szybów. Pojemność każdego szybu bywa 1,3 do 1,4 t

Rys. 1057.



węgla, a przekrój jego w prześwicie: dołem 1,25 · 0,5 m, górą 1,12 · 0,37 m. Swobodna przestrzeń między ściankami szybów sąsiednich, tworząca kanały spalinowe, miewa dołem szerokość 0,15 m, górą 0,29 m. Otwory odprowadzające gaz bywają o przekroju 0,45 · 0,026 m. Skokowanie wymaga 24 godzin.

Koksownica ustroju Coppée'go posiada zamiast szybów pionowych poziome kanały napełniane węglem, mającym się koksować. Kanałów takich bywa 20 do 30 w spólnym obmurzu, każdy zaś kanał miewa 9 do 10 m długości, 0,5 do 0,6 m szerokości, a 1,0 do 1,6 m wysokości w prześwicie. Jest on pokryty sklepieniem o strzałce 0,08 m. W koksownicy tej spalamy wszystkie gazy, wytwarza-

*) Zeitsch. d. Ver. d. Ing. 1892 str. 1398, 1894 str. 970, 1895 str. 80.

jące się z węgla koksowanego, a powietrze płynące do paleniska podgrzewamy, prowadząc je przez wygrzane kanały murowane. Gotowy ładunek koksu z długiego a wąskiego kanału wytłaczamy od razu, posiłkując się w tym celu wytłaczarką parową, przesuwaną się wzdłuż jednych końców owych kanałów, a wytłaczającą swym tłokiem przesuwnym całą zawartość kanału przez drugi jego koniec, na zewnątrz.

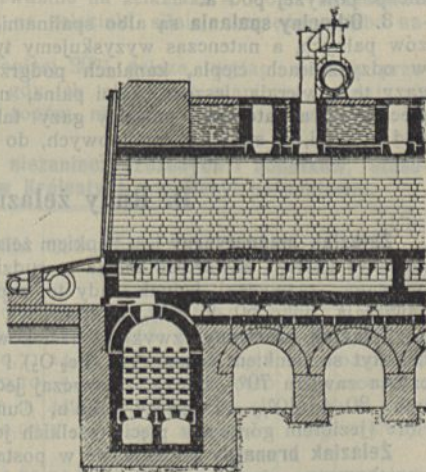
Koksownice te budujemy w dwóch wielkościach, a mianowicie mniejsze, których każdy kanał zawiera 3 t węgla, jest 9 m długi i ma 4,5 m³ pojemności, 27 m² powierzchni wewnętrznej, a 16 m² zewnętrznej powierzchni ogrzewanej; większe zaś z kanałami na 6 t węgla, 10 m długimi, o pojemności 9,6 m³, o powierzchni wewnętrznej 44 m², a zewnętrznej powierzchni ogrzewanej 28 m². W koksownicach mniejszych koksowanie trwa 24 godzin, we większych zaś 48.

b) Z oddzielaniem mazi pogazowej i t. p.

Koksownica ustroju D-ra Otto i Sp. (rys. 1058). Wymiary podobne jak w ustroju poprzedzającym. Gaz czyszcimy wodą, przy-

Rys. 1058.

czem wydzielamy z niego, w stosunku do wagi węgla, około 3% mazi pogazowej (smoły), a nadto otrzymać możemy jeszcze 1 do 1,4% siarczanu amonowego przez właściwą przeróbkę wody pogazowej. Koksu otrzymujemy około 3% więcej niż w urządzeniach bez oddzielania mazi pogazowej. Z otrzymanego gazu oczyszczonego używamy $\frac{5}{7}$ na opał koksownicy, a $\frac{2}{7}$ możemy użyć na inne cele. Powietrze, idące do paleniska, podgrzewamy w **odzysknicach** ciepła (regeneratorach) do 800°.



Koksownica ustroju Semet - Solvay'a posiada

także kanały poziome, gaz czyści się w niej również wodą, a ilości otrzymywanego koksu, siarczanu amonowego i mazi pogazowej są w przybliżeniu takie same jak w ustroju poprzednim, lecz nadto wydziela się tu i benzol. Z gazu oczyszczonego używamy tylko połowę na opał koksownicy, druga połowa pozostaje swobodną na inne cele. Powietrze, idące do paleniska, podgrzewamy w zwykłych kanałach podgrzewczych, bez zastosowania odzysknic ciepła.

b. Paliwa ciekłe.

1. **Ropa naftowa** i odpadki naftowe, czyli **mazut** znajdują zastosowanie w kuźnictwie, tak do opalania przeróżnych pieców kuźniczych, za wyłączeniem jednakże pieców odtleniających (np. wielkich pieców), jakoteż do opalania kotłów, oraz do pędzenia silników spalinowych.

Cieężkość właściwa mazutu 0,89 do 0,9; temperatura zapłomienia (zapłonienia) 88° do 90° , temperatura zapalności 100° do 108° .

2. **Nafta, benzyna, spirytus i t. p.** paliwa ciekłe nie znajdują szerszego zastosowania w kuźnictwie.

c. Paliwa lotne.

1. **Rodzime gazy palne**, przeważnie naftowe znalazły szersze zastosowanie do przemysłu prawie wyłącznie tylko w Pensylwanii, a skład owego gazu bywa tam średnio w odsetkach na wagę: 67% CH_4 , 22% H i 6% C_2H_4 . Jednakże i w Borysławiu (Galicya) gaz rodzimy znalazł zastosowanie jako paliwo, lecz na znacznie mniejszą skalę.

2. **Sztuczne gazy palne** p. T. I str. 1082, a o gazie z koksownic p. powyżej pod a.

3. **Odlociny spalania** są albo spalinami, niezawierającymi już gazów palnych, a natenczas wyzyskujemy tylko jeszcze ich ciepło, np. w odzysknicach ciepła, kanałach podgrzewczych i t. p.; albo też gazy te zawierają jeszcze części palne, np. CO w czadach wielkopieczowych, a natenczas możemy gazy takie spalać powtórnie, np. pod kotłami, w silnikach spalinowych, do prażenia rudy i t. p.

B. Rudy żelazne.

Żelaziak magnetyczny jest tlenkiem żelazawo-żelazowym (Fe_3O_4), daje rys czarny, zawartość żelaza w rudzie zupełnie czystej $72,4\%$ na wagę, zazwyczaj jednak rudy te, z powodu obcych domieszek, zawierają tylko 50 do 60% . W Szwecyi, na Uralu i w New-Jersey.

Żelaziak czerwonny, zwykły i naciekowy, błyszcz żelazny, oraz hematyt są tlenkiem żelazowym (Fe_2O_3) i dają rys czerwony. Ruda czysta zawiera 70% żelaza, zazwyczaj jednak z powodu domieszek, tylko 30 do 40% . Porzeczce Lahn'u, Cumberland, nad Lake Superior (jeziorem górnem z pięciu wielkich jezior Ameryki półn.).

Żelaziak brunatny pojawia się w postaciach żelaziaka zwykłego, naciekowego, ziemistego, skorupiastego, nerkowatego, bobiastego, ikrzastego, łąkowego i jeziornego, jest tlenkiem żelazowym z wodą chemicznie związaną ($\text{H}_6\text{Fe}_4\text{O}_9$). W stanie czystym zawiera 60% żelaza, zazwyczaj jednak, z powodu zanieczyszczeń, tylko 20 do 40% na wagę, daje rys żółtawo-brunatny do brunatnego. Ruda ta jest bardzo rozpowszechniona.

Spat żelazny jest węglanem żelazawym (FeCO_3) z domieszką tlenku manganowego (MnO) do 11% na wagę, a zawiera w stanie

czystym 48,2⁰/₀ żelaza, zazwyczaj jednak, z powodu zanieczyszczeń, tylko 30 do 42⁰/₀.

Żelaziak ilasty oraz kulisty (sferysyderyt), są węglanami żelaza z domieszką gliny, ilu, marglu, piasku i wapna, a nadto zanieczyszczonymi przez siarczany i fosforany różnych metali. Zawierają one w sobie 28 do 35⁰/₀ żelaza na wagę. Gdy żelaziak ilasty występuje w połączeniu z węglem, zwiemy go **żelaznikiem węglowym** (blackband), który ma 24 do 30⁰/₀ zawartości żelaza; obfitsze jego złoża posiada Szkocya.

Zgorzyny iskrzyka żelaznego zawierają w sobie 92 do 96⁰/₀ tlenku żelazowego, a często i domieszki miedzi i cynku.

Żuźle z pieców pudlingarskich i zlipczych (szwajrowskich) są przeważnie krzemianami żelazowymi, zawierającymi w sobie tlenek żelazowo-żelazowy, a żuźle pudlingarskie posiadają często i domieszki fosforu.

Rudy żelazne pojawiają się przeważnie w skałach twardcowych (kwarcowych), wapiennych, ilastych, dolomitowych i marglowych, a pożądanymi domieszkami są rudy manganowe, zwłaszcza manganiak szary (braunsztyn), do tomasowni zaś apatyt. Szkodliwymi zanieczyszczeniami są natomiast wszelkie siarczany metali i spat ciężki.

Żelaziaki dzielimy przeważnie na żelaziaki w złożu **zasadowem** i w złożu **kwaśnem**, oraz na żelaziaki silnie, względnie słabo **na-fosforzone**.

Gdy rudy zawierają poniżej 20⁰/₀ żelaza, wytapianie ich przestaje się już opłacać, lecz gdy ich złożo jest wapienne, nadają się one na domieszkę zamiast topów, niezawierających żelaza.

Rzbiory chemiczne rud niezanieczyszczonych i dodatków, stosowanych przeważnie w Królestwie i w Rosyi południowej.

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Ca O	Mg O	P	S	Ubytek przy prażeniu
Żelaziak ilasty . . .	28,99	0,80	10,15	6,53	7,67	n. o.	0,55	0,00	26,37 ⁰ / ₀
Takiż prażony . . .	46,17	n. o.	11,22	10,68	5,00	n. o.	0,32	0,00	0,39 ⁰ / ₀
Żelaziak brunatny . .	34,50	0,71	24,18	7,59	0,30	0,56	0,30	0,00	9,48 ⁰ / ₀
„ krzyworoski	63,98	0,10	5,19	2,47	0,50	0,00	0,03	0,00	n. o. ⁰ / ₀
Takiż zakrzemiony .	37,39	n. o.	44,17	0,73	0,20	n. o.	0,05	n. o.	1,11 ⁰ / ₀
Manganiak kaukaski	1,23	49,03	11,27	1,97	1,56	0,61	0,13	0,19	2,21 ⁰ / ₀
Żuźle z uszczerzków (fryszerek) . .	40,35	1,77	30,86	n. o.	n. o.	n. o.	0,27	0,12	0,00 ⁰ / ₀
Żuźle pudlingarskie .	57,36	1,90	18,00	„	„	„	1,75	n. o.	0,00 ⁰ / ₀
Żuźle z pieców zlipczych (zlipiaków) .	46,20	0,40	35,15	„	„	„	0,05	„	„ ⁰ / ₀
Walcowiny (zędra) .	73,55	0,53	0,75	„	„	„	0,04	„	„ ⁰ / ₀
Zgorzyny iskrzyku .	62,10	n. o.	2,06	„	„	„	n. o.	3,66	n. o. ⁰ / ₀
Fosforyty podolskie .	n. o.	n. o.	5,48	n. o.	46,1	n. o.	15,63	n. o.	n. o. ⁰ / ₀
Wapniak	—	n. o.	2,52	1,70 ^{*)}	52,01	0,53	n. o.	„	„ ⁰ / ₀
Dolomit	1,35	„	2,76	—	29,66	20,30	„	„	„ ⁰ / ₀

Uwaga. W tablicy powyższej odsetki są oznaczone na wagę, a o ile ich nie oznaczono, wyrażono to przez skrótowanie n. o.

*) Z domieszką Fe₂O₃.

II. WYTWARZANIE SURÓWKI.

A. Przyrządzanie rud.

1. Prażenie rudy.

Celem prażenia jest przede wszystkim usunięcie bezwodnika węglowego i siarki z rud, a również zamiana tlenku żelazawego (FeO) na żelazowy (Fe_2O_3), wreszcie doprowadzenie rud do stanu pewnego spulchnienia.

Rudy wyprażone wchłaniają w siebie na powietrzu 2 do 3% wilgoci.

Sposoby prażenia:

1. W **kupach nieosłoniętych** prażą obecnie już tylko żelaziak węglowy.
2. W **komorach wierzchem niepokrytych** prażymy przeważnie żelaziaki ziemiste, zawierające więcej siarki.
3. W **prażakach szybowych**, o wysokości 2 do 15 m, zazwyczaj zaś 3 do 6 m, a o średnicy w paszczy 2 do 5 m. Na prażenie zużywamy 1 kg węgla drzewnego lub mialu koksowego na 20 do 30 kg rudy, a 1 kg węgla kamiennego na 5 do 10 kg rudy.

Prażaki lejowate ze zagłębia Siegeńskiego (Westfalia) miewają 4 m wysokości całkowitej, a 3,2 m w szybie, którego średnice bywają: w spodku 1,5 m, w paszczy zaś 3,2 m. Przy tych wymiarach pojemność prażaka będzie 17 m³, a wydajność około 50 t spatu żelaznego na dobę. Prażaki te opalają się węglem.

Prażaki klewelandskie miewają 9 do 15 m wysokości przy średnicy 7 m w paszczy i w górnej walcowatej części, która ku spodkowi zwęża się stożkowato. Prażaki te opalają się węglem kamiennym, a ich pojemność dosięga 450 m³.

Prażaki dmuchowe, ustroju **Westmann'a**, opalane czadem wielkopieczowym, miewają 6,6 m wysokości, przy średnicy 1,8 m w paszczy, 2,82 m pod wieńcem dysz, pracujących sprężem 6,5 do 9 mm słupa wodnego; prażaki te wyprażają 45 do 60 t rudy na dobę.

2. Rozdrabnianie rudy i wapiaków.

Spat żelazny posiada **wytrzymałość na zgniecenie** $K = 70 \text{ kg/cm}^2$, a żelaziak magnetyczny i czerwony $K = 200 \text{ do } 300 \text{ kg/cm}^2$.

1. **Perlikiem** jeden robotnik, w czasie 12-to godzinnej dzionki, zdoła potłuc 2 do 5 t rudy na kawałki wielkości orzecha.

2. **Stępy** zalecają się prostotą ustroju, małą ilością odpadków, natomiast wydzielają wiele kurzu. Waga każdego stępora 150 kg, jego skok 0,2 do 0,25 m, ilość zaś skoków 60 na min. Każda tłu-

czarka posiada 3 do 5 step, a wydajność jej liczą w stosunku 300 do 350 kg tłucznia na zużywaną MK i godz.

3. **Gniotowniki walcowe** miewają walce 260 do 950 mm średnicy, a do 300 mm długie, obracające się 45 do 100 razy na minutę. Wydajność liczą 1 do 8 t/godz., przy zużyciu 1 do 12 MK.

4. **Gniotowniki szczękowe** miewają szczęki z żeliwa twardego, o chropowatych lub nazębionych powierzchniach czynnych.

Dane, dotyczące kilku gniotowników szczękowych.

	Gniotowniki napędzane pasem			Gniotowniki napędzane bezpośrednio parą	
Szerokość szczęk mm	200	400	650	400	650
Rozwartość między szczękami mm	120	250	400	250	400
Ilość obrotów na minutę	250	250	250	250	250
Średnica koła pasowego mm	400	630	840	.	.
Szerokość koła pasowego mm	90	150	200	.	.
Niezbędna moc napędcza MK	1	6	12	6	12
Wydajność tłucznia przy 50 mm rozbrzeżności w szczelinie międzyszczękowej . . m ³ /godz.	{ 0,6	5 do 6	10 do 12,5	5 do 6	10 do 12,5
Waga gniotownika kg	1150	4650	11300	4950	12100

3. Odczyszczanie rudy.

1. Płuczka bębnowata, o średnicy bębna 1,5 m, zużywająca 0,93 m³ wody na minutę, a wchłaniająca 15 MK, odczyszczają 30 m³ rudy dziennie.

2. Odczyszczanie magnetyczne stosują sposobem Wetherill'a (przesuwające się taśmy), albo sposobem Mechernich'a (bębny obracające się).

B. Wielkie piece.

a. Zасыp.

1. **Rudy** dobieramy tak, aby ich mieszanina zawierała w sobie 25 do 60% żelaza na wagę.

2. Dodanie **topów** ma na celu wzbogacenie zasypu takimi częściami składowymi, które są niezbędne do prawidłowego wytopienia żelaza, a których sama ruda nie posiada podostatkiem. Zazwyczaj braknie w rudzie wapna, rzadziej glinki lub krzemu. **Namiar** należy tak ustosunkować, aby się w piecu na koks wytworzyć mogły krzemiany, a w piecu na węgiel drzewny dwukrzemiany. W tym celu powinniśmy obliczyć namiar tak, aby w zasypie otrzymać stosunek na wagę:

$$\text{Ca O} : \text{Al}_2 \text{O}_3 : \text{Si O}_2 = 30 : 14 : 56, \text{ wzgl. } 47 : 15 : 38 *).$$

*) O doborze, namiarze i zasypach wielkopieczowych, p. Wedding, Handbuch der Eisenhüttenkunde, oraz tegoż autora: Grundriss der Eisenhüttenkunde.

1) **Wapień**, czyli węglan wapnia zawiera 56% wapnia, a jego ciężkość właściwa bywa 2,6 do 2,7. Dolomit jest węglanem wapniowym i magnezowym (45,8%), ma ciężkość właściwą 2,8 do 2,9, a nadaje się przede wszystkim do rud ilastych (gliniastych).

2) **Bauksyt** (35 do 70% tlenku glinowego) nadaje się jako top do rud przekrzemionych i przewapnionych.

3) **Łupek gliniasty** i glina łupkowata zawierają 10 do 20% tlenku glinowego, a 40 do 70% bezwodnika krzemowego. Nadają się one na topy do rud przewapnionych.

4) **Żużle** z pieców pudlingarskich, zlipezych i t. p. zawierają w sobie 8 do 36% bezwodnika krzemowego, a 50 do 60% tlenku żelazawego.

Oprócz właściwych topów namierzamy do zasypu i inne dodatki do rud, jako to:

1) Zendrę walcowniczą (walcowiny), zawierającą 60 do 70% żelaza, młotowiny i t. p. tworzywa, wzbogacające rudę.

2) Zgorzyny iskrzyka żelaznego (pirytu), zawierające 55 do 65% żelaza.

3) Fosforyty (fosforany wapnia) zawierające w sobie 12 do 16% fosforu.

Domieszki zawarte w samej rudzie, wraz z topami, dodanymi przy namiarze, wytwarzają w wielkim piecu żużel o ciężkości właściwej 2,5 do 3. Stosunek na wagę ilości żużla względnie do otrzymanej surówki bywa od 0,7:1 do 2,1:1, a w skrajnych przypadkach 5:1. Podczas zdarnego biegu pieca żużle nie powinny zawierać żelaza.

3. Opał. Rozchód paliwa zależy od względnej zawartości żelaza w **namiarze** i od stopnia odtlenialności rud. Średnio można liczyć: Na 100 kg **surówki białej** 90 do 150 kg koksu, a wyjątkowo przy sprzyjających okolicznościach 75 kg. Na 100 kg **surówki szarej** z rud łatwo odtlenialnych, np. z żelaziaków kulistych, i przy zastosowaniu **dmuchu gorącego**, 100 do 120 kg koksu. Z rud trudniej odtlenialnych i przy namiarze, mniej żelaza zawierającym, 140 do 180 kg koksu. Ryczałtowo można liczyć, że średnie zużycie koksu będzie 95%, względnie do wagi surówki wytopionej.

Węgla kamiennego lub antracytu potrzeba 1½ razy więcej niż koksu.

Na 100 kg surówki białej liczą 100 do 120 kg węgla drzewnego, a na surówkę szarą 120 do 180 kg.

Surówka nakrzemiona wymaga więcej paliwa (np. z 10% Si — 260 kg koksu), **surówka namanganiona** jeszcze więcej, a żelazomangan najwięcej, t. j. do 300 kg koksu, przy 80% Mn.

Im dmuch będzie gorętszy, tem większą będzie oszczędność paliwa.

b. Ustrój wielkich pieców.

Wagę wielkiego pieca, wraz z zawartością, na **każdy** m wysokości pieca i na m² rzutu poziomego można liczyć średnio 1600 do 1800 kg w **piecach słupowych**, a 1200 do 1600 kg w nowszych

piecach bezoponowych. Spodnią część posady wielkopiecовой wytwarzamy zazwyczaj z warstwy betonu 1 m grubej, cała zaś wysokość posady bywa 1,5 m pod **piece przyporowe**, a 1,5 do 2 m pod słupowe. **Posada** musi być szersza od samego pieca, tworząc w około niego odsadzkę, 0,2 do 0,3 m szeroką pod piecami przyporowymi, a 1 do 1,5 m pod słupowymi, licząc od skraju płyty podslupowej.

Wieniec podporowy wielkiego pieca bywa żeliwny, albo zlewno-żelazny, a wspiera się on ponajczęściej na słupach żeliwnych, około 4 m wysokich, 350 do 450 mm średnicy, przy grubości ścianek 25 mm.

Opona wielkopiecowa składa się z pierścion stożkowatych, a każde pierściono z odpowiedniej ilości blach. Stosujemy dwojakiego rodzaju połączenia tych blach, a mianowicie: albo nitujemy je w sposób zwykły ze sobą, a wówczas szwy poobwodowe otrzymują nicenie jednorzędne, natomiast szwy, skierowane z góry w dół, mają nicenie dwurzędne; grubość blachy zaś będzie w tym przypadku w pierścionach górnych 8 do 9 mm, w dolnych 10 do 12 mm. Albo też każda blacha, 6 mm gruba osadza się na nity w oprawę z kątownika 70 · 70 · 9 mm, a tak oprawione kawałki składamy dopiero w pierściona, które znów łączą się nawzajem ze sobą. Między oponą a murem szybu pozostawiamy odstęp 100 do 200 mm, wypełniając nieraz tę przestrzeń gruzem.

Piece bezoponowe, ustroju Büttgenbach'a, ściągają się obręczami, leżącymi na spoinie między dwoma wieńcami ciosów, a sąsiednie obręcze łączą się nawzajem poprzeczkami, 8 · 20 mm przekroju, rozstawionymi w odstępach wzajemnych \approx 750 mm. Obręcze te miewają przekrój 100 · 20 mm na szybie właściwym, a 130 · 20 mm przy spadkach.

Opona na gardzieli i przy **paszozy** bywa 5 mm gruba, a około 3 m wysoka. **Pomost** i urządzenia zasypowe nie powinny się wspierać na murze szybu właściwego.

Spadki i gar (zaprawę) należy chłodzić, a każda chłodnica zużywa około 0,1 m³ wody na godzinę.

Szyby wielkopiecowe budujemy albo z cegły zwykłych wymiarów (120 mm szerokiej), albo z ceglic, t. j. swoistej cegły o wielkich wymiarach, albo wreszcie z ciosów kamiennych. Przy budowie z **ciosów** lub **ceglie** warstwy bywają 150 do 200 mm wysokie, same zaś ceglice lub ciosy otrzymują długość równającą się grubości muru, która bywa 600 mm w szybie, a 750 mm w przestronie. Przy budowie z **cegły** zwykłego formatu, szyb miewa grubość 2 cegły, spadki 2¹/₂ do 3, a gar 3¹/₂ do 4 cegieł. **Spodek** jest 0,8 do 0,9 m wysoki, a wierzch jego wznosi się \approx 5 m ponad naziom kuźnicy.

Dysze wstawiamy w oprawę miedzianą lub z brązu, którą zwieemy **tchawą**. W małych piecach tchawę tę osadzamy nieraz bezpośrednio na murze, zazwyczaj jednak siedzi ona w chłodnicy, t. j. w skrzynce metalowej, przez którą przepływa woda chłodząca. Prześwit tchawy bywa 7,5 do 21 cm, zazwyczaj zaś 9 do 12 cm, a sam koniec tchawy, obejmujący dyszę właściwą i wystający poza chłod-

nicę, względnie poza mur, na 5 do 10 cm we wnętrzu pieca, zwie-
my **ryjakiem**. Ilość wody chłodzącej można średnio liczyć na mi-
nutę: na każdą tchawę po 60 do 75 l, a dodatkowo na samą chłod-
nicę jeszcze 75 do 100 l. Wieniec tchaw leży we wierzchniej
części gara, tuż pod krajem spadków. W piecach na koks przy
średnicy gara 1,3 m stosujemy 3 tchawy, przy średnicy gara 1,3 do
2 m — 4 do 5 tchaw, przy średnicy 2 m lub większej, tchaw bywa
6 lub więcej, lecz nie ponad 12. Głębokość gara poniżej wieńca
dysz bywa 1 do 1,1 m w piecach na koks, a 0,7 do 0,8 m w pie-
cach na węgiel drzewny.

Przelewki na żużel leżą przynajmniej 260 mm poniżej wieńca
dysz, wznios ich ponad spadek zależy od wysokości warstwy
surówki wytopionej, jaką utrzymujemy w garze. Ponad tą warstwą
powinna się jeszcze pozostać przestrzeń swobodna na $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{3}$ m³
żużla. Na żużle **rzadkoplątne** starczy 25 mm prześwitu przelewki,
na **gęstoplątne** natomiast prześwit bywa 40 do 52 mm, a nadto
przelewka rozszerza się stożkowo ku stronie zewnętrznej. Przelew-
ki chłodzimy również wodą, której zużywamy \approx 60 l/min. Prze-
lewka ustroju Lürmann'a z brązu, miedzi lub żeliwa, bywa 150 mm
długa, a wysięga 80 mm z wyprawy w przestrzeń gara.

Wymiary wielkich pieców. Wysokość pieca bywa 8 do 10 m na węgiel
drzewny, a na koks 18 do 32 m, zazwyczaj 22 do 25 m. Przesztron
leży ponad wieńcem dysz na $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{2}$ wysokości pieca. Stosunek
średnic: przy wieńcu dysz, w przestrzeni i w gardzieli bywa w pie-
cach na koks jak 1:2,9:1,5, albo jak 1:1,6:1,14, albo 1:2:1,43,
albo wreszcie 1:2,9:2, a w piecach na węgiel drzewny średnio
jak 1:3:1,5. Średnica w prześwicie przy wieńcu dysz bywa: na
opał koksowy 1,2 do 3 m, zazwyczaj \approx 2 m, a nie przekracza
4,3 m; na opał węglem drzewnym 1 do 1,9 m; wreszcie na opał
antracytowy 3 do 3,3 m. Wysokość gara równa się $\frac{1}{7}$ do $\frac{1}{6}$ cał-
kowitej wysokości pieca. Wieniec dysz leży u granicy gara i spad-
ków, które miewają pochyłość względem poziomu 75° dla rud ła-
twiej odtlenialnych, a 68° dla trudniej odtlenialnych. Prześwit prze-
sztronu 5 do 6,5 m, lecz nie ponad 9 m, najwłaściwiej 0,235 do
0,25 całkowitej wysokości pieca. Pojemność wielkiego pieca bywa
na węgiel drzewny 30 do 70 m³, na koks zazwyczaj 250 do 550 m³,
w Stanach Zjednoczonych do 1165 m³.

Wydatność wielkiego pieca można liczyć po 1 t codziennego
wytopu na każde:

3 m³ pojemności pieca, przy wytapianiu zwykłej surówki białej,
z rud łatwo odtlenialnych,

4 m³ pojemności pieca, gdy się rudy odtleniają trudniej,

5 m³ pojemności pieca, przy wytapianiu surówki zwierciadlistej,

7,5 m³ pojemności pieca, przy wytapianiu surówki szarej.

Dane powyższe dotyczą pieca o pojemności 400 m³, a piece tej
wielkości można uważać za najwłaściwsze. Większe piece wyma-
gają większej, mniejsze zaś mniejszej pojemności względnej na każ-
dą tonę codziennego wytopu.

Zasyp ssuwa się w piecu ze średnią prędkością 0,6 do 0,8 m
na godz.

c. Jednostajność prężności dmuchu.

Niejednostajność prężności dmuchu nie powinna przekraczać 4 do 6% średniej jego nadprężności. Dmuchawy trzycylindrowe, z korbami przestawionymi nawzajem o 120° , dają już na ogół dmuch dostatecznie jednostajny. Dmuchawy dwu- a zwłaszcza jednocylindrowe dają dmuch, podlegający większym wahaniom prężności, które moglibyśmy wyrównać dostatecznie przez wstawienie w przewód dmuchowy zbiornika o 10, wzgl. 20-krotnej pojemności cylindra dmuchawy. Wyrównawcze te zbiorniki stają się jednak ponajczęściej zbyt ciężkie, gdyż same przewody dmuchowe, wraz z nagrzewnicami dmuchu, mają zazwyczaj pojemność większą, a więc dostateczną do wyrównania wahań prężności.

d. Nagrzewanie dmuchu.

Do wytapiania surówki nakrzemionej lub namanganionej w piecach większych zaleca się nagrzewanie dmuchu do 900° , w piecach mniejszych starczy na taką surówkę 700° . Jedynie na surówki ubogie w krzem i mangan można stosować bez szkody dmuch o 300° , a nawet wcale nie nagrzewany.

1. Nagrzewnice żeliwne.

Nadają się do nagrzewania dmuchu nie ponad 500° i wychodzą obecnie już zupełnie z użycia. Za paliwo służy zazwyczaj czad wielkopieczowy, a działanie tych nagrzewnic jest bez przerwy. Są to nagrzewnice przeponowe, o przeponach żeliwnych 20 do 30 mm grubych, ukształtowanych w postać rur lub skrzynek kanałowych. Po jednej stronie przepony prowadzimy spaliny czadu wielkopieczowego, po drugiej zaś stronie dmuch mający się nagrzewać. Na 1 m³/min. dmuchu liczą 1,5 do 3 m² przepony, a to w zależności od zamierzonej temperatury nagrzania. Dmuch przelatuje przez nagrzewnicę z prędkością $v \geq 15$ m/sek., obliczoną dla temperatury pośredniej między wlotową a wylotową. Szersze zastosowanie znalazły swego czasu nagrzewnice skrzynkowe ustroju Gjers'a i nagrzewnice z rur zwieszonych ustroju Wedding'a.

2. Nagrzewnice murowane.

Są to nagrzewnice bezprzeponowe i o działaniu z przerwami, gdyż przez kanały murowane przeprowadzamy nasamprzód spaliny (zazwyczaj z czadu wielkopieczowego), a po silnem wygrzaniu ścianek owych kanałów, prowadzimy przez nie, zamiast spalin, dmuch, który się nagrzewa o poprzednio wygrzane ścianki nagrzewnicy. Wobec tego naprzemiannego działania nie starczy jedna nagrzewnica, lecz potrzeba ich teoretycznie przynajmniej dwie, w rzeczywistości zaś, ze względu na czas, niezbędny do skutecznego przemiany, przynajmniej trzy, a z uwzględnieniem zapasu na oczyszczanie

i naprawy, wstawiamy ich przynajmniej cztery dla jednego wielkiego pieca, dla pary zaś takich pieców starczy 5 nagrzewnic. Aby nie zanieczyszczać dmuchu, przeprowadzanego przez kanały, które służyły uprzednio za spalinowe, niezbędnym warunkiem dobrego działania będzie należyte oczyszczanie czadów wielkopieczowych. Nagrzewnice murowane nadają się i do wyższych temperatur dmuchu, a mianowicie na 500° do 1000°, zazwyczaj 850° do 900°.

Prędkość, z jaką dmuch przelatuje przez nagrzewnicę murowaną bywa 1,5 do 2 m/sek. u wlotu, t. j. dla dmuchu zimnego, a 5 do 8 m/sek. u wylotu, t. j. dla dmuchu nagrzanego, a więc o objętości zwiększonej przez nagrzanie. Objętość jednego kg dmuchu, nagrzanego do t° , wyrazi się wzorem:

$$v = \frac{273 + t}{0,4645 p'} m^3,$$

w którym p' oznacza prężność bezwzględną dmuchu, wyrażaną w mm słupa rtęcianego (p. T. I str. 276 i nast.).

Na 1 kg/min. dmuchu liczą po 7,5 do 15 m² powierzchni grzejnej w całym zespole nagrzewnic, czyli około 2,5 do 5 m² powierzchni, nagrzewającej dmuch w danej chwili.

Do oczyszczania lub naprawy wypada nagrzewnicę wychłodzić, na co potrzeba 4 do 6 dni, gdy i podstawa nagrzewnicy jest murowana; podstawa żeliwna skraca ten czas do 2 dni. Oczyszczanie zabiera 2 dni czasu, a powrotne zagrzanie, po takiej przerwie, 20 godzin.

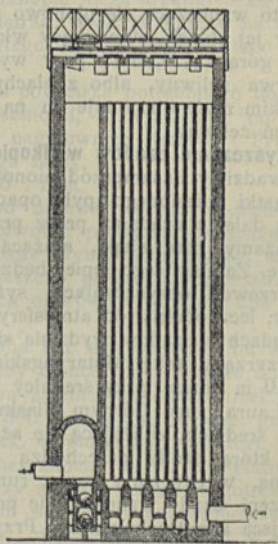
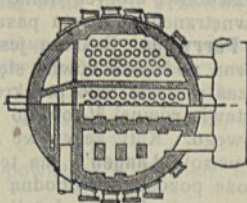
1. **Nagrzewnica ustroju Whitwell'a** miewa średnicę 6 do 7 m, wysokość ∞ 18 m, a przy tych wymiarach 2000 do 3000 m² powierzchni czynnej. Pionowe ściany równoległe dzielą wewnątrz nagrzewnicy na pewną ilość kanałów pionowych. Spaliny wznoszą się zazwyczaj przez pierwszy wielki kanał w górę, opadają następnie przez pięć mniejszych kanałów w dół, potem wznoszą się znów przez jeden kanał przestronniejszy w górę, by ponownie przez 5 do 7-iu mniejszych kanałów opaść w dół do czopucha, z którego uchodzą do komina. Po należytem wygrzaniu odstawiamy dopływ spalin i nastawiamy nagrzewnicę na dmuch, który ją przebiega w kierunku odwrotnym. Nagrzewnica tego ustroju wymaga nieco większej powierzchni na każdy kg dmuchu, niż powyżej podano.

2. **Nagrzewnica ustroju Cower'a** miewa 5 do 7 m średnicy, 18 do 22 m wysokości, a przy tych wymiarach 4000 do 6000 m² powierzchni czynnej. Mimośrodkowo budujemy pionowy szyb, 1 do 1,5 m średnicy, a całą pozostałą przestrzeń walcową wewnątrz wypełniamy możliwie wielką ilością (300 do 500) kanalików pionowych, o średnicy 15 cm, rozdzielonych nawzajem od siebie ściankami 6 cm grubości, przestrzeń zaś kopuły pozostawiamy swobodną. Do wytworzenia owych kanalików nadaje się dobrze cegła 20·20 cm w przekroju poziomym z dziurą 15 cm średnicy. Czady wielkopieczowe wprowadzamy dołem do szybu i spalamy je w nim, spaliny zaś wznoszą się przezeń aż pod kopułę, w której zmieniają swój lot i podążają przez owe ciasne kanaliki w dół do czopucha, a dalej do

komina. Po należytem wygrzaniu ścian kanalików, przestawiamy nagrzewnicę na dmuch, który przetłaczamy przez nią w kierunku odwrotnym, względnie do opisanego powyżej przelotu spalin.

3. Złączony ustrój Whitwell'a i Cowper'a przedstawiamy w rys. 1059 i 1060. Nagrzewnicę podzielono dwiema ścianami pionowymi na 3 części, z których każda składa się z jednego szybu o większym przekroju i z możliwie wielkiej ilości ciasnych kanalików pionowych. Czad wielkopieczowy spala się u spodu pierwszego szybu, spaliny wznoszą się w nim w górę, a opadają przez przynależne kanaliki w dół i tu przechodzą spodem do szybu drugiego. W nim wznoszą się znów do góry, by przez przynależne kanaliki opaść powrotnie w dół, poczem przechodzą do szybu trzeciego, wznoszą się w nim jeszcze raz w górę i jeszcze raz opadają w dół przez kanaliki przynależne do tego szybu trzeciego, poczem przez czopuch uchodzą do komina. I w tym ustroju dmuch ma lot odwrotny.

Rys. 1059 i 1060.



e. Czadnia.

Czady uchodzące z wielkiego pieca, a więc przy jego paszczy, posiadają zazwyczaj nadprężność 11 do 17 mm słupa wodnego.

1. Czadnia podpaszczowa.

Na wewnętrznym obrzeżu paszczy spoczywa swem wierzchniem obrzeżem zewnętrznym pionowa rura z blachy żelaznej, 6 do 9 mm grubej, zwiększająca się od obrzeża paszczy na 1,6 do 2,2 m w głąb szybu, przyczem spoina między rurą a brzegiem paszczy musi być należycie szczelna. Między tą rurą a murem szybu pozostaje pierścieniowata przestrzeń swobodna, 210 do 260 mm szeroka, stanowiąca zbiornię czadu wielkopieczowego, czyli czadnię. Suma przekrojów odlotowych na czad wielkopieczowy bywa $\frac{1}{6}$, a przy paszczach większej średnicy, t. j. ponad 3 m, do $\frac{1}{8}$ całkowitego przekroju gardzieli szybu. Czad z tych odlotów

sprowadzamy kanałem żelaznym do wspólnego przewodu czadowego, składającego się z rur żelaznych, 500 do 900 mm średnicy, które zwiemy **czadówkami**. Przewód ten obliczamy na prędkość 6 do 8 m/sek., a zabezpieczamy go od nadmiaru prężności zaworami bezpieczeństwa. Wadą tego ustroju są zmiany prędkości czadu przelatującego.

2. Czadnie nadpaszczowe mają przeważnie kształt stożków ściętych lub dzwonów, których dolne obrzeże leży w przybliżeniu w poziomie wewnętrznego obrzeża paszczy.

Stożek Parry'ego. Paszcza jest odwróconym stożkiem ściętym, którego górna podstawa równa się przekrojowi gardzieli szybu, dolny otwór zaś połowie tego przekroju. W paszczy tej spoczywa stożek o podstawie równej $\frac{2}{3}$ owego przekroju gardzieli, czyli $\frac{4}{3}$ otworu paszczowego. Kąty zesypowe stożków 35° do 37° .

Dzwon ustroju Langen'a ma tę zaletę, że cała powierzchnia zasypowa może pozostać swobodną na zasyp.

Czadnia ustroju Hoff'a. Jeżeli przez w oznaczymy prześwit gardzieli, to wznosząca się pionowo rura odlotowa ma średnicę $0,28 w$, a dolny jej stożek, stanowiący właściwą czadnię, ma spodem średnicę $0,7 w$, górą zaś $0,28 w$, przy wysokości $0,25 w$ do $0,27 w$. Stożek ten bywa żeliwny, albo z blachy żelaznej, 13 do 15 mm grubej, a w takim razie otrzymuje on na spodnim obrzeżu doszczelniający pierścień żeliwny.

Oczyszczanie czadów wielkopiecowych. Przewód czadowy z pieca prowadzimy nasamprzód pionowo w górę, skutkiem czego grubsze cząstki uniesionego pyłu opadają z powrotem do pieca, lżejsze zaś idą dalej z czadami przez przewód schodzący, którego koniec przedłużamy rurą ślepą, służącą za odpylnię i zaopatrujemy ją w klapę. Zamiast tego lepiej będzie przeprowadzać czady przez szeroki przewód oczyszczający, syfonowato ukształcony, a spodem otwarty, lecz odcięty od atmosfery przez zamknięcie wodne. W tych przyrządach z czadów wydziela się pył, maź pogazowa i para wodna. Przyrządy takie (lotaryngskie) bywają 1,2 do 1,7 m wysokie, 8 do 10 m długie, przy średnicy przewodu 1,0 do 1,5 m. W kuźnicy „Laura”, na Górnym Śląsku, sprowadzają czady w dół rurą 0,94 m średnicy, zbliżającą się aż na 0,16 m do powierzchni wody, ponad którą czady przechodzą w pierścieniowatą przestrzeń zewnętrzną, wytworzoną przez rurę o średnicy 3,15 m, w której to przestrzeni czady wznoszą się powrotnie w górę i uchodzą w bok do miejsca zapotrzebowania. Przyrząd ten wyrobiono z blachy żelaznej 6 mm grubej.

Do oczyszczania i odpylania czadów, zwłaszcza mających napędzać silniki spalinowe, stosują też przeróżne przyrządy ruchome, np. koła łopatkowe, z dopływem wody czyszczącej przez piastę; odśrodkową płuczkę przeciwprądową ustroju Theisen'a i t. p. Dodatkowo oczyszczają jeszcze czady, przepuszczając je przez trociny, żużel rozwiłkniony, włosie drzewne i t. p. Jednocześnie z oczyszczaniem następuje ochładzanie się czadów.

Dokładne oczyszczanie czadów staje się niezbędnem zwłaszcza wtenczas, gdy są przeznaczone do silników spalinowych (p. T. I str.

1082, 1083 i 1097), gdyż silniki takie nie znoszą więcej niż 0,02 g pyłu wielkopieczowego w 1 m³ czadu, a czad wychodzący z wielkiego pieca zawiera przed oczyszczeniem 12 do 45 g takiego pyłu, po oczyszczeniu przedwstępnem zaś przez nieruchome odpylne wodne jeszcze 0,2 g. Odśrodkowa płuczka Theisen'a pozostawia zaledwie 0,005 g pyłu w 1 m³ czadu.

f. Ilość i jakość dmuchu, oraz jego przewodność.

1. **Ilość dmuchu** określamy podług ilości tlenu, niezbędnego do utlenienia paliwa, zawartego w zasypie, przyczem wypada uwzględnić stosownie i tlen, otrzymywany skutkiem odtleniania rudy.

1 kg tlenu jest zawarty w 4,24 kg powietrza, a
1 m³ „ „ „ „ „ 4,69 m³ „ „

Dalsze szczegóły o składzie powietrza p. T. I str. 321 i nast., rozdział „Spalanie“.

Na 1 kg węgla drzewnego w zasypie liczą średnio 9 kg powietrza, a na 1 kg koksu, 6 kg powietrza. Ilość ta starczy na utlenienie 60% węgla, w paliwie zawartego, na CO, a 40% tego węgla na CO₂.

Do teoretycznie obliczonej ilości powietrza potrzebnego dodajemy jeszcze pewien procent na nieuszczelności, a to zależnie od stanu, w jakim znajdują się przewody i nagrzewnice dmuchu. Przy gorszym ich stanie dodatek ten dosięga 25%.

O **dmuchawach** p. T. I str. 780 i nast.

2. **Prężność dmuchu** zależy od oporów w przewodach i nagrzewnicach, od mających się wywołać prędkości w dyszach, od oporów przy przejściu przez zasypany szyb wielkopieczowy, wreszcie i od prężności, jaką czady mają jeszcze posiadać w gardzieli wielkopieczowej. Dane do obliczenia tych oporów p. T. I. str. 294 i nast., oraz str. 299 i nast.

Prędkość wylotu z dysz powinna być tem większa, im większą jest średnica wieńca dyszowego, aby dmuch mógł dotrzeć do samego środka pieca. Prędkość ta bywa zatem 80 do 200 m/sek. w piecach na węgiel drzewny, 150 do 300 m/sek. dla dmuchu gorącego w piecach na koks, a do 400 m/sek. w piecach na antracyt.

Ilość G powietrza w kg/min, nagrzanego do t^0 , a wylatującego z dyszy, o przekroju F w cm², przy średnim stanie wilgotności powietrza i stanie b barometru w mm sł. rt., a nadprężnościach: h_1 przed dyszą, h_2 za dyszą (w garze), mierzonych również w mm sł. rt., otrzymamy z poniższego wzoru:

$$G = 0,06664 \lambda \mu F \sqrt{\frac{(b + h_2)(h_1 - h_2)}{273 + t}} \text{ kg/min.},$$

w którym wartość współczynnika wypływu $\mu = 0,86$ (podług Hauer'a). Dopóki stosunek $(h_1 - h_2) : (b + h_2)$ jest względnie nie wielki, t. j. gdy nie przekracza wartości $1/8$, współczynnik poprawczy $\lambda = 1$. Dla większych wartości owego stosunku należy prawą stronę wzoru pomnożyć przez współczynnik poprawczy λ , podany w tablicy poniższej.

Wartości współczynnika poprawczego λ .

$b + h_2$ w mm sł. rt.	$h_1 - h_2$ w mm sł. rt.				
	100	500	1000	1500	2000
600	0,99	0,97	0,95	0,92	0,90
800	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92
1000	1,00	0,98	0,97	0,95	0,94
1300	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
1600	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96

Objętość V w m^3/min . powietrza ważącego G kg, będzie:

$$V = vG,$$

jeżeli przez v oznaczymy objętość właściwą, t. j. objętość 1 kg powietrza. W tablicy górnej, na str. 282 T. I, podano wartości v dla temperatur i stanów barometrycznych, jakie u nas zachodzą. Np. dla 0° i $b = 760$ sł. rt., $v = 0,777$.

Nadprężność h_2 , w garze wielkich pieców na koks, bywa 30 do 70 mm sł. rt., czyli około $0,2h_1$ do $0,4h_1$ (h_1 = nadprężność przed dyszą).

Z powyższego wzoru na G możemy wprost obliczyć ilość powietrza wylatującego z dysz, jeżeli znamy wartości b , h_1 , h_2 , t , oraz F , które możemy pomierzyć bez trudu. Jeżeli jednak naodwrot znamy G (jako obliczone z ilości paliwa w namiarze i z ilości zasyków, niezbędnej dla pożądanej wytwórczości), oraz przekrój dysz F i ocenimy wartości h_2 i średnią b , to, w celu obliczenia nadprężności h_1 przed dyszami, przekształcamy ów wzór na:

$$h_1 = h_2 + \frac{225,2(273 + t)}{b + h_2} \left(\frac{G}{\lambda \mu F} \right)^2.$$

Dodając do obliczonego w ten sposób h_1 jeszcze wysokości oporów w przewodach dmuchowych i w nagrzewnicach, otrzymamy nadprężność h_0 u wylotu z dmuchawy, czyli jej spręż, który, podług G. Schmidt'a, można średnio liczyć:

$$h_0 = 1,25h_1 + 20 \text{ mm sł. rt.}$$

Spręż ten h_0 , wyrażony w mm sł. rt., zamieniamy na spręż $(p - 1)$, wyrażony w atm., dzieląc h_0 przez 735,5 i wartość tę:

$$(p - 1) = \frac{h_0}{735,5},$$

wprowadzamy we wzór, podany w T. I str. 794, na moc wskazaną N_i silnika, mającego poruszać dmuchawę, a mianowicie:

$$N_i = \varepsilon \alpha \frac{V}{\beta} \cdot \frac{10000(p - 1)}{75}.$$

Wartości $(p - 1)$ bywają zazwyczaj:

do wielkich pieców na węgiel drzewny: 0,07 do 0,2 kg/cm^2 ,
 „ „ „ „ koks: 0,1 do 0,4, średnio 0,3 kg/cm^2 ,
 „ „ „ „ antracyt: 0,4 do 1 kg/cm^2 , a czasowo dosięgają nawet 1,5 kg/cm^2 .

W tym celu do wielkich pieców na antracyt budujemy kotły, silniki i dmuchawy tak, aby ich wydajność mógł czasowo zwiększać do odpowiadającej owemu podwyższonemu sprężowi.

Srednicę prześwitu dysz obliczamy ze wzoru:

$$\frac{\pi}{4} d^2 = \frac{F}{n} = \frac{G}{0,06664 \lambda n \mu} \sqrt{\frac{273 + t}{(b + h_2)(h_1 - h_2)}}$$

w którym, oprócz znakowań powyżej już objaśnionych, oznaczono przez d średnicę prześwitu dyszy w cm, a przez n ilość dysz, wahającą się zazwyczaj w granicach od 3 do 8, a to zależnie od średnicy gara. Os dyszy kierujemy nie po promieniu ich wieńca, lecz odchylamy ją od tego promienia w bok o 6° .

3. **Wymrażanie dmuchu** ma na celu usunięcie z niego wilgoci, która, marznąc opada w postaci szronu. W 1 m^3 powietrza o $+30^\circ$, w stanie nasycenia wilgocią, jest jej około 30 g, a przy -6° tylko 3 g. Przy wymrażaniu zatem powietrza wilgotnego, np. przez jego oziębienie z 30° do -6° , usuwamy 90% jego wilgoci. Jednostajna a nieznaczna wilgotność dmuchu ujednostajnia bieg wielkiego pieca w takim stopniu, że opłacają się koszta wymrażania dmuchu z pomocą oziębiarek mechanicznych. Rozumie się samo przez się, że wymrażamy dmuch przed jego nagrzewaniem.

4. **Przewody dmuchowe** obliczamy tak, aby dmuch zimny, idący do nagrzewnicy, posiadał prędkość około 10 m/sek., nagrzany zaś stosunkowo większą.

C. Składy chemiczne surówek i żużli wielkopieczowych.

1. Odsetki (na wagę) domieszek w surówkach.

Rodzaj surówki	Krzemu	Fosforu	Siarki	Manganu	Miedzi	Grafitu	Grafitu i węgla razem
Surówka na węglu drzewnym:							
Surówka szara z Ilsenburga	2,2	0,51	0,07	0,41	0,05	2,97	3,50
Surówka pstra z Finspong (Szwecya) . .	0,63	ślady	0,13	0,32	ślady	2,26	2,70
Surówka szara, na koksie:							
Surówka nakrzemiona z Hörde	16,31	0,18	n. ozn.	1,22	n. ozn.	0,80	0,80
Takaż z Kuźnicy królewskiej (Königshütte)	11,29	0,08	0,02	2,08	n. ozn.	1,59	1,59
Surówka besemer- } № I (ciemno-szara)	3,31	0,07	0,05	3,41	n. ozn.	4,00	4,76
niana z Kuźnicy } № II (szara)	2,52	0,07	0,03	3,90	n. ozn.	3,10	3,76
„Jerzy Maria“ } № III (jasno-szara)	1,73	0,08	0,04	3,78	n. ozn.	2,97	3,14
Z Kuźnicy „Frydryk Wilhelm“ № I	2,81	0,68	0,02	1,05	0,02	3,50	3,86
Takaż № III	2,37	0,77	0,02	0,82	n. ozn.	3,37	3,87
Takaż z hematytu № I	2,99	0,07	0,02	1,18	0,02	3,29	3,80
Surówki } Coltness № I (ciemno-szara)	2,77	0,80	0,02	1,31	0,09	3,33	3,78
szkockie } Coltness № III (szara)	2,16	0,51	n. ozn.	0,67	0,08	2,54	2,82
Langloan	2,93	0,75	0,04	1,62	0,07	3,40	3,86

Rodzaj surówki	Krzemu	Fosforu	Siarki	Manganu	Miedzi	Grafitu	Grafitu i węgla razem
Surówka szara, na koksie:							
Surówka angielska Clarence № III	2,52	1,49	0,06	0,68	0,04	3,39	3,52
Luksembursko- Lotaryngska { № III	2,71	1,78	—	—	—	3,30	3,82
{ № IV	2,71	1,93	—	—	—	3,30	3,82
surówka: { № V	2,86	1,89	—	—	—	3,40	3,71
Minette { № VI	1,87	1,85	—	—	—	3,10	3,76
Surówka biała, na koksie:							
Surówka zwierciadlista Fr. Krupp'a	0,30	0,16	0,01	11,3	n. ozn.	—	5,30
S. biała promienista z Ilsede	0,11	3,29	0,04	3,84	n. ozn.	—	2,68
Żelazo-mangan z Hörde	2,52	0,38	ślady	55,1	0,17	—	5,31
Surówka drobnozwierciadlista z kuźnicy: „Jerzy-Maria“	0,37	0,08	ślady	4,28	n. ozn.	—	3,83
Jasno-pstrawa z kuźnicy: „Jerzy-Maria“	1,03	0,09	0,05	2,74	n. ozn.	2,46	3,67
Zwykła surówka biała z Gliwic	0,53	0,96	0,07	0,78	n. ozn.	—	3,18
Surówka tomasowniana z Ilsede	0,03	3,12	0,14	—	—	—	1,64
Takaż górnoszląska	0,29	2,36	0,12	0,30	—	—	2,52

2. Skład chemiczny kilku rodzajów żużli wielkopiecowych, w odsetkach na wagę.

Pochodzenie żużla	Bezwodnik krzemowy	Tlenek glinu	Tlenek wapnia	Tlenek magnezu	Tlenek manganowy	Tlenek żelazawy
Żużel od surówki na węglu drzewnym:						
Gatunek średni	47,0	7,0	46,0		—	—
Od surówki szarej z Siegen	49,6	9,0	—	15,0	25,8	0,04
Od surówki zwierciadlistej z Siegen	48,4	6,7	—	10,2	34,0	0,06
Żużel od surówki na koksie:						
Gatunek średni	35,0	7,0	58,0		—	—
Od surówki szarej:						
Od surówki odlewniczej z Mülheim'u	31,7	13,1	46,5	2,0	—	1,1
„ „ „ z kuźn. „Jerzy-Maria“	29,0	7,0	39,4	18,3	—	1,6
Od surówki z hematytu z Mülheim'u	31,7	13,0	51,2	2,1	—	1,0
Od surówki białej:						
Od żelaza-manganu z Siegen	25,0	12,0	42,0	6,5	14,5	—
Od surówki zwierciadlistej z Siegen, zawierającej 10 do 12% Mn	29,0	8,5	39,0	3,0	15,0	0,5
Od surówki tomasownianej z Lotaryngii	31,5	18,5	43,0	2,0	1,9	—
Od takiejże z Ilsede	30,0	11,0	37,0	4,0	14,0	—

D. Żeliwnictwo. (Odlewnictwo żeliwa)*).

a. Materiały surowe.

1. Surówka.

2) Właściwości surówki odlewniczej.

Podług wyglądu w świeżym łomie rozróżniamy zasadniczo co do barwy, **surówkę szarą i białą**, oraz gatunki pośrednie, jasnoszare lub

*) Opracował inż. W. Łatkiewicz.

psre, a pod względem wielkości ziarna i polysku: surówkę drobnoziarnistą i gruboziarnistą, a gdy łom surówki przedstawia pozałamywane większe kawałki płaszczyzn polyskujących, zwiemy ją **zwierciadlistą**, rozróżniając znów grubo, wzgl drobnozwierciadlistą. Surówka zawiera w sobie średnio 3 do 4⁰/₀ węgla, który może być albo chemicznie związany, a natenczas nie nadaje surówce barwy ciemnej (surówka biała), albo też występuje w postaci ziarenek grafitu, leżących między ziarnkami żelaza, a natenczas grafit ten nadaje żeliwu barwę ciemniejszą (surówka szara). W gatunkach pośrednich część węgla występuje jako grafit, reszta jest chemicznie z żelazem związana.

Ze samego wyglądu nie można jednak ocenić przydatności surówki; rozstrzyga o tem wyłącznie jej skład chemiczny, zwłaszcza odsetki różnych domieszek (por. tablicę str. 549 i 550). Dlatego też wszystkie poważniejsze zakłady wielkopiecowe poręczają skład chemiczny surówki, przez siebie dostarczanej.

Zwykle domieszki surówki są: węgiel (C), krzem (Si), mangan (Mn), fosfor (P), siarka (S), oraz różne metale, jako to: miedź (Cu), nikiel (Ni), chrom (Cr) i t. p. Każda z tych domieszek wywiera wpływ swoisty na właściwości żeliwa i przymioty odlewu, a mianowicie:

1) **Węgiel** w postaci grafitu nietylko zmiękcza surówkę, lecz nadto nabarwia ją na szaro. Taka surówka szara jako miękka, nadaje się do obróbki nożem i pilnikiem. Natomiast węgiel chemicznie związany utwardza odlewy, zwiększa ich sprężystość, lecz i pękliwość, a czyni je bardziej odpornymi na działanie kwasów. Surówki niedosycone węglem nawęglają się do stanu nasycenia podczas przetapiania w żeliwiakach (kopulakach). Nawet żelazo zlipne lub zlewne topnieje w żarze, skoro się nawęgli przez zetknięcie z węglem.

2) **Krzem** przeszkadza chemicznemu łączeniu się węgla z żelazem, zmusza zatem węgiel w surówce zawarty do wykryształenia się w postaci grafitu, przeobraża więc surówkę w gatunek szary, gruboziarnisty, podatny do obróbki. Domieszka krzemu zmniejsza skurcz odlewów, lecz zarazem i ich wytrzymałość na ciągnięcie, tak że odlewy, zawierające 3 do 3,5⁰/₀ krzemu, rozrywają się już pod ciągnięciem 10 kg/mm². Podług Wüst'a należałoby zawartość krzemu przystosowywać do średniej grubości odlewu, przez właściwy dobór nmiaru, a mianowicie:

Na odlewy o grubości poniżej 10 mm	2,5 do 2,3 ⁰ / ₀ Si
" " " od 10 do 20 mm	2,3 " 2,1 ⁰ / ₀ Si
" " " " 20 " 30 mm	2,1 " 1,9 ⁰ / ₀ Si
" " " " 30 " 40 mm	1,9 " 1,7 ⁰ / ₀ Si
" " " " ponad 40 mm	1,7 " 1,5 ⁰ / ₀ Si

3) **Mangan** oddziaływa na węgiel wprost odwrotnie jak krzem; ułatwiając chemiczne połączenie się węgla z żelazem, spódziła on wytwarzaniu się surówki białej i jej utwardzaniu. Jednakże zawartość jego ponad 0,7⁰/₀ nie jest pożądana w odlewie żeliwnym.

4) **Fosfor** zmniejsza w wysokim stopniu wytrzymałość żeliwa, dlatego też w odlewach na części maszyn i t. p. zawartość jego nie powinna przekraczać 0,25%, gdyż w takich odlewach jest on bezwarunkowo szkodnikiem. Natomiast znaczniejsza domieszka fosforu czyni żeliwo rzadkopląnnym, wypełniającem doskonale wszelkie zagłębienia formy, dlatego też na odlewy ozdobne domieszkę fosforu powiększamy nawet do 1,35%.

5) **Siarka** w żelwie jest bezwzględny szkodnikiem, a zawartość jej nie powinna przekraczać 0,05%.

6) **Miedź** powyżej 0,3% staje się już szkodliwą, czyniąc odlew żarokruchym.

7) **Nikiel** zwiększa nietylko chemiczną odporność żeliwa, zwłaszcza na roztwory zasadowe, ale i jego wytrzymałość.

8) **Chrom** zachowuje się w sposób podobny jak mangan, przede wszystkim zaś zwiększa on wytrzymałość żeliwa.

9) **Glin**, w domieszce 0,1 do 0,2%, podnosi temperaturę topnienia żeliwa, oczyszcza je z tlenku węgla, przyczynia się zatem do ścisłości odlewu, który jednakże wymaga natenczas dokładnego wysuszenia form.

Królestwo Polskie wytapia więcej surówki białej, a mniejsze ilości szarej, którą odlewnie nasze sprowadzają przeważnie z Rosyi południowej, otrzymując stamtąd na ogół surówkę bogatą w krzem (do 3,8%), a prawie wolną od siarki i fosforu. Ponieważ węgiel drzewny nie zawiera w sobie ani siarki ani fosforu, więc surówka na nim wytapiana posiada swoistą wartość, a Królestwo Polskie wytapia jeszcze względnie spore ilości takiej surówki.

Zasadniczym tworzywem w żeliwnictwie jest surówka wytopiona we wielkich piecach, możemy ją jednak zastąpić częściowo druzgiem żeliwnym, dodawanym w stosownej ilości przy namiarze.

β. Namiar.]

Namiar, t. j. stosunek wzajemny rozmaitych gatunków surówki, paliwa i topów w zasypach żeliwiaka, dobieramy tak, aby otrzymać w odlewie **pożądany skład chemiczny**, który zależy znów od rodzaju odlewu i jego przeznaczenia, a mianowicie:

1) **Na odlewy budowlane**, o ściankach nie zbyt grubych, a kształcie nie bardzo złożonym (jako to: słupy, wsporniki, poduszki, płyty podściągowe, odlewy kanalizacyjne i t. p.), oraz na odlewy drobnostkowe (galanteryjne) **pożądanym** będzie poniższy skład chemiczny żeliwa: 3% C, w postaci grafitu, a 0,4% C, w postaci węgla chemicznie związanego; 2,2% Si; 1,25% P; 0,6% Mn; a nie ponad 0,07% S.

2) **Na odlew maszynowy** **pożądanym** będzie skład następujący: 3,2 do 3,4% C, w postaci grafitu, a 0,4 do 0,5% w postaci węgla chemicznie związanego; 1,8 do 2,1% Si; 0,25% P; 0,8 do 1% Mn; wreszcie nie ponad 0,05 do 0,07% S. Odlewy takie rozrywają się pod ciśnieniem 12 do 15 kg/mm².

3) Na odlewy o swoim przeznaczeniu należałoby też dobierać stosowny skład chemiczny. Można by tu wyróżnić dwa rodzaje odlewów, znajdujących szersze zastosowanie, a mianowicie:

a) **Cylindry silników** parowych, wodnych i spalinowych, tłoczni hydraulicznych i t. p.

b) Odlewy o **zwiększonej odporności** na żar, albo na oddziaływanie chemiczne kwasów i zasad, jako to: rusztowiny, naczynia do wyżarzania swej zawartości, oraz naczynia na kwasy i zasady.

Na obydwie te rodzaje odlewów nadaje się przede wszystkim surówka biała, wreszcie domieszka żelaza kowalnego, a więc zlipnego, zlewnego lub stali, a przez dodanie około 3% niklu zwiększyć możemy odporność chemiczną na zasady.

c) **Odlew utwardzony** (hartgus) na gniotowniki, miazdżarki, walce i t. p. Na odlewy tego rodzaju nadaje się przede wszystkim surówka wytapiana na węglu drzewnym, zwłaszcza wytapiana z dmuchem nagrzanym. Pożytecznym też będzie dodanie surówki białej, mało nakrzemionej, surówki namanganionej, wreszcie żelaza lub stali.

2. Koks.

Przy tleniu koksu wielkopieczowego wysady doborowe, a więc względnie lepiej udatne, wydzielamy z pośród reszty, przeznaczając je na koks żeliwiarski. Koks taki powinien być twardy, dobrze uskwarzony, o dziurkowatości nie przekraczającej stosunku 0,45, względnie do całkowitej objętości danego kawałka, a przede wszystkim powinien on jak najmniej być zanieczyszczony fosforem i siarką. Czystego węgla mamy w koksie żeliwiarskim 88 do 92%, popiołów pozostaje 6 do 10%, a ilość wody nie ma przekraczać 5%, gdyż nadmierna wilgoć zwiększa bezużytecznie wagę przewodową, a nadto w żeliwiaku pochłania ona ciepło niezbędne na swe odparowanie. Koks przez zawilżenie zwiększa swą wagę do 20%.

3. Topy.

Ze zanieczyszczeń surówki, zwłaszcza z piasku, gliny i t. p. przylegających do jej powierzchni, z odpękujących kawałków wyprawy żeliwiaka, z popiołu koksowego i t. d., tworzą się podczas przetapiania żużle. Aby je uczynić łatwiej topliwymi, a rzadko płynnymi, dodajemy do namiaru odpowiednich topów, zazwyczaj wapieni, czasami topnika (fluspatu). Wapienie, stosowane na topy żeliwiakowe, powinny być możliwie nie zanieczyszczone, a więc zawierać przynajmniej 95% czystego węglanu wapnia. Do namiaru dodajemy 15 do 20% wapienia, względnie do wagi koksu w namiarze, a ilość taka starczy nie tylko do stopienia żużla, lecz wchłania w siebie nadto około 50% siarki, zawartej w koksie.

b. Przetapianie.

1. Przetapianie w tyglach.

Tygły bywają podobne jak do stali tyglowej (p. str. 565), piece zaś zazwyczaj szybowe, a przekrój ich w planie takich wymiarów, aby między tygłem a ścianą żarowiska pozostawały odstępki 250 do 300 mm. Wysokość szybu bywa dwa razy większa od prześwitu w planie. Wsad poszczególnego tygla waha się między 10 a 300 kg, dosięgając tylko wyjątkowo 1000 kg. Rozchód koksu w stosunku do wagi żeliwa przetapianego bywa 200 do 800/0, a średnio 1400/0, lecz piece z nadmuchem, np. ustroju Piat-Bauman'a są pod tym względem oszczędniejsze. Zgar 10 do 150/0, a czasem więcej. Tworzywo tygla wywiera również poważny wpływ na ostateczny skład chemiczny wyrobu.

2. Przetapianie w żeliwiakach (kopulakach).

Na każdą t żeliwa przetapianego na godzinę można liczyć po $\frac{1}{12}$ do $\frac{1}{8}$ m² przekroju poziomego w największym miejscu szybu żeliwiaka, który przy średniej wielkości przetapia około 4 t żeliwa na godz. Koks bardziej dziurkowany wymaga stosunkowo większego przekroju jednostkowego, względnie do koksu bardziej ściśłego. Szyb żeliwiaka na koks otrzymuje przynajmniej 2 m wysokości, zazwyczaj 3,5 do 4 m, a na węgiel drzewny 6,5 m. Średnica szybu w miejscu największym powinna być nie mniejsza niż 0,5 m, a to w celu udogodnienia naprawy od wewnątrz. Szyb murujemy z cegły ogniotrwałej na grubość 0,15 do 0,4 m, w oponie z blachy żelaznej 10 mm grubej. W żeliwiakach odlewniczych grubość muru bywa zazwyczaj 0,2 do 0,25 m, w besemerowniach natomiast, z powodu wyższego żaru, 0,4 m. Na dnie pieca ubijamy z gliny ogniotrwałej, z domieszką piasku krzemowego, spodek 0,15 do 0,20 m gruby, a wznoszący się nad nim odlewni o 0,5 do 0,9 m. Na poziomie wierzchu tego spodka znajduje się też otwór spustowy, zatykany korkiem glinianym, za którego wyjęciem roztopione żeliwo, zbierające się w garze, spływa przez rynienkę w podstawione łyże lejarskie.

Dysze, w ilości 2 do 12, a to w zależności od średnicy szybu, rozmieszczamy bądź to wszystkie na jednym poziomie, a więc wytwarzamy z nich jeden wieniec dysz, bądź też w różnych poziomach, tworząc dwa takie wieńce dysz ponad sobą. Wieniec dysz na opał koksem wznosi się 0,5 do 0,75 m ponad wierzch spodka, a na węgiel drzewny, przy łagodniejszym dmuchu mniej, np. 0,35 m. Suma przekrojów wszystkich dysz zależy od nadprężności dmuchu i waha się w granicach $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{2}$ pola największego przekroju w szybie.

Paszcza, przez którą wrzucamy zasypy do żeliwiaka, znajduje się u wierzchu szybu, tuż pod kominem. Zasypy wprowadzamy w ten sposób, że zasypujemy oddzielnie paliwo z topem, a oddzielnie warstwę surówki. Na każde 80 kg koksu w poszczególnym zasypie liczymy około 1 m² paszczy.

Komin jest również z blachy żelaznej, 6 mm grubej, z wewnętrzną wykładziną z cegły ogniotrwałej, i stoi zazwyczaj na oddzielnych nogach, aby nie tamować swobodnego ruchu cegły szybowej, rozszerzającej się pod wpływem żaru. Wyprowadza on spaliny i płomień ponad dach odlewni, a gdy nie ma wyrzucać iskier, wypada zastosować swoiste urządzenia do ich chwywania i zatapiania w wodzie, w którym to celu należy strumień spalin skierować w dół; wymaga to niekiedy sztucznego powiększenia siły ciągu, a więc np. stosowania wydmuchu wywołanego strumienicą parową.

Rozchód paliwa. Na przetapianie w żeliwiaku zużywamy 6 do 12^o/_o koksu, względnie do wagi żeliwa przetopionego, nie licząc w tem ilości potrzebnej na rozpalenie, którą można średnio ocenić na 30 kg.

Dmucha może być chłodny, gdyż jego podgrzewanie nie wpływałoby korzystnie na przebieg przetapiania, a na ogół bywa on łagodny, aby nie zmieniać chemicznego składu żeliwa podczas przetapiania. Nadprężność jego bywa zazwyczaj 200 do 400 mm sł. wod., a wyjątkowo tylko 1500 mm. Na każdą tonę przetopionego żeliwa zużywa się 600 do 700 m³ dmuchu.

Przebieg przetapiania. Warstwy surówki i paliwa zasypywane przez paszczę osuwają się w szybie w dół, w miarę spalania się paliwa w dolnych warstwach i w miarę spuszczenia żeliwa roztopionego. Żar najwyższy otrzymujemy w bliskości poziomu dysz i tu topi się surówka. Przy prawidłowym przebiegu cała zawartość szybu osuwa się powoli i jednostajnie w dół. Gdy ssuwanie to wypadkowo się powstrzyma skutkiem tego, że warstwy ponad dyszami wesprą się o ściany boczne, wytwarzając rodzaj sklepienia, natenczas żeliwo przetopione bieje. Zjawisko takie jest oznaką wadliwego przebiegu, chyba że wywołujemy je celowo, chcąc otrzymać żeliwo niezwykłego gatunku. Podczas prawidłowego przetapiania w żeliwiaku surówka zmienia pierwotny swój skład chemiczny, a mianowicie: stopnia swego nawęglenia nie zwiększa ona wcale, a przynajmniej tylko nieznacznie, krzemu spala się 15 do 20^o/_o ilości pierwotnie zawartej, manganu ubywa, natomiast przybywa fosforu i siarki, a zgar waha się między 3 a 10^o/_o, zazwyczaj zaś między 5 a 7^o/_o. W żeliwiaku możemy stapiać nawet **żelazo kowalne**, a więc żelazo zlipne, zlewne lub stal, które w żeliwiaku nawęglają się szybko, a tak silniej nawęglone stają się łatwiej topliwymi. Zasyp składa się natenczas z 60 do 70^o/_o żelaza gatunków kowalnych, a 30 do 40^o/_o surówki wysoko nakrzemionej; rozchód koksu zwiększa się stosunkowo niezbyt znacznie.

Żeliwiaki ustroju „Ireland“ mają dwa wieńce dysz ponad sobą, we wzajemnym odstępie pionowym 0,45 do 0,75 m. W dolnym wieńcu leżą 3 lub 4 dysze, w górnym zaś mieści ich się dwa razy tyle. Natomiast dysze dolnego wieńca miewają dwa razy większe średnice, niż dysze wieńca górnego. Suma przekrojów dyszowych waha się w granicach $\frac{1}{4}$ do $\frac{1}{2}$ największego przekroju szybowego.

Żeliwiaki ustroju **Krigar'a** nie posiadają dysz właściwych, a dmuch wlatuje w nie przez dwa naprzeciwległe otwory, zasilane z głó-

wnego kanału dmuchowego, opasującego szyb jakoby pierścieniem. Topniejące żeliwo ścieka po spodku do oddzielnego zbiornika, łączącego się z piecem, skutkiem czego nie pozostaje ono w dalszem zetknięciu z koksem i to jest właśnie cechą znamioną żeliwjaków Krigar'a. Ich wymiary bywają, np. na przetop 3 do 4 t na godz.: prześwit szybu dołem 0,6 m, górą 0,85 m; średnica prześwitna zbiornika 0,8 m, wierzch jego wznosi się 2 m, a wierzch szybu 4,4 m ponad naziom odlewni.

3. Przetapianie w płomieniakach.

Do przetapiania surówki na odlewy stosujemy i płomieniaki, aczkolwiek nie często, gdyż zużywają one względnie bardzo wiele paliwa. Stosujemy je zatem tylko wtenczas, gdy cena paliwa jest bardzo niska, albo gdy dane okoliczności tego wymagają, a więc gdy nie możemy połamać na drobniejsze kawałki wielkich kłoców surówki, albo gdy podczas przetapiania chcemy zmienić w pewnym kierunku chemiczny skład żeliwa, np. na odlewy utwardzane. Skład chemiczny zmienia się wskutek tego, że surówka przetapiana podlega działaniu ognia przez względnie dłuższy okres czasu. Spala się głównie krzem i mangan, możemy jednak przez stosowne dodatki pokierować owemi zmianami podczas przetapiania ku pożądanemu wynikowi. Żeliwo stopione tworzy nie na zbyt grubą warstwę w żarowisku, nie podlega dodatkowemu ciśnieniu, gazy z niego uchodzą zatem łatwiej, otrzymujemy więc odlew względnie czystszy i bardziej ścisty.

Na każdą tonę wsadu surówki liczymy po 0,5 do 1 m² powierzchni żarowiska, a mianowicie względnie więcej w płomieniakach małych, mniej w dużych. Całkowite pole R rusztu bywa trzy razy mniejsze od powierzchni żarowiska, otwór nadprzewalowy $\frac{1}{2}$ do $\frac{2}{3} R$, czopuchowy $\frac{1}{9}$ do $\frac{1}{10} R$, przekrój komina $\frac{1}{5} R$, a jego wysokość około 25 m. Każdy przetop zabiera 4 do 5 godzin czasu, a rozpalanie dodatkowo około dwóch godzin.

Rozchód paliwa zależy od stopnia topliwości danej surówki, a będzie on w odsetkach wagi żeliwa przetopionego: 50 do 80% węgla kamiennego, albo 100 do 130% drew.

Zgar, 6 do 9%, zależy przeważnie od ilości spalającego się krzemu i manganu.

Wsad waha się między 3 a 15 t, średnio między 5 do 10 t.

c. Obliczanie wagi odlewu.

Wagę poszczególnego odlewu w kg oznaczamy, obliczając podług rysunku objętość projektowanego odlewu w dm³ i mnożąc objętość tę przez ciężkość właściwą tworzywa odlewu (p. str. 7 i n.).

Wagę odlewów **bezrdzeniowych**, a więc pełnych, możemy też oznaczyć z wagi gotowego pełnego również modelu, oszczędzając sobie w ten sposób znużonej nieraz pracy obliczania objętości. Waga odlewu (z tworzywa o ciężkości właściwej γ_0) do wagi modelu (z tworzywa o ciężkości właściwej γ_m), nie stoi w prostym stosunku $\gamma_0 : \gamma_m$, ponieważ wypada uwzględnić jeszcze kurczenia się odlewu podczas stygnięcia. Skurcz objętościowy jest w przybliżeniu równy trzykrotnej wartości skurczu liniowego σ , którą dla ważniejszych metali podaliśmy na str. 315 Tomu I. Objętość odlewu, z powodu skurczu, zmniejsza się zatem w stosunku $(1 - 3\sigma)$. Znając zatem wagę M modelu, możemy z niej obliczyć wagę G odlewu podług wzoru:

$$G = \frac{\gamma_0}{\gamma_m} (1 - 3\sigma) M = \xi M.$$

Wartości mnożnika $\xi = \frac{\gamma_0}{\gamma_m} (1 - 3\sigma)$ dla różnych tworzyw tak odlewu jak i modelu, zestawiamy w tablicy poniższej, podług Karmarsch'a:

Wartości ξ , t. j. stosunku wagi odlewu bezrdzeniowego do wagi modelu pełnego.

Tworzywo modelu	Tworzywo odlewu						
	Żeliwo. Wartość		Mo- siądz	Spiż	Bronz	Cynk	Spiż na dewony lub dziata
	średnia	naj- większa					
Sośnina	14,0	17,5	15,8	16,7	16,3	13,5	17,1
Jedlina	14,0	17,5	15,8	16,7	16,3	13,5	17,1
Dębina	9,0	10,9	10,1	10,4	10,3	8,6	10,9
Buczyna	9,7	11,1	10,9	11,4	11,3	9,4	11,9
Lipina	13,4	.	15,1	15,7	15,5	12,9	16,3
Grusza	10,2	13,0	11,5	11,9	11,8	9,8	12,4
Brzezina	10,6	13,5	11,9	12,3	12,2	10,2	12,9
Osina	12,8	13,5	14,3	14,9	14,7	12,2	15,5
Mahoń	11,7	.	13,2	13,7	13,5	11,2	14,2
Mosiądz	0,84	0,95	0,95	0,99	0,98	0,81	1,00
Cynk	1,00	.	1,13	1,17	1,16	0,96	1,22
Cyna z dom. $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{4}$ ołowiu	0,89	1,11	1,00	1,03	1,03	0,85	1,12
Ołów	0,64	0,79	0,72	0,74	0,74	0,61	0,78
Żeliwo	0,97	.	1,09	1,13	1,12	0,93	1,18

III. WYRÓB ŻELAZA I STALI.

Uszczerzanie surówki na szczere żelazo, a raczej na żelazo uszczerzone, t. j. pozbawione większej części domieszek, zanieczyszczających surówkę, pozbawione zwłaszcza przeważnej części domieszki pierwotnej węgla, odbywa się w piecach pudlingowych, w gruszkach besemerskich i w piecach martynowskich, a sam przebieg uszczerzania polega przeważnie na utlenianiu węgla i innych domieszek.

Wytwór pieców pudlingowych jest **żelazem zlipnem** lub **stalą zlipną**, t. j. dającą się zlipać (szwejsować), natomiast gruszki Besemera i piece Martynowskie dają nam **żelazo** (wzgl. stal) **zlewne**, t. j. kowalne, (dające się przekuwać), lecz słabozlipne.

a. Pudlingowanie.

Wymiary pieca pudlingowego, pojedynczego. Więźba z płyt żeliwnych bywa 3,8 do 4 m długa, 1,75 do 2 m szeroka, a 1,88 m wysoka. Odstęp między dwoma piecami sąsiednimi nie powinien być mniejszy niż 3,75 m, lepiej 5 do 6 m. Odległość między czelusią wsadową pieca pudlingowego, a młotem do odżużlania, względnie walcarkami, nie należy zwiększać ponad wymiar nieodzowny. Żeliwna płyta trzonowa miewa grubość 50 do 80 mm. Żarowisko 1,2 do 2 m długie, ma szerokość równą 0,8 długości, przy piecach podwójnych zaś 1,5 do 2 m. Kotlina zagłębia się na 0,15 do 0,25 m, a składa się ona z zaprawy żużlowej, ułożonej na płycie trzonowej.

Czeluść robocza miewa 0,14 do 0,21 m² w prześwicie; sklepienie, 16 do 21 cm grube, wznosi się pośrodku 0,6 do 0,7 m ponad płytę trzonową. Na każde 100 kg wsadu liczymy po 0,3 m² powierzchni rusztu, a otwór nad przewalem dwa razy mniejszy. Przekrój czopucha bywa 0,1 do 0,2 powierzchni rusztowej, a przekrój kolumny 0,25 tejsze powierzchni, jego wysokość zaś 12 do 18 m, lecz kolumny wspólne dla kilku pieców musi być wyższy, np. 40 m lub jeszcze więcej.

Wsad do pieca pojedynczego bywa 200 do 300 kg, a do podwójnego dwa razy większy. Przy 12-godzinnej dzionce możemy przerobić (uszczerzyć na szczere żelazo) takich wsadów 300-kilogramowych do 10 na żelazo miękkie, 6 do 7 na żelazo drobnoziarniste, a 5 do 6 na stal. Uszczerzając surówkę na żelazo drobnoziarniste lub stal, bierzemy często wsady mniejsze, np. 225 kg.

Zgar przy uszczerzaniu na żelazo miękkie bywa 6 do 7%, a na żelazo drobnoziarniste i stal 9 do 14%.

Zużycie paliwa. Na wyrób żelaza miękkiego zużywamy 80 do 100 kg węgla kamiennego, albo 120 do 150 kg węgla brunatnego,

na każde 100 kg **łupy** *), na wyrób stali natomiast po 150 kg węgla kamiennego. Podgrzewając wsad przedwstępnie, możemy zaoszczędzić 15 do 25⁰/₀ paliwa.

Ciepło, uchodzące ze spalinami z pieców pudlingowych, możemy jeszcze wyzyskać, np. do ogrzewania kotłów parowych, o ile warunki miejscowe do tego się nadają. Ponieważ w takim razie temperatury spalin nie możemy miarkować podług wymagań kotła, należy zatem zastosować inne środki, zapobiegające przegrzaniu kotłów, a nawet ich wybuchowi, np. klapy, za których przestawieniem wszystkie spaliny, albo pewna tylko ich część mijają kocioł, uchodząc wprost do komina. Na ogół najwłaściwszymi jako kotły w tym przypadku będą walczaki leżące, natomiast kotły stojące są nieodpowiednie.

Powierzchnię ogrzewaną kotłów bierzemy równą 22-krotnej powierzchni rusztu, a przy tym stosunku liczyć możemy na wydajność 15 kg pary na godzinę z 1 m² powierzchni ogrzewanej. W tych warunkach każdy kg węgla, spalanego w piecu pudlingowym, wytwarza 1½ do 2 kg pary: na każdy poszczególny piec można zatem liczyć około 20 m² powierzchni ogrzewanej kotła. Kotły takie pracują ponajczęściej z nadprężnością 5 atm.

Wody chłodzącej zużywa piec pudlingowy średnio na godzinę: gdy się przestrzeń pod trzonem łączy swobodnie z atmosferą 0,5 do 0,65 m³,

gdy natomiast przestrzeń ta jest zamknięta 0,8 do 1 m³,

a nadto jeszcze na chłodzenie narzędzi 0,1 m³.

Jeden młot parowy starczy do odżużlenia łup ze siedmiu do ośmiu pieców pudlingowych. Młoty te miewają ręczny rozrząd pary za pośrednictwem odciążonych suwaków lub zaworów. Dalsze szczegóły p. T. I str. 660 i nast. Zamiast młotów parowych zalecają się tu kuźniarki hydrauliczne (tłoczarki) p. T. I str. 663 i nast.

b. Besemernie i tomasownie.

1. Lejnice i zlewniki na surówkę, oraz przetapiaki.

a) **Lejnice** służą do przewozu roztopionej surówki z wielkich pieców i do przelania jej w zlewniki, albo wprost w gruszki. Pojemność takiej lejnicy bywa 10 do 20 t, a mieści się ona zazwyczaj na przedzie małego oddzielnego parowozu. Zamiast takich parowozów stosują też tory pochyłe lub dźwigi hydrauliczne.

b) **Zlewnik** jest zbiornikiem surówki roztopionej, o pojemności 80 do 300 t. Kolejne spusty wielkopiecowe, zlewane weń z lejnic, mieszają się tu ze sobą, przez co ujednostajniamy bardziej skład

*) Już ks. Osiński (Ruda żelazna r. 1782) „sztukę żelaza, którą z dymarki odbierają” zwie **łupa**. Łupa, pochodząca od łupać ma pierwotnie znaczenie szczapy, a więc większego, niekształtnego kawałka drzewa. Stąd przeniesiono „łupa” na niekształtną bryłę żelaza, wyjmowaną z dymarek (później z pieców pudlingowych). Niemcy przekształcili tę nazwę na „die Luppe”, co nie powinno nam przeszkadzać w zachowaniu naszej nazwy pierwotnej, jako nie pochodzącej z niemieckiego.

chemiczny surówki, idącej ze zlewnika do gruszki. Nadto w zlewniku wydziela się poczęści siarka (MnS). Wyprawa zlewnika składa się zazwyczaj z zaprawy kwaśnej, a jedynie na poziomie roztopionego żużla ze zasadowej.

c) Za **przetapiaki** surówki służą zwykle żeliwiaki (kopulaki), np. ustroju Krigar'a, o średnicy 1,5 do 2 m, często jednak o przekroju owalnym, ze zbiornikiem o pojemności 5 do 12 t żeliwa.

2. Gruszki.

Wymiary w metrach	Przy zaprawie kwaśnej		Przy zaprawie zasadowej
	Wlew 5 do 6 t	Wlew 8 do 10 t	Wlew 8 do 10 t
Wysokość całkowita	3,5 do 3,8	4,0 do 4,8	4,0 do 4,8
Prześwit w przestrzeni	1,6 do 1,8	1,8 do 2,0	2,0 do 2,5
Prześwit u dna	1,0	1,0 do 1,3	1,2 do 2,4
Prześwit w paszczy	0,5 do 0,6	0,6 do 0,7	0,6 do 0,8
Grubość zaprawy w przestrzeni	0,2 do 0,3	0,3 do 0,4	0,30 do 0,45
Grubość dna	0,4 do 0,5	0,4 do 0,5	0,55 do 0,65

Dziurki wedmuchowe w dnie gruszki miewają 1 do 2 cm średnicy, a ilość ich wypada tak ustosunkować, aby na każdą tonę wlewu suma ich przekrojów była 15 do 20 cm², lecz przy uszczernianiu surówki słabo nakrzemionej, na zaprawie zasadowej, 25 cm². Wlew zajmuje w gruszce 0,4 do 0,65 m wysokości.

Zaprawa kwaśna składa się z twardecy (kwarcu) i gliny, a wykładamy nią gruszkę, bądź to ubijając zaprawę ciastowatą na jej powierzchniach wewnętrznych, bądź też wykładając powierzchnie te cegłami z tej zaprawy lub cegłami „Dinas“. Wyprawa taka trwa bez większych poprawek 80 do 100 wlewów, a po 200 do 400 wlewach trzeba ją zastąpić nową.

Zaprawa zasadowa składa się z wypalonego dolomitu (t. j. wapna, zawierającego znaczną domieszkę tlenu magnezowego), zacy-nionego bezwodną mazią pogazową w ilości 8 do 10%. Zaprawą tą wybijamy powierzchnię gruszki, albo też wyrabiamy z niej cegły, wypalamy je i wykładamy niemi gruszkę. Trwałość tej zaprawy w przybliżeniu jest taka sama jak zaprawy kwaśnej.

Do wyrobu zaprawy zasadowej potrzeba wapienniaka (pieca) szybowego do wypalania dolomitu, młynka lub innej rozdrabniarki do zmielenia dolomitu wypalonego, a w razie wyrobu cegły zasadowej, jeszcze tłoczarki do formowania cegieł i pieca do jej wypalania.

Dno gruszki wytrzymuje zaledwie 12 do 20, czasami do 35 wlewów. Z powodu konieczności częstej jego wymiany, powinno ono zatem być dnem **wstawnem**, t. j. oddzielnie wstawianem. Dna te ubijamy w formach, albo wytłaczamy je na tłoczarkach. Otwory wedmuchowe w dnach zasadowych rozdzielamy równomiernie po całej powierzchni dna, natomiast w dnach kwaśnych osadzamy zazwyczaj oddzielne, małe dysze lekko stożkowate, wyrobione z glinki ogni-

trwałej i szamotu. Dno z cegły schnie 12 do 15 godzin, a dno ubijane lub odlane 96 do 120 godzin. Dna wstawne bywają przeważnie dwojakiego ustroju, albo **odejmowane** wraz z całą nadmuchinią, albo **wyjmowane** poprzez nadmuchińię. Dla przyspieszenia wymiany den stosujemy swoiste urządzenia napędzane hydraulicznie.

3. Urządzenia dodatkowe.

Dmuchały. O ich ustroju p. T. I str. 790 i nast. Na każdą tonę wlewu liczymy po 33 m³, czyli po 43 kg dmuchu, a niezbędny spręż dmuchały, jakoteż ilość dmuchu, przelatującego przez otwory wedmuchowe, obliczamy podług wzorów i wskazówek, podanych na str. 547 i nast., przyczem jednakże nadprężność h_2 w mm sł. rt. musimy tu oznaczyć w sposób odmienny. Nadprężność h_2 (w mm sł. rt.), przeciwdziałająca wlotowi wedmuchu z dziurek wedmuchowych do gruszki, będzie równa wysokości (w mm) słupa żeliwa roztopionego, ciężącego nad dziurkami, sprowadzonej do słupa rtęci, a więc pomnożonej przez 0,54, czyli przez stosunek ciężkości właściwych: żeliwa roztopionego i rtęci. Do obliczonej tak nadprężności h_2 należy jeszcze dodać (podług oceny) nadprężność spalin w gardzieli gruszkowej. Spółczynnik wypływu μ będzie tu miał wartość mniejszą, a mianowicie 0,76. Temperaturę wedmuchu liczymy ocennie 100°.

Dmuchały te budują się na spręż 1,5 do 2 atm, obecnie jednak i do 4 atm; wogóle uszczerczanie zasadowe wymaga spręży większych niż kwaśne. Pożądaną jest możliwa jednostajność prężności i dlatego, o ile nie stawiamy powietrzników ją wyrównywających, należałoby stosować dmuchały przynajmniej dwucylindrowe, z korbami o 90° przestawionemi. Do napędzania tych dmuchaw najwłaściwsiemi będą kotły o większej przestrzeni wodnej, które jednakże, podobnie jak i same dmuchały, powinny posiadać taki zapas mocy, aby w razach nagłej potrzeby mógł znacznie zwiększyć tak ilość jak i prężność dmuchu.

Żórawie rozlewnicze bywają albo stałe, obrotne, a natenczas o wysięgu 3 do 7 m, przy podniosie 1,5 do 3 m (p. T. I str. 679 i nast.), albo na wózkach (p. T. I str. 688 i nast.), a natenczas formy na bałwany najdogodniej rozstawić wzdłuż torów w podłużnej wiacie (hali). Żórawie na bałwany, o nośności 1 do 6 t, a z podniosem 1,5 do 2,5 m, podobnie jak i żórawie rozlewnicze otrzymują napęd parowy, hydrauliczny, elektryczny i t. p. (p. T. I str. 679 i nast.). Akumulator w besemerniach miewa 0,5 m³ pojemności wody pod ciśnieniem 20 do 30 atm, por. T. I str. 718 i nast.

Przechyłarka gruszki powinna móc przechylać ją o 270°. Przechyłarka napędza koło zębate, osadzone na osi gruszki, a mające 0,8 do 1,2 m średnicy. Do przechylania stosujemy napęd bądź to elektryczny, bądź też hydrauliczny, a w przypadku w końcu wspomnianym cylinder przechyłarki stawiamy pionowo; powinien on

mieć możność wydania 20 do 80 tono-metrów pracy podczas jednego skoku całkowitego. Środek ciężkości gruszki, tak napełnionej, jak i w czasie wylewania, musi leżeć poniżej osi.

4. Ogólny układ besemerni.

Pomost zasypny żeliwiaków wznosi się 10 do 12 m, ich spust 6 do 8 m, a osie gruszek 3 do 5 m ponad naziom kuźnicy, dół lejarski natomiast zagłębia się na 1,2 m pod tenże naziom.

Gruszki o zaprawie kwaśnej stawiamy zazwyczaj parami, a o zaprawie zasadowej po trzy obok siebie, w odstępie wzajemnym po 6,5 m, i w ten sposób, aby ich osie leżały w jednej linii prostej. Dół lejarski miewa 16 m średnicy, dogodniej jednak będzie umieścić go w oddzielnym budynku i nadać mu w planie kształt prostokąta wydłużonego.

5. Surowce (t. j. materiały surowe) i wytwory.

Zużycie paliwa w żeliwiakach jest tu większe, aniżeli w żeliwiarniach. a mianowicie zużywamy koksu 15⁰/₀ wagi uszczerzonego żelaza. Pod kotłami parowymi spalamy 200 do 400 kg węgla na każdą tonę gotowego wytworu. Zgar żelaza bywa 12⁰/₀, przy zaprawie kwaśnej, przy zasadowej zaś do 15⁰/₀, a zwiększenie to tłumaczy się niezbędnością dodmuchu.

Wytwórczość gruszki, o ile mamy podostatkiem roztopionej surowki lub żeliwa, jest w wysokim stopniu zależna od szybkości, z jaką dokonywamy wymiany den i z jaką naprawiamy uszkodzenia zaprawy.

W zładzie o dwóch gruszkach kwaśnych, względnie o trzech zasadowych, z których jedna tylko jest czynna, możemy w niej w przeciągu doby załatwić 24 do 50 wlewów. Dmucanie jednego wlewu trwa 10 do 25 minut.

Surówka uszczerzana na zaprawie kwaśnej zawiera w sobie zazwyczaj: 4⁰/₀ C, 2 do 3⁰/₀ Si, 3 do 4⁰/₀ Mn, a zawartość fosforu, wzgl. siarki nie powinnyby przekraczać 0.1⁰/₀, wzgl. 0,05⁰/₀. Natomiast przy uszczerzaniu na zaprawie zasadowej zawartość osforu musi być znacznie większa, bo 1,5 do 3⁰/₀, najlepiej 2,5 do 3⁰/₀, lecz krzemu znacznie mniejsza, a mianowicie nie ponad 0,5⁰/₀, a siarki również nie zbyt wiele, t. j. nie ponad 0.1⁰/₀, wreszcie manganu może być 1.0 do 2,5⁰/₀, najlepiej 2⁰/₀, a nadto dodajemy 15 do 17⁰/₀ wapna.

W celu powrotnego nawęglenia wlewu odwęglonego dodajemy 5 do 8⁰/₀ surowki zwierciadlistej, zawierającej w sobie 10 do 20⁰/₀ Mn, a przy wyrobie stali miękkiej tyleż żelazo-manganu, o zawartości 25 do 80⁰/₀ Mn. Surówkę zwierciadlistą dodajemy w stanie roztopionym, żelazo-mangan natomiast w stanie stałym, lecz nagrzanym. Przy zaprawie kwaśnej, przed dodaniem tych domieszek nawęglających, należy złać żużel zazwyczaj w osobny wózek, mający 1 do 2 m³ pojemności. Gdy wytwór ma w sobie zawierać mniej man-

ganu, albo by w nim nie zwiększać tej zawartości, dodajemy dla nawęglenia sam koks (sposób stosowany w kuźnicy Phönix), albo cegły wyrobione z wapna gaszonego i koksu (np. kuźnica Düdelingen), wreszcie węgiel w workach (np. kuźnica Peine).

Żuźle tomasowniane, t. j. pochodzące z uszczerzania zasadowego, zawierają w sobie 15 do 23% bezwodnika fosforowego (P_2O_5) i z tego powodu są one nader cennym nawozem sztucznym. Wartość ich dla rolnictwa oceniamy jednakże nie podług ogólnej zawartości bezwodnika fosforowego, lecz tylko podług tej jego części, która jest rozpuszczalna w kwasie cytrynowym.

6. Besemernie drobne.

Małe gruszki, o pojemności 1 do 3 t surówki, wzgl. żeliwa, miewają zazwyczaj dysze dmuchowe, ustawiane poziomo lub z lekką tylko pochyłością, po 3 do 6 obok siebie, ponad poziomem wlewu. Dmucha kieruje się zatem na powierzchnię wlewu, a dysze górne dostarczają dmuchu, niezbędnego do zapalania tlenu węgla. Takie drobne besemernie wytwarzają zazwyczaj mniejsze odlewy zlewno-żelazne, wzgl. stalowe.

c. Płomieniaki ustroju Siemens-Martin'a i t. p.

Płomieniaki te opalają się czadami z gazownicy, a ciepło spalin, uchodzące z płomieniaków, odzyskujemy częściowo, nagrzewając niem w **odzysknicach** czady i powietrze, idące do płomieniaka. Odzysknic takich o wysokości 3 do 5 m stawiamy zazwyczaj po 4 do każdego płomieniaka, a mianowicie albo obok niego, albo przed nim, albo wreszcie najdogodniej pod nim, lecz w takim razie między wierzchem odzysknic, a spodem właściwego płomieniaka zostawia się pewną przestrzeń swobodną. Płomieniaki te budujemy w dwóch, zasadniczo odmiennych ustrojach, a mianowicie bądź to jako zwykłe płomieniaki nieruchome, bądź też jako płomieniaki pochylne około osi poziomej. Wsad płomieniaków nieruchomych bywa 10 do 50 t, pochylnych zaś 50 do 200 t.

Wsad roztopiony tworzy w kotlinie warstwę 0,2 do 0,6 m głęboką, a zastosowanie względnie większej głębokości ma na celu zmniejszenie utleniania się żelaza, co jednakże okupujemy większym rozchodem paliwa. Z danej wielkości wsadu i z obranej głębokości obliczamy powierzchnię kotliny i nadajemy jej stosunek długości do szerokości jak 3 do 2. Długość kotliny powinna być nie mniejsza niż 3,5 m, a dosięga niejednokrotnie i 9 m.

Podobnie jak w gruszkach i tu znów zaprawa może być kwaśna albo zasadowa. Do zaprawy kwaśnej surówka powinna nie zawierać w sobie więcej niż 0,1% P i 0,1% S, do zasadowej natomiast zawartość fosforu jest dość dowolna, lecz tylko w granicach do 2%.

1) **Sposób Siemens'a.** Wsad składa się ze surówki i rudy żelaznej o zawartości 60% Fe, a przy uszczerzaniu zasadowym dodaje się i wapna.

2) W sposobie **Martin'a** zastępujemy rudę odcinkami żelaza w ilości 20 do 70^o/_o.

3) Sposób **Siemens-Martin'a** jest połączeniem obydwóch poprzednich, gdyż do surówki dodajemy i odcinków żelaznych i rudy.

W powyższych trzech sposobach surówka wsadu idzie do płomieniaka bądź to w stanie stałym, bądź też już roztopiona. W poniższych zaś sposobach z pod 4) i 5) dodatek odcinków żelaznych sposobu Martinowskiego zastąpiono pozostawieniem w kotlinie stosownej części żelaza roztopionego, uszczerzonego już w okresie poprzedzającym. Skutkiem tego przebieg uszczerzania staje się nieprzerwanym: we właściwych odstępach czasu spuszczaemy z kotliny pewną określoną część żelaza już uszczerzonego, a do reszty, pozostającej w kotlinie płomieniaka, dolewamy surówki, poczem uszczerzamy tę mieszaninę, jak w sposobie Martin'a.

4) **Surzycki** zastosował sposób powyższy w zwykłych płomieniakach, niepochylnych, o dwóch otworach spustowych. Właściwy otwór spustowy pozwala spuścić całą zawartość kotliny, wyżej zaś położony otwór upustowy, służy do częściowego spuszczenia zawartości.

5) **Talbot** stosuje natomiast do sposobu powyżej opisanego płomieniaki swoiste, pochylne, co ułatwia ulewanie żelaza gotowego, nadto stosuje on i dodatek rudy.

Dalsze dwa sposoby z pod 6) i 7) znamionują się tem, że uszczerzanie żelaza (polegające w znacznej mierze na jego odwęglaniu) odbywa się w jednym przyrządzie (w płomieniaku lub gruszce), a wykończenie (polegające przeważnie na powrotnem nawęglaniu) w drugim.

6) W sposobie **Bertrand-Thiel'a** wsad do płomieniaka składa się z 80^o/_o surówki i 20^o/_o odcinków żelaznych, a nadto ze stosownego dodatku rudy. Uszczerzone w płomieniaku żelazo spuszczaemy do drugiego pieca, w którym je nawęglamy z powrotem do pożądanego stopnia nawęglania. Jest to zatem poniekąd sposób Siemens-Martin'a, którego przebieg rozdzielono na dwa piece.

7) Sposób „**Duplex**” (gruszkowo-płomieniakowy) polega na uszczerzeniu surówki w gruszce besemerowskiej lub tomasowskiej i na następnem nawęglaniu tak otrzymanego żelaza w oddzielnym płomieniaku ustroju martinowskiego.

Żelazo odwęglone, a więc uszczerzone, wykończamy, odtleniając je i nawęglając je powrotnie do pożądanego stopnia, przez dodanie bądź to 0,5 do 2^o/_o żelazo-manganu, albo surowca zwierciadlistego, bądź też 10 do 28^o/_o surówki nakrzemionej i t. p.

Rozchód paliwa na 1000 kg wytworu bywa 700 do 300 kg węgla kamiennego, a nawet mniejszy, a zależy on w wysokim stopniu od zastosowanego sposobu uszczerzania.

Zgar żelaza bywa 5 do 8^o/_o, jednakże przez odtlenianie dodanej rudy otrzymujemy z niej nieraz żelaza więcej, niż go zgorzało, tak że ostateczny wynik jest pod tym względem korzystny, bo nawet 100 do 104^o/_o gotowego wyrobu, względnie do wagi surówki i żelaza, wsadzanych do płomieniaka.

Ilość spustów na dobę dosięga w sposobie martinowskim sześciu; im więcej żelaza zastępujemy rudą, oraz im większy jest wsad, tem dłuższym będzie rozkres międzyspustowy, tak że przy zastosowaniu większych wsadów ze surówki w stanie stałym i samej rudy osiągniemy zaledwie dwa spusty na dobę.

d. Stal tyglowa.

Surowcem jest tu gotowa już stal, a mianowicie na najlepsze gatunki stali narzędziowej bierzemy jako surowiec stal nawęglaną (t. j. otrzymaną przez nawęglanie prętów żelaznych, żarzonych w proszku z węgla drzewnego), na zwykle zaś gatunki przetapiamy stal pudlingową, besemerowską a nawet martynowską. Stosownie do pożądanego składu stali tyglowej, dodajemy przy przetapianiu do stali surowej jeszcze przeróżne dodatki, jako to: miękkie żelazo żlipne, żelazo-mangan, żelazo naniklone, nawolframione, nachromione i t. p. Stal surową połamaną na kawałki kładziemy do tygla i przetapiamy w nim, otrzymując w ten sposób tworzywo jednolite.

Tygle miewają pojemność po 15 do 40 kg stali, a np. na 30 kg wsadu tygiel taki będzie miał 27 cm największej średnicy zewnętrznej, 48 cm wysokości, 2 do 2,6 cm grubości ścianek, a 2,6 do 3,3 cm grubości dna. Tygle bywają przeważnie gliniane albo grafitowe. Tworzywo gliniane składa się albo z 88% glinki, 8% szamotu i 4% koksu, albo z 80% glinki, 16% druzgu z tygli używanych i 4% koksu. Tworzywo tygli grafitowych składa się z 44% grafitu, 44% szamotu, oraz 12% glinki. Tygiel wyrobiony powinien schnąć trzy miesiące, a wytrzymuje on tylko jeden do trzech żarów.

Do przetapiania stali stosujemy piece szybowe, albo płomieniaki.

Piec szybowy można budować na pomieszczenie nawet jednego tygla. Piec taki ma wysokość 1 m, od rusztu aż do paszczy szybowej, a czopuch leży 0,8 m ponad rusztem, przekrój zaś poziomy bywa w prześwicie 40·40 cm. Na dwa tygle przekrój ten będzie 42·55 cm, a na cztery tygle 55·60 cm, przy podanych powyżej wysokościach. Przetopienie zajmuje 4 godziny czasu, a we większych piecach na 8 do 12 tygli, 6 godzin. Na 100 kg stali zużywa się 400 kg koksu, a zgar bywa 3 do 5%.

Płomieniaki z odzysknicami ciepła posiadają albo tylko jedno żarowisko, w postaci kształtem zbliżonej do zwykłego pieca piekarskiego, albo też trzy takie żarowiska oddzielne, każde z nich na sześć tygli, ustawianych w dwóch rzędach. Zamiana lotu spalin i powietrza przez odzysknicę ciepła następuje w odstępach cegdzinnych, a na każdą tonę węgla, spalanego na czad w czadownicy w przeciągu doby, liczymy po 2,5 m³ przestrzeni organków w odzysknicach ciepła. Rozchód węgla 100 do 150 kg na każde 100 kg stali, a jej zgar bywa 1 do 3%.

Piece tyglowe o żarowisku 2,5·2,6 m w planie, z paleniskiem ustroju Bicheroux mieszczą w sobie po 40 do 55 tygli, każdy o pojemności 30 do 35 kg, a przetop w nich zabiera 5 do 7 godzin

czasu, czyli doliczając jeszcze po godzinie na naprawy pieca, na wstawianie i wystawianie tygli, otrzymamy 3 do 4 przetopów na dobę.

Skład chemiczny kilku gatunków stali tyglowej w % na wagę.

Gatunek i pochodzenie stali	Węgla	Krzemu	Manganu	Siarki	Fosforu
Stal niemiecka, na noże tokarskie . .	1,24	n. ozn.	0,15	0,016	0,016
Narzędziowa stal styryjska	1,12	" "	0,23	0,024	0,023
Stal Sheffieldzka	0,75	" "	0,23	0,022	0,04
Stal narzędziowa ze St. Etienne	1,00	0,06	0,08	0,015	0,02
Stal na działa wyrobu Fr. Krupp'a *) .	0,50	0,11	0,16	0,03	0,04
Odlewy stalowe (krzyżownice) z Bochum	1,31	0,09	0,98	0,05	0,13

e. Stal nawęglana.

Stal nawęglaną otrzymujemy ze żelaza zlipnego przez jego dowęglanie w stanie stałym. Pręty lub gotowe wyroby z żelaza zlipnego układamy w skrzyniach do nawęglania, obsypane węglem drzewnym, ziarnowanym na wielkość 5 do 15 mm. Tak ułożone pręty żarzymy przez czas dłuższy, zależny od przekroju prętów, średnio przez 9 do 10 dni, a podczas tego żarzenia węgiel wnika w żelazo, przemieniając je w ten sposób na stal. Skutkiem wchłonięcia w siebie węgla, żelazo, przeistaczając się na stal, powiększa swą wagę o 0,5 do 0,75%.

Węgiel drzewny, którym obsypujemy żelazo w skrzyniach, powinien być wytlony z brzeziny, buczyny lub z dębiny. Na 100 kg żelaza we wsadzie bierze się średnio 25 do 30 kg węgla drzewnego. Do zasypiania żelaza w skrzynkach nie potrzeba za każdym razem brać świeżego węgla, lecz można do niego domieszać 25 do 50% węgla już poprzednio używanego.

Skrzynie do nawęglania bywają średnio 2,8 do 3,4 m długie, 0,7 do 0,9 m szerokie, a 0,7 do 1,1 m wysokie, mieszczą zaś w sobie 7,5 do 10 t żelaza. Wyrabiamy je z glinki ogniotrwałej, z cegieł lub płyt ogniotrwałych, wreszcie z piaskowca ogniotrwałego, a grubość ich ścianek bywa 120 do 150 mm. Przedmioty żelazne należy układać w skrzynkach w taki sposób, aby je nawzajem od siebie i od ścianek skrzynki przedzielała warstwa węgla, dlatego też, jakoteż ze względu na wydłużanie przy nagraniu, pręty, układane w skrzyni, powinny być przynajmniej o 50 mm od niej krótsze. Żelazo zawarte w skrzyni może wypełniać do 36% jej objętości. W każdym piecu ustawiamy zazwyczaj po dwie takie skrzynie w odstępie wzajemnym 12 do 13 cm, a w odstępie od ścian pieca po 13 do 21 cm.

Rozchód paliwa, przy opale węglem kamiennym, liczyć można 80% wagi żelaza nawęglanego. Na rozpalenie pieca liczymy jedną dobę, na żarzenie, gdy przekrój prętów żelaznych leży w granicach 8 · 130 mm do 20 · 60 mm, 9 do 10 dni, na chłodzenie 6 dni.

*) Miedzi, niklu i kobaltu 0,26%.

f. Żeliwo odwęgłane czyli kowalne.

Żeliwo odwęgłane otrzymujemy przez żarzenie gotowych odlewów żeliwnych, obsypanych potłuczonym żelaziakiem czerwonym, którego tlen utlenia pewną część węgla, zawartego w żeliwie. Żeliwo w ten sposób wyżarzone zbliża się swym składem chemicznym do stali. Utlenianiu podlega jednak tylko węgiel chemicznie związany z żelazem, podczas gdy węgiel w postaci grafitu, chemicznie z żelazem niezwiązany, pozostaje opornym na takie utlenianie. Dlatego też odlewy powinny być z żeliwa, nie zawierającego w sobie grafitu po dokonaniem odlania. Pożądana zawartość węgla w odlewie będzie 3 do $3\frac{1}{2}\%$, domieszki zaś krzemu i manganu utrudniają, a we większych ilościach nawet uniemożliwiają utlenienie węgla, jednakże dla otrzymania ścisłego odlewu umiarkowane nakrzemienie lub namanganienie żeliwa jest niezbędne. Na wyrób żeliwa odwęgłanego nadaje się zwłaszcza surówka pstra, wytopiona z żelaziaków czerwonych Cumberlandii, a zawierająca w sobie tylko około $0,1\%$ manganu. Przez dodanie pewnych ilości innych gatunków surówki zwiększamy zawartość krzemu w mieszance, lecz nie ponad $0,6\%$, a z takiej mieszanki otrzymamy odlewy pożądaných właściwości.

Żarzenie odbywa się w garnkach lub skrzynkach żeliwnych, z nóżkami, aby płomień miał dostęp i od spodu. Garnki okrągłe miewają 300 mm średnicy, 400 mm wysokości, 10 do 15 mm grubości w ściankach, 20 mm w dnie i mieszczą w sobie po 20 do 30 kg odlewu. Skrzynki prostokątne, na 100 do 120 kg odlewu, mają ścianki 26 mm grube. Odlew garnków tych i skrzynek powinien zawierać w sobie jak najwięcej grafitu, wytrzymuje on bowiem natenczas 15 do 20 żarów, podczas gdy garnki lub skrzynki z blachy żelaznej przepalają się już po trzech żarach.

Wyżarzak może pomieścić w sobie 12 do 18 garnków. Na odlewy nie ponad 25 mm grube przebieg wyżarzania zabiera: 18 do 24 godzin czasu na dogrzanie do żaru wiśniowo-czerwonego, 60 do 80 godz. na właściwe wyżarzenie przy powyższej temperaturze, wreszcie 24 do 36 godz. na powolne ochładzanie.

IV. WALCOWNICWO *).

a. Grzanie żelaza.

Piece do grzania żelaza, mającego iść na walcarkę, należy w ich ustroju przystosować do gatunku żelaza; żelazo zlipne wymaga bowiem ustroju nieco odmiennego niż żelazo zlewne.

* H. Wedding, Grundr. d. Eisenhüttenkunde u. Handbuch der Eisenhüttenkunde.

Kęsy, t. j. prętowate kawałki żelaza zlipnego składamy w **snopec**, który wsadzamy do zlipiaka, (pieca zlipczego), a zesnopcowane kęsy **zlipiają** się w nim ze sobą. Żelazo zlewne wsadzamy natomiast do pieca w całych bałwanach, a bałwany zimne **nagrzewamy** do żaru niezbędnego dla rozwałcowania, bałwany zaś świeżo odlane **dogrzewamy** w miarę potrzeby do tegoż żaru. Jeżeli snopiec lub bałwan częściowo już rozwałcowany, ostygnie podczas tego walcowania tak dalece, że pierwszym tym żarem nie zdołamy wykończyć walcowania, musimy taki, niedowalcowany przedmiot podgrzać ponownie, czyli odgrzać go w piecach **odgrzewczych**. Piece służące do wszystkich tych czynności są przeważnie płomieniakami, różniącymi się nawzajem od siebie szczegółami ustroju i wymiarami, ponajczęściej jednak możnaby w tym samym płomieniaku dokonywać kolejno każdej z tych czynności. Zazwyczaj atoli ustawiamy w walcowniach oddzielne płomieniaki w stosownej liczbie dla każdej z tych czynności, rozróżniając zatem płomieniaki zlipcze, nagrzewcze, dogrzewcze i odgrzewcze.

1) **Piece zlipcze**, czyli zlipiaki, są płomieniakami opalonymi węglem kamiennym z paleniska zwykłego, albo czadem z czadownicy. Kotlina ich jest z piasku i tworzy płaszczyznę pochyłą w stosunku 1:8 do 1:10 tak ku stronie wysadowej, jak i ku czopuchowi.

Wymiary zasadnicze zlipiaków.

Przeznaczenie na	Długość żarowiska m	Szerokość żarowiska m	Całkowite pole rusztu m ²	Wsad t
Snopce małe . . .	2,25 do 2,5	1,5 do 1,55	0,95 do 1,0	0,6 do 0,85
„ średnie . . .	2,5 do 2,8	1,5 do 1,6	1,0 do 1,1	0,6 do 1,25
„ duże . . .	3,2 do 3,5	1,95 do 2,0	1,3 do 1,75	1,4 do 2,5

Wierzch przewału wznosi się 0,1 do 0,4 m ponad kotliną, a 0,35 do 0,7 m ponad ruszt.

Rozchód paliwa na 1 t żelaza zlipianego liczyć można średnio: w paleniskach zwykłych 500 do 700 kg węgla kamiennego, a przy opalaniu czadem z czadownicy ustrojów Bicheroux'a, Lürmann'a, Siemens'a i t. p. 200 do 350 kg węgla. Ciepło spalin uchodzących zużywamy zazwyczaj do ogrzewania kotłów, co jednak nie da się skutecznie przy ustroju Siemens'a.

Każdy zlipiak może obsłużyć 1½ do 4, średnio 2 piece pudlinowe, a to w zależności od gatunków żelaza, jakie wyrabiamy.

2) **Piece grzewcze**. Najlepszą sprawnością cieplikową odznaczają się **płomieniaki przeciwplienne**, w których bałwany posuwamy stopniowo od czeluści wsadowej ku otworowi wysadowemu, a w których płomień posiada kierunek odwrotny. Kotlina wznosi się w stosunku 1:9 ku czopuchowi. Długość żarowiska \approx 8 m, a szerokość 1,6 do 2,3 m. Czeluść wsadowa mieści się po stronie czopucha, otwór wysadowy po stronie przewału; bałwan wsadzony spotyka

zatem nasamprzód spaliny najmniej gorące i podgrzewa się o nie; w miarę posuwania ku otworowi wysadowemu, bałwan napotyka coraz to gorętsze spaliny, względnie płomień, który najsilniej nań działa przy przewale, a więc tuż przed wysadzeniem z pieca. By ułatwić posuwanie bałwanów, w każdej z bocznych ścian żarowiska znajduje się po 8 do 12 drzwiczek. Pole rusztu bywa 2 do 4 m². Wobec względnie dobrego wyzysku ciepła spalin na podgrzewanie bałwanów, spaliny uchodzące chłodzą się zazwyczaj tak dalece, że się już nie opłaca ogrzewać nimi dodatkowo kotłów. Na tonę bałwanów wsadzanych w stanie zimnym, zużywa się średnio 190 kg węgla, lecz na odgrzewanie bałwanów, przystygających w czasie walcowania, starczy 100 kg.

Oprócz tych pieców znajdują też zastosowanie jamy grzewcze, zwłaszcza podgrzewcze, nawet bez paleniska, np. ustroju Gjers'a.

b. Walcowanie żelaza.

Walcarki na kształtowniki posiadają walce nienastawne, a brózdowane w taki sposób, aby pręt walcowany w każdym następnym żłobku zmniejszał swą grubość, poszerzając się równocześnie, a to pod wpływem dociskania pręta **pobrózdkiem do brózdki**, przyczem pręt roztlacza się tak, że bokami dosięga **pierścieni**, które ograniczają brózdę obustronnie. Walcarki na blachy mają na odwrót walce gładkie i nastawne, aby po każdorazowym przejściu blachy, mógł je zbliżać coraz to bardziej nawzajem do siebie.

Walcownia drutu (3,5 do 12 mm średnicy) składa się z oddzielnych zespołów walcarek przygotowawczych i walcarek wykończających. Walcarki przygotowawcze posiadają walce 300 do 320 mm średnicy, napędzane bezpośrednio od silnika, a poruszające się z prędkością 200 do 300 obrotów na minutę. Wykończające walcarki szybkobieżki posiadają natomiast walce, o średnicy 250 do 300 mm, robiące po 500 obrotów na minutę. Odstęp pomiędzy tymi dwoma zespołami walcarek bywa 8 do 10 m. Moc silnika napędzającego 400 do 500 MK, lecz na drut stalowy o 30% większa.

Walcownia drobnowalcząca, czyli drobna, na krągowniki i kratowniki 12 do 50 mm grube, na kątowniki do 65 mm szerokości ramion i na szyny drobne, posiada również dwa zespoły walcarek, z których przygotowawczy napędza się wprost od silnika i ma walce 400 mm średnicy w bębnie, robiące 120 obrotów na minutę. Zespół wykończający, w odstępnie 7,5 m od poprzedniego, posiada walce 300 mm średnicy, obracające się z prędkością 260 obrotów na min. Moc silnika walcarskiego 300 do 400 MK.

Walcownia średnio walcząca, czyli średnia na krągowniki i kratowniki do 75 mm grube, na płaskowniki do 135 mm szerokości i na kątowniki do 75 mm szerokości ramion, posiada zazwyczaj jeden tylko zespół z trzech do czterech walcarek, napędzanych bezpośrednio od silnika. Średnica walców 400 mm; ilość obrotów 100 do 120 na min.; moc silnika 300 do 400 MK.

Walcownia prętowników grubszych, a więc krągowników i kratowników do 150 mm grubych, płaskowników do 180 mm szerokich, i kątowników do 125 mm szerokości ramion; walce miewają średnicę 500 do 550 mm, a ilość obrotów 70 do 80 na min., silnik zaś moc 350 do 400 MK.

Walcownia szyn składa się z walcarek, o walcach 650 do 750 mm średnicy bębna, robiących 100 do 120 obrotów na min. **Trójka** walcarska na szyny zlewne w ciągu 24 godzin zdoła wyrobić 1000 do 1100 szyn, ważących średnio po 300 kg, posiada zatem wytwórczość 300 do 330 t na dobę. Wytwórczość ta może się wyjątkowo powiększyć do 1200 szyn, czyli do 360 t. Moc silnika 600 do 800 MK

Walcownia blach cienkich, t. j. o grubości 0,1 do 5 mm, przy wielkości arkusza 1×2 m. Walce mają średnicę bębna 550 do 600 mm; ilość obrotów 40 na min. Zespół trzech walcarek zużywa 30 do 40 MK. W trójkach radzi Lauth nadać wierzchniemu i spodniemu walcowi średnicę 550 do 600 mm w bębnie, pośredniemu, swobodnie przesuwalnemu natomiast tylko 250 mm. Zgar i krajki powodują stratę 20 do 25%

Walcownia na blachę ciekłą, składająca się z walcarki przygotowawczej, czyli wstępnej i wykończającej, z odgrzewaka kęsów, wyżarzaka i dwóch nagrzewaków, w ciągu 12 godzin pracy wytwarza blach (podł. skali niemieckiej p. str. 16):

Nr. 11—12	13—16	17—20	21	22	23	24	25
do 4500	3500	2500	1800	1600	1400	1150	700 kg

Walcownia blachy grubej. Bębny walców miewają długość 2,2 do 3,5 m, przy średnicy 600 do 900 mm. Wielka waga poszczególnego arkusza wymaga zastosowania bądź to konika, na którym przerzuca się blachę ponad walcarką, bądź też nawrotności silnika napędzającego. Niezbędna moc silników rozpędowych bywa 80 do 100 MK na blachy zlipne, a 100 do 150 MK na zlewne. Moc silników nawrotnych zwiększa się niepomiarowo i dosięga 600 do 800 MK na najcięższe blachy zazwyczaj wyrabiane.

Walcarka zwykłej blachy kotłowej, wraz z jednym płomieniakiem grzewczym, wyrabia w ciągu 12 godzin 2,25 do 3 t takiej blachy. Na wyrób jednej tony blach liczy się rozchód węgla wraz ze zlipianiem snopca, 1700 do 1800 kg węgla. Odpadanie walcowin powoduje stratę 4 do 6%, zgar zaś w żarze pierwszym 12 do 14% w drugim 9 do 11%, w trzecim 6 do 9%, a w czwartym 4 do 6%, wreszcie krajki 18 do 25%.

Walcarka czterostronna na płaskowniki 400 do 500 mm szerokie. Obydwie pary walców są gładkie, walce leżące miewają średnicę 500 do 600 mm, walce stojące natomiast średnice o $\frac{1}{3}$ mniejsze. Gdy walce stojące mieszczą się poza walcami leżącymi (w kierunku walcowania), ich prędkość obwodowa bywa o 50% większa, gdy zaś stoją przed walcami leżącymi, natenczas o 25% mniejsza od prędkości walcy leżących.

Rurownie. Rury żelazne, oprócz rur o szwie nitowanym, bywają ze szwem zlipionym, albo też bez szwu, a wyrabiamy je bądź przez walcowanie, bądź też przez wyciąganie. Szew wytwarzamy, zlipiając stykające się powierzchnie krajów paska, zwiniętego w rurę, a kraje te stykają się ze sobą bądź to na zakładkę, bądź to na storc, bez zakładki. Szew na zakładkę jest niezbędny, gdy rury zlipiane walcujemy na trzpieniu.

Rury bez szwu wyrabiamy różnymi sposobami, np. sposobem Mannesmann'a, przez ukośne zdzieranie tworzywa z rozżarzonego kłosa żelaznego, a to za pośrednictwem trzech walców, albo sposobem Erhardt'a, przez wyciąganie na trzpieniu przedziurawionego kłosa żelaznego. Możemy też wytłaczać rury, lecz tylko cienkościennie, przez wytłoczenie z grubej blachy okrągłego naczynia z dnem, które następnie wyciągamy i walcujemy na większą długość, a mniejszy przekrój, obcinając wreszcie dno, potrzebne podczas wyrobu, lecz zbyteczne dla samej rury.

DZIAŁ CZTERNASTY.

OGRZEWANIE I PRZEWIETRZANIE *).

I. PRZEWIETRZANIE **).

a. Niezbędność wymiany powietrza.

W przestrzeniach zamkniętych, zamieszkałych lub w których przebywają ludzie czasowo, np. w pracowniach, powietrze psuje się, a mianowicie grzewa się ono ciepłem, wydzielanem przez ludzi, przez przyrządy oświetlające i t. p., nadto pozbawia się ono przez nie częściowo tlenu, a w zamian zanieczyszcza się wylęciami ludzkimi, spalinami, pyłem, dymem i t. p. Z czasem powietrze staje się niezdatnem do oddychania i szkodliwem dla zdrowia, wypada zatem zastąpić je powietrzem świeżem. Zanieczyszczenie powietrza oddechem ludzkim i spalinami polega przeważnie na wydzielaniu pary wodnej i bezwodnika węglowego (kwasu węglanego CO_2), który się wytwarza przez utlenianie węgla tlenem, zabieranym z powietrza. Szkodliwem dla zdrowia byłoby już wynikające z tego zmniejszenie zawartości tlenu w powietrzu, stokroć jednak szkodliwszem jest zanieczyszczenie powietrza bezwodnikiem węglowym, którego odsetka, zawarta w powietrzu, służy zazwyczaj za miarę dobroci, względnie zepsucia powietrza.

b. Ilość wymian powietrza na godzinę.

W zwykłych pokojach mieszkalnych, o jednym tylko nawiewniku, wymiana częstsza, niż pięciokrotna na godzinę, przedstawia już znaczne trudności, gdy niema powodować dokuczliwych przewiewów. Dlatego też, obliczywszy podług danych poniższych niezbędną obję-

*) W dziale niniejszym stosujemy wyłącznie ciepłotki kilogramo-celsjuszowe. Tablice ich zamiany na ciepłotki innych układów i zamian odwrotnych, p. „Dodatek” przy końcu tomu niniejszego.

**) H. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- u. Heizungs-Anlagen; 3 wyd., Berlin 1902, J. Springer. — Handbuch der Architektur, Darmstadt 1890, rozprawa H. Fischer'a „O ogrzewaniu i przewietrzaniu”. — Handbuch der praktischen Gewerbe Hygiene, H. Albrecht, Berlin 1894, u. R. Oppenheim'a, rozprawa K. Hartmann'a „O ogrzewaniu i przewietrzaniu pracowni”. — Anweisung zur Herstellung u. Unterhaltung von Zentralheizungs u. Lüftungsanlagen, rozporz. Min-prus. rob. publ. z 24 marca 1901. — Łukasiewicz, Podręcznik ogrzewania i przewietrzania (po rosyjsku). Wreszcie czasopisma: „Gesundheits-Ingenieur”, oraz „Engineering Record”.

tość powietrza, mającego wymieniać się cogodzinnie, należy sprawdzić, czy wymiana taka nie przekracza pięciokrotnej objętości pokoju lub sali, a w danym razie wypadałoby bądź to zastosować środki właściwe dla uniknięcia przewiewów, bądź też zmniejszyć odpowiednio ilość wymian na godzinę. Przy określaniu ilokrotności wymian trzeba również uwzględnić i zawilżanie powietrza parą wodną, aby otrzymać i pod tym względem powietrze zdrowotne, którego wilgotność zimą podczas ogrzewania powinna być nie mniejsza niż 50 do 60% (względnie do pełnego nawilżenia), a nie przekraczać 70% nawet przy sztucznem ochładzaniu w porze letniej. Powietrze za suche bywa na ogół mniej szkodliwe od przewilżonego. (O wilgotności powietrza por. T. I str. 280 i n.).

Dorosły mężczyzna w stanie spoczynku wydaje na godzinę z oddechem około 40 gramów wilgoci, przy natężonej pracy do 80 g, kobieta mniej, a dziecko w zależności od wieku, średnio połowę tych ilości.

1. Objętość wymiany, warunkowana zawartością bezwodnika węglowego.

Czyste powietrze na dworze zawiera w sobie średnio około $0,40/_{00}$ CO_2 . Zwiększanie się tej zawartości jest, jak już wspomniano, dogodną miarą zanieczyszczenia powietrza przez oddech ludzki i spaliny. Przy zawartości $0,70/_{00}$ CO_2 uważamy powietrze w mieszkaniach za zupełnie zdrowotne, aczkolwiek zawartość $1/_{00}$ nie uważa się na ogół za niezdrowotną, a przy większym skupieniu ludzi, np. w salach szkolnych nawet zawartość $1,50/_{00}$ można uznać za jeszcze zdrowiu nieszkodliwą.

Zawartość CO_2 w powietrzu mierzymy najdogodniej, przepuszczając odmierzane ilości tego powietrza przez określoną ilość wody wapiennej (t. j. przez nasycony roztwór wapna), a mianowicie dopóki nie wywołamy pewnego, określonego jej zamącenia. W tym celu nalewamy wodę wapienną do szklaneczki, o ustalonej pojemności i wogóle wymiarach, posiadającej na swem dnie znak widoczny, który przestajemy dostrzegać, gdy zamącenie osiągnie swej normy właściwej. Ilość przepuszczanego powietrza odmierzamy w ten sposób, że za każdym razem przeciskamy przez wodę wapienną zawartość piłki gumowej, zakończonej rurkowatym wylotem. Ścisnąc w rękę piłkę, wytłaczamy z niej powietrze, a pozwalając piłce przybrać kształt pierwotny, siemiemy w nią powietrze z pokoju, które, zanurzwszy wylot piłki w wodę wapienną, przetłaczamy przez nią. A że piłka ma pojemność należycie ustosunkowaną do pojemności owej szklaneczki i do jej głębokości, stanowiącej niejako miarę zamącenia normalnego, więc liczba takich ściśnień piłki określi nam ilość powietrza, niezbędną do wywołania owego zamącenia normalnego. Do takiego przyrządu dodają zazwyczaj tablicę, w której liczbom owych ściśnień piłki przeciwstawiono wprost przynależne zawartości CO_2 w ‰ .

Jeżeli oznaczymy przez:

L ilość powietrza wymienianego, w $\text{m}^3/\text{godz.}$,

a stosunek objętościowy domieszki CO_2 w powietrzu, jaki uznajemy za jeszcze dozwolony, a więc 0,0007 do 0,0015,

b tenże stosunek w powietrzu świeżem, t. j. 0,0004,

n_1, n_2, n_3 ilości źródeł wytwarzających CO_2 ,

k_1, k_2, k_3 ilość CO_2 , wydawaną przez poszczególne źródła danego gatunku w $\text{m}^3/\text{godz.}$, to otrzymamy wzór:

$$L = \frac{\sum n \cdot k}{a - b}$$

Wzorem tym określamy ilość L powietrza doprowadzanego, gdy nastąpi już stan ustalenia.

Ilość bezwodnika węglowego CO_2 , w $\text{m}^3/\text{godz.}$, wydawana przez:

dziecko	0,010
podrostka	0,016
dorostłego, w stanie spoczynku	0,020
dorostłego, podczas pracy fizycznej	0,036
1 kg spalanej świecy woskowej lub stearynowej	1,5 m^3
1 kg nafty spalanej w lampie	1,6 „
1 m^3 spalanego gazu świetlnego	0,6 „

Dogodniejszą w użyciu będzie tablica poniższa, zaczerpnięta z podręcznika Rietschel'a, a podająca niezbędne wymiany powietrza, przy dozwolonym jego zanieczyszczeniu bezwodniem CO_2 , wydawanym przez poszczególne źródła, i oparta na założeniu, że świeże powietrze doprowadzane zawiera 0,4‰ CO_2 .

Źródło wydające z siebie bezwodnik węglowy CO_2	Źródło wydaje z siebie $\text{m}^3/\text{godz. CO}_2$	Objętość wymiany powietrza w $\text{m}^3/\text{godz.}$, przy dozwolonej zawartości CO_2 w ‰								
		0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Dziecko	0,010	33	25	20	17	14	13	11	10	9
Podrostek	0,016	53	40	32	27	23	20	18	16	15
Dorosły, w spoczynku	0,020	67	50	40	33	29	25	22	20	18
Dorosły, podczas pracy	0,036	120	90	72	60	51	45	40	36	33
1 m^3 spalanego gazu świetlnego	0,6	2033	1525	1220	1017	871	763	678	610	555

Podany powyżej sposób obliczeń, owarunkowany stanem ustalenia, nadaje się do mieszkań i wogóle do sal, w których dana ilość ludzi przebywa stale, a przynajmniej przez dłuższe okresy czasu, np. w klasach szkolnych i t. p. Jeżeli natomiast te okresy czasu będą stosunkowo krótsze, jak to ma miejsce w widowniach teatralnych, salach zebrań i koncertowych i t. p., to właściwszym będzie sposób poniżej podany.

2. Objętość wymiany, warunkowana nieprzekraczaniem określonej temperatury.

Jeżeli oznaczymy przez:

W_1 ilość ciepła, wydawaną przez ludzi, w $\text{cpl}/\text{godz.}$,

W_2 ilość ciepła, wydawaną przez oświetlenie, w $\text{cpl}/\text{godz.}$,

W_3 ilość ciepła, wydawaną przez ogrzewanie, zmniejszoną o straty ciepła, przechodzącego przez otoczenie na zewnątrz w $\text{cpl}/\text{godz.}$ (gdy straty przeważają, znak będzie odjemny),

$W = W_1 + W_2 + W_3$, całkowitą ilość ciepła, pozostałą do odprowadzenia przez powietrze, w cpl/godz.,

t_0 temperaturę powietrza nawietrzającego,

t pożądaną temperaturę powietrza w pokoju lub sali, mierzoną na wysokości głowy człowieka, której to temperatury nie mamy przekraczać,

α współczynnik rozszerzalności powietrza na 1° , a więc $\alpha = 1 : 273 = 0,003665$,

L objętość powietrza, odprowadzanego z temperaturą t , w m^3 /godz., to otrzymamy wzór:

$$L = \frac{W(1 + \alpha t)}{0,307(t - t_0)},$$

w którym cyfra 0,307 jest ciepłikiem właściwym $1 m^3$ powietrza przy 0° .

Wzór powyższy dotyczy stanu ustalenia, lecz wyniki jego, szczególnie przy oświetleniu gazowym, są często za wielkie, zwłaszcza jeśli wywiewniki mieszczą się nie na wysokości głowy człowieka, lecz wyżej, np. tuż pod sufitem, albo nawet w samym suficie, a to w celu odprowadzania powietrza najgorętszego. W takich przypadkach, zwłaszcza sale wyższe, dzielimy do obliczania na dwie lub kilka warstw poziomych, z których w niższych, zajętych przez ludzi, należy utrzymywać temperaturę nie wyższą niż t , w wyższych natomiast warstwach, nie zajętych przez ludzi temperatura t_a , a więc i temperatura powietrza wywietrzanego, może być znacznie wyższa. Wprowadzając tak powiększoną wartość t do wzoru powyższego, otrzymamy znacznie mniejszą ilość L powietrza do wywietrzenia.

Powietrze nawietrzające należałoby doprowadzać w temperaturze t_0 nie niższej niż 15° , a powietrze otaczające ludzi powinno być na wysokości ich głowy posiadać temperaturę $t = 18$ do 20° , a wyjątkowo podczas krótszego pobytu ludzi 23° . Temperatury pożądane w pokojach i salach, w zależności od ich przeznaczenia, podano w rozdz. II, Ogrzewanie.

Do obliczenia ilości W_1 , służą dane poniższe. Męszczyzna dorosły wydaje średnio 100 cpl/godz. *) swemu otoczeniu, kobieta 90 cpl/godz., dziecko podrastające 50 cpl/godz. W istocie jednak ilość ciepła wydawanego na godzinę zależy od różnicy między temperaturą krwi (37°) i temperaturą t otoczenia. Ilość ciepła w , wydawaną na godzinę, określamy zatem ściślej wzorami: dla dorosłego $w = 6(37 - t)$, a dla dziecka $w = 3(37 - t)$ cpl/godz.

Do obliczenia ilości W_2 , t. j. ciepła wydawanego przez oświetlenie może służyć tablica drugostronna:

*) H. Fischer w Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1894 i 1899 obliczył, o ile stopni ogrzewa jedna osoba przeznaczoną dla niej wymianę powietrza, a mianowicie:

Wymiana	{ 30	40	50	60	70	80 kg/godz., czyli
Podwyższenie temperatury o	{ 2,	31	38	46	54	61 m ³ /godz. powietrza
	13,9°	10,4°	8,3°	7,0°	6,0°	5,2°.

Tablica ciepłostek, wydawanych na godz. przez oświetlenie.

Rodzaj oświetlenia	Zużywa na godz. i na światłostkę świecową	Na każdą światłostkę świecową wydaje cpl/godz.
Oświetlenie elektryczne:		
Lampy łukowe	0,4 watów	0,4
Żarówki Nernst'a	1,5 „	1,3
Żarówki zwykłe	3,0 „	2,6
Oświetlenie gazowe:		
Palniki Bray'a	0,013 m ³	67
Palniki Argand'a	0,010 „	50
Palniki żarowe	0,002 „	10
Oświetlenie acetylenowe		
Palnik naftowy pierścieniowy	0,006 „	6
Świece woskowe i stearynowe	0,003 „	30
	0,009 „	85

Szczegóły niezbędne do obliczenia wartości W_3 podano w rozdz. II, Ogrzewanie.

Tablica ilości L w m³, niezbędnej na zabranie 100 cpl.

Temperatura t_0 powietrza nawietrzającego	Objętość powietrza, w m ³ , które zabiera 100 cpl., zagrzewając się do temperatury t , z jaką je odprowadzamy:												
	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°
15°	116	87	70	59	50	44	40	36	33	30	28	26	24
16°	174	117	88	70	59	51	44	40	36	33	30	28	26
17°	348	175	117	88	71	59	51	45	40	36	33	30	28
18°	.	35°	175	117	88	71	59	51	45	40	36	33	30
19°	.	.	351	176	118	89	71	59	51	45	40	36	33
20°	.	.	.	352	177	118	89	71	60	51	45	40	36

Uwaga. Temperatury powietrza odprowadzanego, przekraczające 23°, dotyczą warstw wyższych, w których nieprzebywają ludzie.

3. Średnia objętość wymiany powietrza na godzinę i osobę.

1. Podług pruskich przepisów ministeryalnych:

W sypialniach i salach więziennych	10 m ³
W jednoosobowych celkach więziennych	15 do 22 „
W salach odczytowych i salach zebrań	do 20 „
W klasach szkolnych, zależnie od wieku uczniów .	10 do 25 „

Dla szpitali przepisy te nie wskazują danych, zalecając każdorazowe ustalenie ilości wymiany powietrza w porozumieniu z władzą szpitalną. W sieniach, schodniach i korytarzach starczy pół wymiany na godzinę, lecz zaleca się jednokrotną, gdy przestrzenie te służą do stałego pobytu w nich ludzi. Z kuchni, ustępów i t. p., gdzie wytwarzają się zaduchy, należy liczyć pięciokrotną wymianę na godzinę, a conajmniej trzykrotną.

2. Tablica wymian powietrza podług Rietschel'a.

Przeznaczenie izby lub sali	Wymiana na godzinę	
	skąpa	obfita
Pokoje dla chorych dorosłych . . .	75 m ³	75 m ³
" " " " dzieci . . .	35 "	35 "
Klasy szkolne na dzieci do 10 lat.	10 "	17 "
" " " " wyżej 10 lat.	15 "	25 "
Pokoje na pobyt oznaczonej ilości osób	20 "	35 "
Ilokrrotność wymian na godz.		
Pokoje na pobyt zmiennej ilości osób . . .	1	2
Sienie, schodnie, korytarze bardzo uczęszczone *)	3	4
Sienie, schodnie, korytarze mało uczęszczone *)	1/2	1
Kuchnie i ustępy *)	3	5

Dane powyższe nie uwzględniają nadmiernego zagrzewania się powietrza, np. z powodu oświetlenia gazowego, ani też niezbędnej ilości powietrza nawietrzającego przy ogrzewaniu powietrzem. W takim przypadku, jakoteż gdy chodzi o nieprzekraczanie pewnej temperatury, wypada obliczać wymianę podług tych warunków, a jeśli wynik tego obliczenia da wymianę mniejszą od wskazanej w tablicy powyższej, to należy stosować co najmniej ilości podane w tablicy.

c. Sposoby przewietrzania.

1. Przewietrzanie samoistne.

Większość tworzyw (materiałów) budowlanych jest do pewnego stopnia przenikalna dla powietrza, wskutek czego następuje samoistna wymiana powietrza z budynku na zewnątrz i odwrotnie, gdy tylko prężność (ciśnienie barometryczne) powietrza po obu stronach ściany będzie niejednakowa.

Jeżeli oznaczymy przez:

I' powierzchnię przegrody przenikalnej dla powietrza, w m²,

s grubość tejże przegrody, w m,

p prężność bezwzględna powietrza po jednej stronie przegrody, w kg/m²,

p_0 podobną prężność po drugiej stronie, w kg/m²,

β współczynnik przenikalności tworzywa przegrody, t. j. ilość m³ powietrza, przenikającego na godz. przez 1 m² takiej przegrody, 1 m grubej, przy różnicy 1 kg/m² obustronnej prężności,

*) Sienie, schodnie i korytarze najlepiej tylko nawietrzać, kuchnie i ustępy natomiast wyłącznie tylko wywietrzać, t. j. wyciągać z nich powietrze, nie doprowadzając do nich bezpośrednio świeżego. Natenczas kuchnie i ustępy będą czerpały z sień i korytarzy powietrze niezbędne do wymiany, co zapobiegnie rozprzestrzenianiu się zduchów po budynku.

to podług C. Lang'a *) ilość L powietrza, w $m^3/\text{godz.}$, przenikająca przez przegrodę, będzie:

$$L = \frac{(p - p_0) \beta F'}{s}$$

Gdy powietrze przenika z pokoju na zewnątrz i odwrotnie jedynie wskutek różnicy temperatur, a więc gdy np. temperatura t w pokoju jest wyższa od temperatury zewnętrznej t_0 , to w niższych warstwach pokoju prężność p powietrza będzie mniejsza od prężności zewnętrznej p_0 , a w górnych warstwach naodwrot większa. Powietrze będzie zatem dopływało z dworu do pokoju przez podłogę i dolną część ścian, a wypływało z niego na zewnątrz przez górną część ścian i przez sufit. Jeżeli cała wysokość pokoju będzie H , a h wysokością warstw niższych, w których $p - p_0 < 0$, to $H - h$ będzie wysokością warstw wyższych, w których $p - p_0 > 0$. Na wysokości h od podłogi leżeć będzie warstwa obojętna, w której $p = p_0$. Średnie, czynne różnice prężności ($p - p_0$) dla wzoru powyższego byłyby zatem (jeżeli $\alpha = 0,003665$ jest spójczynnikiem rozszerzalności, a 1,293 wagą 1 m^3 powietrza przy 0° w kg):

$$\text{u podłogi: } p - p_0 = -1,293 h \left(\frac{1}{1 + \alpha t_0} - \frac{1}{1 + \alpha t} \right);$$

w warstwach niższych średnio:

$$p - p_0 = -1,293 \frac{h}{2} \left(\frac{1}{1 + \alpha t_0} - \frac{1}{1 + \alpha t} \right);$$

w warstwach wyższych średnio:

$$p - p_0 = +1,293 \left(\frac{H - h}{2} \right) \left(\frac{1}{1 + \alpha t_0} - \frac{1}{1 + \alpha t} \right);$$

$$\text{u sufitu: } p - p_0 = 1,293 (H - h) \left(\frac{1}{1 + \alpha t_0} - \frac{1}{1 + \alpha t} \right).$$

Zazwyczaj liczą, że zimą, w mieszkaniach zwykłych, o ścianach olejno niemalowanych (ani od strony zewnętrznej ani od wewnętrznej) samoistna wymiana powietrza bywa pół do jednokrotna na godzinę i na mocy tego założenia obliczają stratę ciepła, powodowaną przez samoistną wymianę powietrza **).

*) C. Lang, Ueber natürliche Lüftung; Stuttgart 1877. Lang oznacza spójczynniki β nie w m^3 lecz w litrach; chcąc otrzymać wynik L w m^3 , należy stosować spójczynniki β 1000 razy mniejsze od liczonych przez Lang'a, co też już uwzględniono na str. 579.

**) Objętość powietrza samoistnie wymienianego nie pozostaje w prostym stosunku do objętości pokoju, lecz raczej w stosunku do powierzchni ścian zewnętrznych i t. p. a w odwrotnym stosunku do grubości tychże ścian i t. p. Wielkość straty ciepła, powodowanej tą wymianą, lepiej zatem będzie oznaczać w % ciepła przenikającego przez ściany i t. p., a nie podług ilokrotności wymian. Zaznaczyć jednak wypada, że powierzchnia z tworzywa dziurkowanego przepuszcza wiele powietrza, chociaż jest złym przewodnikiem ciepła, co należy uwzględnić w wysokości % dodawanego.

Spółczynnik β przenikalności tworzyw dla powietrza.

Piaskowiec	0,000124 m ³ /m ²	Zaprawa wa-	
Cegła	0,000201 "	pienna	0,000907 m ³ /m ²
Klinkier polewany	0,000000 "	Beton	0,000258 "
" niepolewany	0,000145 "	Zaprawa cemen-	
		towa bez piasku	0,000137 "
		Odlew gipsowy.	0,000041 "

Pomalowanie ściany farbą olejną usuwa niezwłocznie jej przenikalność dla powietrza, a pomalowanie szkłem wodnym czyni to zwolna, w miarę wytwarzania się krzemianów wapnia i t. p.

Zmniejszanie przenikalności pierwotnej dla powietrza:

a) wskutek powłoki ścian:

farbą klejową	50 ⁰ / ₀	zwykłym obiciem	18 ⁰ / ₀
" wapienną	25 ⁰ / ₀	obiciem lakierowanym	40 ⁰ / ₀
parafiną, woskiem i t. p.	100 ⁰ / ₀		

b) wskutek przewilżenia wodą:

w piaskowcu	80 ⁰ / ₀	w zaprawie wapiennej	90 ⁰ / ₀
w cegle	80 ⁰ / ₀	w betonie i w zaprawie cementowej	100 ⁰ / ₀

2. Przewietrzanie pobudzone.

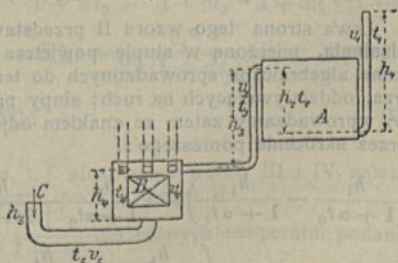
1. Przewietrzanie pobudzone różnicą temperatur.

Jeżeli przez L oznaczymy objętość wymiany w m³/godz., mierzoną przy temperaturze t , to w kanale nawietrzającym lub wywietrzającym, o przekroju F w m², a temperaturze t , niezbędna prędkość ruchu powietrza w danym przekroju F wyrazi się w m/sek. wzorem:

$$v = \frac{L(1 + \alpha t_1)}{3600(1 + \alpha t)F} \dots \dots \dots \text{I.}$$

Właściwym zadaniem projektu przewietrzania będzie oznaczenie takich przekrojów kanałowych, aby się w nich istotnie wytwarzała prędkość, wzorem powyższym wskazana. W rys. 1061 przedstawiono zarys urządzenia przewietrzającego, Pokój A , a raczej jego jego przekrój, bywa zazwyczaj w stosunku do objętości wymiany tak

Rys. 1061.



wielki, że możemy w nim zupełnie zaniedbać prędkość ruchu powietrza. W nagrzewni B mieści się nagrzewnica (kaloryfer), powietrze świeże dopływa do niej kanałem CB od czerpni C . Z nagrzewni prowadzą powietrze do poszczególnych pokoi kanały nawietrzające, a z nich wrysowano całkowicie tylko kanał, wiodący do pokoju A , z którego powietrze zepsute wychodzi w górę na zewnątrz oddzielnym kanałem wywiewającym.

Poniżej oznaczać będziemy przez:

α współczynnik rozszerzalności powietrza = 0,003665 = 1 : 273,

t_0 temperaturę powietrza zewnętrznego,

t_1, t_2, t_3, t_4 temperaturę powietrza w poszczególnych działkach urządzenia, stosownie do ich oznaczenia w rysunku,

v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 prędkości powietrza w tychże działkach, w m/sek.,

h_1, h_2, h_3, h_4, h_5 wysokości słupów powietrza, powodujących czynną wysokość ciśnienia, w m,

R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 mnożniki oporów od tarcia powietrza o ścianki w poszczególnych działkach, w m (obliczenie tych wartości p. str. 582),

$\Sigma \zeta_1, \Sigma \zeta_2, \Sigma \zeta_3, \Sigma \zeta_4, \Sigma \zeta_5$, t. j. liczby, które, pomnożone przez wysokość prędkości $\left(\frac{v^2}{2g}\right)$, dają nam wysokość oporu, spowodowanego przez miejscowe zwężenia i rozszerzenia przewodu,

przez jego załomy, klapy, kratki i t. p. (wartości na mnożniki ζ p. str. 582 i T. I str. 251 i n.),

$g = 9,81$ m/sek².

W założeniu, że ścianki nagrzewni B , pokoju A i przewodów są dla powietrza nieprzenikalne, otrzymamy wzór:

$$\begin{aligned} & \frac{h_1 - h_2 + h_3 + h_4 - h_5}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_1}{1 + \alpha t_1} + \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} - \frac{h_3}{1 + \alpha t_3} - \frac{h_4}{1 + \alpha t_4} + \frac{h_5}{1 + \alpha t_5} \\ &= \frac{v_1^2}{2g(1 + \alpha t_1)} (1 + R_1 + \Sigma \zeta_1) + \frac{v_3^2}{2g(1 + \alpha t_3)} (1 + R_3 + \Sigma \zeta_3) \\ &+ \frac{v_4^2}{2g(1 + \alpha t_4)} (R_4 + \Sigma \zeta_4) + \frac{v_5^2}{2g(1 + \alpha t_5)} (R_5 + \Sigma \zeta_5) \dots \text{ II.} \end{aligned}$$

Lewa strona tego wzoru II przedstawia nam **czynną wysokość ciśnienia**, mierzoną w słupie powietrza o temperaturze 0°. Jest to suma algebraiczna sprowadzonych do temperatury 0° słupów powietrza, oddziaływających na ruch; słupy przeciwdziałające temu ruchowi wprowadzamy zatem ze znakiem ujemnym. Wyras ten powstał przez skrócenie poniższego:

$$\begin{aligned} & \left(\frac{h_1}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_1}{1 + \alpha t_1} \right) - \left(\frac{h_2}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} \right) + \left(\frac{h_3}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_3}{1 + \alpha t_3} \right) \\ & + \left(\frac{h_4}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_4}{1 + \alpha t_4} \right) - \left(\frac{h_5}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_5}{1 + \alpha t_5} \right), \end{aligned}$$

w którym każdy nawias wyraża część wysokości czynnej, wytworzoną przez różnicę temperatur i wysokość słupów w pewnej, poszczególniej działce układu. Drugi z tych nawiasów otrzymał znak ujemny, gdyż ruch w działce przynależnej skierowany jest z góry w dół, a więc odwrotnie do ogólnego ruchu, powodowanego przez wysokość czynną; to samo dotyczy i nawiasu ostatniego.

Prawa strona równania II przedstawia sumę wysokości oporów w poszczególnych działkach, w postaci iloczynu z wysokości prędkości i mnożników oporu. Każdy taki mnożnik oporu składa się z mnożnika R oporu od tarcia o ścianki i z mnożnika $\sum \zeta$ oporów miejscowych, t. j. od zmian w przewodzie (zmian kierunku lub przekroju w przewodzie), a jeśli przewód ma ujście w przestrzeń o tak wielkim przekroju, że prędkość w niej możemy zaniedbać, to do mnożnika oporu od zmian należy dodać liczbę 1, przez co uwzględnimy wysokość, traconą wskutek zmniejszenia prędkości do zera. Po prawej stronie braknie wyrazu przynależnego do działki 2, ponieważ staje się on zerem, założyliśmy bowiem, że w działce tej prędkość v_2 jest tak mała, iż może być zaniedbana, czyli równa zeru. Wartości $\frac{v^2}{2g}$ podano w tablicy T. I str. 146.

Jeżeli natomiast założymy, że ścianki tylko w nagrzewni B są dla powietrza nieprzenikalne, a ścianki pokoju A przenikalne (co się też ponajczęściej zgadza z rzeczywistością), to wypada cały układ przewietrzający rozdzielić w obliczeniu na dwie części: nawietrzającą, od czerpni powietrza aż do środka pokoju A , i część wywietrzającą, od tegoż środka pokoju A aż do górnego wylotu kanału wywietrzającego. Poniżej podajemy wzór III na część wywietrzającą:

$$\frac{h_1}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_1}{1 + \alpha t_1} - \frac{h_2}{2(1 + \alpha t_0)} + \frac{h_2}{2(1 + \alpha t_2)} = \frac{v_1^2}{2g(1 + \alpha t_1)} (1 + R_1 + \sum \zeta_1) \dots \text{III},$$

oraz wzór IV na część nawietrzającą:

$$-\frac{h_2}{2(1 + \alpha t_0)} + \frac{h_2}{2(1 + \alpha t_2)} + \frac{h_3 + h_4 - h_5}{1 + \alpha t_0} - \frac{h_3}{1 + \alpha t_3} - \frac{h_4}{1 + \alpha t_4} + \frac{h_5}{1 + \alpha t_5} = \frac{v_3^2}{2g(1 + \alpha t_3)} (1 + R_3 + \sum \zeta_3) + \frac{v_4^2}{2g(1 + \alpha t_4)} (R_4 + \sum \zeta_4) = \frac{v_5^2}{2g(1 + \alpha t_5)} (R_5 + \sum \zeta_5) \dots \text{IV}.$$

Rozdział ten w obliczeniu, t. j. stosowanie wzoru III i IV, zaleca się bardziej niż obliczenie łączne podług wzoru II.

Wartości: $(1 + \alpha t)$, oraz $\frac{1}{1 + \alpha t}$ dla różnych temperatur podano na str. 281 T. I.

Wspomniane powyżej mnożniki R oporu tarcia wyrażają się wzorem:

$$R = \frac{\rho l u}{F},$$

w którym l oznacza długość, u obwód przewodu w m, a więc lu powierzchnię ścianek przewodu, o które trze się powietrze. F oznacza przekrój tegoż przewodu, a ρ współczynnik tarcia, którego wartości dla kanałów murowanych zestawiamy poniżej podług doświadczeń Rietschel'a:

$u =$	| 0,50	| 0,52	| 0,54	| 0,56	| 0,59	| 0,65	| 0,72	do 0,95	| 0,96 do 1,99	| 2,00 do 12,50 m,
$\rho =$	| 0,035	| 0,020	| 0,017	| 0,014	| 0,012	| 0,010	|	0,009	| 0,008	| 0,007

Ścisłe biorąc wartość współczynnika ρ zmniejsza się przy wzrastającej prędkości, ponieważ jednak średnie prędkości w przewodach przewietrzających pozostają w dość ciasnych granicach (0,5 do 3 m/sek.), których zazwyczaj nie przekraczają, więc dogodnym będzie, w obliczeniach stosować powyższe, od prędkości niezależne wartości na ρ .

Mnożniki $\Sigma \zeta$ oporu od zmian w przewodzie składają się z sumy mnożników dla poszczególnych takich zmian kierunku lub przekroju. Wartość mnożnika ζ można liczyć: w załomie prostokątnym 1,5, w zakrzywieniu o 90° , kolankowo złagodzonem 1, w załomie o 45° (kął przewodu 135°) 0,6, wreszcie przy zmianach kierunku, złagodzonych za pośrednictwem łuków o większych promieniach, 0. Zmiana przekroju F_1 na F wymaga dodania mnożnika oporu

$\zeta = \left(\frac{F}{F_1} - 1 \right)^2$, który możemy zaniedbać zupełnie, gdy zmiana przekroju jest nieznaczna lub łagodnie przeprowadzona na większej długości przewodu.

Dla siatek drucianych $\zeta = 0,3$ do $0,6$, a dla kratak z blach dziurkowanych $\zeta = 0,75$ do 2 , w zależności od stopnia zacieśniania przekroju. Dla klap, które w położeniu otwartem przylegają zupełnie do ścianki kanału $\zeta = 0$.

Co do sposobu przeprowadzenia obliczeń na podstawie wzoru I, w łączności z wzorem II, III, albo IV, podajemy jeszcze wskazówki następujące:

Z wzoru I możemy dla danej ilości L powietrza i danego przekroju F kanału obliczyć prędkość v , albo naodwrot dla danego v i L obliczyć przekrój F , albo wreszcie z danych v i F obliczyć L .

Wzór II (a podobnie też wzory III i IV) stosujemy do sprawdzenia przewodów już zaprojektowanych, a więc o wiadomych przekrojach F i mnożnikach oporu, przyczem jedną z prędkości np. v_1 bierzemy za niewiadomą zasadniczą i wyrażamy w niej pozostałe prędkości $v_2, v_3 \dots$, a to na zasadzie wzoru, np.:

$$v_n = v_m \cdot \frac{F'_m}{F'_n} \left(\frac{1 + \alpha t_n}{1 + \alpha t_m} \right) \dots \dots \dots V.$$

Przez takie podstawienia otrzymamy równanie z jedną niewiadomą v_1 , której wartość, po jej obliczeniu, przedstawi się w postaci pierwiastku z funkcji ilości wiadomych: $h, t, R, \Sigma \zeta, G$ i α poszczególnych działek przewodu. Obliczone w ten sposób v_1 musi być równe albo większe od jego wartości wynikającej z wzoru I, a gdy-

by było mniejsze, wypada zwiększyć stosownie przekroje i powtórzyć sprawdzenie.

W podobny sposób postępujemy też, gdy rozdzielamy obliczenie na dwie części, łącząc raz wzór I z III, drugi raz wzór I z IV. Natenczas pierwsza część obliczenia będzie nader prosta, bo we wzorze III mamy tylko jedną niewiadomą v_1 , obędziemy się zatem bez podstawień, a we wzorze IV wypadnie nam, tylko dwie prędkości (np. v_4 i v_5) wyrazić przez trzecią, (np. przez v_3), a to podług wzoru V.

W niezbyt rozległych zładach przewietrzających upraszczamy sobie zadanie, obliczając dla każdego piętra tylko jeden przewód, a mianowicie ten, który przedstawia względnie największe opory. Na zasadzie prędkości, określonej w ten sposób dla owego najmniejkorzystniejszego przewodu, obliczamy pozostałe przekroje przewodów, wiodących na to samo piętro. Otrzymamy zatem dla nich przekroje za wielkie, obliczone z zapasem, a ruch powietrza w nich możemy przydławić przez stosowne nastawienie klap i t. p.

Postępowanie takie nie nadaje się jednak bezpośrednio do bardziej rozległych zładów przewietrzających, które należałoby podzielić uprzednio na pewną ilość części, obejmujących przewody o zbliżonych do siebie wielkościach oporu, poczem dopiero każdą z tych części można obliczać w sposób co dopiero podany.

Zład, przedstawiony w rys. 1061, działa prawidłowo, dopóki nagrzewamy powietrze nawietrzające. W porze cieplejszej, gdy wprowadzenie nagrzanego powietrza do mieszkania byłoby wprost nieznośne, przerywamy to nagrzewanie, skutkiem czego znika i wszelka siła pobudzająca przewietrzanie. W takich razach, chcąc zapewnić prawidłowe przewietrzanie bez względu na porę roku, a również i dla wzmoczenia siły przewietrzającej podczas działania nagrzewnicy, stosujemy dodatkowo podgrzewanie powietrza odprowadzanego. Możemy wprowadzić podgrzewać każdy poszczególny kanał wywietrzający oddzielnie, np. palnikiem gazowym, ponajczęściej jednak sprowadzamy większą ilość przewodów wywietrzających do wspólnej podgrzewni. W niej podgrzewamy powietrze podgrzewnicą, i dopiero powietrze tak podgrzane wyprowadzamy ponad dach, wspólnym, możliwie pionowo prowadzonym szybem. Podgrzewnie te budujemy ponajczęściej na poddaszu, albo w piwnicy. W pierwszym przypadku mamy możliwie krótką drogę ruchu powietrza zepsutego, a więc i mniejsze opory, lecz i mniejszą wysokość pobudzającego słupa powietrza podgrzanego. W drugim przypadku, sprowadzając wszystkie kanały wywietrzające w dół do piwnicy, powiększamy znacznie drogę ruchu powietrza, a więc i jego opory, otrzymujemy natomiast w zamian znacznie wyższy pobudzający słup powietrza podgrzanego w szybie, sięgającym od piwnicy, poprzez wszystkie piętra i poddasze, aż ponad dach.

Obliczenie takiego układu nie różni się w zasadzie od poprzednio podanego, gdyż dodanie podgrzewnicy zmienia tylko (t. j. podwyższa) temperaturę w głównym przewodzie wywietrzającym, a bezczynność nagrzewnicy (np. w porze letniej) zmienia temperaturę w przewodach, wiodących od nagrzewnicy do poszczególnych pokoi i sal.

2. Przewietrzanie pobudzone mechanicznie.

Gdy we wzorach powyższych II, III lub IV lewa strona okaże się o H (w m) mniejszą od strony prawej, i gdy nie możemy już na korzyść pobudzenia ruchu zmienić, ani przekrojów przewodów, ani temperatur pobudzających ów ruch, natenczas należy brakującą wysokość czynną wytworzyć **przewietrznikiem** mechanicznym. Przewietrznik ten musi przetłaczać pożądaną ilość L powietrza z jednej swej strony na drugą pod przeciwcisnienie H , mierzone w m słupa powietrza o 0° , albo też pod przeciwcisnienie $1,293 H$, mierzone w mm słupa wodnego. Wynik pożądaný możemy osiągnąć albo **nawietrznikiem**, ustawionym na części nawietrzającej, a więc wtłaczającym powietrze świeże do zładu, albo też **wywietrznikiem**, ustawionym na części wywietrzającej, a więc wyciągającym ze zładu powietrze zepsute. Wreszcie można część owego niedomiaru H wysokości czynnej przezwyciężać nawietrznikiem, resztę zaś wywietrznikiem.

Ponieważ przy przewietrzaniu chodzi przeważnie o poruszanie względnie znacznych ilości powietrza pod względnie małe przeciwcisnienia, więc najszersze zastosowanie znajdują tu przewietrzniki śrubowate, o skrzydłach płaskich, lub lepiej śrubowato zakrzywionych. Dla osiągnięcia większych prędkości stosują też, aczkolwiek rzadziej, np. w układzie Sturtevant'a, i wietrzaki odśrodkowe (baki) z łopatkami, których powierzchnie są równoległe do osi przewietrznika. Ponieważ jednak sprawność przewietrzników śrubowatych bywa na ogół nie wielka, zazwyczaj tylko opoło 25%, więc dla większych zładów przewietrzających zalecają się bardzo przewietrzniki śrubowato-odśrodkowe pomysłu Pelzer'a, których sprawność bywa do dwa razy większa, dosięgając nawet 60%. (O przewietrznikach p. T. I str. 781).

Dostawcy przewietrzników podają ponajczęściej w swych cennikach tę ilość L_0 powietrza, jaką dany przewietrznik przerzuci w jednostce czasu, z jednej strony na drugą, w przestrzeni swobodnej, a więc bez dodatkowego przeciwcisnienia. Jeżeli taki przewietrznik, o powierzchni F swego wylotu, ma pracować pod przeciwcisnienie H w m słupa powietrza, to wydajność jego, podług Rietschel'a, określamy ze wzoru:

$$\frac{L}{1 + \alpha t} \approx \frac{(0,01 L_0)^3}{254 F^2 H}$$

w którym L i L_0 są ilościami wydawanymi w $m^3/\text{godz.}$; przetłaczamy zaś powietrze o temperaturze t .

Moc, niezbędna do napędzania takiego przewietrznika, będzie:

$$N = \frac{0,0000048 LH}{\eta (1 + \alpha t)}$$

jeżeli przez η oznaczymy sprawność przewietrznika, wahającą się zazwyczaj w granicach 0,25 do 0,4.

d. Urządzenie i wykonanie zładów o przewietrzaniu pobudzanem.

1. Nawietrzanie.

1. **Czerpnię** powietrza świeżego projektujemy z uwzględnieniem warunków miejscowych możliwie tak, aby zaczerpywać powietrze jak najczystsze, oraz aby kanały nawietrzające wypadły możliwie krótkie. Ważnem jest, aby czerpnia otrzymała położenie, nie wystawione na wiatry, gdyż wiatr wpadający wprost na wlot czerpni zwiększałby czasowo siłę przewietrzania, a wiatr równoległy do powierzchni wlotu czerpni, wytwarzając tam pewną próżnię, zmniejszałby ową siłę przewietrzania. Zład przewietrzający w takich warunkach nie działałby prawidłowo i byłby w wysokim stopniu zależny od siły i kierunku wiatru. Jeżeli nie możemy pomieścić czerpni w miejscu osłoniętem od wiatrów, to zaleca się dać jej dwa wloty przeciwległe, albo nawet zastąpić jedną czerpnię dwiema, leżącymi przy przeciwległych ścianach budynku: natenczas bowiem, przy dowolnym kierunku wiatru, jego parcie na jeden wlot będzie się częściowo równoważyło jego ssaniem z wlotu przeciwległego. Wloty czerpni zastawiamy zazwyczaj siatkami lub kratkami, aby zapobiedz wpadaniu liści i t. p. do czerpni, oraz wlatywaniu ptaków, wbieganiu szczurów i t. p.

2. **Odpylanie powietrza** osiągamy w sposób najprostszy, poszerzając stosownie główny kanał nawietrzający. W poszerzeniu tem, stanowiącem **odpylnię**, czyli osadnik pyłu, prędkość powietrza zmniejsza się tak dalece, że nie zdoła już unosić z sobą pyłu, który skutkiem tego osiada w odpylni. Gdy środek ten okaże się niedostatecznym, stosujemy **odpylnice**, t. j. przesączniki powietrza, przez które powietrze przechodzi, a na których pył się zatrzymuje. Są to przeważnie przegrody w rozszerzeniu kanału nawietrzającego, złożone z opraw, na których rozpinają się tkaniny lub siatki. Ponieważ opór przepływu powietrza przez taką tkaninę, np. przez flanelę, a zwłaszcza przez barchan, jest bardzo wielki, więc należy wedle możliwości zmniejszyć prędkość przepływu, a zatem możliwie zwiększyć powierzchnię tkaniny odpylającej; osiągamy to ustawiając oprawy tkaniny w zakosy, przez co możemy otrzymać powierzchnię tkaniny odpylającej wiele razy większą od samego przekroju poszerzenia kanałowego, w którym ustawiamy odpylnicę. Aby pył nie zapychał tkaniny zbyt szybko (co wymagałoby jej wytrzepania, połączonego z pewną mitręgą), zaleca się przed taką odpylnicą urządzić zwykłą odpylnię, w którejby się osadzała większa część pyłu, a tylko jego resztki, t. j. pył najdrobniejszy, unoszony jeszcze z odpylni zatrzymywałaby tkanina odpylnicy. Podług doświadczeń Rietchel'a opór h' przepływu L m³ powietrza na godz., przez tkaninę o powierzchni F' m², wyrazi się w metrach słupa powietrznego (o tej temperaturze, jaką posiada samo powietrze przepływające) wzorem:

$$h' = \frac{mL}{F'} = m \times \text{prędkość przepływu,}$$

w którym m jest spóczynnikiem z doświadczenia, o wartości: $m = 0,024$ do $0,030$ dla barchanu drapanego, a $m = 0,0015$ dla flaneli lekkiej.

Wobec znacznego na ogół oporu, odpylnice z tkanin zalecają się wyłącznie tylko do zładów, pobudzanych mechanicznie. Znacznie mniejszy opór przedstawiają odpylnice wodne, t. j. siatki metalowe, zraszane wodą, a rozpięte na pochyło ustawionych oprawach, albo wreszcie odpylnice natryskowe, wytwarzające w kanale przesłone z wody rozbryzgiwanej ze szeregu natrysków. Odpylnice wodne wymagają ostrożności w zastosowaniu, by nie zamarzały zimą, a nie przewiliżały powietrza, zwłaszcza latem.

3. Pobudzamy nawietrzanie bądź to mechanicznie, za pośrednictwem **nawietrzników** (a na wagonach i statkach za pośrednictwem odwiertków nawietrzających, skierowanych pod wiatr), bądź też przez podgrzewanie powietrza w nagrzewniach, które powinny być przestronne i łatwo dostępne dla oczyszczania, a posiadać ściany, sufity i podłogi nieprzenikalne dla powietrza otaczającego i nieprzepuszczalne dla wody gruntowej.

4. Nawilżanie powietrza. Przez nagrzewanie powietrza nie zmniejszamy wprawdzie bezwzględnej ilości wilgoci w niem zawartej, zmniejszamy jednak jego wilgotność, t. j. stosunek wilgoci w powietrzu zawartej do tej ilości, jaką zawierać może przy pełnem nawilżeniu. Im wyższą bowiem jest temperatura powietrza, tem większą jest ilość wilgoci, niezbędnej do zupełnego nawilżenia powietrza, czyli do jego nasycenia wilgocią (p. T. I str. 280 i tabl. str. 281). Względy zdrowotne wymagają jednak pewnej wilgotności powietrza, nie mniejszej niż 50%, wypada zatem powietrzu nagrzewanemu w nagrzewni dodać brakującej mu wilgoci. Służą do tego nawilżacze przeróżnych ustrojów, które można podzielić zasadniczo na dwa rodzaje: wodne i parowe.

Nawilżacz wodny dostarcza powietrzu wodę ciekłą, przeważnie drobno rozpylaną, a powietrze musi samo przemieniać ów pył wodny na parę, musi zatem wydawać z siebie ciepło niezbędne na wyparowanie, przyczem samo się chłodzi. Zmusza to nas zatem do nagrzewania powietrza o tyle wyżej, o ile się ono chłodzi przez takie nawilżanie, by ostatecznie otrzymać temperaturę istotnie pożądaną dla powietrza, wstępującego do pokojów i sal.

Nawilżacz parowy dostarcza powietrzu wilgoć w postaci gotowej do rozpuszczenia się w powietrzu, a więc w postaci pary. Tego rodzaju nawilżanie nie ochładza powietrza, lecz na odwrót nagrzewa je nieco, albowiem para, chłodząc się z powyżej 100° do temperatury powietrza, oddaje mu część swego ciepła.

Pośrednim rodzajem nawilżaczy będą **naczynia nawilżające**, w których wodę ogrzewamy spalinami, parą lub wodą gorącą. Z naczyń tych wilgoć przechodzi w powietrze już w postaci pary, przy niedostatecznem jednak zagrzaniu wody, powietrze musi wydawać z siebie część ciepła niezbędnego na wyparowanie wody, a całe to ciepło wtenczas, gdy naczynia nawilżające są zupełnie nieogrzewane.

Ilość A kg wody, jaką trzeba dodać powietrzu, aby je dowilżyć do pożądanej wilgotności, wyraża się wzorem:

$$A = \frac{L}{100} \left(p w - p_0 w_0 \frac{1 + \alpha t_0}{1 + \alpha t} \right) \text{ kg wody.}$$

We wzorze tym L oznacza ilość powietrza, przeprowadzanego przez nawilżacz, p wilgotność powietrza w ‰, t jego temperaturę, a w ilość wilgoci w kg, jaką w sobie zawiera 1 m³ powietrza nawilżonego do nasycenia. Wielkości p , t , w , bez wyróżnika, dotyczą powietrza wewnętrznego, t. j. w pokoju lub sali, a wielkości p_0 , t_0 , w_0 , z wyróżnikiem ₀, dotyczą powietrza zewnętrznego.

5. **Nawiewniki** w zwykłych pokojach najdogodniej umieszczają tuż pod sufitem, a w każdym razie wysoko ponad głową mieszkańców, natenczas można bowiem wpuszczać powietrze do pokoju z większą prędkością, np. do 2,5 m/sek. (przy zastosowaniu przewietrzników). Jeżeli jednak położenie nawiewnika jest takie, że strumień powietrza zeń wypływającego trafić może w osoby w pokoju będące, to prędkość wylotowa nie powinna przekraczać 0,3 m/sek, w przeciwnym bowiem razie mieszkańcom dałyby się odczuć przewiewy. Strumień powietrza, wypływającego z nawiewnika, najlepiej skierować wzdłuż największego wymiaru poziomego danej sali lub pokoju, i zgodnie z tym warunkiem obrać położenie nawiewnika w ścianie. Warunek ten utrudniałby jednak często prawidłowe rozmieszczenie w ścianach kanałów nawietrzających, a poza tem warunek ów sam w sobie posiada względnie małą doniosłość, tak że wypada go spełniać tylko wtenczas, gdy to nie spowoduje żadnych trudności w przeprowadzaniu kanałów nawietrzających.

2. Wywietrzanie.

Wywiewniki w pokojach zwykłych najdogodniej będzie umieszczać po dwa na każdym pionowym kanale wywietrzającym, a mianowicie jeden z nich u podłogi, na zimę, by usuwać z pokoju powietrze z niższych warstw chłodniejszych, drugi zaś u sufitu, na lato, by wówczas usuwać naodwrot powietrze z najcieplejszych warstw wyższych. Wywiewniki te powinny być zatem zamykane, aby mógł zamknąć dolny wywiewnik latem, górny zaś zimą.

Od wywiewników prowadzimy powietrze zepsute ponajczęściej kanałami pionowymi, bądź to w górę, bądź w dół, a w wyjątkowych tylko przypadkach przeprowadzamy powietrze zepsute od wywiewnika do takiego kanału pionowego za pośrednictwem dłuższego kanału poziomego.

Wschodzące kanały pionowe wywietrzające wyprowadzamy ponajczęściej bezpośrednio aż ponad dach. Jeżeli się zaś te kanały kończą na poddaszu, to łączymy je wszystkie, albo pewne ich grupy, za pośrednictwem kanałów poziomych w wspólne szyby wyciągowe, w których pobudzamy jeszcze ciąg bądź to podgrzewnicą, bądź też wywietrznikiem. Wypuszczanie powietrza zepsutego na poddasze jest urządzeniem wysoce wadliwym, gdyż ciepłe a nawilżone po-

wietrze z mieszkań, chłodząc się w porze zimniejszej na poddaszu, zrzuca nadmiar swej wilgoci w postaci rosy na wieżbę dachową i stać się może przyczyną jej gnicia, a w każdym razie przyczyną zawilżenia poddasza. Słusznie zatem przepisy budowlane w Warszawie nie pozwalają na wypuszczanie powietrza wywietrzającego w przestrzeń poddasza.

Schodzące kanały pionowe, wywietrzające sprowadzamy zazwyczaj do piwnicy, gdzie łączymy je siecią kanałów podziemnych z głównym szybem wywietrzającym, a wielkie budynki dzielimy w tym celu na mniejsze części, obsługiwane przez oddzielne szyby. Każdy taki szyb otrzymuje swą podgrzewnicę lub wywietrznik dla wzmocnienia ciągu, a przeprowadza się on przez wszystkie piętra i poddasze aż ponad dach.

Górne wyloty kanałów i szybów wywietrzających otrzymują ponad dachem odwietrki, które chronią je od naporu wiatru, a nawet odchylają kierunek wiatru w ten sposób, aby wywołać pewne ssanie z wylotu. Górny wylot kanału lub szybu należałoby zastąpić od deszczu i śniegu conajmniej kapturem.

II. OGRZEWNICTWO *).

A. Wiadomości zasadnicze.

a. Straty ciepła z przestrzeni zamkniętych na zewnątrz.

Straty ciepła liczymy w ogrzewnictwie zazwyczaj na godzinę jako jednostkę czasu, straty te zaś składają się zasadniczo z dwóch części, a mianowicie: ze straty ciepła przepływającego przez ściany, okna, podłogi, sufity i t. p., oraz ze straty ciepła unoszonego przez powietrze, które wychodzi z pokoju na zewnątrz, bądź to przenikając przez ściany, szczeliny i t. p., bądź też odpływając przez kanały wywietrzające. Zład ogrzewczy (instalacja) musi nadto po przewie w ogrzewaniu pokryć straty ciepła, powstałe z powodu wychłodzenia się ścian, podłóg, sufitów i t. d., a więc zład ogrzewczy musi dostarczyć i tę część ciepła, jaka jest potrzebna do ponownego ich zagrzanania.

W stanie ustalenia ilość W ciepła, przenikająca przez przegrodę o powierzchni F m², wyrazi się wzorem:

$$W = KF(t - t_0) \text{ ciepłostek,}$$

w którym t oznacza temperaturę po cieplejszej stronie przegrody, t_0 temperaturę po drugiej stronie, a k współczynnik przenikania ciepła, liczony na 1 m² danej przegrody. Współczynnik k jest ilością ciepłos-

*) Literatura podana w uwadze na str. 572.

tek, przenikających przez 1 m² danej przegrody, w ciągu jednej godziny, przy różnicy 1^o między obustronnemi temperaturami (p. rozdz. III str. 624 i nast.).

α. Wartości współczynnika k : przenikania ciepła (w stanie ustalenia).

1. Ściany pełne z cegły.

Grubość w m	0,12	0,25	0,38	0,51	0,64	0,77	0,90	1,03	1,16
k w cpl/godz. i m ²	2,40	1,70	1,30	1,10	0,90	0,80	0,65	0,60	0,55

Uwaga. Dla ścian, obliczanych kamieniem ciosowym, należy zwiększyć powyższe współczynniki o 15%.

2. Ściany pełne z piaskowca (ciosowego lub łomowego).

Grubość w m	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20
k w cpl/godz. i m ²	2,20	1,90	1,70	1,55	1,40	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95

Uwaga. Dla ścian z wapieni wartości powyższe należy zwiększyć o 10%.

3. Podłogi, sufity, okna i t. p.

Strop belkowany z pułapem ślepym i polepą zwykłą (niepełną):	Posadzka drewniana, ułożona na asfalcie	1,0
jako podłoga 0,35	Posadzka kamienna, ułożona na ziemi	1,4
jako sufit 0,5	Okno pojedyncze	5,0
Sklepienie z posadzką kamienną 1,0	Okno podwójne	2,3
Sklepienie z podłogą drewnianą:	Okno w suficie, pojedyncze	5,3
jako podłoga 0,45	„ „ podwójne	2,4
jako sufit 0,7	Drzwi drewniane	2,0
Podłoga drewniana, ułożona na legarach, na ziemi, z pustami przestrzeniami między legarami 0,8	Ścianki gipsowe (na siatce), 4 do 6 cm grube	3,0
	Takież ścianki 6 do 8 cm grube	2,4

β. Straty dodatkowe.

Straty ciepła, obliczone na zasadzie współczynników powyższych należy stosownie powiększyć przez dodatki odsetkowe, a mianowicie: w razie znaczniejszej wysokości pokoju lub sali, w razie położenia ku północy i wschodowi lub wystawionego na wiatry, w razie przerw w ogrzewaniu i wogóle z uwzględnieniem sposobu, jakim zamierzamy ożyskiwać zład ogrzewczy. Zalecają się poniższe dodatki odsetkowe: dla powierzchni zwróconych ku wschodowi, północy i północo-zachodowi 10^o/o ich strat obliczonych; dla powierzchni wystawionych bezpośrednio na wichry 10^o/o ich strat obliczonych.

Wszystkie dane powyższe dotyczą ogrzewania bez przerw. W razie przerwy, np. nocnej lub jeszcze dłuższej, należy do obliczonej, podług danych powyższych, straty ciepła W (w cpl/godz.) dodać:

w razie przerwy nocnej: $\frac{0,0625 (n - 1) W}{z}$, a

w razie przerwy dłuższej: $\frac{0,1 (8 + z) W}{z}$.

We wzorach powyższych n oznacza ilość godzin od chwili przerwania do chwili ponownego rozpoczęcia działania zładu ogrzewczego, a z ilość godzin, przeznaczonych na zagrzanie pokoi i sal, które się wychłodziły podczas owej przerwy.

γ. Stosowne temperatury i t. p.

Najniższą temperaturę zewnętrzną t_0 , mającą być podstawą obliczenia zładu ogrzewczego, należy założyć zgodnie z warunkami klimatycznymi, a więc w Polsce około -25° , w Niemczech liczą średnio -20° , tyleż i w Odesie, w Petersburgu i Moskwie -30° , w Syberii środkowej -40° do -50° , a w północnej i więcej.

Temperaturę t_0 w piwnicach, na poddaszach i w ogóle w pokojach nieogrzewanych, do których przenika ciepło z pokoi ogrzewanych, można w naszym klimacie liczyć średnio:

w pokojach i salach nieogrzewanych, lecz leżących między ogrzewanymi, zależnie od położenia 0° do $+10^{\circ}$, średnio	$+5^{\circ}$
w piwnicach zamkniętych, oraz w pokojach nieogrzewanych, które przylegają tylko jedną ścianą do ogrzewanych	0°
w zamkniętych przejazdach, bramach, przedsionkach, przez które jednak częściej przewiewa mroźne powietrze zewnętrzne.	-5°
na poddaszach bez stropu pod dachem:	
gdy kryćba dachu metalowa lub łupkowa	-10°
gdy kryćba mniej przenikalna dla ciepła, np. warstwiczna (holcementowa) lub dachówkowa	-5°

Pożądaną temperaturę wewnętrzną t w mieszkaniach, mierzoną na wysokości głowy człowieka, należałoby średnio liczyć:

w pokojach i salach dla chorych	22°
w mieszkaniach i biurach	20°
w sypialniach jednak starczy	15°
w audytoryach, salach zebrań i więzieniach	18°

ogólne sale sypialne w więzieniach (lecz nie małe celki) mogą pozostawać bez ogrzewania;

w korytarzach i schodniach, jakoteż w salach wystawowych lub przeznaczonych na zbiory, stosownie do wymagań	10° do 18°
w kościołach liczą w Niemczech 10° do 12° , lecz u nas zimą przychodzą ludzie w tak ciepłym ubraniu, że starczy zazwyczaj	5° do 10°

podczas obrzędów ślubnych jednak byłaby pożądana wyższa temperatura, gdyż uczestnicy zdejmują płaszcze itp.;

w cieplarniach	25 ^o
w oranżeryach	15 ^o
w łazienkach na kąpiele ciepłe	22 ^o

Jak już wspomniano, pożądanym jest, aby temperatury powyżej podane otrzymać w warstwie, w której się znajdują głowy mieszkańców. U podłogi temperatura będzie niższa, u sufitu wyższa. Gdy wysokość pokoju nie przekracza 3 m, różnice te można zaniedbać, dla pokoi i sal wyższych należałoby jednak je uwzględnić, obliczając straty ciepła podług temperatury średniej między przypodłogową i podsufitową. Podczas działania zładu ogrzewczego, a więc przy temperaturach zewnętrznych nie ponad + 10^o, temperatura t' we warstwie leżącej h m ponad podłogą pokoju lub sali wysokiej, określa się wzorem:

$$t' = t + 0,1 t (h - 3),$$

w którym przez t oznaczono temperaturę na wysokości głowy człowieka. Wzór ten dotyczy jednak tylko warstw, wzniesionych więcej niż 3 m ponad podłogę, a ważny jest z tem jeszcze zastrzeżeniem, że, gdy $h > 8$ m, a więc gdy t' wypadnie ze wzoru większe niż 1,5 t , liczymy tylko 1,5 t .

Prościej, niż w sposób powyżej podany, uwzględniamy zwiększenie się strat ciepła z powodu znaczniejszej wysokości pokoju lub sali, w ten sposób, że do obliczonych strat ciepła dodajemy po 2^o/₀ na każdy metr wysokości ponad 4 m do 8 m, po 4^o/₀ na każdy dalszy metr od 8 do 12 m, a po 5^o/₀ na każdy dalszy metr wysokości.

δ. Zagrzewanie po dłuższych przerwach w ogrzewaniu.

Już wspomniano powyżej pod β , że dodawanie większych ilości ciepła, niżby wypadło ze zwykłego obliczenia ich strat, staje się niezbędnem po przerwie w ogrzewaniu, zwłaszcza dłuższej. Na ten przypadek podaje Rietschel prosty wzór na godzinną stratę ciepła dla wielkich sal, kościołów, szkół i t. p., ogrzewanych z przerwami dłuższymi:

$$W = \frac{kF(t - t_0)}{2} + F_1 \left(23 + \frac{5(t - t_1)}{z} \right),$$

a przy ogrzewaniu powietrzem i gdy nawiewniki mieszczą się tuż nad podłogą:

$$W = \frac{kF(t - t_0)}{2} + F_1 \left(40 + \frac{10(t - t_1)}{z} \right).$$

We wzorach tych oznacza:

F' powierzchnię okien, w m²,

F_1 powierzchnię ścian, sufitów, podłóg, słupów i t. p., w m²,

k spółczynnik przenikania ciepła przez okna ($k = 5$ dla okien pojedynczych, $k = 2,3$ dla podwójnych),

t_0 temperaturę zewnętrzną w czasie największych mrozów (− 20^o do − 25^o),

z ilość godzin przeznaczonych na zagrzanie z początkowej temperatury t_0 (do jakiej się sala ochłodziła w czasie przerwy), na pożądaną temperaturę t (jaką chcemy osiągnąć po zagrzaniu).

Przy wysokościach sal ponad 12 m i do wyników z wzorów powyższych należy dodać po 5^o/₀ na każdy m przewyżki wysokości.

b. Wydajność powierzchni grzejących.

Wydajność W ciepła w cpl./godz. z grzejnika zależy: od wielkości F jego powierzchni w m^2 , od różnicy obustronnych temperatur (t. j. t_m średniej temperatury grzeiwa w grzejniku i t_s temperatury powietrza dopływającego na powierzchnię grzejnika), wreszcie od współczynnika k wydajności ciepła, a ilość wydawanego ciepła W wyrazi się wzorem:

$$W = kF(t_m - t_s) \text{ cpl./godz.}$$

Współczynnik k jest poniekąd współczynnikiem przenikania ciepła przez ściankę grzejnika, nie jest on jednak wielkością stałą, lecz zmienną w zależności od różnicy temperatur $t_m - t_s$, a nawet w zależności od rodzaju grzeiwa i od czynnika, który odbiera ciepło (powietrze, woda i t. p.). Dlatego też najlepiej będzie wartości współczynnika k zaczerpnąć z doświadczeń.

1. Wydajność ciepła z pary i wody poprzez ścianki grzejnika do powietrza.

Tablica współczynników wydajności k grzejników parowych i wodnych.

Rodzaj powierzchni grzejnika	Grzejnik wodny, różnica temperatur $t_m - t_s =$			Grzejnik parowy
	40°	60°	80° i więcej	
A. Żelazne:				
Gładkie rury proste poniżej 60 mm średn. zewn. (i rury Perkins'a) . . .	9,5	10,5	11,5	12,5
Takież 150 mm średn. zewn.	9	9,5	9,5	11,5
Wężownice z rur poniżej 33 mm śr. zew.	10	11	11,5	12,5
Takież powyżej 33 mm śred. zewn. .	8	9	9	11
Grzejnik drabinkowaty (z rur) pojedyn.	8	9	9,5	11,5
Takież podwójny	6	7	7	9
Grzejnik płyciasty	8	9	9,5	12
B. Żeliwne:				
Organki (radiatory)	6,5	7	7,5	9
Grzejnik żebrowany (z żeberników esowych)	3,5	4	4	4,5

Przez zwiększenie prędkości powietrza napływającego na powierzchnię grzejnika możemy powiększyć znacznie jego wydajność. Rietchel przedmuchiwał w kierunku poziomym powietrze przez szeregi pionowych rur grzejniczych, a wyniki tych doświadczeń, mogące posłużyć do oceny zwiększania się wydajności, wskutek przyspieszonego ruchu powietrza, podajemy poniżej. Zaznaczamy, że prędkość v w m/sek. mierzono w cieśninie między rurami, a współczynnik k obliczono dla wzoru: $W = kF(t_m - t)$, w którym t jest średnią

temperaturą powietrza, a więc średnią temperaturę powietrza dopływającego i odpływającego.

v w m/sek. |	1	2	3	4	5	10	15	20
k . . . . |	13,5	22	28	33	37	53	64	72

Na wiele lat przed doświadczeniami Rietschel'a takie zwiększanie się wydajności wyzyskiwano już w Stanach Zjedn., np. w zładach ogrzewczych ustroju Sturtevant'a.

Jeżeli grzejnik osłaniamy oponą, co stosujemy zwłaszcza do grzejników żebrowanych, to na ogół opona taka zmniejsza wydajność grzejnika, a mianowicie zależnie od swej szczelności, grubości, rodzaju tworzywa i ustroju. Zmniejszenie wspomniane możemy zaniedbać zupełnie, gdy opona u podłogi posiada dopływ powietrza dostatecznej wielkości i podobny odpływ, np. kratkę w swem wieku. Jeżeli opona tym warunkom nie czyni zadość, to wydajność zmniejsza się znacznie, np. dla opon blaszanych o 25%.

2. Wydajność ciepła ze spalin lub powietrza poprzez ścianki grzejnika do powietrza.

Stosuje się tu wzór: $W = kF(t_m - t)$, w którym t_m oznacza średnią temperaturę grzeiwa, t zaś średnią temperaturę czynnika ogrzewanego, np. powietrza, które krąży samoistnie, tylko wskutek nagrzania, bez dodatkowych środków pobudzających.

Tablica współczynników wydajności k z grzejników spalinowych lub powietrznych.

Prędkość ruchu grzeiwa w m/sek.	Różnica temperatur $t_m - t$			
	10°	20°	30°	60° i więcej
0,5	0,8	1,2	1,4	1,8
1	1,5	2,0	2,4	2,8
2	2,4	3,1	3,5	3,9
4	3,4	4,1	4,5	4,9
6	4,0	4,7	5,0	5,5
8	4,3	5,0	5,4	5,8
10	4,5	5,3	5,7	6,0

3. Wydajność ciepła z pary lub wody, poprzez ściankę metalową do wody.

Przy prawidłowem odpowietrzeniu i odwodnieniu można liczyć z pary do wody:

$$k = 1000 \text{ do } 1200 \text{ cpl/godz.},$$

a z wody do wody:

$$k = 200 \text{ do } 400 \text{ cpl/godz.},$$

na każdy stopień różnicy średnich obustronnych temperatur i na każdy m² przegrody metalowej.

4. Otulanie przewodów.

Warstwa, 25 mm gruba, otuliny z tworzyw poniżej podanych zmniejsza wydajność ciepła, względnie do wydajności przewodu nieotulonego, o następujące odsetki:

1. Powróśla słomiane z gliną 40 ⁰ / ₀	5. Korkowiec 70 ⁰ / ₀
2. Azbest 45 ⁰ / ₀	6. Jedwab 80 ⁰ / ₀
3. Martwica krzemionkowa. 65 ⁰ / ₀	7. Piłśń i wojłok. . . . 85 ⁰ / ₀
4. Porowiec 70 ⁰ / ₀	

Otuliny na przewodach, wyrobione z tworzyw powyższych, należy jeszcze osłonić od dostępu powietrza, np. owijając je paskami tkanin, maczanymi w dekstrynie. Nawinięcie to najdogodniej uskutecznić po linii śrubowatej w ten sposób, aby każdy zwój nakrywał częściowo zwój poprzedzający. Po wyschnięciu obwój tkaninowy otrzymuje jeszcze powłokę z farby olejnej lub lakierów swoistych. Złącza kotłierzowe otulamy zazwyczaj zdejmowanymi okrywkami otulczymi, aby umożliwić sobie dostęp do naśrubków. Stosując piłśń, wojłok, wyczeski jedwabiu i t. p., należy zapobiedz zagnieżdżaniu się robactwa w takich otulinach, np. przez opisany powyżej, szczelny obwój. Korek, piłśń, wojłok i wyczeski jedwabne spalają się przy temperaturach wyższych, od czego chronimy je podkładem z martwicy krzemionkowej, leżącym między powierzchnią przewodu a otuliną właściwą. Na temperatury ponad 150⁰ należałoby otuliny takie oddzielać od swego podkładu jeszcze warstwą powietrzną, a powyżej 200⁰ lepiej stosować wyłącznie otuliny niepalne jak azbest, martwicę krzemionkową i porowce naturalne lub sztuczne.

Dalsze szczegóły p. T. 1 str. 305.

B. Złady (instalacje) ogrzewcze.

a. Ogrzewanie niezespalone (piece).

1. Kominki.

Ogrzewanie mieszkań samymi tylko kominkami znajduje obecnie szersze zastosowanie prawie wyłącznie tylko w klimatach cieplejszych, jako to we Francyi, Włoszech, Hiszpanii i t. p. U nas budujemy kominki raczej dla przyjemności i łączymy je zazwyczaj z piecem właściwym, albo stawiamy je dodatkowo przy ogrzewaniu zespalone. Ich wydajność ciepłika jest mało sprawna i nader niejednostajna, a ustaje zupełnie z chwilą wygaśnięcia ognia. Natomiast spełniają one dodatkową czynność wywietrzania mieszkań.

2. Piece (paleniskowe).

Rozróżniamy: 1. piece nagrzewające szybko lecz nietrwale, 2. piece nagrzewające szybko i trwale, 3. piece nagrzewające powoli lecz trwale, 4. piece gazowe, 5. piece ogrzewające i przewietrzające równocześnie.

Stosownie do rodzaju tworzywa, z jakiego piec wytworzono, stosownie do paliwa, jakim się ma opalać, stosownie do przeznaczenia, a więc wyłącznie na ogrzewanie, na ogrzewanie z nawietrzaniem lub wywietrzaniem, albo z obydwu temi czynnościami łącznie, stosownie do szybkości nagrzania i trwałości w dalszem podtrzymywaniu ciepła, wreszcie stosownie do układu kanałów spalinyowych w samym piecu, moglibyśmy piece podzielić na szeregi gatunków, a z nich wytworzyć niezliczoną prawie ilość kombinacji, które się też w handlu pojawiają pod przeróżnemi nazwami.

Dobry piec powinien być sprawny, a więc wyzyskiwać należycie ciepło zawarte w paliwie; czas na zagrzanie pieca nie powinien być zbyt długi, a dla mieszkań piec powinien albo posiadać znaczną pojemność cieplikową, by nie szybko ostygł, albo też jego palenisko powinno móż działać bez przerwy; piec nie powinien posiadać nadmiernie rozpalonych powierzchni, by się na nich pył nie przypalał, a mieszkańcy o nie się nie parzyli; wydajność pieca musi być należycie dostosowana do strat ciepła; wreszcie nie ma on wydzielać z siebie ani dymu ani czadu, a obsługa jego powinna być łatwa, tak pod względem opalania, jak i oczyszczania od popiołu i sadzy. Ozdoby w postaci wypukłości lub wklęsłości, jako utrudniające oczyszczanie od kurzu, są na piecu niewłaściwe.

Aby zapobiedz nadmiernemu promieniowaniu z rozżarzonych powierzchni pieca żeliwnego, otaczają go oponą, a przez swobodną przestrzeń między tą oponą a piecem właściwym przeprowadzają z dworu świeże powietrze nawietrzające, które należycie nagrzane wypływa z za opony na pokój. Piece takie zwiemy piecami oponowymi: z nawietrzaniem lub bez niego. Powietrze nawietrzające, w braku takiej opony, możemy też nagrzewać, przeprowadzając je przez oddzielny kanał śród pieca leżący, a ustrój taki nadaje się zwłaszcza do pieców kaflowych, lub z cegły zbudowanych.

Piece w końcu wspomniane posiadają znaczną pojemność cieplikową, którą w piecach żeliwnych zastępujemy paleniskami o działaniu bez przerwy. Takie paleniska zasypne zasypujemy odrazu większym zapasem paliwa, którego spalanie miarkujemy przez stosowne nastawianie dopływu powietrza pod ruszt; stąd i nazwa pieców miarkownych. Z pieców tego rodzaju zalecają się bardziej te, w których stos paliwa nie pali się w warstwie wierzchniej, lecz w spodniej. Przy takim bowiem układzie popiół poprzednio spalonego paliwa spada swobodnie przez ruszt do popielnika, nie zanieczyszczając paliwa, mającego się palić następnie, które powoli osuwa się na ruszt w miarę tego, jak poprzednie się spaliło; nadto zagrzewając w ten sposób najsilniej dolną część samego pieca, ogrzewamy pokój skuteczniej.

W pokojach i salach rzadziej używanych można stawiać i zwykle piece żeliwne, jako zagrzewające szybko po dłuższej nawet przerwie. W tym przypadku właściwymi będą też i piece gazowe, aczkolwiek na ogół kosztowniejsze pod względem paliwa. Nawet z piecy gazowych lub naftowych wypada koniecznie spaliny odprowadzać przez komin na zewnątrz, gdyż wydzielają one wiele pary wodnej a nawet czad.

Wydajność pieców. Z 1 m³ pieca kaflowego otrzymujemy 500 do 600 cpl./godz., przyczem jednakże jako powierzchnię czynną pieca wypada liczyć tylko jej część istotnie się nagrzewającą, t. j. część osłaniającą kanały spalinowe.

Gładkie piece żeliwne, opalane z przerwami, a więc zazwyczaj silniej się rozżarzające, wydają około 2500 cpl./godz. z każdego m², lecz tylko w czasie opalania. Wydajność łagodniej opalanych żeliwnych pieców miarkownych (zasypnych) bywa mniejsza, bo tylko 1500 do 2000 cpl./godz. i m². Gładka powierzchnia pieca przez nażebrowanie zwiększa swą wydajność średnio o 25%. Wydajność pieców gazowych zależy od ilości spalonego gazu, a średnio liczyć można na 3000 do 5000 cpl. z każdego m³ gazu spalonego.

3. Ogrzewanie spalinowe (kanałowe).

Z paleniska prowadzimy spaliny do komina przez dłuższe kanały poziome lub łagodnie się wznoszące, a zewnętrzne powierzchnie tych kanałów wydają z siebie ciepło niezbędne do ogrzewania. Kanały te bywają bądź to murowane z cegły, bądź też układane z rur żeliwnych, gładkich lub żebrowanych, albo z żelaznych rur blaszanych. Przy obliczaniu tego rodzaju ogrzewań należy sprawdzać nie tylko dostateczność grzejących powierzchni kanału, ale i jego przekrój, który, wobec długiej drogi spalin, musi się należycie przystosować do siły ciągu danego komina.

Ogrzewanie spalinowe stosujemy najczęściej tylko w cieplarniach, oranżeriach, suszarniach, a niekiedy i w kościołach.

4. Kominy.

Ścianki kominów muszą być z tworzyw niepalnych, a same kominy powinny się wspierać bądź to na posadach murowanych, bądź też przynajmniej na innych ogniotrwałych częściach budowli. Najlepiej prowadzić każdy komin pionowo od posady aż ponad dach. Gdy to niemożliwe, należy przynajmniej nie odchyłać osi komina od pionu na więcej niż 30° (a w skrajnych przypadkach 45°). Pochyłe prowadzenie komina pozwala się tylko w ścianach ogniotrwałych, albo też wymaga ono ogniotrwałego wsparcia pochyłej części komina, np. na łuku murowanym lub na belkach żelaznych. Ścianki kominów mają być przynajmniej pół cegły grube, a od granicy posiadłości przynajmniej jedną cegłą. Kominy do ogrzewań zespolonych miewają ścianki grubsze, a w Niemczech władze budowlane, w razie uznanej potrzeby, mają prawo określać tę grubość do 0,51 m.

W Prusach, gdy ścianki kominowe są cieńsze niż 0,25 m, wszelkie drzewo budowlane musi leżeć w odstępie przynajmniej 0,065 m od zewnętrznej powierzchni kominu, i musi nadto od nich być przedzielone podwójną warstwą dachówki płaskiej (karpiołki). Drewniana więźba dachowa może obyć się bez tej osłony, lecz natenczas trzeba odstąpić od słupka kominowego powiększyć do 0,1 m w prześwicie.

W Rosyi obowiązuje przepis, aby między budulcem budowli i wewnętrzną powierzchnią kominu zwykłego ścianka była 1 do 1¹/₂, cegły grubą, albo do tej miary pogrubiona, a do 2-ch cegieł, gdy komin obsługuje większe paleniska, wydające spaliny o wyższej temperaturze. Nadto drzewo, przylegające do kominów należy oddzielić od nich wołokiem, który uprzednio trzeba przepoić zaprawą glinianą.

Jeżeli komin ma być przełaźny, to niezbędnym jest przekrój przynajmniej $0,42 \times 0,77$ m, a przy takich wymiarach przełaźenie nie wymaga jeszcze szczebli, które przy większych przekrojach są niezbędne. Kminy nieprzełaźne muszą w Niemczech posiadać przekrój $0,13 \times 0,13$ m do $0,21 \times 0,21$ m, a w Berlinie przekrój prostokątny lub kołowy przynajmniej 250 cm², nie zmieniający się na całej długości kominu. W Rosyi obowiązuje dla kominów nieprzełaźnych $0,23 \times 0,23$ m (9" \times 9" ang.). Wszelkie kminy należałoby wyprowadzać przynajmniej na 0,3 m ponad grzbiet dachu.

Podług przepisów berlińskich do jednego kominu o przekroju 250 cm² wolno przyłączać nie więcej niż 3 zwykłe piece pokojowe, a na każdy następny należałoby zwiększać przekrój kominu o 80 cm². Do takiegoż kominu o przekroju 250 cm² wolno przyłączać tylko jeden trzon kuchenny. Ilość pieców i trzonów kuchennych, przyłączanych do kominu przełaźnego, o przekroju $0,42 \times 0,47$ m, nie podlega ograniczeniu.

Ponieważ oddzielnie stojący komin o małym przekroju nieznaczną posiada stateczność, a zatem się łatwo przewraca podczas pożaru na poddaszu, więc zalecałoby się możliwe unikanie takich oddzielnie stojących kominów. Lepiej będzie łączyć kilka takich kominów w spólny słupki kominowy i wyprowadzać je w ten sposób łącznie poprzez poddasze nad dach.

U spodu każdego kominu, oraz na poddaszu, wreszcie przy załomach z odchyleniem osi kominowej ponad 30° od pionu, niezbędne są metalowe drzwiczki wycierowe, przyznające się do przylgi oprawy również metalowej. Na podłodze, przy takich drzwiczkach, o ile sama podłoga nie jest niepalna, trzeba ułożyć blachę, wystającą na wszystkie strony po 0,6 m od otworu drzwiczek. Drzwiczki wycierowe mają leżeć od wszelkiego drzewa w odstępie przynajmniej 1 m, a pod schodami drewnianymi nie należy ich wogóle umieszczać.

b. Ogrzewania zespolone (centralne).

1. Ogrzewanie wodne.

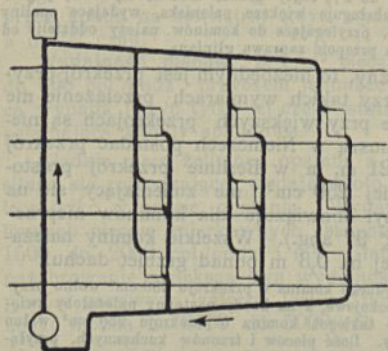
a. Ogrzewanie wodą ciepłą (niżej 100°).

Najprostszy ustrój takiego ogrzewania składa się z jednego w sobie zamkniętego, okrężnego obwodu rurowego (łączącego się z atmosferą za pośrednictwem rozszerzalnika). Część tego obwodu ogrzewałaby się z paleniska, zastępując kocioł; inne części tego obwodu, poprowadzone po ścianach pokoiów, spełniałyby czynność grzejników, reszta zaś obwodu czynność właściwych przewodów. Podobny układ mało jednak znajduje zastosowania do układów ogrzewczych, działających wodą ciepłą, t. j. niżej 100° (stosują go jednak w ustroju Perkins'a, działającym wodą gorącą, t. j. wyżej 100°).

Przy ogrzewaniach wodą ciepłą, łączących się za pośrednictwem rozszerzalnika z atmosferą, w których woda wrzałaby, gdy tylko jej temperatura przekroczy 100°, w których zatem temperatura nie przekracza tej granicy, stosujemy zazwyczaj oddzielne kotły do

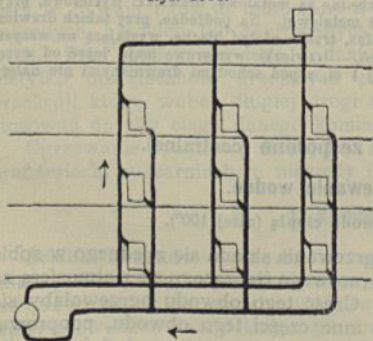
grzania wody i oddzielne grzejniki do ogrzewania pokoi i sal, a rury przeważnie tylko jako przewody, przez które krąży woda ciepła od kotła do grzejników i od nich z powrotem do kotła.

Rys. 1062.



W rys. 1062 woda z kotła wznosi się możliwie pionowo ku rozszerzalnikowi, potem górą, przez główną rurę dopływową dochodzi do poszczególnych pionów dopływowych, doprowadzających wodę do grzejników, z których, przez oddzielne piony odpływowe, opada do głównej rury powrotnej i powraca przez nią do kotła.

Rys. 1063.



W rys. 1063 woda dopływa do grzejników przez pionów wstępujących, a odpływa z nich przez pionów schodzących. Oddzielne pionów dopływowe i odpływowe są tu zatem niezbędne. Odmiennym jest przebieg w układzie przedstawionym w rys. 1062: tu i pionów dopływowe i odpływowe są pionami schodzącymi, woda ma w nich ten sam kierunek ruchu, t. j. w dół, możemy zatem każdą parę takich pionów zastąpić jedną pionową rurą schodzącą, do której poszcze-

zwiększającej się objętości wody podczas jej zagrzewania.

W rys. 1063 woda z wierzchu kotła przez poziomą (a raczej łagodnie się wznoszącą), główną rurę dopływową dochodzi do spodu dopływowych pionów, wstępujących, t. t. wznoszących się ku grzejnikom. Z nich woda spływa przez oddzielne, schodzące pionów odpływowe w dół do głównej rury powrotnej, przez którą wraca do kotła. Przewody powyżej grzejników najwyższego piętra, między nimi a rozszerzalnikiem, mogą być mniejszej średnicy, nie są one bowiem przewodami krążącymi, przez któreby woda miała krążyć od kotła do grzejników, lecz służą one tylko do odprowadzenia powietrza, do rozszerzalnika, a również i tej części wody, która musi przejść do niego, z powodu

zwiększającej się objętości wody podczas jej zagrzewania.

gólne grzejniki przyłączałyby się dwa razy, a mianowicie górą na dopływ, dołem na odpływ wody. Taki ustrój o pionach pojedynczych znajduje również dość szerokie zastosowanie, wymaga jednak nieco większych grzejników na piętrach niższych, do których dochodzi woda chłodniejsza, bo zmieszana z wodą, odpływającą z grzejników piętr wyższych.

Ustrój kotła należy przystosować do sposobu ogrzewania: z przerwami lub bez nich. Gdy ogrzewamy budynek bez przerw, zalecają się kotły o małej pojemności wodnej, z paleniskami zasypnemi, miarkowanemi, w zależności od temperatury wody, przez stosowne miarkowniki paleniskowe. Jeżeli naodwrot' ogrzewamy budynek z przerwami, np. nocnemi, to zalecają się kotły o wielkiej pojemności wodnej, mającej stanowić zapas ciepła na czas owej przerwy. W tych razach znajdują najszerze zastosowanie kotły płomienicowe, z paleniskiem wewnętrznem, albo też nawet pełne kotły walczakowe, leżące, z paleniskiem zewnętrznem, zazwyczaj naprzędniem, podolne bowiem zmniejszałoby bez potrzeby siłę krążenia, dla której możliwie niskie położenie kotła jest najodpowiedniejsze.

Wydajność kotła wodnego liczymy średnio po 8000 cpl./godz. z każdego m² powierzchni ogrzewanej, stykającej się ze spalinami, jednak z powierzchni, pozostających w bezpośredniem zetknięciu z ogniem, liczyć można nieco więcej, a mianowicie do 10000 cpl./godz. z m².

Gdy ogrzewanie działa z przerwami, oprócz powierzchni ogrzewanej kotła, należy obliczyć, czy zapas ciepła, zawartego w całym zładzie ogrzewczym, starczy na pokrycie strat ciepła podczas owej przerwy, a nadto i samą powierzchnię ogrzewaną trzeba tak powiększyć, aby zdołała pokryć nie tylko straty bieżące, lecz i straty z czasu przerwy, a więc aby zdołała nagrzać do temperatury stanu ustalenia zład wychłodzony podczas przerwy.

Jeżeli oznaczymy przez:

W obliczoną stratę ciepła, w cpl./godz., jaką zład ogrzewczy ma pokrywać,

P pojemność cieplikową całego zładu ogrzewczego na 1° zagrzania, w cpl.,

T temperaturę wody w stanie ustalenia, a więc na początku przerwy w opalaniu,

t temperaturę, poniżej której woda niema się wychłodzić podczas przerwy, a więc temperaturę w chwili, gdy wznawiamy opalanie,

τ_0 ilość godzin trwania jednej przerwy,

τ_p ilość godzin między przerwami, a więc ilość godzin opalania, podczas których mamy zład doprowadzić ponownie do temperatury T , stanu ustalenia, to całkowita strata w okresie przerwy będzie:

$$W_p = \tau_p \cdot W,$$

a potrzebna pojemność cieplikowa całego zładu:

$$P = \frac{W_p}{T - t} = \frac{z_p \cdot W}{T - t}.$$

$T - t$ bywa zazwyczaj 25° do 30° .

Uwzględniając wyłącznie tylko pojemność cieplikową wody zawartej w zładzie, powinniśmy posiadać w nim P kg wody. Zazwyczaj uwzględniamy jednak i pojemność cieplikową metalu, zawartego w zładzie, potrącając z obliczonej ilości P wody po $\frac{1}{8}$ kg na każdy kg metalu. Jeżeli kocioł posiada obmurze z cegły, można uwzględnić i pojemność cieplikową tegoż obmurza, zmniejszając obliczoną wartość P o stosowną odsetkę, zależną od ustroju obmurza i kotła.

Po przerwie kocioł musi na godzinę dostarczać:

$$W_k = W \left(1 + \frac{z_p}{z_0} \right) \text{ cpl./godz.};$$

jego powierzchnia ogrzewana przy wydajności k cpl./godz. z m^2 , będzie zatem:

$$F_k = \frac{W}{k} \left(1 + \frac{z_p}{z_0} \right).$$

Grzejniki bywają wyłącznie metalowe, ponajczęściej żeliwne, rzadziej żelazne, a wyjątkowo tylko miedziane. Grzejniki o małej pojemności wody prędkiej się zagrzewają, prędkiej się też chłodzą po przyknięciu zawieradła, wogóle pozwalają lepiej miarkować swą wydajność cieplikową, zalecają się zatem bardziej od grzejników o wielkiej pojemności, które nadto bezcelowo zajmują więcej miejsca i więcej też obciążają budynek. Niezbędną ich powierzchnię w poszczególnych pokojach obliczamy podług strat ciepła i spóliczynników wydajności k , podanych na str. 592.

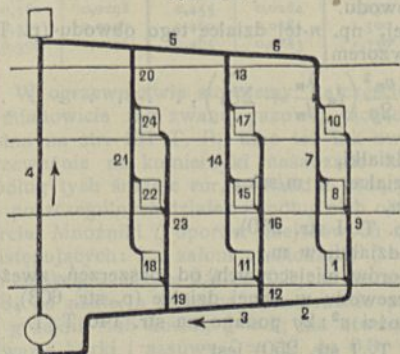
Przewody bywają przeważnie żelazne lub żeliwne, rzadziej miedziane, a łączymy je na kołnierze, kielichy lub złączki gwintowane. Uszczelki między kołnierzami bywają gumowe, z przekładką lub bez niej, z tektury przepojonej pokostem i t. p. Sieć przewodów należałoby wedle możliwości tak zaprojektować, aby sama w sobie posiadała dostateczną poddajność na wydłużanie się wskutek zagrzewania i na powrotne kurczenie się wskutek chłodzenia. Gdy przez sam układ poszczególnych części nie możemy zapewnić takiej poddajności, osiągamy ją przez wstawienie wydłużeń w odpowiednie miejsca przewodu (p. T. I str. 599).

Cała sieć przewodów powinna wznosić się stale od kotła do rozszerzalnika w ten sposób, aby powietrze, nie tworząc zatorów powietrznych, swobodnie uchodziło z całej sieci przez rozszerzalnik. Jeżeli, jak w rys. 1063, główna rura dopływowa idzie dołem, to dla odpowietrzenia sieci, jak już powyżej wspomniano, prowadzimy do rozszerzalnika cieńsze rury odpowietrzające od najwyższych punktów pionów wschodzących (dopływowych). Chcąc zaoszczędzić tych rur, moglibyśmy w owych najwyższych punktach pionów, lub na każdym, poszczególnym grzejniku, założyć kurki lub samoczynne za-

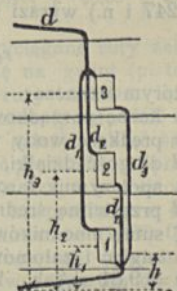
wory odpowietrzające, jednakże ustrój taki będzie mniej dogodny w użyciu.

Obliczanie sieci przewodów. Każdy kawałek sieci, który ma przeprowadzać jednakową ilość ciepła, i posiada ten sam przekrój zwać będziemy działką sieci bez względu na to, czy ona składa się z kilku kawałków rur, czy też tylko z jednego, oraz bez względu na to, czy dana działka posiada miejscowe rozszerzenie, w postaci grzejnika lub kotła, czy też go nie posiada. W rys. 1064 przedstawiono zarys sieci, będący powtórzeniem rys. 1062, lecz każdą działkę oznaczono w nim liczbą porządkową 1 do 24.

Rys. 1064.



Rys. 1065.



Zakładamy, że rury dopływowe są tak dokładnie otulone, że możemy w nich zaniedbać stratę ciepła i liczyć, że woda, wychodząca z kotła z temperaturą t' , dopływa do każdego z grzejników z tąże temperaturą t' . Zakładamy dalej, że woda chłodzi się jednako w każdym z grzejników, że więc z każdego z nich wypływa z temperaturą t'' . Jeżeli nadto oznaczymy przez h wznios środka danego grzejnika ponad środkiem kotła (np. h_1, h_2, h_3 w rys. 1065), a przez a stosunek kurczenia się wody skutkiem chłodzenia się w temże grzejniku, to czynna wysokość ciśnienia dla obwodu sieci, przechodzącego przez dany grzejnik i przez kocioł będzie:

$$h'(\text{czynne}) = ah.$$

Wartości a dla różnych temperatur t' i t'' podano w tablicy poniższej, przyczem zaznaczamy jeszcze, że w ogrzewaniach wodą gorącą, wysokiego ciśnienia (np. Perkins'a), liczą zazwyczaj $t' = 150^\circ$ do 140° , a $t'' = 100^\circ$ do 90° ; w ogrzewaniach wodą gorącą, średniego ciśnienia, $t' = 130^\circ$, $t'' = 80^\circ$; wreszcie dla ogrzewań wodą ciepłą (nizkiego ciśnienia) liczymy ponajczęściej $t' = 85^\circ$, a $t'' = 65^\circ$.

Tablica stosunków a kurczenia się wody wskutek chłodzenia.

t' °C	t'' °C	a	t' °C	t'' °C	a	t' °C	t'' °C	a
150	100	0,0446	90	70	0,0127	85	70	0,0094
140	90	0,0414	90	75	0,0097	80	60	0,0117
130	80	0,0385	85	60	0,0150	80	65	0,0090
90	60	0,0183	85	65	0,0123	75	60	0,0086
90	65	0,0156						

Otrzymana w ten sposób, czynna wysokość ciśnienia ah jest niejako siłą, wywołującą krążenie w obwodzie sieci, który przechodzi przez ów grzejnik i przez kocioł. Czynna ta wysokość ciśnienia musi zatem być równa sumie wysokości oporów ruchu w poszczególnych działkach tego obwodu.

Opór ruchu w dowolnej, np. n -tej działce tego obwodu (p. T. I str. 247 i n.) wyrazi się wzorem:

$$r_n = \frac{v_n^2}{2g} \left(l_n \frac{\lambda_n}{d_n} + \Sigma \zeta_n \right), \dots \dots \dots I$$

w którym oznacza:

n liczbę porządkową działki,

v prędkość wody w działce, w m/sek.,

l długość działki, w m,

λ współczynnik tarcia (p. T. I str. 250),

d prześwitną średnicę działki, w m,

$\Sigma \zeta$ sumę mnożników oporów miejscowych, od rozszerzeń, zwężeń, zagięć i załomów przewodu w danej działce (p. str. 603),

$g = 9,81$ m/sek. Wartości $v^2 : 2g$ podano na str. 146 T. I.

Podług Weisbach'a (p. T. I str. 250) jest:

$$\lambda = 0,01439 + \frac{0,0094711}{\sqrt{v}}$$

Tablica wartości λ podług powyższego wzoru Weisbach'a.

v	λ	v	λ	v	λ	v	λ
0,020	0,0814	0,095	0,0451	0,170	0,0374	0,245	0,0335
0,025	0,0743	0,100	0,0443	0,175	0,0370	0,250	0,0333
0,030	0,0691	0,105	0,0436	0,180	0,0367	0,255	0,0332
0,035	0,0650	0,110	0,0430	0,185	0,0364	0,260	0,0330
0,040	0,0618	0,115	0,0423	0,190	0,0361	0,265	0,0328
0,045	0,0590	0,120	0,0417	0,195	0,0358	0,270	0,0326
0,050	0,0568	0,125	0,0412	0,200	0,0356	0,275	0,0325
0,055	0,0548	0,130	0,0407	0,205	0,0353	0,280	0,0323
0,060	0,0531	0,135	0,0401	0,210	0,0351	0,285	0,0321
0,065	0,0515	0,140	0,0397	0,215	0,0348	0,290	0,0320
0,070	0,0502	0,145	0,0393	0,220	0,0346	0,295	0,0318
0,075	0,0490	0,150	0,0388	0,225	0,0344	0,300	0,0317
0,080	0,0479	0,155	0,0385	0,230	0,0341	0,305	0,0315
0,085	0,0469	0,160	0,0381	0,235	0,0339	0,310	0,0314
0,090	0,0460	0,165	0,0377	0,240	0,0337	0,315	0,0313

v	λ	v	λ	v	λ	v	λ
0,320	0,0311	0,395	0,0295	0,470	0,0282	2,000	0,0211
0,325	0,0310	0,400	0,0294	0,475	0,0281	2,500	0,0204
0,330	0,0309	0,405	0,0293	0,480	0,0280	3,000	0,0198
0,335	0,0308	0,410	0,0292	0,485	0,0280	4,000	0,0191
0,340	0,0306	0,415	0,0291	0,490	0,0279	5,000	0,0187
0,345	0,0305	0,420	0,0290	0,495	0,0279	6,000	0,0183
0,350	0,0304	0,425	0,0289	0,500	0,0278	7,000	0,0180
0,355	0,0303	0,430	0,0288	0,600	0,0266	8,000	0,0178
0,360	0,0302	0,435	0,0288	0,700	0,0257	9,000	0,0176
0,365	0,0301	0,440	0,0287	0,800	0,0250	10,00	0,0174
0,370	0,0300	0,445	0,0286	0,900	0,0244	12,00	0,0171
0,375	0,0299	0,450	0,0285	1,000	0,0239	14,00	0,0169
0,380	0,0298	0,455	0,0284	1,250	0,0229	16,00	0,0168
0,385	0,0297	0,460	0,0284	1,500	0,0221	18,00	0,0166
0,390	0,0296	0,465	0,0283	1,750	0,0215	20,00	0,0165

W ogrzewnictwie stosujemy najczęściej wyciągane rury żelazne, a mianowicie tak zwane gazowe, łączące się na gwint (p. tablica dolna na str. 431 T. I), albo też tak zwane rury kotłowe, łączone przeważnie na kolnierzyki nasadzane lub luźne (p. str. 588 T. I). Podług tych średnic rur, w handlu będących, należy dobrać średnicę poszczególnych działek i podług nich obliczyć prędkości v i opory ohtarcia. Mnożniki ζ oporów miejscowych można liczyć w wartościach następujących: na załom prostokątny $\zeta = 1$; na prostokątne kolanko zaokrąglone $\zeta = 0,3$ do $0,5$; na kolanko nawrotne (180°) $0,5$ do $0,8$; na nagłe, a znaczne rozszerzenie przekroju, np. u wlotu rury w grzejnik lub kocioł, $\zeta = 1$; na otwarty zawór $\zeta = 0,5$ do 1 ; na otwarte kurki i zasuwę $\zeta = 0,1$ do $0,3$; wreszcie na niezwięzione zakrzywienia przewodu promieniem większym niż pięć średnic rury $\zeta = 0$. Jak już zaznaczyliśmy, czynna wysokość ciśnienia obwodu danego musi być równa sumie oporów w poszczególnych jego działkach, a więc np. dla obwodu, przechodzącego przez grzejnik Nr. 11 (rys. 1064) będzie:

$$ah_{11} = r_{11} + r_{12} + r_3 + r_4 + r_5 + r_{13} + r_{14} \dots \text{II.}$$

Każda z tych wysokości oporów r , stosownie do wzoru I, zawiera dwie niewiadome, t. j. v i d . Dla danego obwodu mamy zatem $2 \times 7 = 14$ niewiadomych, do których oznaczenia posiadamy tylko 7 równań warunkowych, a mianowicie dla każdej działki poszczególniej równanie w postaci:

$$v_n = \frac{W_n}{10000} \frac{1}{Cd^2(t' - t'')} \dots \text{III.}$$

We wzorze tym W_n oznacza ilość ciepła, przeprowadzanego na godzinę (w cpl.) przez daną działkę, d jej średnicę, a C stałą o wartości $C = 276$ dla ogrzewań wodą ciepłą, a $C = 267$ dla ogrzewań wodą gorącą średniego ciśnienia.

Mamy zatem 7 takich równań (kształtu III) dla poszczególnych działek i jedno równanie (kształtu II) dla całego obwodu, ogółem

8 równań ma 14 niewiadomych, z których musimy zatem 6 uważać jako z góry dane. Zazwyczaj zakładamy średnice przewodów głównych jako znane z warunku, aby prędkość w częściach bardziej od kotła oddalonych była około 0,08 m/sek., a w częściach bliżej kotła położonych wzrastała do 0,15 m/sek. Otrzymawszy w ten sposób wszystkie średnice, z wyjątkiem działki, przynależnej do danego grzejnika (np. Nr. 11), obliczamy jej średnicę (d_{11}), oraz prędkość (v_{11}) z poniższych dwóch równań:

$$r_{11} = \frac{v_{11}^2}{2g} \left(l_{11} \frac{\lambda_{11}}{d_{11}} + \Sigma \zeta_{11} \right) = ah_{11} - r_{12} - r_3 - r_4 - r_5 - r_{13} - r_{14} \quad \text{IV,}$$

$$v_{11} = \frac{W_n}{10000} \frac{1}{Cd_{11}^2 (t' - t'')} \cdot \dots \quad \text{V,}$$

które najdogodniej rozwiązać sposobem prób z wartościami przybliżenie założonemi.

W podobny sposób obliczamy wszystkie obwody, a o ile obwód następny ma działki wspólne z obwodem już obliczonym, to wyniki poprzedniego obliczenia dla tej działki uważamy jako wiadome, dane z góry dla obliczenia obwodu następnego *).

Rozszerzalnik stawiamy w najwyższym punkcie sieci tak, aby przezeń powietrze z całego zładu ogrzewczego swobodnie mogło wychodzić. Rozszerzalnik otrzymuje przelew na wypadek przepięnienia, a na poziomie nieco niższym rurkę sygnałową, sprowadzoną zazwyczaj do kotłowni. Ponieważ woda przy zagrzaniu $+4^{\circ}$ do $+100^{\circ}$ rozszerza się o 4,3% swej objętości (p. str. 316 T. I), więc użytkowa pojemność między najniższym i najwyższym poziomem wody w rozszerzalniku powinna być nie mniejsza niż około 5% ogólnej objętości wody, zawartej w całym zładzie ogrzewczym, wraz z kotłem. Zazwyczaj liczą całkowitą objętość rozszerzalnika na 10% zawartości całego zładu.

β. Ogrzewanie wodą gorącą (wyżej 100°).

Cały zład ogrzewczy stanowi jeden obwód rurowy jednakowej średnicy, którego jedna część, możliwie najniższa, zwinięta w węzłownicę, zastępuje kocioł, inne części oprowadzane po ścianach, zwłaszcza we wnękach podokiennych, zastępują grzejniki, reszta zaś dopiero stanowi przewody, łączące ów kocioł z grzejnikami. Perkins stosuje prawie wyłącznie rury o średnicy zewnętrznej 33 mm, a zewnętrznej 23 mm. Jeden m bieżący takiej rury posiada powierzchnię zewnętrzną, t. j. grzejną, prawie dokładnie 0,1 m², czyli na 1 m² grzejnika potrzeba 10 m bieżących takiej rury. Z powodu małej zawartości wody w takim zładzie, może on łatwo zamarznąć w czasie przerwy w opalaniu, czemu zapobiegają zazwyczaj przez taką domieszkę spirytusu do wody, aby mieszanina zawierała około

*) W nowszych wydaniach podręcznika Rietschel'a (p. uwaga odsyłaczowa na str. 572) podano tablice i przykłady, które ułatwiają znacznie powyższe, znużone obliczenia.

33% alkoholu *). Ponieważ ciśnienie w tego rodzaju zładach bywa nieraz bardzo znaczne, więc niezbędnym jest manometr je wskazujący, oraz zawór bezpieczeństwa, mieszczący się zazwyczaj w rozszerzalniku. Gotowy zład, przed oddaniem do użytkowania, należy poddać ciśnieniu próbnemu 150 atm. Urządzając zawór bezpieczeństwa, przez który nadmiar wody (z powodu jej rozszerzania się) lub para (w razie nadmiernej prężności) uchodzi do rozszerzalnika, należy dodać odnogę z drugim zaworem, a mianowicie ssawnym, przez który woda z rozszerzalnika wraca do sieci, gdy się w niej obniży ciśnienie. By uniknąć dwóch tych zaworów, stawiają też rozszerzalnik zamknięty, zazwyczaj w postaci rury pionowej, wypełnionej powietrzem, które się spręża w miarę, jak woda rozszerza swą objętość pod wpływem ciepła. I w tym przypadku niezbędne są przyrządy, chroniące od przekroczenia pewnych granic ciśnienia, względnie temperatury, a więc albo zawór bezpieczeństwa, albo lepiej korek ze stopu metalowego, topniejącego przy temperaturze krańcowej, na jaką zład obliczono.

Rury Perkins'a łączymy na złączki z gwintem prawo i lewo zwiłym. Jeden koniec rury obrabiamy tak, aby tworzył płaską powierzchnię pierścieniową, drugi zaś zaostriamo w rzez kolisty, który przy dokręcaniu złączki wrzyna się w powierzchnię pierścieniową końca drugiej rury, przez co wytwarzamy szczelne złącze, nie wymagające oddzielnej uszczelki.

Zwoje wężownicy, zastępującej kocioł, są ponajczęściej walcowate, t. j. zwinięte po linii śrubowej, a przy ich ogrzewaniu należałoby stosować układ przeciwwądowy, t. j. dążność ruchu spalin ma być odwrotna względem dążności ruchu wody. Wężownice, spełniające czynność grzejników są zawrotkami, t. j. wężownicami tworzącymi kilka linii równoległych, z których sąsiednie łączą się ze sobą półkolami naprzemiany w jednym, względnie w drugim końcu, a woda przebiega przez nie w kilku zawrotach.

Gotowy zład napełniamy wodą, doprowadzaną do najniższego punktu przez kurek na odnodze, bądź to wprost z wodociągu, bądź też pompując wodę do sieci.

Każda poszczególna sieć, stanowiąca obwód okrężny, a więc w sobie zamknięty, miewa zazwyczaj nie ponad 160 do 180 m długości: w budynkach bardziej rozległych wypadnie zatem stosować większą ilość takich zładów cząstkowych, a pożądanem jest, aby każdy z nich obsługiwał pokoje, leżące na tem samym piętrze. Rzecz prosta, że w jednym obmurzu możemy stawiać po dwie lub po kilka nawet wężownic opalanych, przynależnych do różnych zładów cząstkowych.

Często wyróżniają z ogrzewań wodą gorącą, w zależności od stosowanych temperatur krańcowych: ogrzewania **średniego**, względnie

*) Mieszanina taka, zawierająca 33% alkoholu wrze pod zwykłym ciśnieniem atmosferycznym już przy temperaturze 83,5°. Domieszka alkoholu zwiększa zatem prężność par wydzielających się z mieszaniny, a zwiększenie podobne nie może być pożądanem, bo, np. przy 180°, nadprężność czystej pary wodnej jest już i tak dość wysoka, gdyż blisko 10 at.

wysokiego ciśnienia. Kresem temperatury dla pierwszego rodzaju bywa 130° do 140°, dla drugiego zaś 140° do 180°. Temperaturą, rozgraniczającą te dwa rodzaje, byłaby zatem temperatura 140°, odpowiadająca bezwzględnej prężności pary około 4 atm. Podział taki nie posiada jednakże większego znaczenia, gdyż obydwa rodzaje nie różnią się zasadniczo od siebie, obydwa bowiem są układami zamkniętymi, pracującymi pod ciśnieniem przewyższającym atmosferyczne.

Obliczenie sieci. Jeżeli przez W oznaczymy całą największą stratę danego zładu cząstkowego (jednego obwodu) w cpl./godz., to dla rur Perkins'a o średnicy $2\frac{2}{3}$ mm, długość l_1 węzownicy opalanej, w m będzie:

$$l_1 = 0,0016 W.$$

Długość l_2 rur, stanowiących przewody między tą węzownicą opalaną a grzejnikami, określamy z układu samej sieci, a część tę wypadałoby osłonić otulinami od strat ciepła. Wreszcie długość l_3 rur w grzejnikach określamy w m, podług wzorów przybliżonych:

$$l_3 = 0,0109 W,$$

gdy grzejniki składają się z rur ułożonych prosto lub w zawrotkach na ścianach, a

$$l_3 = 0,0145 W,$$

gdy grzejniki składają się z węzownic walcowatych, t. j. śrubowato zwiniętych.

Rozdzielanie długości l_3 grzejników na poszczególne pokoje wymaga starannego obliczenia, gdyż w tego rodzaju zładach nie możemy miarkować wydajności poszczególnych grzejników niezależnie od pozostałych, lecz tylko wydajność całego zładu przez więcej lub mniej natężone opalanie. Dlatego też rozdzielania l_3 między poszczególne grzejniki najwłaściwiej dokonywać nie na zasadzie największej straty W ciepła, w czasie najsilniejszych mrozów, lecz na zasadzie straty W_m , obliczonej dla średniej temperatury zewnętrznej w porze roku, w której opalanie jest niezbędné.

We warunkach co dopiero określonych oznaczymy przez:

W_m stratę ciepła, jaką dany zład ma pokrywać przy owej średniej temperaturze zewnętrznej, w cpl./godz.,

h pionowy odstęp między poziomem środków grzejników i poziomem środka węzownicy opalanej, w m,

t'_m temperaturę wody w rurze wschodzącej,

t''_m temperaturę wody w rurze schodzącej,

v_m średnią prędkość wody w sieci, w m/sek.,

λ_m spójcznik tarcia wody w przewodzie, obliczony dla v_m podług wzoru Weisbach'a str. 602,

t temperaturę pokojową,

ϑ temperaturę, z jaką powietrze ulatuje z grzejników,

k spójcznik wydajności ciepła rury Perkins'a, o średnicach $2\frac{2}{3}$ mm, w cpl. na m² wewnętrznej powierzchni rury,

a jeżeli nadto zastosujemy podstawienia:

$$A = \frac{365\,450\,000 (l_1 + l_2 + l_3)}{W_m k},$$

$$B = \frac{W_m}{2800},$$

$$C = 0,000\,022\,183 l_3 k,$$

to otrzymamy 3 równania:

$$t'_m = v_m^3 A \lambda_m + \frac{B}{v_m}, \quad t''_m = v_m^3 A \lambda_m - \frac{B}{v_m},$$

$$\frac{C}{v_m} = \log \frac{t'_m - \vartheta}{t''_m - \vartheta}.$$

W równaniach tych wielkości A , B i C są wiadome, jako określone powyższymi podstawieniami, a trzy niewiadome v_m , t'_m i t''_m obliczymy najdogodniej sposobem prób i przybliżeń, biorąc v_m za zmienną niezależną. Wartości ϑ i k są w przybliżeniu znane z doświadczenia, i aczkolwiek zmienne, w zależności od t'_m i t''_m , to zmienność ich jest na ogół niezbyt znaczna, możemy je zatem uznać za stałe podług danych poniższych:

$\vartheta = t + 5^\circ$, a $k = 15$, gdy grzejnik nieosłonięty składa się nie z więcej niż z dwóch poziomych rur ponad sobą leżących;

$\vartheta = t + 10^\circ$, a $k = 14$, gdy grzejnik z dwóch rur ponad sobą jest zasłonięty kratką, albo gdy bez takiej zasłony składa się on z trzech lub czterech takich rur ponad sobą;

$\vartheta = t + 15^\circ$, a $k = 13$, gdy grzejnik z trzech lub więcej rur ponad sobą leży poza kratką.

Ścisłe biorąc, dane powyższe są ważne dla $t'_m = 150^\circ$, a $t''_m = 80^\circ$, lecz, jak już wspomniano, można je liczyć jako w przybliżeniu niezależne od t'_m i t''_m , przynajmniej w granicach stosowanych w praktyce ogrzewań wodą gorącą. Dla wody ciepłej, nieprzekraczającej 100° , możnaby ϑ liczyć nieco mniejsze, pozostawiając jednak wartości k bez zmiany.

Po obliczeniu wartości v_m , t'_m , t''_m , przystępujemy do właściwego obliczenia grzejników, a raczej długości ich rur. Pierwszy grzejnik o długości g_1 ma wydawać W_1 cpl./godz. przy średniej temperaturze zewnętrznej. Woda dopływa do niego ze znaną temperaturą $t'_1 = t'_m$, a odpływa z niego z niewiadomą temperaturą t_1'' , którą oznaczmy ze wzoru:

$$t_1'' = t'_1 - \frac{W_1}{1400 v_m}.$$

Długość g_1 rur grzejnika określimy zaś ze wzoru:

$$g_1 = \frac{32,2 W_1}{k(t'_1 - t_1'')} \log \frac{t'_1 - \vartheta}{t_1'' - \vartheta}.$$

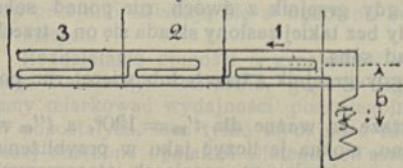
Przystępując do obliczenia drugiego grzejnika, znamy potrzebną jego wydajność ciepła W_2 , oraz temperaturę wody dopływającej t_2' ,

jako równą temperaturze t_1'' , wody wypływającej z pierwszego grzejnika. Oznaczamy zatem w sposób podobny temperaturę t_2'' wody wypływającej z drugiego grzejnika, oraz jego długość g_2 . W ten sposób obliczamy kolejno grzejnik za grzejnikiem, a temperatura t_n'' wody, wypływającej z n -tego, t. j. ostatniego grzejnika, powinna być równa obliczonej już poprzednio temperaturze t_m'' wody w rurze opadającej, suma zaś długości rur: $\sum g_n = g_1 + g_2 + \dots + g_n$, powinna być równa ogólnej ich długości l_3 , poprzednio już obliczonej. Gdyby się okazała nierówną l_3 , to różnicę $l_3 - \sum g_n$ należy rozdzielić między poszczególne grzejniki w prostym stosunku do obliczonych ich długości g_1, g_2, g_3 i t. d.

Jeżeli obwód prowadzimy w sposób, przedstawiony w rys. 1066, w którym pozioma rura, doprowadzająca wodę do grzejnika w pokoju 3, ogrzewa zarazem pokoje 1 i 2, to najdogodniej będzie grzejnikową część sieci rozdzielić w obliczeniu nie na trzy grzejniki, jakby się zdawało najprościej, lecz na pięć grzejników:

- Nr. 1 = rura górna w pokoju 1,
- Nr. 2 = " " " " 2,
- Nr. 3 = cztery zwoje zawrotki w pokoju 3,
- Nr. 4 = trzy " " " " 2,
- Nr. 5 = " " " " 1.

Rys. 1066.



Dalej postępujemy w sposób nieco odmienny niż poprzednio, a mianowicie: Dla grzejnika 1 znamy: jego długość g_1 , temperaturę dopływową $t_1 = t_m$, oraz v_m , jako stałe w całej sieci, wreszcie przybliżoną wartość ϑ , możemy zatem z powyższych dwóch wzorów oznaczyć: wydajność grzejnika W_1 , oraz temperaturę wody odpływającej t_1'' , będącą zarazem temperaturą dopływową t_2' następnego grzejnika 2, który obliczamy w taki sam sposób. Resztę zaś grzejników, t. j. 3, 4 i 5, obliczamy już w sposób podany poprzednio, z tą jedynie różnicą, że potrzebna wydajność W_4 , grzejnika 4, będzie o W_2 mniejsza od straty, obliczonej dla pokoju 2, i podobnie wydajność W_5 , grzejnika 5, będzie o W_1 mniejsza od straty pokoju 1. Wreszcie błąd obliczenia, t. j. $l_3 - \sum g$, rozdzielamy jak poprzednio, lecz poprawki, przypadające na g_1 , wzgl. g_2 , dorzucamy do g_3 , wzgl. g_4 , gdyż długości g_1 i g_2 są nam z góry dane.

7. Wodne ogrzewania szybkookrężne.

W ostatnich latach wchodzi coraz to więcej w użycie wodne ogrzewania szybkookrężne, mające na celu zachowanie zalet ogrzewania wodnego przy zmniejszeniu kosztów urządzenia, zwłaszcza

kosztów sieci, przez zmniejszenie jej średnic, możliwe z powodu sztucznie zwiększonej siły krążenia wody.

Siłę krążenia możemy zwiększyć rozmaitymi sposobami, a mianowicie:

1) przez dodawanie tej siły z zewnątrz, np. za pośrednictwem pomp, napędzanych od silnika, smoczków napędzanych parą z kotła parowego, leżącego poza właściwą siecią ogrzewania, dalej przez wtłaczanie powietrza w główną rurę wznosną (skutkiem czego w rurze tej otrzymamy słup mieszaniny wody i powietrza, znacznie lżejszy od słupów wodnych w rurach opadnych, a różnica ciśnień tych słupów przedstawia dodaną siłę krążenia) i t. p.;

2) wytwarzamy podobny słup lżejszej mieszaniny w głównej rurze wznosnej, jednakże nie mieszaniny wody z powietrzem, lecz mieszaniny wody i pary, i to pary nie doprowadzanej z zewnątrz, ale pary, wydzielającej się w samej wznosnej rurze z wody, którą w tym celu zagrzewamy w kotle ponad 100°.

Stosując takie lżejsze mieszaniny powietrza, względnie pary z wodą w rurze wznosnej, musimy następnie usunąć z nich owo powietrze, względnie parę, aby w rurach opadnych otrzymać w istocie cięższe słupy wody bez domieszki powietrza lub pary. Powietrze usuwamy w sposób najprostszy, prowadząc mieszaninę z rury wznosnej do rozszerzalnika, z którego powietrze uchodzi, wydzielając się samoczynnie z wody, gdyż jest od niej znacznie lżejsze. Zastosowanie tego samego sposobu do usunięcia pary z mieszaniny nie byłoby właściwe, gdyż para, ulatująca ze zładu ogrzewczego, unosiłaby ze sobą znaczne ilości ciepła, bez żadnego pożytku dla samego ogrzewania. W celu zapobieżenia takiemu marnotrawstwu ciepła należy parę tę skroplić w taki sposób, aby ciepło w niej zawarte, bądźto pozostało w zładzie ogrzewczym, bądź też, aby je przynajmniej wyzyskać celowo. W pierwszym przypadku jedynym prawie środkiem skraplającym parę jest woda, powracająca z grzejników do kotła, która się w nich ochłodziła o tyle, że może skroplić ową parę; w drugim przypadku możnaby parę skraplać, przeprowadzając ją, lub jej mieszaninę z wodą przez oddzielny grzejnik (lub przez kilka takich grzejników), względnie wysoko położonych, o ile warunki miejscowe pozwolą celowo wyzyskać ciepło wydawane z tych grzejników, np. do podgrzewania kanałów lub szybów wywietrzających i t. p. Zawsze jednak woda powrotna (wracająca z grzejników) będzie najważniejszym czynnikiem do skraplania owej pary. Samo skraplanie, jak wogóle skraplanie pary (p. T. I str. 930 i n.) może być albo naprzeponne, gdy para jest oddzielona przeponą od czynnika ochładzającego (od chłodziwa), albo bezprzeponne, gdy para się wprost miesza z chłodziwem. A że parę skraplamy najstosowniej w bliskości miejsca, gdzie się z mieszaniny wydziela, a więc w bliskości wierzchu owego słupa mieszaniny wody i pary, więc musimy wodę powrotną z grzejników doprowadzać do tego punktu i z niego dopiero prowadzić dalej w dół do kotła.

Woda, wypływająca z głównej rury wznosnej, nawet po wydzieleniu z siebie pary, jest warem o temperaturze 100°. W zwy-

kłych ogrzewaniach szybkokrężnych, prowadzimy ów war wprost do grzejników, których wydajność ciepła miarkujemy przez zmniejszenie lub zwiększanie ilości tego waru, dopływającego do grzejnika, a to przez stosowne nastawienie zawora lub kurka, miarkującego grzejnik. Ze względów zdrowotnych jednak temperatura 100° wody w grzejniku jest wysoce niepożądana. Radzą sobie w ten sposób, że doprowadzają ów war do grzejnika nie górá, lecz wpuszczają go u spodu w grzejnik, skutkiem czego war ten, jako lżejszy i posiadający zatem dążność do wznoszenia się w grzejniku, miesza się z wodą wypełniającą grzejnik i w nim już poczęści ochłodzoną. Przy takim układzie temperaturę powierzchni grzejnika możemy utrzymywać znacznie niższą niż 100°, miarkując jej wysokość przez zwiększenie lub zmniejszenie ilości waru dopływającego. Układ ten nie dozwala jednak uchodzić powietrzu z grzejnika przez rurę dopływową, wymaga on zatem zastosowania dodatkowych przyrządów odpowietrzających, np. oddzielnych zaworów, kurków lub rurek odpowietrzających.

Niedogodności tej możemy zapobiedz, jeżeli chłodniejszą wodą powrotną będziemy nietylko skraplali parę we wspomnianej mieszaninie pary i wody, lecz ochładzali całą ową mieszaninę do pożądanej temperatury, a więc nawet znacznie poniżej 100°, przyczem prowadzilibyśmy wodę do grzejników nie jako war 100°, lecz w temperaturze już miarkowanej podług potrzeby, t. j. podług zmieniającej się temperatury na dworze. Podobnie jak mogliśmy skraplać parę naprzeponnie lub bezprzeponnie, tak samo i chłodzenie mieszaniny wodą powrotną może być naprzeponne lub bezprzeponne.

Chłodzenie naprzeponne uskuteczniamy w ten sposób, że np. wodę powrotną doprowadzamy do naczynia zamkniętego, którego dna przeciwległe połączone są pewną ilością rur, stanowiących przeponeę. Przez rury te prowadzimy mieszaninę pary i wody, która z głównej rury wznosnej wstępuje w dolne końce rur, skrapla w nich swą parę i chłodzi się dalej, a ochłodzona należyście (do 90° w czasie silnych mrozów, a 60° lub niżej w porze łagodniejszej) wypływa górnym końcem rur do rozszerzalnika, z niego zaś płynie dalej do grzejników.

Chłodzenie bezprzeponne najdogodniej urządzić za pośrednictwem smoczka, a raczej strumienicy wodnej (por. skraplacz smoczkowy T I str 934). Przez dyszę smoczka przepływa strumień mieszaniny pary i wody, ssie wodę powrotną i wtłacza mieszaninę obydwóch strumieni do rozszerzalnika lub wprost w główny przewód dopływowy. Stożkowata iglica, przesuwana w otworze dyszy, zmienia podług potrzeby przekroje swobodne albo samej dyszy, albo i dyszy i gardzieli, miarkując w ten sposób i siłę krążenia i temperaturę mieszaniki wodnej, wypływającej ze smoczka.

Zamiast chłodzić powrotnie wodę, przegrzaną w kotle wyżej 100°, możnaby wytwarzać w rurze wznosnej ów lżejszy słuup mieszaniny pary i wody wprost przy niższych temperaturach. W tym celu należałoby urządzić zład zamknięty, a więc nie łączący się z atmosferą, a w całym takim zładzie zamkniętym utrzymywać stale próżnię, przystosowaną do pożądanej temperatury parowania. Utrzy-

manie takiej próżni wymaga jednak złożonych przyrządów pomocniczych, które będą zawsze dodatkiem wielce niepożądanym w zładach ogrzewczych; ich ustrój bowiem powinien być jaknajprostszy.

2. Ogrzewanie parowe.

Ogrzewanie parowe niskoprężne posiada kocioł, nie podlegający przepisom państwowym o kotłach parowych, o ile nadprężność pary nie przekracza 0,5 atm, a jego wnętrze łączy z atmosferą rura, przynajmniej 8 cm prześwitu w Niemczech ($3\frac{1}{2}$ " ang. = 90 mm w Rosyi), zamknięta syfonem wodnym, którego wysokość nie ma przekraczać 5 m (w Rosyi zaś 2,5 saż. = 5,33 m).

Ogrzewanie parowe wysokoprężne zasila się z kotłów, podlegających przepisom państwowym o kotłach parowych wogóle. Prężność pary dowolna, nie przekracza jednak zazwyczaj 5 do 6 atm. w kotle i w głównym przewodzie dopływowym do sieci, a 1,5 do 2 atm. w samej sieci i grzejnikach. Prężność pary zmniejszamy przyrządem samoczynnym, które miarkuje zmniejszoną prężność pary.

Ogrzewanie niskoprężne zaopatrujemy przeważnie w kocioł o działaniu bez przerw, a więc z paleniskiem zasypnym i z miarkownikiem paleniskowym, który utrzymuje stałą prężność pary w kotle.

Wydajność kotła opłomkowego liczą po 8000 cpl./godz. z m², a z kotła płomienicowego do 10000 cpl./godz. z m² pow. ogrzew.

Grzejniki są w zasadzie takie same jak do ogrzewań wodnych; o ich obliczaniu p. str. 592.

Przewody na parę, prawie wyłącznie żelazne, łączą się przy mniejszych średnicach na złączki gwintowane (gwint lewo i prawozwity, albo z dodaniem nakrętek dla uszczelnienia), przy większych zaś na kołnierze (z uszczelkami z tektury azbestowej, z metali i t. p.). Przewody odwadniające są zazwyczaj podobne, czasami jednak i z rur miedzianych. Zalecają się oddzielne przewody na parę, a oddzielne na wodę skroploną. Gatunki rur żelaznych są również takie same jak dla ogrzewań wodą ciepłą, a więc albo gazowe (p. T. I str. 431 i 587), albo tak zwane kotłowe (p. T. I str. 588).

Sieć przewodów powinna posiadać dostateczną poddajność na wydłużenia i kurczenia przy znacznych i nagłych zmianach temperatury, jakie tu zachodzą, a jeżeli tej poddajności sama w sobie nie posiada, to należy ją osiągnąć przez wstawienie wydłużeń w odpowiednie miejsca przewodu. Nadto należy układać rury w ten sposób, ażeby dozwalał na swobodne ich przesuwanie się, a więc np. wspierać na wałkach, podwieszać na wahakach i t. p.

Nader ważne jest prawidłowe odpowietrzenie całego zładu. Jeżeli powietrze nie znajduje swobodnego ujścia z całego zładu, poprzez sieć odwadniającą, na zewnątrz, to wypada w miejscach właściwych założyć oddzielne przyrządy odpowietrzające, a o ile one nie działają samoczynnie, trzeba też starannie je obsługiwać. Cała sieć powinna (od najwyższego swego punktu do kotła) posiadać spadek nieprzerwany, a jeżeli się to nie da uskuteczyć, to, by uniknąć zato-

rów wodnych; trzeba osobno odprowadzać wodę z najniższych punktów takich zakłęśnięć przewodu.

Do odprowadzania wody skroplonej najstosowniejszymi będą takie odwadniacze, które oprócz wody wypuszczają i powietrze, nie przepuszczając jednak pary, a które, gdy się po zamknięciu dopływu pary w grzejniku wytworzy próżnia, wpuszczają węź z powrotem powietrze. Warunek w końcu wspomniany nabiera większego znaczenia, zwłaszcza dla grzejników niedostatecznie wytrzymałych na ciśnienie od zewnątrz; takie grzejniki bowiem uległyby zgnieceniu przez ciśnienie atmosfery, gdyby w nich powstała znaczniejsza próżnia.

Woda skraplająca się w grzejnikach i przewodach, jako czysta woda przekroplona (pominąwszy zabieraną z przewodów rdzę i t. p.), nadaje się dobrze do ponownego zasilania nią kotłów, a w ogrzewaniach niskoprężnych spływa ona zazwyczaj samoczynnie do kotła.

Obliczenie przewodów. Całą sieć dzielimy (podobnie jak w ogrzewaniu wodą ciepłą p. str. 601 i n.) na pewną liczbę działek podług nakreślonego uprzednio zarysu sieci. Oznaczmy przez:

W ilość ciepła, jaką dana działka ma oddać w swym końcu, w cpl./godz.,

W' stratę ciepła danej działki, w cpl./godz.,

Q ilość pary, która wydaje ciepło W , w kg/godz.,

Q' ilość pary, która wydaje ciepło W' , w kg/godz.,

p_1 , wzgl. p_2 prężność bezwzględna pary na końcu, wzgl. u początku danej działki, w kg/m²,

d , wzgl. D , wewnętrzną, wzgl. zewnętrzną średnicę przewodu w danej działce, w m,

l długość danej działki, w m,

k współczynnik przenikania ciepła; dla rury nieotulonej $k=4$ cpl./godz. i m², a dla otulonej, zależnie od rodzaju otuliny p. str. 594,

t_m temperaturę, odpowiadającą średniej prężności pary w danej działce,

r_m ciepłik parowania (p. T. I str. 283) pary o średniej prężności w danej działce, w cpl./kg,

r ciepłik parowania pary o prężności p_1 , w cpl./kg,

t temperaturę powietrza, otaczającego daną działkę przewodu, a otrzymamy wzory:

$$W' = \pi D l k (t_m - t), \quad Q = \frac{W}{r}, \quad Q' = \frac{W'}{r_m},$$

$$d = 0,0945 \sqrt[5]{\frac{l Q (Q + Q')}{(p_2 - p_1) (p_2 + p_1 + 6120)}};$$

dla ogrzewań niskoprężnych zaś wzór dogodniejszy:

$$d = 0,01 \sqrt[5]{\frac{0,268 l W (W + W')}{(p_2 - p_1) (p_2 + p_1 + 6120)}}.$$

Prężność pary w grzejniku najbardziej oddalonym od kotła zakładamy 13000 do 15000 kg/m^2 w ogrzewaniu wysokoprężnym, a 10500 kg/m^2 w niskoprężnym. Prężność bezwzględną w kotle zakładamy natomiast 40000 do 60000 kg/m^2 dla ogrzewań wysokoprężnych, a 11500 do 13000 kg/m^2 dla niskoprężnych. Ze zarysu sieci znamy całą długość od kotła do najdalszego grzejnika. Różnicę prężności między tymi punktami skrajnymi znamy z założeń powyższych: rozdzielamy ją równomiernie na całą długość, z czego obliczamy prężność u początku i na końcu każdej działki, dla której znamy nadto W i W' , aczkolwiek w wartościach niezupełnie dokładnych. Znamy dokładną ilość ciepła, niezbędną dla grzejników, stratę zaś wskutek skraplania się pary w przewodach obliczamy podług ich ocenionych średnic. Ze znanych tych ilości obliczamy średnice d poszczególnych działek, podług wzorów końcowych, a w razie gdy okażą się znaczne różnice między nimi a średnicami ocenionymi, należy obliczenie powtórzyć, biorąc, zamiast pierwotnie ocenionych, średnice wynikające z pierwszego obliczenia.

Rury odwadniające miewają średnice 0,5 do 0,7 razy większe niż przynależne rury parowe, stosownie do tego czy opadają pionowo, czy też leżą prawie poziomo. Jednakże rury poniżej 19 mm prześwitu nie zalecają się wogóle na przewody odwadniające, a gdy rury parowe mają 25 do 44 mm prześwitu, to przynależne rury odwadniające miewają 25 mm prześwitu.

Dla zwykłych, parowych zładów ogrzewczych możemy, zwłaszcza do projektu przedwstępnego, zaoszczędzić sobie mozolnego obliczania podług dokładnych wzorów powyższych, posiłkując się wzajemian tablicami z podręcznika Rietschel'a *).

W nowszych czasach ogrzewanie parowe, niskoprężne starano się udoskonalić w dwóch zwłaszcza kierunkach:

1) Przez zastosowanie miarkowników, nastawiających dopływy do poszczególnych grzejników tak, aby w pokoju lub sali utrzymywać stale tę temperaturę, na jaką miarkownik nastawimy. Właściwy miarkownik, otwierając lub przysmykając maleńki zaworek na dodatkowym przewodzie powietrza sprężonego, działa za jego pośrednictwem na przeponę, która nastawia zawór przy grzejniku.

2) Przez utrzymywanie dowolnie zmiennej próżni w sieci zamkniętej, można parować wodę przy pożądanej temperaturze (nawet znacznie niżej 100°), przystosowanej do chwilowej potrzeby, co dozwala w sposób zespolony miarkować wydajność całego zładu ogrzewczego równo dokładnie, jak w ogrzewaniach wodą ciepłą, a nawet ze skutkiem prędszym, a to z powodu mniejszej pojemności cieplikowej zładów parowych.

Urządzenia powyżej wspomniane są jednakże jeszcze dość złożone w swym ustroju.

*) H. Rietschel, Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen.

3. Ogrzewanie parowo-wodne.

Jest to zwykle ogrzewanie wodne (p. str. 597 i n.), którego kocioł jednakże ogrzewa się nie bezpośrednio paleniskiem i jego spalinami, lecz parą, doprowadzaną z oddzielnego źródła, często wspólnego dla kilku lub kilkunastu takich wodnych zładów ogrzewczych.

4. Grzejniki wodne, ogrzewane parą.

Grzejniki, napełnione wodą, ogrzewamy parą poprzez przeponę, pozatem kocioł i cały układ sieci nie różni się od zwykłego ogrzewania parowego. W takim ogrzewaniu parowym możemy też napełniać grzejniki wodą skraplającą się z pary, a przez otwieranie, wzgl. zamykanie zaworów na odpływach, odprowadzających wodę z różnych poziomów grzejnika, możemy utrzymać w nim poziom wody na określonej wysokości, a natenczas wydajność jednostkowa ciepła z górnych powierzchni parowych grzejnika będzie większa niż z jego dolnych powierzchni, ogrzewanych łagodniej wodą. Układy te zwiększają pojemność cieplikową grzejnika, pozwalają na ogół korzystać z powierzchni ogrzewanych łagodniej wodą, a w czasie silnych mrozów można grzejnik w końcu wspomniany, przez zupełne spuszczenie z niego wody, przemienić w grzejnik czysto parowy.

W zwykłą sieć ogrzewania parowego możemy wstawiać dla poszczególnych pokoi, stosownie do ich przeznaczenia: dla jednych zwykle grzejniki parowe, dla drugich pierwszy, a dla pozostałych drugi z powyżej opisanych ustrojów grzejników, napełniających się wodą.

5. Ogrzewanie powietrzne.

Pokoje ogrzewają się wyłącznie powietrzem ciepłym, do nich doprowadzanem w sposób zupełnie podobny jak w zładach przewietrzających. Stosownie do tego, jakim grzeiwem ogrzewamy nagrzewnice, rozróżniamy ogrzewania: **spalinowo-powietrzne, wodno-powietrzne, parowo-powietrzne**, a nawet **parowo-wodno-powietrzne**.

Powietrze nagrzane wstępuje do pokoju, zazwyczaj z temperaturą nie ponad 40° , przez nawiewniki tak wysoko położone, aby strumień ciepłego powietrza nie trafiał jeszcze w głowy mieszkańców. Jedynie podczas zagrzewania mieszkań wychłodzonych, dopóki się w nich ludzie nie znajdują, można nawietrzać czasowo powietrzem cieplejszem (do 50°), a w salach wyższych ponad 6 m zalecają się na ten okres zagrzewania nawiewniki dodatkowe, umieszczone tuż nad podłogą.

Jeżeli z tej samej nagrzewni mamy do różnych pokoi doprowadzać powietrze niejednakowej temperatury, to zaleca się do poszczególnych kanałów nawietrzających podprowadzić kanały z powietrzem nienagrzaniem i u wlotu do kanału nawietrzającego mieszać ze sobą strumienie powietrza nagrzanego i nienagrzanego, miarkując ich wzajemny stosunek, a więc i temperaturę ich mieszanki, przez nastawianie kłapy.

Jako nagrzewnicę możemy stosować dowolnego rodzaju grzejniki lub piece; w piecach jednakże ustrój paleniska powinien być taki, aby można było opalać, oraz oczyszczać piec od popiołu i sadzy z poza nagrzewni. Pożądanem jest, aby powierzchnie nagrzewnicy nie zagrzewały się ponad 100° . Warunkowi temu nie odpowiadają jednak nagrzewnice żeliwne lub żelazne, ogrzewane wprost spalinami.

Nagrzewnice, zagrzewane bezpośrednio z paleniska (ogniowe lub spalinowe), budujemy najczęściej z cegły, z rur kamionkowych, z żeliwa, rzadziej z żelaza. Prawdliwość budowy takiej nagrzewnicy określają warunki następujące: przenikanie ciepła na wielkie powierzchnie zewnętrzne, co zapobiega ich rozżarzaniu się; równomierne rozdzielanie się ciepła tak na powierzchnię nagrzewnicy, jak i na całą nagrzewnię; możliwie jednakowe przepływanie powietrza wzdłuż rozmaitych części powierzchni nagrzewającej; swoboda wydłużania się poszczególnych części; mała ilość i szczelność spoin; łatwość w oczyszczaniu z kurzu, popiołu i sadzy.

Wydażność z 1 m^2 żeliwnej powierzchni nagrzewnicy gładkiej liczyć można po 2000 cpł./godz. , a żebrowanej 1200 do 1500 cpł./godz.

W obliczaniu wypada rozróżniać 2 przypadki zasadnicze:

1) Wymiana powietrza pozostaje w zależności li tylko od strat ciepła, jakie pokryć mamy.

Jeżeli oznaczymy przez:

- W stratę ciepła danego pokoju lub sali, w cpł./godz. ,
- L objętość wymiany w $\text{m}^3/\text{godz.}$, mierzonej w powietrzu o temperaturze t° ,
- t_0 temperaturę powietrza, wypływającego z nawiewnika,
- t temperaturę powietrza, odlatującego we wywiewnik,
- α spódczynnik rozszerzalności powietrza na 1° ,

$$\text{a więc } \alpha = 1 : 273 = 0,003665,$$

to otrzymamy wzór:

$$L = \frac{W(1 + \alpha t)}{0,307(t_0 - t)}.$$

Suma wyników L dla poszczególnych pokoi i sal, ogrzewanych z tej samej nagrzewni, wyrażona w objętości powietrza o t° , przedstawia nam ilość powietrza, jaką nagrzewnica zagrzać musi z temperatury największych mrozów do temperatury t_0° .

Przekroje kanałów nawietrzających i wywietrzających obliczamy jednakże nie dla stanu podczas największych mrozów, lecz tak aby działały jeszcze prawidłowo przy zewnętrznej temperaturze 0° i z następującymi zastrzeżeniami: Temperaturę w kanałach nawietrzających należy liczyć:

$$t' = \frac{W_0(1 + \alpha t)}{0,307 L'} + t,$$

w którym to wzorze W_0 oznacza stratę ciepła przy 0° , a

$$L' = m L,$$

wreszcie współczynnik m posiada wartości, podane w tablicy poniższej:

Tablica wartości m .

Temperatura w nawiewnikach podczas mrozów -20°	Temperatura w pokojach i salach	
	$+20^{\circ}$	$+15^{\circ}$
$t' = 36^{\circ}$	0,714	0,643
$= 40^{\circ}$	0,725	0,687
$= 50^{\circ}$	0,732	0,698

2) Wymiana powietrza w każdym pokoju lub sali jest z góry określona, a wypada obliczyć temperaturę, z jaką powietrze ma wstępować w nawiewniki do każdego poszczególnego pokoju lub sali. Temperaturę tę obliczamy podług wzoru:

$$t' = \frac{W(1 + at)}{0,307 L} + t.$$

Z wyników tego obliczenia wybieramy największy t'_1 ; do tej też temperatury musimy nagrzewać powietrze w nagrzewni. Do pokoi, wymagających takiej temperatury t'_1 , doprowadzamy to nagrzane powietrze bez domieszki chłodnego, do pozostałych zaś, dla których temperatura t' ma być niższa, dodajemy do powietrza nagrzanego stosowną ilość powietrza chłodnego. Mieszanie to uskuteczniamy przez stosowne nastawienie kłapy u zbiegu kanału, prowadzącego powietrze nagrzane, z kanałem na powietrze chłodne.

Jeżeli dla danego pokoju oznaczymy przez L z góry określoną objętość wymiany w m^3 , mierzoną przy temperaturze t , a przez t_0 temperaturę na dworze, to objętość owa, sprowadzona do temperatury t^0 , będzie:

$$L_0 = \frac{L(1 + at_0)}{1 + at}.$$

Z tej ilości część ma iść jako domieszka chłodna, omijając nagrzewnię, resztę zaś musimy nagrzać z t_0 do t'_1 , a mianowicie ilość o objętości:

$$L_1 = \frac{L(1 + at_0)(t' - t_0)}{(1 + at)(t'_1 - t_0)}.$$

We wzorze tym t' oznacza temperaturę mieszaniny, nawietrzającej dany pokój, a t'_1 temperaturę powietrza, wychodzącego z nagrzewni.

Nagrzewnicę obliczamy podług potrzeby ciepła przy najniższej temperaturze zewnętrznej, sieć kanałów natomiast dla najwyższej temperatury zewnętrznej, przy jakiej jeszcze mamy zapewnić ową z góry określoną wymianę powietrza.

Jeżeli, przy obliczaniu temperatur t' , dla pewnych pokoi temperatura ta, z danej wymiany L_0 , wypadnie za wysoka, to dobieramy

w nagrzewni odpowiednią temperaturę t_1' , a wymianę tych pokoi, dla których $t' > t_1'$, zwiększamy stosownie z L_0 na nL tak, aby pokój ogrzewał się dostatecznie. W takim przypadku do obliczenia sieci kanałów (przy najwyższej temperaturze zewnętrznej podczas przewietrzania) należy liczyć większą z dwóch objętości, t. j. L_0 , albo nL . Wartość współczynnika n podano w tablicy poniższej, w założeniu, że największe mrozy nie przekraczają -20° .

Tablica wartości współczynnika n .

Najwyższa temperatura zewnętrzna, przy której naznaczona wymiana ma być jeszcze zapewniona	Temperatura u nawiewnika					
	36°	40°	50°	36°	40°	50°
	Największe mrozy -20° , w pokoju $+20^\circ$			Największe mrozy -20° , w pokoju $+15^\circ$		
0°	0,717	0,721	0,733	0,684	0,685	0,698
$+5^\circ$	0,632	0,638	0,650	0,577	0,581	0,592
$+10^\circ$	0,530	0,538	0,547	0,436	0,441	0,452

Do obliczenia kanału zakładamy w nim temperaturę t' podług wzoru:

$$t' = \frac{W'(1 + at)}{0,307 L'} + t,$$

w którym W' oznacza stratę ciepła, pokrywana przez dany kanał przy temperaturze zewnętrznej, przy której mamy jeszcze zapewnić naznaczoną z góry wymianę powietrza, a L' oznacza większą z powyższych dwóch objętości L_0 , wzgl. nL .

Dalsze obliczenie sieci kanałów jest zupełnie podobne do obliczenia sieci przewietrzających, podanego na str. 579 i n.

III. PRZENIKANIE CIEPŁA.

a. Napływ, przepływ i wypływ ciepła przy przenikaniu przez ścianki.

1. Napływ ciepła z płynu na powierzchnię, lub odwrotnie.

Jeżeli oznaczymy przez:

F pole powierzchni, w m^2 ,

ϑ temperaturę powierzchni, w stopniach,

t temperaturę płynu (cieczy lub gazu), w stopniach,

z trwanie napływu ciepła, w godz.,

Q ilość ciepła, napływającego z płynu na powierzchnię, w cp .
(gdy wynik jest odjemny, ciepło wypływa z powierzchni do płynu),

α współczynnik napływu ciepła, w cpl. na godzinę i 1 m², oraz na 1° różnicy temperatur, a mianowicie napływu ciepła z płynu na powierzchnię lub odwrotnie wypływu ciepła z powierzchni do płynu, gdyż obydwie te wartości są jednakowe, to otrzymamy wzór:

$$Q = \alpha Fz(t - \vartheta).$$

Wartość współczynnika α zależy nie tylko od rodzaju powierzchni i płynu, ale i od warunków ruchu płynu względem powierzchni, a wartość ta bywa:

1) Napływ ciepła z wody lub innej cieczy wrzącej:

$$\alpha = 10000;$$

żwawe krążenie cieczy powiększa, a jego brak zmniejsza tę wartość.

2) Napływ ciepła z pary się skraplającej: ta sama wartość, t. j.

$$\alpha = 10000;$$

przez należyte odpowietrzanie i szybkie usuwanie wody skroplonej napływ zwiększa się, a w przeciwnym razie zmniejsza.

3) Napływ ciepła z cieczy nie wrzących i w stanie spokoju:

$$\alpha = 500;$$

wartość ta podlega zmianom w zależności od krążenia wśród cieczy, uwarunkowanego postacią powierzchni i grubością warstwy cieczy.

Jeżeli ciecz płynie wzdłuż powierzchni z prędkością v m/sek., lecz tylko w granicach $v = 0,05$ do 2 m/sek., to

$$\alpha = 300 + 1800 \sqrt{v}.$$

Gdy wodę wprawiamy w ruch mieszadłami, współczynnik α wzrasta, a wartość jego będzie:

$$\alpha = 2000 \text{ do } 4000,$$

a to zależy od skuteczności mieszadła.

4) Z powietrza, gazów i przegrzanych par w stanie spoczynku, średnio:

$$\alpha = 4;$$

lecz zależnie od krążenia wewnętrznego, a więc od postaci powierzchni i t. p., wartość współczynnika waha się w granicach:

$$\alpha = 2 \text{ do } 8.$$

Wreszcie gdy gazy te płyną wzdłuż powierzchni z prędkością $v = 1$ do 100 m/sek., natenczas będzie:

$$\alpha = 2 + 10 \sqrt{v}.$$

2. Przenikanie ciepła przez ściankę, rozgradzającą dwa płyny.

a. Przenikanie ciepła przez ścianki płaskie.

Jeżeli oznaczymy przez:

t_1 temperaturę płynu cieplejszego, w stopniach,

t_2 temperaturę płynu chłodniejszego, w stopniach,

ϑ_1 , wzgl. ϑ_2 temperatury obustronnych powierzchni ścianki, w stopniach,

F pole powierzchni ścianki, w m^2 ,

α_1 , wzgl. α_2 współczynniki napływu ciepła z obydwóch płynów na powierzchnie ścianki,

δ grubość ścianki, w m,

λ współczynnik przewodnictwa ciepła w tworzywie ścianki, t. j. ilość ciepła w $cp./godz.$, przepływająca przez przekrój $1 m^2$, na jeden stopień różnicy temperatury między przekrojami skrajnymi, leżącymi we wzajemnym odstępnie 1 m,

k współczynnik całkowitego przenikania ciepła przez ściankę, a więc napływu, przepływu i wypływu ciepła, w $cp./godz.$ i na 1^0 różnicy temperatur,

Q i ε te same wielkości jak powyżej pod 1, to otrzymamy wzór:

$$Q = k F \varepsilon (t_1 - t_2);$$

a współczynnik k przenikania otrzymamy ze związku:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda}.$$

Temperatury obustronnych powierzchni ścianki określamy wzorami:

$$\vartheta_1 = t_1 - \frac{k}{\alpha_1} (t_1 - t_2), \text{ oraz } \vartheta_2 = t_2 + \frac{k}{\alpha_2} (t_1 - t_2).$$

Współczynniki λ przewodnictwa ciepła rozmaitych tworzyw,
w $cp./godz.$ i 1^0 różnicy, przez $1 m^2$, na odległość $1 m^*$).

Alkohol	0,18	Mur z kamienia łomowego	1,3 do 2,1
Bawełna	0,012 do 0,016	Nafta	0,13
Cegła	0,70	Nikiel	50
Cement	0,06	Oliwa	0,15
Cyna	55	Olów	30
Cynk	95	Otuliny (p. T. I str. 305)	0,05 do 0,15
Gliceryna	0,25	Piłśń	0,03
Glin	175	Platyna	60
Gлина	0,70	Powietrze	0,02
Kamień kotłowy	2	Rtęć	6
Kauczuk	0,17 do 0,3	Smary olejne	0,1
Konstantan (stop o stałym przewodnictwie elektrycz- nym, mimo zmieniającej się temperatury)	20	Sośnina (wzdłuż włókien).	0,1
Korek	0,26	„ (w poprzek „).	0,03
Kreda	0,8	Srebro	360
Lód	2	Stal miękka	35 do 45
Marmur	0,43 do 0,65	„ szklisto twarda	22
Miedź czysta	355	Szkle	0,35 do 0,70
„ zwykła	300	Tektura	0,16
Mosiądz	55 do 110	Twardziec (kwarzec)	0,035
		Węgiel kamienny	0,11
		Woda	0,5

*) Landolt i Bernstein, Physikalisch-chemische Tabellen.

Wojłok	0,03	Żelazo skowalne	50 do 60
Złoto	250	Żeliwo (żelazo lane).	40

Kilka przypadków szczególnych przenikania ciepła przez ścianki płaskie, jednakowej grubości.

Podstawiając we wzorze powyższym na $\frac{1}{k}$ wartość:

$$\frac{1}{k_0} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}, \text{ otrzymamy:}$$

$$k = \frac{k_0}{1 + k_0 \frac{\delta}{\lambda}},$$

a wartości k_0 w poszczególnych przypadkach będą:

Ciepło przenika z pary do cieczy wrzącej $k_0 = 3000$ do 6000

„ „ „ „ „ nie wrzącej:

ciecz w spokoju $k_0 = 300$ do 600

ciecz płynie. $k_0 = 1700 \sqrt{v}$ (v od $0,05$ do 2 m/sek.)

ciecz poruszana mieszadłem $k_0 = 1500$ do 2500

Gdy ścianka jest metalowa, zwłaszcza miedziana lub mosiężna, i bardzo cienka, zaniedbując wyraz $k_0 \frac{\delta}{\lambda}$, możemy liczyć $k = k_0$.

Ponieważ wartość $\frac{1}{\alpha}$ dla powietrza lub gazu jest bardzo wielka, w stosunku do tejże wartości dla wody wrzącej lub skraplającej się pary, wreszcie w stosunku do wartości $\frac{\delta}{\lambda}$ dla cienkich ścianek me-

talowych, możemy zaniedbywać w stosownych przypadkach wartości w końcu wspomniane i zakładać, że $\vartheta_1 = \vartheta_2$, a natenczas będzie:

Gdy ciepło przenika z wody wrzącej lub ze skraplającej się pary, przez ciekłą ściankę metalową, w powietrze lub gaz, albo też odwrotnie:

$$k = \alpha \text{ (wartości dla powietrza);}$$

gdy zaś ciepło przenika z powietrza (lub gazu), przez taką ściankę, do powietrza (lub gazu), będzie:

$$k = \frac{\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}.$$

A że ponajczęściej będzie $\alpha_1 = \alpha_2$, więc w takim przypadku wzór ten uprości się jeszcze na:

$$k = \frac{\alpha}{2}.$$

Przenikanie ciepła przez ściankę, przy zmieniającej się temperaturze obu stronnych płynów.

Gdy się temperatura płynu cieplejszego, skutkiem oddawania ciepła, obniża z t_1' do t_1'' , a równocześnie płyn chłodniejszy, skutkiem wchłaniania ciepła, się zagrzewa z t_2' do t_2'' , to ilość ciepła, przenikłego podczas okresu z godzin, będzie:

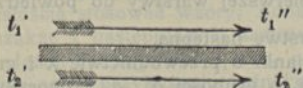
$$Q = kFz \frac{(t_1' - t_2') - (t_1'' - t_2'')}{\ln \frac{t_1' - t_2''}{t_1'' - t_2'}}$$

A jeżeli przez G_1 , wzgl. G_2 oznaczymy ilości owych płynów w kg, przez c_1 zaś, wzgl. c_2 ich ciepłiki właściwe (p. T. I str. 317), to otrzymamy dodatkowe dwa związki, a mianowicie:

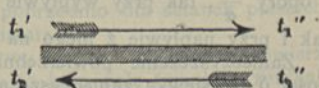
$$Q = c_1 G_1 (t_1' - t_1''), \text{ wzgl. } Q = c_2 G_2 (t_2'' - t_2')$$

Wzory powyższe zatrzymują swą ważność i w tych przypadkach, gdy płyny przepływają wzdłuż powierzchni, a natenczas wypada różniczać spółprądy (rys. 1067) od przeciwpądów (rys. 1068). W rysun-

Rys. 1067.



Rys. 1068.



kach tych oznaczono temperatury w poszczególnych punktach w sposób zgodny ze znakowaniem wzorów powyższych.

Do wszystkich tych przypadków można też stosować następujący wzór przybliżony:

$$Q_0 = kFz \left(\frac{t_1' + t_1''}{2} - \frac{t_2' + t_2''}{2} \right),$$

a tablica poniższa podaje stosunki wyniku Q_0 wzoru przybliżonego i dokładnej wartości Q , wynikającej ze wzoru ścisłego. Dane tej tablicy mogą też posłużyć do wprowadzenia poprawek we wyniki wzoru przybliżonego.

$\frac{t_1' - t_2'}{t_1'' - t_2''} = \left\{ \right.$	1	1,5 albo $\frac{2}{3}$	2 albo $\frac{1}{2}$	3 albo $\frac{1}{3}$	4 albo $\frac{1}{4}$	5 albo $\frac{1}{5}$	10 albo $\frac{1}{10}$	100 albo $\frac{1}{100}$
	$\frac{Q_0}{Q} =$	1	1,014	1,038	1,099	1,154	1,210	1,410	2,35

Tablica i wzory powyższe nie tracą swej ważności i w tym przypadku, gdy tylko jeden z płynów zmienia swą temperaturę, podczas gdy drugi pozostaje w temperaturze stałej: wypada natenczas założyć tylko $t_1'' = t_1'$, albo też odwrotnie $t_2'' = t_2'$.

Skraplając parę i chłodząc dalej wodę skroploną, powinniśmy obliczenie rozdzielać na dwie części i obliczać oddzielnie przenikanie ciepła przez ściankę dla skraplania pary i oddzielnie dla dalszego chłodzenia wody skroplonej.

Przenikanie ciepła przez ściankę wielowarstwową. Jeżeli ścianka składa się z kilku warstw o grubościach $\delta, \delta', \delta'' \dots$, a tworzywa tych warstw mają przewodnictwa $\lambda, \lambda', \lambda'' \dots$, i jeżeli zaniedbamy opór przy wypływie z jednej warstwy na drugą, który to opór, przy szczelnem zetknięciu się warstw, będzie nieznaczny, to otrzymamy spółczynnik całkowity oporu dla przenikania ciepła przez taką ściankę wielowarstwową:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{\delta'}{\lambda'} + \frac{\delta''}{\lambda''} + \dots$$

Jeżeli jednak dwie takie warstwy sąsiednie nie przylegają do siebie ściśle, lecz pozostawiają między sobą pewną przestrzeń swobodną, to przestrzeń taką należy liczyć za oddzielną warstwę powietrzną i uwzględnić dla niej nie tylko opór przepływu $\frac{1}{\lambda}$, lecz i opory $\frac{1}{\alpha}$, tak przy wypływie z pierwszej warstwy do powietrza, jak i przy napływie z niego na warstwę następną.

Zanieczyszczenie powierzchni ścianki o przewodnictwie λ i grubości δ warstewką zanieczyszczającą, o grubości δ' , a z tworzywa o przewodnictwie λ' , zmniejsza przenikalność warstwy dla ciepła w stosunku:

$$\frac{Q'}{Q} = \frac{k'}{k} = \frac{1}{1 + \frac{\delta'}{\lambda'} k}$$

Przykłady. Ścianka miedziana, ogrzewana parą, ogrzewa wodę wrzącą, a gdy jej powierzchnie są zupełnie czyste, ich spółczynnik k niechaj będzie 3000. Zanieczyszczenie jednej powierzchni warstwą osadu, 1 mm grubą ($\delta' = 0,001$), o przewodnictwie $\lambda' = 1$, zmniejszy wydajność ciepła w stosunku $Q' : Q = 1 : 4$. Taka sama warstwa osadu na powierzchni kotła, ogrzewanego spalinami, jeżeli powierzchnia w stanie czystym miała pierwotnie przenikalność $k = 20$, zmniejszy ją tylko w stosunku $Q' : Q = 0,98$.

β) Przenikanie ciepła przez ścianki walcowate.

Oprócz znakowań, powyżej już objaśnionych, oznaczymy jeszcze dodatkowo przez:

d_z zewnętrzną średnicę rury, w m,

d_w wewnętrzną średnicę rury, w m,

d_p średnicę powierzchni przylegania wzajemnego obydwóch warstw, w m, w przypadku, gdy ścianka rury składa się z dwóch warstw,

l długość rury, w m.

Ilość ciepła, przenikająca przez zwykłą jednowarstwową ściankę rury, określa się wzorem:

$$Q = l\pi z \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1 d_w} + \frac{1}{\alpha_2 d_z} + \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_z}{d_w}},$$

ważnym dla przypadku, gdy płyn cieplejszy znajduje się wewnątrz rury, w przypadku odwrotnym wypada we wzorze przestawić nawzajem wielkości α_1 i α_2 . Gdy natomiast ścianka rury składa się z dwóch warstw o przewodnictwie λ_w warstwy wewnętrznej (np. rury właściwej) i λ_z warstwy zewnętrznej (np. otuliny, osadu i t. p.), natenczas ilość ciepła, przenikająca przez ściankę, będzie:

$$Q = l\pi z \frac{t_1 - t_2}{\frac{1}{\alpha_1 d_w} + \frac{1}{\alpha_2 d_z} + \frac{1}{2\lambda_w} \ln \frac{d_p}{d_w} + \frac{1}{2\lambda_z} \ln \frac{d_z}{d_p}}.$$

I ten wzór stosuje się bezpośrednio w przypadku, gdy płyn cieplejszy znajduje się wewnątrz rury, w przypadku odwrotnym zaś wypada znów przestawić nawzajem wielkości α_1 i α_2 .

Do **zwykłych rur** o ściankach metalowych można z dostateczną ścisłością stosować wzory, podane poprzednio dla ścianek płaskich, wszakże z następującymi zastrzeżeniami:

Jeżeli współczynniki α_1 i α_2 napływu ciepła z płynów na powierzchnię są w przybliżeniu jednakowe, to jako pole ścianki przenikalnej należy liczyć powierzchnię pośrednią między zewnętrzną a wewnętrzną, czyli za średnicę rury brać wielkość $\frac{1}{2}(d_z + d_w)$.

Gdy współczynniki α_1 i α_2 różnią się znacznie w swych wartościach, natenczas trzeba za powierzchnię przenikania liczyć tę, przy której znajduje się płyn o mniejszym współczynniku α .

W kotłach parowych i wodnych za powierzchnię ogrzewaną liczymy zatem powierzchnię stykającą się ze spalinami, a więc w płomienicach i płomieniówkach wewnętrzną, w opłomkach zewnętrzną, w przegrzewaczach natomiast liczymy powierzchnię pośrednią.

b. Promieniowanie ciepła.

Gdy dwa ciała o niejednakowej temperaturze stoją naprzeciwko siebie, ciepło z ciała cieplejszego promieniuje na zimniejsze, które wchłania w siebie owe ciepło napromieniowane i nabiera pozoru, jakoby samo promieniowało chłód. Dlatego też mówimy, aczkolwiek niezupełnie ściśle, i o promieniowaniu zimna.

Przypadek najprostszy otrzymamy, gdy powierzchnia F ciała cieplejszego (np. rury parowej, grzejnika, pieca i t. p.) posiada stałą temperaturę bezwzględną Θ i gdy jest otoczona chłodniejszemi powierzchniami (np. ścian, mebli i t. p.) również o stałej bezwzględnej temperaturze T , natenczas ilość ciepła wypromieniowanego Q określamy nam wzory:

podług Dulong'a i Petit'a: $Q_r = C_1 F z (1,0077^\Theta - 1,0077^T)$,

podług Stefan'a:
$$Q_r = C_2 F z \left[\left(\frac{\Theta}{100} \right)^4 - \left(\frac{T}{100} \right)^4 \right],$$

podług Rosetti'ego:
$$Q_r = C_3 F z \left[\left(\frac{\Theta}{100} \right)^2 - 1,9 \right] (\Theta - T).$$

Gdy chodzi o ilość zimna wypromieniowanego, np. z przewodów oziębiających, należy we wzorach powyższych zastąpić Θ przez T i na odwrót.

Stałe C_1 , C_2 , C_3 owych wzorów wahają się co do swej wartości w szerokich granicach, a to w zależności przeważnie od mniejszego lub większego stopnia wygładzenia powierzchni.

Dla zwykłych powierzchni metalowych, częściowo już utlenionych, dla murów, papieru, drzewa, tkanin, powłoki z farby olejnej, oraz dla rozżarzonego i promieniującego paliwa, można wartości owych stałych liczyć średnio:

$$C_1 = 52,35 \text{ *)} \quad C_2 = 4, \quad C_3 = 0,5.$$

Natomiast powierzchnie metalowe, błyszcząco wygładzone promieniują zaledwie $1/10$ tej ilości ciepła.

c. Przenikanie ciepła przy jednoczesnym napływie i promieniowaniu.

Ścianka o powierzchni F (m^2) przez z godzin z pływu o temperaturze t_1 przeprowadzi na drugą stronę, do pływu o temperaturze t_2 , ilość ciepła:

$$Q = K F z (t_1 - t_2),$$

w którym to wzorze spólczynnik K przyjmuje wartości, zależne od warunków szczególnych, a mianowicie:

1. Ciepło przenika z wody lub pary, poprzez ściankę metalową, w powietrze, np. z grzejnika parowego lub wodnego:

$$K = k + 0,5 \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^2 - 1,9 \right].$$

We wzorze tym dla powietrza spokojnego $k = 4$, a T_1 (zgodnie z wzorem Rosetti'ego z pod b) będzie temperaturą bezwzględną pary, względnie wody.

2. Powierzchnia kotłów ogrzewana ogniem **bezpośrednio**:

a) **Palenisko wewnętrzne**:

$$K = k + 0,5 \frac{F_r}{F} \left(\frac{T_1}{100} \right)^2,$$

w którym to wzorze F_r oznacza powierzchnię rusztu, F bezpośred-

*) Pierwotny wzór Dulong'a i Petit'a dla temperatur podług skali Celsjusza, ma stałą $C_1' = 425$.—Wzór ów przekształcono powyżej na temperatury bezwzględne, ze stałą $C_1 = 52,35$.

nie ogrzewaną powierzchnię kotła, a T_1 temperaturę bezwzględną nad rusztem, a więc temperaturę spalania.

Sam zaś spólczynnik k zależy w znacznej mierze od prędkości lotu spalin, a zatem i od ilości B kg węgla, spalanego na godzinę i na 1 m^2 rusztu, Średnio liczyć można:

$$k = 2 + 2\sqrt{B}.$$

β) Palenisko podolne.

$$K = k + C \left(\frac{T_1}{100} \right)^2,$$

we wzorze tym stała $C = 0,4$ do $0,6$, a najlepiej liczyć ją średnio $0,5$, gdyż doświadczenia praktyczne wykazały dla tej wartości zgodność wyników wzoru z wynikami doświadczeń. Wartość spólczynnika k i znaczenie temperatury T_1 są te same, jak dla palenisk wewnętrznych.

DZIAŁ PIĘTNASTY.

STATYKA BUDOWLANA*) (ORAZ MOSTY ŻELAZNE).

I. CZĘŚĆ OGÓLNA.

A. Obliczenia statyczne.

1. Statycznie obliczać należy:

- wszystkie zeszkłady żelazne i żeliwne;
- zeszkłady drewniane większych rozpiętości i niezwykłego ustroju, dla których doświadczenie nie wyrobiło jeszcze prawideł;
- podłącza i sklepienia, ich opory i ściągi, podobnie jak pod b);
- murowane kolumny, filary, ściany, mury, kominy odosobnione i t. d., jeżeli ich przekroje są tak skąpe, że wymagają określenia naprężeń, powodowanych obciążeniami i wiatrem;
- zeszkłady żelazno-betonowe, o ile nie sprawdzono ich wytrzymałości przez obciążenia próbne;
- rozmiary podstaw posady (mianowicie posad niezwykłych, por. str. 149 i nast.), w celu możliwie równomiernego rozłożenia ciśnienia na grunt.

2. Kolejność obliczeń**). Dla mostów żelaznych oznaczamy najpierw wymiary pomostu, a mianowicie określając kolejno: chodniki z ich wspaniami, pokład pod jezdnię, podłużnice i poprzecznice; potem obliczamy dźwigary główne, wreszcie filary i ich posady.

Podobnie postępujemy i z **budynkami**, obliczając najpierw dach, następnie kolejno stropy, kolumny, ściany niezwykle obciążone, zeszkłady nad otworami drzwi i okien, podłącza i sklepienia, wraz z ich oporami; wreszcie ściągi, o ile ich już nie obliczono przy poszczególnych częściach budowli, w których się znachodzą. Zakończeniem bywa zazwyczaj obliczenie podstawy posad, albo też szczegółowe obliczenie całości posadowienia, jeśli ono jest ustroju niezwykłego, przyczem wypada uwzględnić właściwość i nośność gruntu uprzednio zbadanego.

*) M. Thullie, „Podręcznik statyki budowli“, Lwów 1886, nakł. autora. M. Thullie, „Podręcznik teorii mostów“, Lwów 1889, nakł. autora.

**) Rozporządzenie prusk. minister. robót publicznych z 1 maja 1903. — I D 3216: Vortschriften für das Entwerfen der Brücken mit eisernem Ueberbau. Nakład W. Ernst i syna. Berlin.

Dla poszczególnych części budowli należy kolejno obliczać:

1. działające siły zewnętrzne, t. j. obciążenie całkowite, składające się z wagi własnej i obciążenia użytkowego, jako też, stosownie do okoliczności, i z sił pojawiających się skutkiem czynników atmosferycznych, jak wiatru i śniegu;

2. rachunkiem lub wykreślnie siły wewnętrzne, pojawiające się w częściach zeskładu, oraz ich rodzaj (ciągnięcie, ciśnienie, gięcie, wyboczenie i t. d.), a w sklepienia i w ich opory należy nadto wskreślić linie naporowe, t. j. wykresowe środków paré na spoiny, i zbadać stateczność ich ustroju;

3. przekroje poszczególnych części zeskładu;

4. rodzaj złączy między poszczególnymi częściami, ich grubości i rozkład nitów, śrub i t. d.

3. Dopiero po sprawdzeniu stateczności i wytrzymałości całego ustroju, przystępujemy do **obliczania objętości** i wag, będących podstawą **kosztorysu**, do którego, wrazie potrzeby, dołącza się i **opis techniczny**.

B. Obciążenia.

a. Wagi własne tworzyw (materiałów) budowlanych.

a) Podług przepisów, obowiązujących w Prusach.

Przepisy berlińskiej policji budowlanej, z d. 21 lutego 1887, i Wydziału budowlanego pruskiego ministerjum robót publicznych, z d. 16 maja 1890.

Tworzywo	kg/m ³	Tworzywo	kg/m ³
Ziemia, glina i piasek	1600	Asfalt	1500
Żwir	1800	Żużel i popiół z koksu	600
Mur z klinkierów, na zaprawie cementowej*)	1800	Gips lany	970
Mur z cegły pełnej	1600	Łupek	2700
Mur z cegły dziurkowej) (B. p. b. 1300)	1000-1200	Szkoło	2600
Mur z cegły dziurkowej) (B. p. b. 1300)	1000-1200	Jedlina	600
Mur z cegły dziurowanej lub dętej	1300	Sośnina	650
Mur z dziurowanej cegły dziurkowej) (B. p. b. 1100)	900	Dębina	800
Mur z cegły pumeksowej	850	Buczyna	750
Mur z wapienia	2600	Żeliwo	7250**)
Mur z piaskowca	2400	Żelazo zlipne	7800**)
Mur z granitu lub marmuru	2700	Żelazo zlewne	7850**)
Beton, stosownie do materiału (B. p. b. 2000)	1800-2200	Stal zlewna i stal walcowana	7860**)
Beton z wkładkami żelaznymi (żelazo-beton)***)	2400	Ołów	11420
Stupień (bazalt)	3200	Spiż (bronz)	8600
		Miedź	8900
		Cynk lany	6860
		Cynk walcowany	7200

B. p. b. jest skróceniem, oznaczającym: Berlińska policja budowlana.

*) Nie objęte przepisami urzędowymi.

**) Zaczepnięto z „Warunków szczegółowych na wykonanie dostawy i ustawianie większych zeskładów żelaznych“, a pruskie minist. robót publ. zatwierdziło (25 listopada 1891) te wagi.

***) Podług rozporządzenia pruskiego ministra robót publ. z 16. 4. 1904 — III B. 2786 (Zeits. d. Bauv. 1904, str. 253 i n.)

) Podług prawideł Towarzystwa austriackich inżynierów i budowniczych*).

Tworzywo	kg/m ³	Tworzywo	kg/m ³
Dębina	800	Żużel ziarnowany	
Buczyna	750	(wielkopiec.)	850
Drzewo modrzewiowe	650	Popiół z węgla ka-	
Sośnina	600	miennego.	750
Jedlina	550	Zaprawa wapienna,	
Świerczyna	500	wyschnięta	1520
Żelazo zlipne	7800	Zaprawa cementowa	
„ zlewne.	7850	(portl. lub rom.)	1700
Surówka żelazna i		Asfalt lany (ze żwir-	
żeliwo.	7300	kiem)	2100
Ołów	11400	Asfalt słaczany	2040
Miedź.	8900	„Terazzo“ (posadzka	
Cynk	7200	z tłucznią marmur.)	2200
Mur z cegły pełnej		Beton żużlowo-gipso-	
z wyprawą	1500-1700	wy	1250
Mur z cegły pustej		Płyty gipsowe	1000
z wyprawą	1140-1350	Beton ze żużla na	
Mur z klinkierów		zapr. cement.	1000-1300
z wyprawą	1920-2000	Szkoło	2600
Mur z kamienia łom.		Ziemia nasypowa	1350-1500
z wyprawą	1900-2500	Korkowiec	330
Mur z ciosów z wy-		Trocinowiec (ksylo-	
prawą	2000-2700	lit)	1400
Beton na zaprawie		Płyty kamionkowe	
cementowej	1900-2500	(na posadzki)	2300
Gruz budowlany	1400	Glina	1500-1800
Piasek mularski	1400	Miał torfowy	200-400

b. Wagi własne i obciążenia w budynkach.

I. Przepisy Wydziału budowlanego
prusk. minist. robót publ.

z d. 16 maja 1890.

Uwaga. Co poniżej podano drobnym drukiem [i w nawiasach prostokątnych], nie jest objęte tymi przepisami.

1. Stropy.

a) Wagi własne stropów.

Stropy o belkach drewnianych	kg/m ²	Stropy o belkach drewnianych	kg/m ²
Odstępy belek od osi do osi 1,0 m, przekrój belek 24 × 26 cm.			
Belkowanie z powałą, o po-		odliczeniu żerdzi) 10 cm	
lepie (warstwa gliny po		grubej	230

*) Zeitschr. d. Vereins. d. oster. Ing. u. Arch. 1902, dodatek do № 8.

Stropy o belkach drewnianych	kg/m ²	Stropy o belkach drewnianych	kg/m ²
Belkowanie tylko z podłogą, 3,5 cm grubą	70	polepa gliniana, grubości 5 do 7 cm	310
Belkowanie, na niem podłoga z desek, 3 cm grubych na zakładkę, i polepa 10 cm gruba	210	Jak przedostatnie, z dodatkowym podsufitki 2 cm grubej, otrzciniwanej i wyprawionej	250
Belkowanie z pułapem ślepyim i powalą 11 cm grubą, sięgającą aż do spodu podłogi, 3,5 cm grubej	220	Jak wyżej, lecz zamiast podłogi klepisko gipsowe lub polepa gliniana, grubości 5 do 7 cm	340
Jak wyżej, lecz zamiast podłogi klepisko gipsowe lub		Belkowanie z powalą pełną, sięgającą do spodu belek, podłoga 3,5 cm gruba	360
Stropy sklepione	kg/m ²	Stropy sklepione	kg/m ²

Strzałka = $\frac{1}{2}$.

Pachwiny zamurwane i wypełnione piaskiem (lub popiołem z koksu) aż po grzbiet zwornika. Legary 10.10 cm, w odstępach 0,8 m od osi do osi, podłoga 3,5 cm gruba. W cyfry przepisami objęte (a większym drukiem podane) nie wkluczono wagi belek żelaznych. Wypełnienie przestrzeni między legarami powiększy wagę o 140 kg/m².

Sklepienie łączaste, do 2 m rozpiętości, a $\frac{1}{2}$ cegły grube, z cegieł pełnych	370	Sklepienia łączaste, z betonu żwirowo-cementowego, o rozpiętości do 1,5 m	370
Takież, lecz z cegieł dziurkowatych, lub dziurowanych	310	Stropy żelazno-betonowe (ustroju Monier'a, p. str. 194), łącznie z belkami żelaznymi, podłogą i wyprawą sufitową waży:	
Takież, lecz z cegieł pumeksowych	260	Strop z blachy falowanej, z płyt nieckowatych lub z pomostowników, ułożonych w warstwie betonu, 13 cm grubej wraz z nią	250
Sklepienie łączaste, 2 do 3 m rozpiętości, a $\frac{1}{2}$ cegły grube, z cegieł pełnych	440	Strop żelazno-gipsowy, na sposób francuski (żelaza 15 do 30 kg, gipsu 220 kg, drzewa 25 kg).	270
Takież, lecz z cegieł dziurkowatych lub dziurowanych	380	Strop ze sklepienkowatych płyt Koenen'a (36 cm wysoki, bez podłogi), na obciążenia użytkowe 500 kg/m ²	300
Takież, lecz z cegieł pumeksowych	330		

Strop Klein'a (przy zastosowaniu cegieł pumeksowych albo dziurkowatych i dziurowanych, z wypełnieniem, z wyprawą i podłogą (p. str. 195) waży: w budynkach z podłogą drewnianą 210 kg/m², a z posadzką kamienną 290 kg/m²; nad piwnicami poddziejnicowymi i podprzejazdowymi 350 kg/m². Schody ustroju Klein'a 290 kg/m². Sam strop Klein'a z cegły z wyżej 220 kg/m².

β) Obciążenia użytkowe stropów *).

Rodzaj obciążenia	kg/m ²	Waga średnia przedmiotów układanych	kg/m ²
Obciążenie użytkowe w domach mieszkalnych i mniejszych służbowych, za wyłączeniem obciążenia wypadkowego, np. aktami i t. p.	250	Siano (i słoma)	100
		Pszenica	760
		Żyto	680
		Jęczmień płaskur	640
		Jęczmień czwartak	510
Obciążenie użytkowe we większych budynkach biurowych i w sklepach	400	Groch fasola lub soczewica.	850
		Torf	600
Obciążenie użytkowe w salach zebrania	400	Węgiel brunatny	650
		Węgiel kamienny	900
Obciążenie użytkowe stropów pod przejazdami i pod dziedzińcami, przystępnymi dla wozów, gdy niema potrzeby uwzględnienia większych ciężarów skupionych (np. nacisków kół)	800	Koks	450
		Lód	910
		Półki z aktami, szafy z książkami i t. p.	500
		Śmieci	660
		Mąka	700
		Kasza	650
		Proso	850
		Rzepak i siemię lniane	650
		Ziemiaki	700
		Cukier	750
Obciążenie użytkowe schodów	400	Dla warstw worków, napełnionych przedmiotami powyższymi, liczyć można $\frac{1}{2}$ obciążeń powyższych.	
To samo podług przepisów berl. policji budowl.	500	Dalsze dane p. str. 627 i 628, oraz str. 481 i 482.	
Obciążenie tłumem	400		

2. Dachy.

a) Wagi własne dachów na 1 m² powierzchni pochylej,

łącznie z krokwiami, łątami i kryćbą. O ile nie dodano poszczególnych uwag lub wymiarów odmiennych, liczone: odstęp wzajemny krokwi 1,0 m, ich przekrój 13 · 16 cm a przekrój łąt 4 · 6 cm.

Rodzaj dachu	kg/m ²	Rodzaj dachu	kg/m ²
Dach kryty karpiówką pojedynczo	90	Dach kryty łupkówką niemiecką, na deskowaniu 2,0 cm grubem	85
Dach kryty karpiówką podwójnie	120	Dach kryty wpustówką	110
Dach kryty karpiówką w łąskę	130	Dach kryty cynkiem, na deskowaniu 2,5 cm grubem	40
Dach kryty esówką	90	Dach kryty smołowcem, na deskowaniu 2,5 cm grubem	35
Takiż z deskowaniem 2,5 cm grubem, pod łątami	110		

*) Wagi dalszych tworzyw p. str. 12 i 13.

Rodzaj dachu	kg/m ²	Rodzaj dachu	kg/m ²
Dach z blachy falowanej, na kątownikach (blacha fal. 150 · 40 · 1,5 mm, płatwy z kątowników w odstępach 2 m i o rozpiętości 2 m)	25	Dach szklany, na szczeblinownikach żelaznych, łącznie z nimi i ze szklina- mi (szybami) 4 mm gru- bemi.	20
Dach kryty warstwowcem (holccementem), łącznie z deskowaniem 3,5 cm grubem i z krokwiami o prze- kroju 13 · 18 cm	180	(Szczeblinowniki w odstęp. 0,45 m). Takiż, lecz szkliny 5 mm grube	25
		(Szczeblinowniki w odstęp. 0,55 m). Takiż, lecz szkliny 6 mm grube	30
		(Szczeblinowniki w odstęp. 0,55 m).	

Gdy całkowita waga żelaza w zeskładzie dachowym, żelaznym, bez kryćby, jest 35 do 50 kg/m² planu (rzutu poziomego), to na wagę samych **wiązarów dachowych** można w przybliżeniu liczyć 20 do 35 kg/m².

β) Obciążenie dachów.

Obciążenie śniegiem liczą zazwyczaj po 75 kg/m² rzutu poziomego, t. j. warstwę śniegu 0,60 m wysoką, o średniej ciężkości właściwej 0,125. Należy jednak uwzględnić i jednostronne obciążenie śniegiem. Obliczając dachy bardzo strome (wieżowe), możemy nie uwzględniać obciążenia śniegiem. [Począwszy od pochyłości dachu 40°, względem poziomu, możemy liczyć tylko połowę obciążenia powyżej podanego, a dla pochyłości ponad 50° zaniedbać je zupełnie].

Parcie wiatru.

Dane szczegółowe p. T. I str. 306 i n. Pruskie ministerium rob. publ. zaleca wzór Lössl'a, podług którego obliczono tablicę poniższą.

Parcie wiatru p_1 na pochyłą płaszczyznę dachu.

Pochyłość dachu	1 : 1	1 : 1,5	1 : 2	1 : 2,5	1 : 3	1 : 3,5	1 : 4	1 : 4,5	1 : 5
Kąt α tejże pochyłości	45°	33°41'	26°34'	21°48'	18°26'	15°57'	14°2'	12°32'	11°19'
$p = 125 \text{ kg/m}^2; p_1 =$	88	69	56	46	40	34	30	27	25
$p = 250 \text{ kg/m}^2; p_1 =$	177	139	112	93	79	69	61	54	49

[Dla średnich pochyłości dachu można w przybliżeniu liczyć pionowe obciążenie, wiatrem i śniegiem łącznie, na 100 do 125 kg/m² rzutu poziomego].

Uwaga. Uwzględniając należyte obciążenie dachu wiatrem i śniegiem, niepotrzeba już sprawdzać wytrzymałości na obciążenia przez robotników chodzących po dachu, które jednak należałoby uwzględnić w dachach, nie obliczonych na obciążenie śniegiem, np. w krajach bezmroźnych.

II. Przepisy berlińskiej policji budowlanej,

z d. 21 lutego 1887.

Wagi własne i obciążenia poszczególnych części budowli.

Części budowli	Waga własna w kg/m ²	Obciążenie użytkowe w kg/m ²	Obciążenie całkowite w kg/m ²
Strop o belkach drewnianych, w domach mieszkalnych	250	250	500
Takiż, w wytworniach (w fabrykach) i towarowniach (budynkach na składy)	250	500	750
Takiż, w spichrzach, łącznie z obciążeniem, (które jednak należy sprawdzać) . . . . .	.	.	850—1000
Sklepienia łączaste 1/2 cegły grube, z cegieł dziurkowatych, w domach mieszkalnych	350	250	600
Takież, z cegły pełnej	380*	370*	750*
Takież, w wytworniach (w fabrykach)	380*	620*	1000
Sklepienia 1 cegłę grube pod przejazdami i dziedzińcami, dostępnymi dla wozów.	570*	680*	1250
Stropy z blachy falowanej, łącznie z obciążeniem (należy sprawdzać) . . . . .	.	.	500—1000
Schody sklepione	500	500	1000
Schody drewniane	100*	500	600*
Schody żelazne, bez podsklepienia	150*	500	650*
Płaszczyzny dachów w rzucie poziomym, łącznie z ciężarem śniegu i parciem wiatru, stosownie do pochyłości, a mianowicie:			
Kryte blachą lub szklinami . . . . .	.	.	125—150
„ łupkówką . . . . .	.	.	200—240
„ dachówką . . . . .	.	.	250—300
„ warstwowcem (holccementem) . . . . .	.	.	350
Strome dachy mansardowe . . . . .	.	.	400
Stropy łóż i galeryi w teatrach	200*	400*	600*
Nadszcienie w teatrach	250*	150*	400*
Stropy i posadzki w skarbcach	1550*	450*	2000*
Płyty 4 cm grube, ustroju Rabitz'a, pod stropami niepalnymi	70*	.	70*
Podłogi w towarowniach kolejowych . . . . .	.	.	1500*

Dane, oznaczone gwiazdką *, nie są objęte przepisami berl. policji budowl.

III. Prawidła Towarzystwa austriackich inżynierów i budowniczych *).

1. Wagi własne i obciążenia użytkowe.

a) Wagi własne stropów w kg/m^2 ,

do 6 m przelotu belek i t. p. części nośnych.

(Uwaga: dolicza się po 14 kg/m^2 na każdy cm powiększonej grubości warstwy polepy lub nadsypu, względnie do grubości podanej poniżej).

Rodzaj stropu	Waga w kg/m^2	
	z doliczeniem	bez
	belek żelaznych	
Zwykły strop z belek, z polepą 10 cm grubą, wraz z podłogą i wyprawą sufitową	—	250
Strop z belek, do siebie przylegających, z powalą po wierzchu, 10 cm grubą, pozatem jak powyżej.	—	340
Jak wyżej, lecz zamiast podłogi posadzka z cegły na płask lub z płyt kamionkowych	—	360
Zwykły strop z belek, lecz wsparty siostrzanami, z polepą 10 cm grubą, z podłogą i wyprawą sufitową	260	240
Sklepienie z cegły, 15 cm grube, między belkami żelaznymi, z nadsypem 8 cm ponad wierzchem sklepienia, z podłogą i wyprawą sufitową:		
a) przy rozpiętości sklepień do 1,4 m.	480	450
b) przy rozpiętości sklepień od 1,4 do 3,0 m.	550	520
Strop ze sklepień płaskich, z cegły, między belkami żelaznymi, w odstępach do 1,5 m, wraz z nadsypem, podłogą i wyprawą sufitową:		
a) ustroju Schober'a, przy grubości stropu 35 cm.	570	530
b) ustrojów Demskiego, Hönel'a, Ludwig'a, Schneider'a, Wehler'a, przy grubości stropu 32 cm.	450	420
Sklepienia z betonu ubijanego ze zasypem pachwin i nadsypem 6 cm ponad wierzchem sklepienia, z podłogą i wyprawą sufitową:		
a) sklepienie 7,5 cm grube, o strzałce 11,5 cm, przy wysokości stropu 30 cm.	370	350
b) sklepienie 8,5 cm grube, o strzałce 20,5 cm, przy wysokości stropu 40 cm.	430	410
Jak wyżej, lecz pachwiny wypełnione betonem ubijanym i z takiegoż betonu posadzka 6 cm gruba, bez nadsypu i podłogi:		
a) sklepienie 7,5 cm grube, o strzałce 16,5 cm, przy wysokości stropu 30 cm.	460	440
b) sklepienie 8,5 cm grube, o strzałce 25,5 cm, przy wysokości stropu 40 cm.	550	530

*) Zeitschr. d. Vereins d. Oester. Ing. u. Arch. 1902, dodatek do № 8.

Rodzaj stropu	Waga w kg/m ²	
	z doli- cze- niem	bez
belek żelaznych		
Sklepienie ustroju Monier'a:		
a) grubości 5 cm, o strzałce 25 cm, z nadsypem 5 cm ponad wierzch sklepienia, z podłogą i wyprawą sufitową, przy wysokości stropu 40 cm.	360	340
b) grubości 5 cm, o strzałce 43 cm, z wypełnieniem pachwin betonem żużlowym i z posadzką betonową, 2 cm grubą, przy wysokości stropu 50 cm.	450	430
Strop z płaskich płyt ustroju Monier'a, grubości 5 cm, ze zabetonowaniem pasów belek żelaznych, z nadsypem i podłogą	440	420
Stropy z falowanej blachy sklepieniastej między belkami żelaznymi, wraz z nadsypem i podłogą, lecz bez wyprawy sufitowej:		
a) przy odstępach belek do 2 m i nadsypie 10 cm ponad wierzch	250	235
b) przy odstępach belek do 3 m i nadsypie 6 cm ponad wierzch	280	265

β) Wagi własne dachów (bez wiązarów i płatów, lecz z krokwiami).

Rodzaj kryćby	Schył (styczna kąta po- chyłości)	kg/m ² planu
Karpiówka ułożona pojedynczo	1 : 1,25	120
" " podwójnie lub w łuskę	1 : 1,25	150
Wpustówka	1 : 2,25	70
Łupkówki ułożone pojedynczo	1 : 2,25	80
" " podwójnie	1 : 2,25	90
Blacha cynkowa lub żelazna na deskowaniu	1 : 4	45
Smołowiec	1 : 4	40
Oszklenie wraz ze szczeblinami żelaznymi:		
a) grubość szklin do 6 mm	1 : 2	26
b) " " " 8 mm	1 : 2	38
Blacha falowana na płatwach z kątowników	—	25
Warstwowiec (holccement) pokryty warstwą żwiru 10 cm	1 : 20	165

Na wiązary z płatwami można na 1 m² planu liczyć średnio:

a) w ustrojach żelaznych po 10 do 20 kg,

b) w ustrojach drewnianych po 20 do 30 kg.

Gdy schył dachu jest inny niż podano w tablicy, wagi danego rodzaju kryćby można liczyć jako pozostające w prostym stosunku do długości krokwi (dla schyłu podanego w tablicy i dla zastosowanego).

7) Obciążenia użytkowe stropów.

Na poddaszach zwykłych	150	kg/m ²
W mieszkaniach zwykłych.	250	"
W szkołach	300	"
W salach zebrań i koncertowych, w salach do tańca lub boiskowych (gimnastycznych), jako też wogóle na korytarzach i schodach	400	"
W pracowniach, sklepach i składach, mieszczących się na piętrach domów mieszkalnych	450	"
W nichże, gdy się mieszczą w przyziemiu	550	"
W składach na paszę	400	"
W lodowniach, gdy warstwa lodu 1 m wysoka	750	"

Należy jednak oznaczać, zgodnie z przewidywaniami i z uwzględnieniem wpływu uderzeń, obciążenia użytkowe w teatrach, księgarniach, księżnicach, spichrzach, w składach hurtownych, oraz w wytwornicach, posiłkujących się ciężkimi maszynami.

8) Obciążenia dachów.

Obciążenia śniegiem i wiatrem należy liczyć:

- a) Obciążenie śniegiem, na 1 m² planu 75 kg/m²
 b) Parcie wiatru na płaszczyznę, prostopadłą do jego kierunku po 200 kg/m²

Kierunek wiatru należy uważać jako poziomy, a licząc na jednoczesne działanie i wiatru i śniegu, można obciążenie śniegiem zmniejszyć do $\frac{2}{3}$ wartości powyżej podanych.

2. Naprężenia bezpieczne.

a) Żelazo, drzewo i szkło.

Rodzaj tworzywa	Ciężnienie kg/cm ²	Ciśnienie kg/cm ²	Gięcie kg/cm ²	Cięcie	
				równoległe do włókien kg/cm ²	prostopadłe do włókien kg/cm ²
Żelazo (zlipne lub zlewne)	1000	1000	1000	800	800
Surówka i żeliwo.	200	600	250	200	
Dębina	100	70	100	15	30
Buczyna	100	70	100	15	30
Modrzewina.	80	60	80	10	20
Sośnina	80	60	80	10	20
Jedlina	80	60	80	10	20
Swierczyna	80	60	80	10	20
Szkło: a) dęte	—	70	60	—	—
b) lane	—	70	40	—	—

Dziury nitowe trzeba wiercić, a ciśnienie na ich powierzchni nie ma przekraczać 1600 kg/cm².

β) Ciśnienie bezpieczne na mury w kg/cm^2 .

Rodzaj muru	Przy grubości ścian, wzgl. filarów		
	ścian ponad 45 cm, a filarów przynajmniej $\frac{1}{6}$ ich wysokości	ścian poniżej 45 cm, a filarów $\frac{1}{6}$ do $\frac{1}{8}$ ich wysokości	filarów $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{12}$ ich wysokości, lecz nie poniżej 30 cm
Mur z cegły, na zaprawie wapiennej.	5	2,5	—
Mur z cegły, na zaprawie z cementu rzymsk.	7,5	5	—
Mur z cegły, na zaprawie z cementu portland.	10	7,5	5
Mur z kamienia łomowego, oraz mur z niego i cegły na zaprawie wapiennej	4	—	—
Takiż mur, na zaprawie z cementu rzymsk.	5	—	—
Takiż mur, na zaprawie z cementu portland.	8	—	—
Mur z należyte przykrzesanego kamienia łomowego, znacznie-szej wytrzymałości, na zaprawie z cementu portlandzkiego. . . .	10	—	—
Mur z cegły wyborowej, na zaprawie z cementu portlandzkiego . . .	12	8	6
Mur z klinkieru, na zaprawie z cementu portlandzkiego	20	15	10
Beton w posadach o mieszaninie: 250 kg cementu rzymsk. na 1 m^3 piasku i tłuczni, zmieszanych w stosunku 1:5 na objętość	5	—	—
Beton w murach przynajmniej 45 cm grubych, na cemencie portlandzkim:			
a) 500 kg cementu na 1 m^3 piasku i tłuczni, zmieszanych w stosunku 1:3 na objętość	18	—	—
b) 325 kg cementu na 1 m^3 piasku i tłuczni, zmieszanych w stosunku 1:5 na objętość	12	—	—
c) 225 kg cementu na 1 m^3 piasku i tłuczni, zmieszanych w stosunku 1:8 na objętość	8	—	—
d) 175 kg cementu na 1 m^3 piasku i tłuczni, zmieszanych w stosunku 1:10 na objętość. . . .	6	—	—

7) Naprężenie bezpieczne w sklepieniach do 10 m rozpiętości.

Rodzaj sklepienia	Ciśnienie kg/cm ²	Ciągnięcie kg/cm ²
Z cegły zwykłej, na zaprawie wapiennej	5	0
" " " " " z cementu rzymsk.	7,5	0
" " " " " " portland.	10	1
Z cegły wyborowej, na zaprawie z cementu portland.	12	1
Z klinkierów na zaprawie z cementu portland.	20	—
Z betonu na cemencie portlandzkim, o mieszaniu:		
a) 500 kg cementu na 1 m ³ piasku i tłucznia w stosunku 1:3 na objętość	18	3
b) 325 kg cementu na 1 m ³ piasku i tłucznia, w stosunku 1:5 na objętość	12	2
c) jak pod a), lecz z wkładkami żelaznymi	21	8
Z ciosów z kamienia wyborowego, na zaprawie z cementu portlandzkiego	30	1

Uwaga. Podane powyżej naprężenia dla sklepień betonowych z wkładkami żelaznymi nie dotyczą stropów żelazno-betonowych, niesklepieniastych, np. ustrojów Wayss'a, Hennebique'a i t. p.

d) Bezpieczne obciążenia gruntu.

Gлина miękka, piasek bardzo mokry, miałki	nie ponad 1 kg/cm ²
Gлина średnio twarda, oraz mało wilgotny piasek, albo suchy piasek gliniasty	nie ponad 2 kg/cm ²
Gлина twarda, opoczysta, albo piasek suchy, mało zagliniony	nie ponad 4 kg/cm ²
Piasek gruboziarnisty we warstwach zbitych, oraz żwir i tłuczeń	nie ponad 6 kg/cm ²

Na pale posadowe, wbijane w mokry grunt niespoisty, w odstępach wzajemnych do 1 m, a pod najniższy poziom wód gruntowych, można liczyć ciśnienie po 25 kg/cm² przekroju pala.

c. Obciążenia mostów sklepionych.

1. Wagę własną mostów sklepionych należy obliczyć stosownie do grubości sklepienia, wysokości nadsypu, rodzaju bruku i t. p.

2. Obciążenie ruchome wozami i tłumem można zastąpić obciążeniem równomiernie rozłożonym na moście. Jeżeli przez l oznaczymy rozpiętość mostu w m, to, podług Winkler'a, owo obciążenie zastępcze p będzie:

na mostach drogowych,

pod wozy lekkie	$p = 0,37 + (1,7 : l) \text{ t/m}^2$,
" " średnio ciężkie	$p = 0,34 + (2,6 : l) \text{ t/m}^2$,
" " ciężkie	$p = 0,28 + (8,4 : l) \text{ t/m}^2$;

na mostach kolejowych,

pod kolejki . . .	o torze 0,750 m	prześwitu: $p = 0,58 + (5,0 : l)$	t/m^2 .
" " " "	1,000 " "	$p = 0,82 + (8,1 : l)$	" "
" koleje drugorz.	" 1,435 " "	$p = 0,96 + (5,2 : l)$	" "
" " główne	" 1,435 " "	$p = 1,24 + (6,8 : l)$	" "

d. Obciążenia mostów żelaznych.

(W ustępie poniższym l oznacza rozpiętość mostu w m).

I. Żelazne mosty drogowe.

1. Waga własna drogowych mostów belkowych *).

Stosownie do ciężaru wozów i gęstości ruchu rozróżniamy lekkie mosty drogowe i ciężkie mosty uliczne.

Zwykłe mosty drogowe, o podwójnym pokładzie z bali.

Całkowita waga własna pomostu, łącznie z belkami głównymi, będzie:

$$g = 105 + 2,3 l + 0,02 l^2 \text{ kg/m}^2.$$

Waga pokładu z bali (grubości 160 mm) = 110 kg/m².

Jeżeli po stronach zewnętrznych belek głównych są chodniki z pokładem drewnianym, to waga własna takiego chodnika (łącznie z potrzebnem wzmocnieniem belek głównych, bez wspory i poręczy) będzie:

$$g' = 60 + 2,3 l \text{ kg/m}^2.$$

Zwykłe mosty drogowe, o jezdni z tłucznią (szabru).

Waga żelaza, za wyłączeniem pomostowników:

$$g = 125 + 2,8 l + 0,025 l^2 \text{ kg/m}^2.$$

Dodać należy wagę pomostowników 65 kg/m² i wagę tłucznią (szabru) 400 kg/m². Waga g' żelaza w chodnikach zewnętrznych będzie jak poprzednio:

$$g' = 60 + 2,3 l \text{ kg/m}^2.$$

Mosty uliczne, o podwójnym pokładzie z bali.

$$g = 155 + 2,7 l + 0,021 l^2 \text{ kg/m}^2; \quad g' = 80 + 2,7 l \text{ kg/m}^2.$$

Waga pokładu z bali 200 mm grubego = 140 kg/m².

Mosty uliczne, o jezdni z tłucznią (szabru).

$$g = 170 + 3,2 l + 0,028 l^2 \text{ kg/m}^2; \quad g' = 80 + 2,7 l \text{ kg/m}^2.$$

Waga tłucznią = 480 kg/m², a pomostowników = 80 kg/m².

Mosty uliczne, brukowane.

$$g = 180 + 3,7 l + 0,029 l^2 \text{ kg/m}^2; \quad g' = 80 + 2,7 l \text{ kg/m}^2.$$

Waga bruku = 700 kg/m², pomostowników = 80 kg/m², a płyt nieckowatych, 5 do 6 mm grubych = 42 do 50 kg/m².

*) Podł. Engesser'a, Zeitschr. f. Bauk., 1881, str. 66.

2. Waga własna mostów drogowych na dźwigarach łukowych *).

Wagę **dźwigarów głównych** (łącznie z odwiatrownikami) na 1 m b. rozpiętości (łuków dwuprzegubowych) możemy oceniać na:

$$g = \gamma b + 35 \text{ z kg.}$$

We wzorze tym oznacza:

b szerokość mostu, w m,

z ilość dźwigarów głównych, a

γ należy wprowadzić z wartością, podaną w tabelicy poniższej:

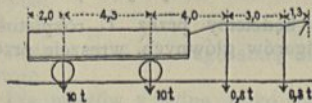
Rozpiętość l w m =	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Jezdnia z tłucznia (szabru); $\gamma =$	32	62	94	129	168	209	255	300	350	410
Jezdnia o podwójnym pokładzie z bali; $\gamma =$	28	53	80	110	144	180	220	260	305	355

Dla łuków trójprzegubowych można wartości liczbowe powyższe tabelicy zmniejszyć o 15⁰/₀.

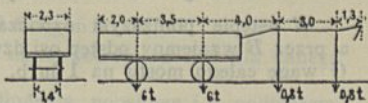
3. Obciążenie ruchome mostów drogowych.

Na obciążenie ruchome takich mostów składają się ciężary ludzi (tłumu) i wozów. W dźwigarach głównych, rozpiętości do 30 m, pod największymi naciskami kół wozowych otrzymujemy na ogół naprężenia większe niż przy obciążeniu tłumem (p. poniżej). Jako obciążę-

Rys. 1069.



Rys. 1070.



nie **zwykłych mostów drogowych** liczymy ponajczęściej wozy o nacisku osi 3 do 6 t (stosownie do ważności drogi), a o rozstępach osi 3,0 do 3,5 m, nadto dla porównania wyników, walec szosowy, ważący 6 t.

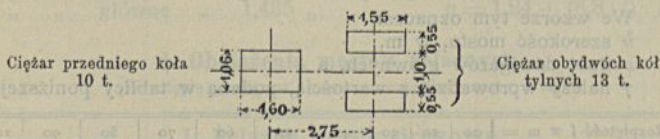
Do obliczenia **mostów ulicznych** wprowadzamy obciążenie jednym wozem dwuosiowym o nacisku osi po 10 t, a ich odstępie 4,5 m (p. rys. 1069). W przypadkach właściwych liczymy obciążenie większe, a mianowicie parowym walcem szosowym, o naciskach: 10 t na koło przednie, a 13 t na obydwie tylne łącznie (rys. 1071). Pozostałą zaś część pomostu obciążamy lżejszymi wozami dwuosioowymi, o naciskach osi po 6 t, a rozstępach osi 3,5 m (p. rys. 1070), wreszcie tłumem w częściach pomostu, niezajętych wozami, jako też na chodnikach **).

*) Według Engesser'a: Theorie und Berechnung der Bogenfachwerksträger ohne Scheitelgelenk. Berlin 1880.

**) Por. Platt, Zeitschr. f. Bauw. 1894, str. 266.

Dźwigary główne mostów drogowych, o rozpiętości ponad 30 m, obliczamy zazwyczaj w założeniu, że cała jezdnia wraz z chodnikami jest wypełniona tłumem.

Rys. 1071.



Parowy walec szosowy. { największa szerokość 2,10 m }
 { długość 4,325 m }

Pomost i jego części obliczamy na zasadzie tych ciężarów skupionych, które powodują w nich największe naprężenia.

W stłoczonym tłumie liczyć można po 5 do 6-iu ludzi na m^2 , czyli 400 do 500 kg/m^2 . Na jezdnię mostową dostatecznym będzie liczyć na tłum po 400 kg/m^2 , na chodnikach zaś, gdzie tłok bywa gęstszy, po 500 kg/m^2 . Na mostach po wsiach możnaby na tłum liczyć mniej, np. 300 kg/m^2 , a naodwrot w miastach po 500 kg/m^2 , nie tylko na chodnikach, lecz i na jezdni.

Parcie wiatru na mosty p. str. 647.

II. Żelazne mosty kolejowe.

1. Wagi własne belkowych mostów kolejowych *).

W ustępie poniższym oznaczać będziemy przez L rozpiętość, a przez B wzajemny odstęp osi dźwigarów głównych, wreszcie przez G wagę całego mostu na 1 m b.

a) Streszczenie tablic Seefehner'a.

W dwóch tablicach poniższych oznacza G_g wagę własną mostu jednotorowego pod kolej główną w kg/m b. rozpiętości, a G_d pod kolej drugorzędną. Dla mostów dwutorowych podajemy liczby podane.

1) Dźwigary główne z blachownicy.

Najoszczędniejsza wysokość blachownicy będzie $\frac{1}{8} L$.

Rozpiętość $L =$		2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18 m
Jezdnia góra	$G_g =$	610	510	570	620	630	660	790	930	1020	1140	1530 kg/m
	$G_d =$	610	450	500	550	560	600	700	840	950	1060	1410 "
Jezdnia dołem	$G_g =$	.	.	.	.	840	950	970	1090	1150	1220	1320 "
	$G_d =$	.	.	.	.	740	780	870	980	1060	1100	1200 "

*) Dalsze szczegóły p. J. v. Borries, Centralbl. d. Bauverw. 1897. str. 156, a tablice z wagami własnymi mostów kolejowych podług Paton'a podano na str. 568 do 571 dodatku do tomu 1-go w dziele: Die graphische Statik der Baukonstruktionen; Müller-Breslau, wydanie 1905 r.

2) Dźwigary główne z parabolnie zwykłych lub przyciętych, albo ustroju Schwedler'a, Pauli'ego, wreszcie z równoleglic.

Rodzaj dźwigarów głównych	$L =$	25	30	40	50	60	70	80	90	100 m
		Parabolnie zwykłe, albo ustroju Schwedler'a lub Pauli'ego	$G_g =$	1220	1480	1640	1760	2320	2510	2730	3150	3600 kg/m
	$G_d =$	1090	1320	1460	1550	2080	2260	2660	2830	3300 "
Parabolnie przycięte, albo równoleglice	$G_g =$	1280	1540	1740	1820	2380	2560	2780	3270	3760 "
	$G_d =$	1140	1380	1510	1600	2120	2310	2710	3080	3370 "

β) Wzory pruskich kolei państwowych na wagę G mostów jednotorowych.

1) Mosty blachownicowe.

1. Pokład z bali 5 cm grubych; podkłady poprzeczne (20 · 26 cm) leżą wprost na blachownicach, bez oddzielnych chodników na wspornikach:

$$G = 240 + 54 L \text{ kg/m b.}$$

2. Tor zagłębiony między blachownice, pokład z bali 5 cm gr., po boku jednej z blachownic jeden chodnik zewnętrzny na wspornikach:

$$G = 650 + 44 L \text{ kg/m b., gdy } B = 3 \text{ m,}$$

$$G = 700 + 44 L \text{ " " " } B = 3,3 \text{ m,}$$

$$G = 790 + 44 L \text{ " " " } B = 3,7 \text{ m;}$$

waga zaś samych blachownic głównych będzie:

$$270 + 44 L \text{ kg/m b. pary blachownic.}$$

3. Tor na zwykłym podtorzu, spoczywającym na płytach niekowatych:

$$G = a + 49 L \text{ kg/m b.}$$

Ilość a oznacza wagę stałą dla danej szerokości B i dla danego ustroju.

Dla mostów z jedną tylko podłużnicą poosiową i z podtorzem, wypełniającem całą szerokość B , będzie:

$$a = 1040 \text{ kg, gdy } B = 3,3 \text{ m, a } a = 1210 \text{ kg, gdy } B = 3,7 \text{ m.}$$

Gdy podtorze mieści się w korycie o bocznych ściankach pochylonych, wspartem na trzech podłużnicach, przyczem dno koryta leży na owych podłużnicach, a każda z jego ścianek bocznych wspiera się górnym brzegiem na blachownicy głównej, dolnym zaś na sąsiedniej podłużnicy, natenczas będzie:

$$a = 940 \text{ kg, gdy } B = 3,3 \text{ m, a } a = 1110 \text{ m, gdy } B = 3,7 \text{ m.}$$

2) Mosty kratownicowe z jezdnią dołem^{*)}.a) $L = 20$ do 40 m:

$$G = 1140 + 27 L \text{ kg/m b., gdy } B = 4,8 \text{ m,}$$

$$G = 1165 + 27 L \text{ " " " } B = 4,9 \text{ m,}$$

$$G = 1210 + 27 L \text{ " " " } B = 5,0 \text{ m;}$$

^{*)} Borries na wagę żelaza w jednotorowych mostach kratownicowych i blachownicowych, z jezdnią dołem, o podtorzu zwirowem, podaje wzór: $G = 800 + 55 L$. Wzór ten daje średnio dość dobre wyniki. które jednak, wobec zwiększającego się ciężaru pociągów, wypadaloby powiększyć o 5%.

waga zaś samych kratownic głównych będzie:

$$540 + 27 L \text{ kg/m b. jednej pary kratownic.}$$

b) $L = 40$ do 60 m:

$$G = 1280 + 27 L \text{ kg/m b., gdy } B = 4,8 \text{ m,}$$

$$G = 1305 + 27 L \text{ " " " } B = 4,9 \text{ m,}$$

$$G = 1350 + 27 L \text{ " " " } B = 5,0 \text{ m;}$$

waga zaś samych kratownic głównych będzie:

$$680 + 27 L \text{ kg/m b. jednej pary kratownic.}$$

3) Mosty kratownicowe z jezdnią górą i obustronnymi chodnikami zewnętrznymi, po 1,25 m szerokimi, na wspornikach:

$$G = 1080 + 27 L \text{ kg/m b., gdy } B = 2,5 \text{ m,}$$

$$G = 1120 + 27 L \text{ " " " } B = 3,5 \text{ m.}$$

2. Waga własna łukowych mostów kolejowych *).

Wagi pomostu właściwego, a więc podkładów, szyn, pokładu z bali, poprzecznic i podłużnic, można dokładnie określić przed rozpoczęciem obliczenia dźwigarów głównych. Waga g dźwigarów głównych, łącznie z odwiatrownikami mostów jednotorowych, na 1 m b. rozpiętości, podług Engesser'a będzie:

gdy $L = 10$	20	30	40	50	60	70	80	90	100 m.
natenczas $g = 450$	750	1050	1350	1650	1950	2250	2560	2890	3280 kg/m.

Dla rozpiętości $L = 10$ do 70 m otrzymujemy wartości tej tablicy ze wzoru: $g = 150 + 30 L$ kg/m b. toru.

Powyższe wartości dotyczą dwuprzegubowych dźwigarów łukowych; dla trójprzegubowych waga zmniejszy się o 15%.

C. Streszczenie przepisów, dotyczących obliczania żelaznych mostów kolejowych.

I. Przepisy pruskich kolei państwowych **).

a) Przepisy dotyczące obciążeń.

1. Obciążenia ruchome (Rozp. min. rob. publ. z 1/V 1903).

a. Przepisany szereg ciężarów.

dla mostów klasy I a (podł. klasyfikacji w rozp. min. z 1 maja 1900).

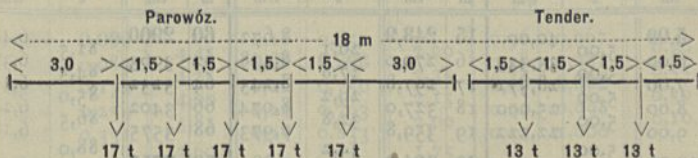
Mosty należy obliczać na szereg ciężarów, którymi zastępujemy pociąg, złożony z dwóch parowozów i z nieograniczonej liczby wagonów towarowych, z jednej strony doprzęgniętych, a tak ustawionych, aby dawały najniebezpieczniejsze obciążenie. Naciski i odstępy

*) Podług Engesser'a, Zeitschr. f. Baukunde 1881, str. 66.

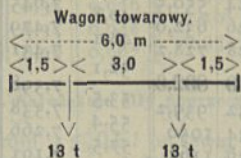
***) Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstruktionen, T. I. 3 wyd., dodatek str. 538 i n.

osi wypada liczyć podług szeregu ciężarów, przedstawionego w rys. 1072 dla parowozu z tendrem, a w rys. 1073 dla wagonu towarowego. Odstępy międzyosiowe są tak dobrane, aby były podzielne przez 1,5 m.

Rys. 1072.



Rys. 1073.



Poprzecznice i podłużnice należy nadto sprawdzić na obciążenia szeregami nacisków osiowych, w odstępach wzajemnych 1,5 m, a mianowicie:

4	osie	po	18 t	nacisku,
3	"	"	19 t	" ,
2	"	"	20 t	" ,

a z wyników wybrać najniebezpieczniejszy.

b. Momenty gnące (dla belek jednoprzęsłowych).

1. Największe momenty gnące.

W tablicy I, na str. 644, w rubryce 1-ej podano rozpiętość l w m, w 2-ej przynależny moment M_{\max} w tm, w 3-ej stosunek $\Delta M_{\max} : \Delta l$, służący do oznaczenia wartości M_{\max} dla rozpiętości pośredniej między podanymi w tablicy, a więc np. dla 56,5 m rozpiętości: $M_{\max} = 2577 + 0,5 \cdot 80 = 2617$ tm; wreszcie w rubryce 4-ej podano równomiernie rozłożone obciążenie zastępcze p . Dane tablicy dotyczą jednego toru, a więc obydwóch belek głównych łącznie, dla mostów jednotorowych, a jednej takiej belki, dla mostów dwutorowych, o dwóch belkach głównych.

Uwaga. Dane w tablicy I i II obliczono tylko na szereg ciężarów ruchomych, zgodnych z przepisami z pod a, a więc bez uwzględnienia wagi własnej mostu.

Tablica I. Największe momenty gnące M_{\max} .

l	M_{\max}	$\frac{\Delta M_{\max}}{\Delta l}$	$\frac{P}{8M_{\max}}$	l	M_{\max}	$\frac{\Delta M_{\max}}{\Delta l}$	$\frac{P}{8M_{\max}}$	l	M_{\max}	$\frac{\Delta M_{\max}}{\Delta l}$	$\frac{P}{8M_{\max}}$
1,0	5,00		40,00	15	243,9		8,672	60	2900		6,444
1,2	6,00	5,00	33,333	16	270,0	26,1	8,438	62	3063	81,5	6,375
1,4	7,00	5,00	28,571	17	297,8	27,8	8,243	64	3232	84,5	6,313
1,6	8,00	5,00	25,000	18	327,0	29,2	8,074	66	3402	85,0	6,247
1,8	9,00	5,00	22,222	19	359,8	32,8	7,973	68	3575	86,5	6,185
		5,00				34,2				88,0	
2,0	10,00		20,00	20	394,0		7,88	70	3751		6,124
2,2	11,00	5,00	18,181	22	469,0	37,5	7,752	72	3927	88,0	6,069
2,4	12,00	5,00	16,666	24	550,5	40,8	7,645	74	4109	91,0	6,003
2,6	13,16	5,80	15,574	26	632,0	40,8	7,479	76	4295	93,0	5,949
2,8	15,01	9,25	15,316	28	728,2	48,1	7,431	78	4484	94,5	5,896
		9,30				52,1				95,0	
3,0	16,88		15,004	30	882,3		7,398	80	4674		5,843
3,2	18,76	9,40	14,656	32	939,2	53,5	7,338	82	4868	97,0	5,792
		9,50				55,4				97,5	
3,5	21,61	13,8	14,113	34	1050	57,5	7,266	84	5063	100	5,740
4,0	28,50	14,2	14,250	36	1165	60,5	7,191	86	5263	101	5,693
4,5	35,63	14,2	14,076	38	1286	65,0	7,125	88	5464	103	5,645
						68,0				104	
5,0	42,75		13,680	40	1416		7,08	90	5669		5,599
6	57,00	16,4	12,666	42	1552	68,5	7,038	92	5876	107	5,553
7	73,45	20,1	11,992	44	1689	71,5	6,979	94	6089	107	5,512
8	93,50	21,2	11,687	46	1832	72,0	6,926	96	6303	109	5,471
9	114,7	21,2	11,329	48	1976	73,5	6,861	98	6520	110	5,431
						75,0				118	
10	135,9		10,872	50	2123		6,794	100	6740		5,392
11	157,1	21,3	10,387	52	2273	75,0	6,724	110	7918	126	5,235
12	178,4	21,3	9,911	54	2423	75,0	6,647	120	9176	134	5,097
13	199,7	21,3	9,453	56	2577	80,0	6,574	130	10520	144	4,979
14	221,6	22,9	9,045	58	2737	81,5	6,508	140	11965	155	4,883
15	243,9		8,672	60	2900		6,444	150	13510		4,803

2. Momenty gnące w przekroju dowolnym.

W rubryce 1-ej, tablicy II, podano stosunek $x:l$, a w rubryce 2-ej przynależny stosunek momentów gnących $M_x:M_{\max}$, z którego, dla danego ($x:l$), możemy z łatwością obliczyć wartość M_x , po uprzednim zaczerpnięciu wartości M_{\max} z tablicy I. Wartości rubryki 2-ej obliczono podług wzoru:

$$\frac{M_x}{M_{\max}} = \frac{x(2d-x)}{d^2},$$

w którym $d=0,44l$. W trzeciej rubryce tablicy II podano ilości, służące do oznaczenia wartości pośrednich między podaniem w tablicy, np. dla ($x:l$) = 0,25 będzie:

$$M_x:M_{\max} = 0,793 + 0,01 \cdot 2,00 = 0,813.$$

Tablica II. Moment gnący M_x , w dowolnej odległości x od podpory.

$\frac{x}{l}$	$\frac{M_x}{M_{\max}}$	$\frac{\Delta M_x}{M_{\max}}$	$\frac{x}{l}$	$\frac{M_x}{M_{\max}}$	$\frac{\Delta M_x}{M_{\max}}$	$\frac{x}{l}$	$\frac{M_x}{M_{\max}}$	$\frac{\Delta M_x}{M_{\max}}$
0,00	0,000		0,18	0,651		0,36	0,967	
0,02	0,089	4,45	0,20	0,703	2,60	0,38	0,981	0,70
0,04	0,174	4,25	0,22	0,750	2,35	0,40	0,992	0,55
0,06	0,254	4,00	0,24	0,793	2,15	0,42	0,998	0,30
0,08	0,331	3,85	0,26	0,833	2,00	0,44	1,000	0,10
		3,60			1,75			
0,10	0,403		0,28	0,868		0,46	1,000	
0,12	0,471	3,40	0,30	0,899	1,55	0,48	1,000	
0,14	0,535	3,20	0,32	0,926	1,35	0,50	1,000	
0,16	0,595	3,00	0,34	0,948	1,10			
0,18	0,651	2,80	0,36	0,967	0,95			

c. Największe siły poprzeczne.

Dla danego przekroju $x \leq 0,5l$ od lewej podpory otrzymamy na ogół największą siłę poprzeczną, gdy przednie koło parowozu stanie na danym przekroju, a dalszy szereg ciężarów wypełni resztę rozpiętości przęsła, od punktu x do l , t. j. aż do prawej podpory. Siła poprzeczna Q_x równa się natenczas odporowi lewej podpory i wyraża się wzorem:

$$Q_x = \frac{1}{l} \left[b_n \sum_1^n P_n + \sum_1^n (P_n c_n) \right],$$

w którym oznacza:

- n ilość ciężarów, stojących na danym przęsle;
- $P_1, P_2, P_3 \dots P_n$ poszczególne ciężary szeregu, stojącego na przęsle, a mianowicie P_1 ciężar nad przekrojem obliczanym, $P_2, P_3 \dots$ kolejno ciężary następne, a P_n ostatni ciężar, stojący jeszcze na przęsle, a więc najbardziej zbliżony do prawej podpory;
- $c_1, c_2, c_3 \dots c_n$ odległości ciężarów $P_1, P_2, P_3 \dots P_n$ od ostatniego ciężaru P_n (c_n będzie zatem zerem);
- b_n odległość ostatniego ciężaru P_n od prawej podpory, a gdy ostatni ciężar stoi nad prawą podporą, to $b_n = 0$, czyli pierwszy wyraz w nawiasie wzoru powyższego staje się zerem.

Aby ułatwić sobie obliczanie wartości Q_x , możemy posłużyć się tablicą, podaną na stronie następnej: Zaczerpnawszy z niej wartości z 3-ej i 4-ej rubryki, wprowadzamy je do wzoru powyższego, a otrzymujemy wartość Q_x bez możnych obliczeń.

W tablicach poniższych pierwsze 4-ry wiersze, t. j. dla $n = 1$ do 4, obliczono nie podług szeregu ciężarów, przedstawionego w rys. 1072,

lecz stosownie do szeregu ciężarów, obowiązujących dla szeregów o mniejszej rozciągłości, a więc $P_1 = 20$ t, $P_1 + P_2 = 20 + 20 = 40$ t, $P_1 + P_2 + P_3 = 19 + 19 + 19 = 57$ t, wreszcie $P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 18 + 18 + 18 + 18 = 72$ t.

Tablica wartości do obliczenia Q_x ,
dla przepisanego szeregu ciężarów (obydwa parowozy kominami naprzód).

n	c_1	$\sum_1^n (P_n)$	$\sum_1^n (P_n c_n)$	n	c_1	$\sum_1^n (P_n)$	$\sum_1^n (P_n c_n)$
1	0,0	20	0	31	76,5	443	19389
2	1,5	40	30	32	79,5	456	20718
3	3,0	57	85,5	33	82,5	469	22086
4	4,5	72	162	34	85,5	482	23493
5	6,0	85	225	35	88,5	495	24939
6	10,5	98	637,5	36	91,5	508	26424
7	12,0	111	784,5	37	94,5	521	27948
8	13,5	124	951	38	97,5	534	29511
9	18,0	141	1509	39	100,5	547	31113
10	19,5	158	1720,5	40	103,5	560	32754
11	21,0	175	1957,5	41	106,5	573	34434
12	22,5	192	2220	42	109,5	586	36153
13	24,0	209	2508	43	112,5	599	37911
14	28,5	222	3448,5	44	115,5	612	39708
15	30,0	235	3781,5	45	118,5	625	41544
16	31,5	248	4134	46	121,5	638	43419
17	34,5	261	4878	47	124,5	651	45333
18	37,5	274	5661	48	127,5	664	47286
19	40,5	287	6483	49	130,5	677	49278
20	43,5	300	7344	50	133,5	690	51309
21	46,5	313	8244	51	136,5	703	53379
22	49,5	326	9183	52	139,5	716	55488
23	52,5	339	10161	53	142,5	729	57636
24	55,5	352	11178	54	145,5	742	59823
25	58,5	365	12234	55	148,5	755	62049
26	61,5	378	13329	56	151,5	768	64314
27	64,5	391	14463	57	154,5	781	66618
28	67,5	404	15636	58	157,5	794	68961
29	70,5	417	16848	59	160,5	807	71343
30	73,5	430	18099	60	163,5	820	73764

Gdy przekrój leży blisko lewej podpory, możemy w nim nieraz otrzymać większą siłę poprzeczną, jeżeli zestawimy obydwie parowozy kominami ku sobie i nasuniemy cały pociąg tak, że pierwszy nacisk 17 t stanie nad przekrojem, a tender poza przęsem. Jednak-

że dla rozpiętości l ponad 33,23 m zwykły szereg ciężarów spowoduje zawsze większą siłę poprzeczną. Dla rozpiętości mniejszych należy sprawdzić, który z szeregów ciężarów da większe wyniki. Obliczenie dla parowozów, zestawionych kominami ku sobie ułatwi tablica poniższa.

Tablica do obliczenia wartości Q_x blisko podpory przęsła
(parowozy zwrócone kominami ku sobie, przedni tender poza przęsłem).

n	c_1	$\sum_1^n (P_n)$	$\sum_1^n (P_n c_n)$	n	c_1	$\sum_1^n (P_n)$	$\sum_1^n (P_n c_n)$
1	0	20	0	9	16,5	153	1300,5
2	1,5	40	30	10	18,0	170	1530,5
3	3,0	57	85	11	22,5	183	2295,0
4	4,5	72	162	12	24,0	196	2569,5
5	6,0	85	255	13	25,5	209	2863,5
6	12,0	102	765	14	28,5	222	3490,5
7	13,5	119	918	15	31,5	235	4156,5
8	15,0	136	1096,5	16	34,5	248	4861,5

Obliczenie największych sił poprzecznych Q_x przeprowadzamy dla lewej połowy przęsła, a więc od $x=0$ do $x=0,5l$; w przekrojach strony prawej otrzymamy takie same wartości Q_x , jak w przekrojach symetrycznych strony lewej.

2. Parcie wiatru.

Parcie wiatru należy liczyć 150 kg/m² mostu obciążonego, a 250 kg/m² mostu nie obciążonego.

Powierzchnię mostu, wystawioną na parcie wiatru, oceniamy według rzeczywistych wymiarów części mostowych, a powierzchnię pociągu liczymy jako równą prostokątowi o wysokości 3 m ponad wierzch szyny.

Ponieważ kratownica dowietrzna, t. j. od strony do wiatru skierowanej, przesłania częściowo od wiatru kratownicę zawietrzną, więc na kratownicę dowietrzną liczymy całkowite parcie wiatru, a na zawietrzną tylko 50%.

W mostach o jezdni górą i z jednym tylko wykrzyżowaniem odwiatrowem w poziomie pasa dolnego należy uwzględnić zwiększenie naprężeń, spowodowane wiatrem, gdy ono przekroczy 10% wartości naprężeń, wynikających z obciążenia pionowego, tak stałego jak i ruchomego.

3. Siły uboczne.

Obliczając mosty, leżące na szlaku łukowym, trzeba uwzględnić działanie siły odśrodkowej i wszelkie osobliwości, nie tylko samego

ustroju, ale i położenia, jeżeli one wywierają wpływ tak znaczny, iż nie wypadłoby go zaniedbywać.

W mostach na spadkach lub tuż przed stacyami, należy uwzględnić nadto siły, hamujące pociąg, a mianowicie ich działanie na pomost, na poduszki i na części sąsiednie dźwigarów głównych. Jeszcze dokładniejszego uwzględnienia tych sił wymaga most, spoczywający na filarach żelaznych.

Granice **wahań temperatury** w naszym klimacie liczymy zazwyczaj między -25° a $+45^{\circ}$.

β. Naprężenia dozwolone na kolejach pruskich.

1. Pręty dźwigarów głównych.

a. Pręty rozciągane.

Poniżej zestawiamy naprężenia dozwolone w rozciąganych prętach zlewno-żelaznych, tak kratownic głównych (z wyjątkiem ich przekątników przeciwchylnych), jak i w rozciąganym pasie blachownic, a mianowicie:

przy rozpiętościach ponad							
10 m, do	20	40	80	120	160	200	m
naprężenie dozwolone:							
przy zaniedbaniu parcia							
wiatru	850	900	950	1000	1050	1100	kg/cm ²
przy uwzględnieniu par-							
cia wiatru	1000	1050	1100	1150	1200	1250	kg/cm ²

Dla rozpiętości pośrednich, między granicami powyżej podanemi, zaleca się dobieranie i naprężeń pośrednich. Przekątników przeciwchylnych w polach pozaśrodkowych niepotrzeba obliczać, a wypada nadać im taki sam przekrój i łączyć je na tę samą ilość nitów, jak przekątniki pola środkowego, względnie jak przekątniki główne obydwóch pól przysrodkowych.

b. Pręty ściskane.

Naprężenia dozwolone w prętach ściskanych są liczebnie równe naprężeniom dozwolonym na ciągnięcie, należy jednak sprawdzić, czy podług wzoru Euler'a (Tom I, str. 346, sposób obciążenia 2) bezpieczeństwem na wyboczenie jest przynajmniej pięciokrotne.

2. Blachownice dźwigarów głównych i dźwigarów pomostowych.

a. Dźwigary główne mostów mniejszych.

W belkach, o rozpiętości do 10 m, naprężenie dozwolone żelaza zlewneho jest do 800 kg/cm², a żlipnego do 750 kg/cm².

b. Poprzecznice i podłużnice.

Jeżeli na pomoście leży podtorze żwirowe, a więc jeżeli podkłady toru nie spoczywają bezpośrednio na dźwigarach pomostowych,

to naprężenia dozwolone są takie same jak dla blachownic dźwigarów głównych.

Jeżeli jednak poprzeczne podkłady pod szyny spoczywają bezpośrednio na podłużnicach, to pozwala się tak te podłużnice, jak i poprzecznice, naprężyć tylko do 750 kg/cm^2 , gdy są zlewno-żelazne, a do 700 kg/cm^2 , przy użyciu żelaza zlipnego.

A gdy szyny spoczywają bezpośrednio na podłużnicach lub pośrednio z zastosowaniem jedynie podkładek żelaznych, natenczas można podłużnice takie naprężyć tylko do 700 kg/cm^2 , o ile są z żelaza zlewego, a do 650 kg/cm^2 , przy użyciu żelaza zlipnego.

Te same naprężenia należy stosować do poprzecznic, gdy na nich, w braku podłużnic, szyny spoczywają bezpośrednio.

3. Odwiatrowniki i usztywnienia narożne.

Naprężenia w tych prętach mogą osiągać większych z wartości, ustanowionych dla prętów, rozciąganych w dźwigarach głównych, a więc wartości, uwzględniających już parcie wiatru, z tem jednakże zastrzeżeniem, aby na odwiatrowniki nie stosować płaskowników o przekroju mniejszym niż $80 \cdot 10 \text{ mm}$, a na usztywnienia narożne nie brać kątowników słabszych niż $70 \cdot 70 \cdot 10 \text{ mm}$.

Pręty sztywne należy stosować do usztywnień bezwarunkowo, a do odwiatrowników w miarę możliwości. Dla takich prętów dostatecznym będzie dwukrotne bezpieczeństwo na wyboczenie, jednakże z zastrzeżeniem, aby, w razie wyboczenia się takiego pręta, działalność jego przejmował pręt inny, który, jako z nim skrzyżowany, podlegałby ciągnięciu.

4. Złącza nitowane.

W złączach dźwigarów głównych, odwiatrowników, oraz usztywnień narożnych, pozwala się naprężenia tnące w nitach, nie większe niż 90% naprężeń, podanych na str. 648 dla prętów rozciąganych, zlewno-żelaznych w dźwigarach głównych, przy zaniebdaniu parcia wiatru. Ciśnienia na ścianki dziur nitowych nie mają przekraczać podwójnej wartości cięcia dozwolonego. Płaskownik, przenoszący siły znaczniejsze, powinien przyłączać się co najmniej na dwa nity, a takiż kątownik przynajmniej na trzy nity.

Naprężenia tnące w nitach, łączących podłużnice z poprzecznicami i poprzecznice z dźwigarami głównymi, mogą co najwyżej osiągać wartości ciągnięć, dozwolonych pod 2. b) dla danego ustroju, a ciśnienia na ścianki dziur nitowych mogą być dwa razy większe.

5. Sposób obliczania.

Zazwyczaj nie potrzeba uwzględniać naprężeń drugorzędnych, wywołanych sztywnością węzłów, oraz złącz podłużnic z poprzecznicami i poprzecznic z dźwigarami głównymi. Jednakże w przypadkach, gdy tych naprężeń nie zaniedbujemy, wypadałoby zbadać,

czy nie możnaby bezpiecznie podwyższyć naprężeń dozwolonych i o ile.

Przepisy pozostawiają swobodę wyboru obliczania i wyznaczania przekrojów niezbędnych, wymagają jednak, aby, zamiast porównywania przekrojów i nitów projektowanych z obliczonymi, podać zestawienie naprężeń istotnie się pojawiających w poszczególnych częściach. Takie zestawienie naprężeń, zamiast w postaci tablicy, można przedstawić, wpisując naprężenia te w zasadniczy zarys układu dźwigarowego.

Błędy w obliczeniach mogą osiągać $1/2\%$, a dokładność taką zapewnią nawet suwaczki rachunkowy; bezcelowem byłoby zatem marnowanie czasu na obliczenia dokładniejsze, gdyż naprężenia dozwolone naznaczono w przepisach z uchybieniem (od istotnie najwłaściwszych) znacznie większem niż owe $1/2\%$.

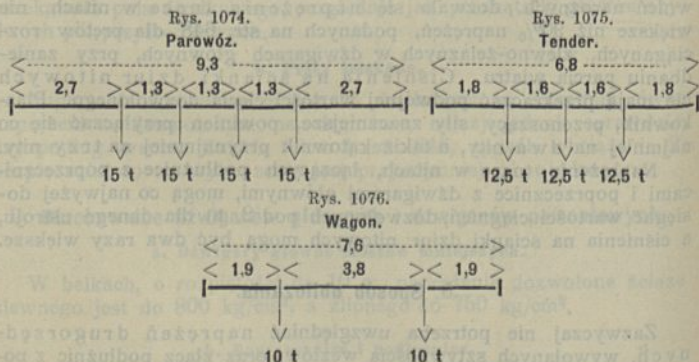
II. Przepisy rosyjskie,

dotyczące obciążenia i wytrzymałości mostów kolejowych *).

(Streszczenie).

1. (§ 6). **Obciążenie** ruchome, obowiązujące tak dla nowych mostów kolejowych, jako też dla mających się przebudować, zastępujemy pociągiem składającym się z wagonów normalnych i dwóch parowozów z tendrami, zestawionych ze sobą i ustawionych na moście tak, aby wyłączenie badanej części mostu było możliwie najniekorzystniejsze. A więc zwracamy parowozy kominami ku sobie, albo od siebie, stawiamy je na przodzie pociągu lub wśród wagonów, przy sobie lub rozdzielone wagonami. Wagony mogą być częściowo puste, a nawet pociąg rozerwany na dwie części, rozdzielone od siebie odstępem nieobciążonym.

Przepisane naciski osi (ciężary) w **tonach** podajemy w rys. 1074, 1075 i 1076, w które wymiary wpisano w **metrach**.



*) Zbiór rozporządzeń minist. dróg i kom. dla służby drogowej kolei żelaznych; Petersburg, w drukarni A. G. Farbera. Tom II, oddział IV.

Dla mostów małej rozpiętości, oraz dla podłużnic i poprzecznie mostów większych, oprócz pociągu powyżej określonego, należy uwzględnić obciążenie jedną osią o nacisku 20 t, poruszającą się oddzielnie wzdłuż mostu.

Powyższe obciążenie ruchomym szeregiem ciężarów można zastąpić przez obciążenie ruchome, rozłożone jednostajnie na metr bieżący mostu, a mianowicie podług tablic poniższych.

**Obciążenie zastępcze w tonach,
rozłożone równomiernie na metr bieź. mostu.**

A) Dla oznaczenia momentów gnących:

rozpiętość	3	4	5	7	10	15	20	30	40	m
a) nad podporą	17,00	15,75	14,64	12,37	10,06	8,96	8,18	7,33	6,74	t/mb.
b) w pośrodku	12,88	12,75	12,13	11,02	8,97	7,09	6,75	6,46	6,15	t/mb.
rozpiętość	50	60	70	80	90	100	110	130	150	m
a) nad podporą	6,20	5,75	5,41	5,13	4,89	4,70	4,53	4,27	4,07	t/mb.
b) w pośrodku	5,76	5,41	5,13	4,89	4,69	4,51	4,37	4,14	3,89	t/mb.

Uwaga. Badając dowolny przekrój, należy liczyć obciążenie zastępcze, wielkości pośredniej, interpolowanej między wartościami a i b w stosunku odległości przekroju od podpory i środka.

B) Dla oznaczenia sił poprzecznych:

długość obciążona	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	m	
obciążenie	30,00	22,67	20,25	17,76	17,00	16,16	15,38	t/mb.	
długość obciążona	5,0	8,0	10	15	20	25	30	35	m
obciążenie	14,64	11,34	10,06	8,96	8,18	7,58	7,33	7,03	t/mb.
długość obciążona	40	45	50	55	60	70	80	90	m
obciążenie	6,74	6,46	6,20	5,97	5,76	5,41	5,13	4,89	t/mb.
długość obciążona	100	110	130	150	m				
obciążenie	4,70	4,53	4,27	4,07	t/mb.				

Uwaga. Dla rozpiętości lub długości obciążonej, pośredniej między podanymi w tablicach, bierze się też pośrednie obciążenie zastępcze, oznaczane interpolacją.

Gdy obliczamy dźwigary mostowe nie na zasadzie powyżej podanych, równomiernie rozłożonych obciążeń zastępczych, lecz podług istotnego szeregu ciężarów skupionych, czyli podług nacisków osi pociągu, możemy sobie ułatwić mozolne te obliczenia, posilując się tablicami poniższymi *) sumy $\sum P_n$ nacisków osiowych i $\sum M_n$ ich momentów M_n . Wartości tablicy I obliczono na zasadzie pociągu, złożonego z dwóch parowozów z tendrami, podług rys. 1074 i 1075, a mianowicie z kominami naprzód zwróconymi, oraz z szeregu wagonów z tyłu doczepionych, podł. rys. 1076.

Wartości tablicy II obliczono dla pociągu z dwóch parowozów, zwróconych kominami ku sobie, przedni bez tendra, za drugim zaś tender i szereg wagonów, przy czem naciski i odstępy poszczególnych osi liczono podług rys. 1074, 1075 i 1076.

*) Podług Patona.

W tablicach tych oznacza n ilość osi, branych w rachubę, poczynając od naprzędniej jako pierwszej; l cały odstęp między pierwszą a ostatnią z tych osi; ΣP_n sumę nacisków tych osi, a więc całkowitą wagę tej części pociągu, jaką bierzemy w rachubę; wreszcie ΣM_n moment tych nacisków względem ostatniej (tylnej) z osi, branych w rachubę.

I.

Tablica sum: ΣP_n nacisków osi i ΣM_n ich momentów

względem osi ostatniej, dla pociągu o dwóch parowozach rosyjskich, kominami naprzód zwróconych, z tendrami i szeregiem wagonów podł. rys. 1074, 1075 i 1076.

n	l	ΣP_n	ΣM_n	n	l	ΣP_n	ΣM_n	n	l	ΣP_n	ΣM_n
	m	t	t m		m	t	t m		m	t	t m
1	0	15,0	0	21	54,2	265	8813,25	41	130,2	465	36173,25
2	1,3	30,0	19,5	22	58,0	275	9820,25	42	134,0	475	37940,25
3	2,6	45,0	58,5	23	61,8	285	10865,25	43	137,8	485	39745,25
4	3,9	60,0	117,0	24	65,6	295	11948,25	44	141,6	495	41588,25
5	8,4	72,5	387,0	25	69,4	305	13069,25	45	145,4	505	43469,25
6	10,0	85,0	503,0	26	73,2	315	14228,25	46	149,2	515	45388,25
7	11,6	97,5	639,0	27	77,0	325	15425,25	47	153,0	525	47345,25
8	16,1	112,5	1077,75	28	80,8	335	16660,25	48	156,8	535	49340,25
9	17,4	127,5	1224,0	29	84,6	345	17933,25	49	160,6	545	51373,25
10	18,7	142,5	1389,75	30	88,4	355	19244,25	50	164,4	555	53444,25
11	20,0	157,5	1575,0	31	92,2	365	20593,25	51	168,2	565	55553,25
12	24,5	170,0	2283,75	32	96,0	375	21980,25	52	172,0	575	57700,25
13	26,1	182,5	2555,75	33	99,8	385	23405,25	53	175,8	585	59885,25
14	27,7	195	2847,75	34	103,6	395	24868,25	54	179,6	595	62108,25
15	31,4	205	3569,25	35	107,4	405	26369,25	55	183,4	605	64369,25
16	35,2	215	4348,25	36	111,2	415	27908,25	56	187,2	615	66668,25
17	39,0	225	5165,25	37	115,0	425	29485,25	57	191,0	625	69005,25
18	42,8	235	6020,25	38	118,8	435	31100,25	58	194,8	635	71380,25
19	46,6	245	6913,25	39	122,6	445	32753,25	59	198,6	645	73793,25
20	50,4	255	7844,25	40	126,4	455	34444,25	60	202,4	655	76244,25

II.

Tablica sum: ΣP_n nacisków osi i ΣM_n ich momentów

względem osi ostatniej, dla pociągu o dwóch parowozach rosyjskich, kominami ku sobie zwróconych, przedni parowóz bez tendra, za drugim zaś tender i szereg wagonów, podł. rys. 1074, 1075 i 1076.

n	l	ΣP_n	ΣM_n	n	l	ΣP_n	ΣM_n	n	l	ΣP_n	ΣM_n
	m	t	t m		m	t	t m		m	t	t m
1	0	15,0	0	21	58,8	257,5	9455	41	134,8	457,5	36245
2	1,3	30,0	19,5	22	62,6	267,5	10434	42	138,6	467,5	37984
3	2,6	45,0	58,5	23	66,4	277,5	11450	43	142,4	477,5	39760
4	3,9	60,0	117,0	24	70,2	287,5	12505	44	146,2	487,5	41575
5	9,3	75,0	441,0	25	74,0	297,5	13597	45	150,0	497,5	43427
6	10,6	90,0	538,5	26	77,8	307,5	14728	46	153,8	507,5	45318
7	11,9	105,0	655,5	27	81,6	317,5	15896	47	157,6	517,5	47246
8	13,2	120,0	792	28	85,4	327,5	17103	48	161,4	527,5	49213
9	17,7	132,5	1332	29	89,2	337,5	18347	49	165,2	537,5	51217
10	19,3	145,0	1544	30	93,0	347,5	19630	50	169,0	547,5	53260
11	20,9	157,5	1776	31	96,8	357,5	20950	51	172,8	557,5	55340
12	24,6	167,5	2358	32	100,6	367,5	22309	52	176,6	567,5	57459
13	28,4	177,5	2995	33	104,4	377,5	23705	53	180,4	577,5	59615
14	32,2	187,5	3670	34	108,2	387,5	25140	54	184,2	587,5	61810
15	36,0	197,5	4382	35	112,0	397,5	26612	55	188,0	597,5	64042
16	39,8	207,5	5133	36	115,8	407,5	28123	56	191,8	607,5	65683
17	43,6	217,5	5921	37	119,6	417,5	29671	57	195,6	617,5	68621
18	47,4	227,5	6748	38	123,4	427,5	31258	58	199,4	627,5	70968
19	51,2	237,5	7612	39	127,2	437,5	32882	59	203,2	637,5	73352
20	55,0	247,5	8515	40	131,0	447,5	34545	60	207,0	647,5	75775

2. (§ 7) Przy obliczaniu siatkownicy (belki siatkowej) uważamy ją za powstałą z nałożonych na siebie, a względem siebie przesuniętych kratownic składowych (belek kratowych). Kratownicę taką obciążamy albo obciążeniem zastępczem, przesuniętem na pół jej pola poza ostatni węzeł obciążony, albo też szeregiem przepisanych ciężarów. Obliczamy siłę poprzeczną dla przekroju leżą-

cego o $\frac{1}{2}$ pola poza ostatnim węzłem obciążonym, w kierunku nieobciążonej części przęsła. Otrzymaną w ten sposób siłę poprzeczną rozdzielamy równomiernie między wszystkie kratownice składowe, na jakie podzieliliśmy siatkownicę. Należy przytem uwzględnić położenie jezdni (górami czy dołem). Dla przęsła do 32 m (15 saż.) rozpiętości tak obliczone naprężenia powiększa się jeszcze o 10% przy podporach, o 15% w pośrodku, w punktach zaś pośrednich o procent pośredni (w stosunku odległości przekroju od podpory i środka). Pasom siatkownic trzeba nadać niezbędną sztywność w kierunku pionowym.

3. (§ 8) **Odwiatrowniki** obliczamy w założeniu parcia wiatru 235 kg/m^2 ($1\frac{1}{3}$ puda/stopę kw.) dla przęsła pociągiem nieobciążonego, z dodatkiem parcia $132,2 \text{ kg/m}^2$ ($\frac{3}{4}$ puda/st. kw.) bocznej powierzchni pociągu. Powierzchnię boczną jednej strony dźwigara uważa się za pełno obciążoną wiatrem, powierzchnię drugiego dźwigara natomiast za obciążoną wiatrem tylko częściowo. Uwzględniając te okoliczności, można razem średnio liczyć: dla pary siatkownic 60%, a dla pary kratownic 50% pola, objętego obwodem zewnętrzny dźwigara. Gdy pomost leży na wysokości górnego lub dolnego pasa, natenczas obliczone tak parcie wiatru rozdzielamy równomiernie między górne i dolne wykrzyżowanie, bez dodatku parcia na pomost.

Jeżeli jednak pomost leży nad lub pod jednym z pasów dźwigara, to parcie wiatru na boczną powierzchnię pomostu dolicza się w całości do tego wykrzyżowania, przy którym leży pomost.

Gdy pomost leży nad dźwigarem, to wiatr uderza w pociąg zupełnie nieosłonięty dźwigarem. Natenczas liczymy na każde wykrzyżowanie odwiatrowe górne i dolne, parcie wiatru przypadające na pas płaszczyzny, wysokości 1,8 m (6 st.). Jeżeli zaś pomost znajduje się przy dolnym pasie dźwigara, to całkowite parcie wiatru na pociąg odnosimy do wykrzyżowania dolnego. Natenczas na pociąg częściowo osłonięty dźwigarem, należy liczyć 3 do 2,75 m (10 do 7,5 stóp) wysokości pasa powierzchni napieranej przez wiatr, odnosząc ją w całości do wykrzyżowania dolnego. Przy wysokości dźwigara 1,08 m (0,5 saż.) pas 3,0 m (10 st.) wysoki liczymy jako napierany przez wiatr; przy 6,4 m (3 saż.) lub większej wysokości dźwigara liczymy 2,75 m (7,5 st.) wysokości owego pasa; wreszcie dla dźwigarów o wysokościach pośrednich bierzemy też wartości pośrednie między 3 a 2,75 m.

4. (§ 9 i 10) Do **oznaczania przekrojów** części mostowych z żelaza zlipnego służą wzory:

$$k = \frac{P + 0,6 P'}{F} \text{ dla pasów, a } k' = \frac{M}{W} + \frac{0,5 P'}{F} \text{ dla poprzecznicy.}$$

We wzorach tych oznacza:

k i k' naprężenia dozwolone (p. poniżej pod 5), jeżeli zaniedbujemy parcie wiatru, a z jego uwzględnieniem naprężenie, nieprzekraczające 762 kg/cm^2 (300 pud/cal kw.);

- P i M siłę w pasie (kg) i moment gnący poprzecznicę (kg cm),
powodowany ciężarami pionowymi;
 P' siłę (kg) powstającą w pasie, wzgl. w poprzecznicy, pod wpływem wiatru;
 F przekrój pasa, wzgl. poprzecznicy, w cm^2 , W zaś moment wytrzymałości tegoż przekroju, w cm^3 .

Na ciągnięcie oblicza się przekrój netto, t. j. z potrąceniem wszystkich dziur nitowych, na ciśnienie przekrój pół netto, t. j. z potrąceniem połowy tychże dziur; momenty statyczne i bezwładności obliczają się natomiast zawsze dla całego przekroju bez potrąceń. Dłuższe pręty ściskane wypada obliczać i na wyboczenie, lecz nowe przepisy tego dotyczące mają niebawem być wydane, a i przepisy powyższe z pod 4. mają ulegz zmianie.

5. **Napreżenia dozwolone** w częściach żelaznych, w kg/cm^2 (por. T. I str. 340 i 341).

a. (§ 11) Żelazo zlipne.

α) W mostach rozpiętości do 15 m, oraz w częściach pomostu przeseł dowolnej rozpiętości:

$k = k_s = 600$ netto; $k_s = 600$ w nitach, a $k_s = 350$ w środniku (ściance pionowej) blachownic i t. p.

$k_s = 500$ w nitach, przytwierdzających podłużnice do poprzecznicy i poprzecznicy do dźwigarów głównych.

β) W mostach rozpiętości ponad 15 m, w dźwigarach głównych: k (półnetto) i k_s (netto) = 700.

γ) W siatkownicach i kratownicach:

w pasach, stojcach i przekątnikach: k (półnetto) = 700, k_s (netto) = 725; $k_s = 600$ w nitach, a $k_s = 450$ w blachach pionowych (środnikach) wzdłuż.

δ) W odwiatrownikach i t. p.: $k_s = 900$, a w nitach $k_s = 750$.

b. (§ 12) Żelazo zlewne:

α) W mostach rozpiętości do 15 m, oraz w częściach pomostu przeseł dowolnej rozpiętości:

$k = k_s = 650$ (netto); $k_s = 375$ w blachach pionowych (środnikach) i t. p.

β) W mostach rozpiętości od 15 m do 32 m włącznie, w samych dźwigarach głównych:

$k = k_s = 725$ (netto); $k_s = 425$ w blachach pionowych (środnikach) i t. p.

γ) W mostach rozpiętości ponad 32 m, w samych dźwigarach głównych:

k (półnetto) = k_s (netto) = 775 w pasach, a 750 w przekątnikach i stojcach.

δ) W wykrzyżowaniach poziomych i pionowych, w mostach rozpiętości do 32 m włącznie:

k (półnetto) = 800; k_s (netto) = 900, a w mostach rozpiętości ponad 32 m k i k_s o 50 większe.

Uwaga. Stosując do mostu różne gatunki żelaza (zlipne i zlewne), trzeba przynajmniej każdą zasadniczą część mostu, a więc: pas dolny, pas górny, stojce, przekątniki, poprzecznice, podłużnice wykonać z tego samego gatunku żelaza.

6. Dozwolone ugięcia się mostów żelaznych*).

Uwaga. Stosunek wysokości dźwigara do jego rozpiętości oznaczymy przez α , stosunek ugięcia do rozpiętości przez φ . Obciążenie pociągiem normalnym podług punktu 1.

Ugięcia trwałe (pozostające po odciążeniu): $\varphi < 0,0002$.

Ugięcia sprężyste: a) mostów do 10,7 m (5 saż.) rozpiętości:

gdy $\alpha < 0,1$, ma być $\varphi < 1/750$; gdy $\alpha \leq 0,1$, ma być $\varphi < 0,001$;

b) mostów rozpiętości ponad 10,7 m (5 saż.):

gdy $\alpha < 0,1$, ma być $\varphi < 0,0008$; gdy $\alpha \leq 0,1$, ma być $\varphi < 1/1500$.

7. Mosty drewniane. Naprężenia dozwolone podano w Tomie I str. 341. Każde z naprężeń tam podanych można jednak zwiększyć o 12,7 kg/cm² (5 pud/cal kw.), jeżeli w obliczeniach uwzględniono i parcie wiatru, a nadto dla budowy tymczasowych można jeszcze zwiększyć wszystkie te naprężenia o 25%.
Mosty kolejowe oblicza się na podstawie obciążenia pociągiem zestawionym w sposób przepisany**). Dozwolono jednak zastąpić pociąg ten obciążeniem zastępczym, równomiernie na długość rozłożonym, podług tablicy poniżej podanej. Dla rozpiętości pośrednich, tablicą nie objętych, oznaczamy obciążenia zastępcze przez interpolację. Podobnie też dla dowolnych przekrojów między podporą a środkiem dźwigara oznaczamy wartości pośrednie obciążeń zastępczych, przyczem dla uproszczenia obliczeń można całą rozpiętość (stosownie do jej wielkości) podzielić tylko na 6 do 12-tu pól. Oznaczywszy obciążenia zastępcze dla przekrojów, rozgraniczających te pola, obliczamy wszystkie przekroje danego pola na zasadzie obciążeń niezmiennających się, a mianowicie równych średniej wielkości między obciążeniami, obliczonymi dla granic danego pola.

Obciążenia zastępcze na drewniane mosty kolejowe.

Rozpiętości		Równomierne obciążenie zastępcze, rozłożone na całej rozpiętości:				Równomierne obciążenie zastępcze, rozłożone od podpory do środka, dla największej siły poprzecznej w przekroju środkowym	
		Dla największych momentów gnących i sił poprzecznych tuż przy, wzgl. nad podporą		Dla największych momentów w pośrodku rozpiętości			
m	saż.	ton/m b.	pud/st. b.	ton/m b.	pud/st. b.	ton/m b.	pud/st. b.
2,13	1	19,45	362	14,08	262	28,11	523
4,27	2	15,21	283	12,41	231	19,40	361
6,40	3	12,95	241	11,34	211	16,50	307
8,53	4	9,94	185	9,03	168	13,81	257
10,67	5	8,17	152	7,15	133	11,82	220
12,80	6	7,68	143	6,40	119	10,80	201
14,94	7	7,42	138	6,02	112	9,78	182
17,07	8	7,15	133	5,75	107	9,08	169
19,20	9	6,88	128	5,64	105	8,54	159
21,34	10	6,72	125	5,59	104	8,22	153
25,60	12	6,40	119	5,54	103	7,68	143
32,00	15	6,18	115	5,43	101	7,04	131
42,67	20	5,80	108	5,27	98	6,50	121
53,34	25	5,48	102	5,16	96	6,23	116
64,01	30	5,16	96	5,00	93	6,02	112
74,67	35	4,89	91	4,78	89	5,86	109

*) Zbiór rozporządzeń minist. dróg i kom. Petersburg 1900, a. Tom II, str. 37.

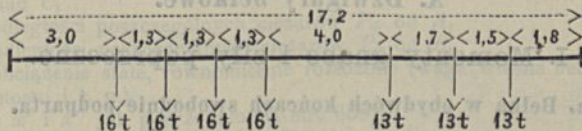
**) Tamże, str. 54 i nast.

Naprężenia dozwolone i obciążenia dźwigarów dachowych śniegiem i wiatrem podano w Tomie I str. 340.

III. Parowóz obciążający na mosty austriackich kolei państwowych

podajemy w rys. 1077, a o naprężeniach dozwolonych p. T. I str. 341.

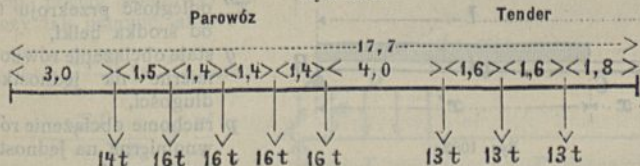
Rys. 1077.



IV. Przepisy Związku kolei niemieckich.

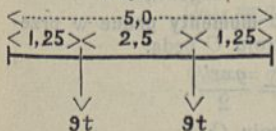
Podług § 15 a. Warunków Technicznych Związku, mosty, nowo się budujące lub ulegające przebudowaniu, należy obliczać przynajmniej na szereg ciężarów z dwóch parowozów i nieograniczonej liczby wagonów doprzęgniętych, biorąc naciski i wzajemne odstępy osi podług rys. 1078 i 1079.

Rys. 1078.



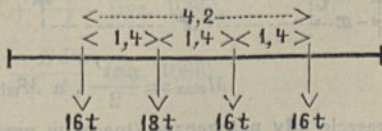
Rys. 1079.

Wagon



Rys. 1080.

Parowóz



Przesła małej rozpiętości, jako też podłużnice i poprzecznice wogóle, należy obliczać podług szeregu czterech ciężarów po 16 t, w odstępach wzajemnych po 1,4 m, przyczem ciężar, oddziaływający naj-

niekorzystniej na przekrój obliczany, wypada jeszcze powiększyć z 16 na 18 t, por. rys. 1080, w którym powiększono w ten sposób ciężar drugi z rzędu.

II. USTROJE MOSTOWE I DACHOWE.

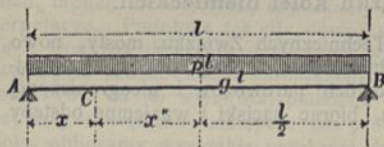
A. Dźwigary belkowe.

I. Momenty gnące i siły poprzeczne.

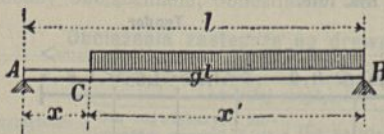
a. Belka w obydwóch końcach swobodnie podparta.

1. Bezpośrednie obciążenie równomierne.

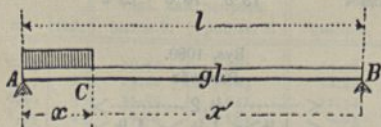
Rys. 1081.



Rys. 1082.



Rys. 1083.



Jeżeli (podł. rys. 1081, 1082 i 1083) oznaczymy przez:

A odpór lewej podpory belki,

B odpór prawej podpory,

l rozpiętość,

x i x' odległości przekroju C od A , wzgl. od B ,

x'' odległość przekroju C od środka belki,

g stałe obciążenie równomierne na jednostkę długości,

p ruchome obciążenie równomierne na jednostkę długości,

$g + p = q$ obciążenie całkowite na jednostkę długości,

to momenty gnące w przekroju C będą:

$$M_{\max} = \frac{qx x'}{2}, \text{ a } M_{\min} = \frac{gx x'}{2},$$

wreszcie siły poprzeczne (tnące) w przekroju C :

$$Q_{\max} = gx'' + \frac{px'^2}{2l}, \text{ a } Q_{\min} = gx'' - \frac{px^2}{2l}.$$

M_{\max} pojawia się przy obciążeniu całkowitem, podł. rys. 1081, Q_{\max} przy obciążeniu częściowym, podł. rys. 1082, a Q_{\min} , podł. rys. 1083.

2. Obciążenie bezpośrednie ruchomymi ciężarami skupionymi.

Jeżeli (podł. rys. 1084, 1085 i 1086) oznaczymy przez:

P_a poszczególne ciężary po lewej stronie od C ,

P_b poszczególne ciężary po prawej stronie od C ,

P' ciężar znajdujący się nad C ,

a odległości poszczególnych ciężarów P_a od A ,

b odległości poszczególnych ciężarów P_b od B ,

g obciążenie stałe, równomiernie rozłożone (waga własna belki, postumtu i t. p.),

(l , x x' i x'' jak poprzednio na str. 658),

to **moment gnący** w przekroju C będzie:

$$M_{\max} = \frac{x}{l} \sum b P_b + \frac{x'}{l} \sum a P_a + \frac{P' x x'}{l} + \frac{g x x'}{2}.$$

Jeżeli moment gnący istotnie ma się stać największą, to ciężar P' , nadsunięty nad przekrój C , powinien być możliwie największy z danego szeregu ciężarów, a cały ten szereg (np. pociąg kolejowy) należy tak ustawić, aby:

$$\frac{P' + \sum P_b}{\sum P_a} > \frac{x'}{x}, \text{ oraz}$$

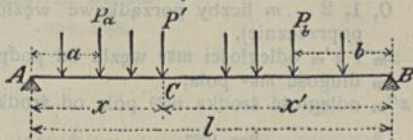
$$\frac{\sum P_b}{P' + \sum P_a} < \frac{x'}{x}.$$

Siły poprzeczne (tnące) w przekroju C będą:

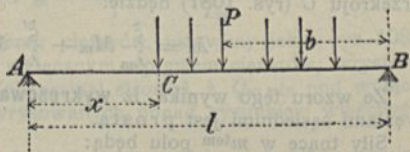
$$Q_{\max} = g x'' + \frac{\sum P_b}{l} \quad (\text{rys. 1085}),$$

$$Q_{\min} = g x'' - \frac{\sum P_a}{l} \quad (\text{rys. 1086}).$$

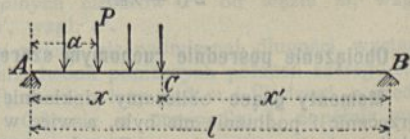
Rys. 1084.



Rys. 1085.



Rys. 1086.



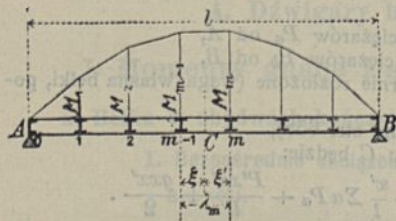
3. Pośrednie obciążenie równomierne.

Na dźwigary główne mostów żelaznych ciężary działają zazwyczaj pośrednio, a mianowicie za pośrednictwem poprzecznic, które są znów podporami dla podłużnic mniejszej rozpiętości, obciążonych

dopiero bezpośrednio. Znakowanie, podane na str. 658, uzupełniamy, z uwzględnieniem rys. 1087 i 1088, oznaczając dodatkowo przez:

- 0, 1, 2... m liczby porządkowe węzłów (punktów przyłączenia poprzecznic),
 x_m i x'_m odległości m go węzła od podpór A i B ,
 λ_m długość m go pola,
 x''_m odległość środka m go pola od środka dźwigara.

Rys. 1087.



Momenty gnące w m ym węźle otrzymamy ze wzorów:

$$M_m \max = \frac{qx_m x'_m}{2},$$

$$M_m \min = \frac{gx_m x'_m}{2}.$$

Jeżeli nadto odległości pewnego, pośredniego przekroju C (leżącego wśród m go pola) od węzła $(m-1)$ go

i m go, oznaczymy przez ξ i ξ' , przyczem $\xi + \xi' = \lambda_m$, to moment przekroju C (rys. 1087) będzie:

$$M = \frac{\xi}{\lambda_m} M_m + \frac{\xi'}{\lambda_m} M_{m-1}.$$

Ze wzoru tego wynika, iż **wykresowa momentów** między dwoma węzłami sąsiednimi jest prostą.

Siły tnące w m tem polu będą:

$$Q_m \max = qx''_m + \frac{px'^2_m}{2(l - \lambda_m)}, \quad \text{a} \quad Q_m \min = gx''_m - \frac{px^2_{m-1}}{2(l - \lambda_m)}.$$

4. Obciążenie pośrednie ruchomym szeregiem ciężarów skupionych.

Momenty gnące obliczamy dokładnie tak samo, jak gdyby poprzecznic i podłużnic nie było, a więc w sposób podany pod 2. dla obciążenia bezpośredniego. Stosując oznaczenia z rys. 1087 i 1088, otrzymamy wzór:

$$M_m \max = \frac{x_m}{l} \sum b P_b + \frac{x'_m}{l} \sum a P_a + \frac{x_m x'_m}{l} P' + \frac{gx_m x'_m}{2}.$$

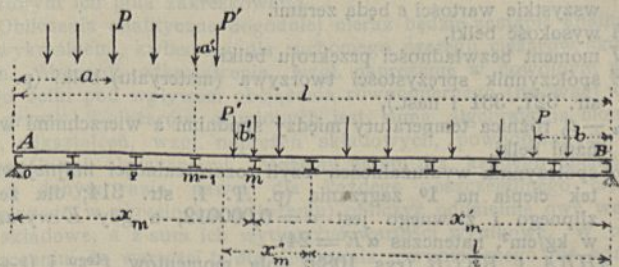
W pośrednim przekroju C m go pola (podobnie jak pod 3.) moment wyrazi się wzorem:

$$M = \frac{\xi}{\lambda_m} M_m + \frac{\xi'}{\lambda_m} M_{m-1}.$$

Podstawiając we wzorze tym za M_m i M_{m-1} ich wartości największe, otrzymamy M_{\max} . Ponajczęściej jednak największości momentów w $(m-1)$ ym i w m ym węźle wymagają odmiennego usta-

wienia szeregu ciężarów na przęśle; największości te nie pojawiłyby się zatem jednocześnie, dlatego też wartość M_{\max} , określona wzorem powyższym, będzie zazwyczaj za wielka.

Rys. 1088.



Sily tnące w m ym polu będą:

$$Q_{m \max} = gx''_m + \frac{\sum P b}{l} - \frac{\sum P' b'}{\lambda_m} \text{ i}$$

$$Q_{m \min} = gx''_m - \frac{\sum P a}{l} + \frac{\sum P' a'}{\lambda_m}.$$

Pojawiają się one, gdy szereg ciężarów ustawimy jak w rys. 1088, a mianowicie: $Q_{m \max}$ pod wyłącznym wpływem ciężarów, wrysowanych tuż nad dźwigarem (po prawej stronie), a $Q_{m \min}$ pod wyłącznym wpływem ciężarów, wrysowanych ponad rysunkiem właściwym (po lewej stronie).

Symbole $\sum P b$ i $\sum P a$ obejmują wszystkie ciężary bez wyjątku, a $\sum P' b'$ i $\sum P' a'$ tylko te ciężary, które się znajdują w m ym polu. Odległości poszczególnych ciężarów P' od węzła m , wzgl. $m - 1$, oznaczono przez b' , wzgl. a' .

Do obliczenia $Q_{m \max}$ w polach nie nadmiernej długości, wystarcza zazwyczaj uwzględnienie dwóch poniższych położzeń szeregu ciężarów: 1) przedni ciężar P_1 szeregu leży nad m i 2) drugi z rzędu ciężar nasunął się nad m . Gdy się w przypadku 1) dopełnia warunek:

$$(\sum P) : P_1 < l : \lambda_m,$$

natenczas otrzymane Q_m będzie największością, w razie przeciwnym wypada przesunąć szereg ciężarów i obliczyć Q_m dla przypadku 2). W sposób podobny oznaczamy $Q_{m \min}$.

b. Swobodnie podparta belka wieloprzęsłowa, bez przegubów *).

1. Momenty gnące.

Wprowadzamy znakowania poniższe (p. rys. 1089):

M_{r-1} , M_r i M_{r+1} momenty nadpodporowe r tego i $(r+1)$ go przęsła, a więc pojawiające się nad podporami $r-1$, r i $r+1$.

* Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstruktionen. Wyd. II, T. II, Dział 2; Lipsk 1896, u Baumgärtner'a.

l_r i l_{r+1} rozpiętości r -tego i $(r+1)$ -go przęsła, e_{r-1} , e_r i e_{r+1} (p. rys. 1093), obniżenia podpór względnie do ich poziomu zasadniczego. Gdy wszystkie podpory leżą pierwotnie na tym poziomie i nie obniżają się pod obciążeniem, wszystkie wartości e będą zerami.

h wysokość belki,

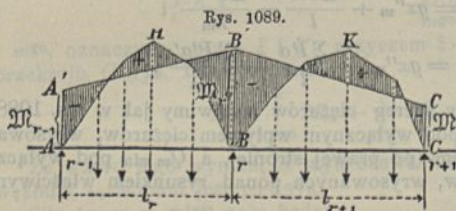
J moment bezwładności przekroju belki,

E współczynnik sprężystości tworzywa (materiału) belki (p. T. I str. 327, 331 i nast.),

$t_u - t_0$ różnica temperatury między spodnimi a wierzchnimi włókami belki,

α współczynnik wydłużalności, czyli rozszerzalności liniowej wskutek ciepła na 1° zagrzania (p. T. I, str. 314; dla żelaza zlipnego i zlewnego jest $\alpha = 0,000012$, a gdy E wyrazimy w kg/cm^2 , natenczas $\alpha E = 24$).

$AHBA$ i $BKCB$ (rys. 1089) pola momentów r -tego i $(r+1)$ -go przęsła oswobodzonego, t. j. wyciętego z belki wieloprzęsłowej i swobodnie podpartego,



\mathfrak{R}_r moment statyczny płaszczyzny $AHBA$ względem pionu przez A ,

\mathfrak{R}_{r+1} moment statyczny płaszczyzny $BKCB$ względem pionu przez C .

Jeżeli nadto założymy, że J , E , h , oraz $t_u - t_0$ są stałymi, to ważnym będzie równanie:

I. $\mathfrak{M}_{r-1} l_r + 2\mathfrak{M}_r(l_r + l_{r+1}) + \mathfrak{M}_{r+1} l_{r+1} = N_r$, w którym

$$\text{II. } N_r = -6 \left(\frac{\mathfrak{R}_r}{l_r} + \frac{\mathfrak{R}_{r+1}}{l_{r+1}} \right) - 6 EJ \left(\frac{e_{r-1}}{l_r} - \frac{e_r(l_r + l_{r+1})}{l_r l_{r+1}} + \frac{e_r + 1}{l_{r+1}} \right) - 3 \alpha EJ (t_u - t_0) \frac{l_r + l_{r+1}}{h}.$$

W równaniu I znamy tylko N_r , określone wzorem II ze znanych, albo założonych wartości, stanowiących prawą stronę tegoż równania II.

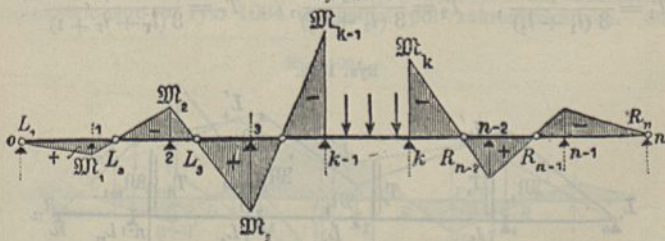
Jeżeli belka wieloprzęsłowa ma n przęseł, a więc $n+1$ podpór, to będzie $n+1$ niewiadomych momentów nadpodporowych \mathfrak{M} . Ustawiając równania o postaci I kolejno dla każdej pary przęseł sąsiednich, otrzymamy $n-1$ takich równań, a więc o dwa mniej niż liczba momentów \mathfrak{M} . Dwa z nich muszą zatem być albo z góry dane (np. $\mathfrak{M}_0 = 0$ i $\mathfrak{M}_n = 0$, gdy końce belki podparte swobodnie), albo określone dwoma warunkami dodatkowymi (np. jeżeli końce belki są stale osadzone, znamy ich kąty osadzenia).

Obliczywszy w ten sposób momenty nadpodporowe M , które w rys. 1089 liczono jako odjemne, wykreślamy je w postaci rzędnych nad podporami. Łącząc końce A' , B' , C' tych rzędnych liniami prostymi $A'B'$ i $B'C'$, otrzymamy wykres momentów (rys. 1089), w którym ich pola zakreśkowano.

Obliczenia analityczne dogodniej nieraz będzie zastąpić analityczno-wykreślnymi, zwłaszcza dla ruchomego szeregu ciężarów skupionych. Moment, odkształcenie, wzgl. naprężenie w dowolnym przekroju belki pod wpływem obciążenia równomiernego (np. wagi własnej przęsła) i ciężarów skupionych jest sumą algebraiczną momentów, odkształceń, wzgl. naprężeń składowych, powodowanych poszczególnymi obciążeniami. Możemy zatem dla każdego obciążenia (a w danym razie, nawet dla każdego poszczególnego ciężaru skupionego w określonym położeniu) obliczyć oddzielnie owe wartości składowe, a z sum ich wytworzyć wartości wynikowe. W przypuszczeniu, że wartości te dla obciążenia równomiernego już znamy, np. że obliczyliśmy je analitycznie, wykreślamy je wyłącznie tylko dla ruchomego szeregu ciężarów. Obciążamy kolejno tylko jedno przęsło i zakładamy, że pozostałe są zupełnie nieobciążone, zanedbujemy zatem na razie nawet ich wagę własną. Zakładając nadto, że wszystkie podpory leżą w jednym poziomie, a więc że wszystkie wartości $e = 0$, oraz że i wszystkie wartości $t_u - t_0 = 0$, wreszcie że obciążamy szeregiem ciężarów tylko k te przęsło (rys. 1090), możemy postąpić się poniżej opisanym sposobem wykreślnym.

W każdym polu nieobciążonym wykresowa momentów jest linią prostą, przechodzącą przez punkt zerowy L momentu, czyli przez punkt zwrotny osi odkształconej. Dla przęsła nieobciążonego po-

Rys. 1090.

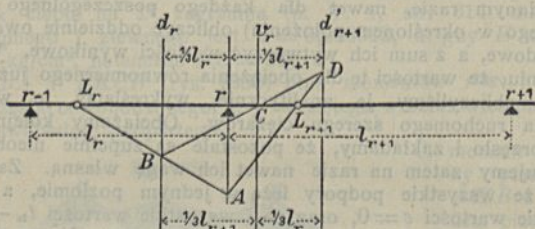


żenie tego punktu L jest stałe, niezależne od zmiany obciążeń w k tem przęsle, a jedynie zależne od rozstawienia podpór pod belką wieloprzęsłową. Właściwość ta da nam dogodny sposób wykreślenia momentów nadpodporowych, po uprzednim oznaczeniu owych punktów zerowych. Pierwszy punkt zerowy L_1 jest równocześnie punktem podparcia 0, jeżeli koniec belki spoczywa swobodnie.

Ze znanego położenia punktu zerowego L_r (rys. 1091) wyznaczamy położenie następnego L_{r+1} w sposób następujący:

Po obu stronach podpory r (rys. 1091) wykreślamy pionowe w odstępach $\frac{1}{3}$ rozpiętości odnośnego przęsła, a więc pionowe d_r i d'_{r+1} , jako też pion pomocniczy v_r przez C , t. j. w odstępach $\frac{1}{3}l_r$ od pionu d'_{r+1} , a w odstępach $\frac{1}{3}l_{r+1}$ od pionu d_r . Przez L_r kreślimy dowolną prostą, przecinającą pion d_r w B , a pion podporowy r w punkcie A . Kreślimy następnie prostą BC aż do D , jako też DA , która przecina oś belki w szukanym punkcie zerowym L_{r+1} . W sposób powyższy, zaczynając od L_1 z lewej strony (rys. 1090), możemy wyznaczyć kolejno L_2, L_3, \dots , a zaczynając od prawej podpory krańcowej n , wyznaczyć punkty zerowe $R_n, R_{n-1}, R_{n-2}, \dots$

Rys. 1091.

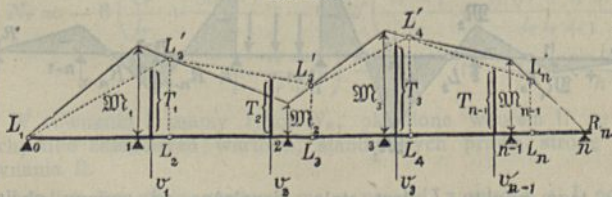


Znając punkty zerowe L i R , można dla każdego obciążenia belki, o końcach swobodnie podpartych, wyznaczyć wykreślić momenty $\mathfrak{M}_1, \mathfrak{M}_2, \dots, \mathfrak{M}_r$ w sposób następujący (rys. 1092):

Na pionach pomocniczych $v_1, v_2, \dots, v_r, \dots$ odcinamy kresy równej wielkości momentów:

$$T_1 = \frac{N_1}{3(l_1 + l_2)}, \quad T_2 = \frac{N_2}{3(l_2 + l_3)}, \quad \dots, \quad T_r = \frac{N_r}{3(l_r + l_{r+1})}$$

Rys. 1092.



i prowadzimy przez końce tych kres linię łamaną $L_1 L'_2 L'_3 \dots L'_r \dots L'_n$ tak, aby jej punkty załomów leżały na pionach, przełożonych przez punkty zerowe $L_2, L_3, \dots, L_r, \dots, L_n$. Następnie, zaczynając od podpory n , prowadzimy przez punkty L' drugą linię łamaną tak, aby jej punkty załomów leżały pionowo nad podporami. Druga ta linia łamana jest wykresową momentów nadpodporowych \mathfrak{M}' , odcina bo-

wiem ich wartości M_1, M_2, \dots, M_r na pionach podporowych. W rys. 1092 wszystkie T wykreślono jako odjemne, a zatem i wszystkie momenty podporowe wypadają odjemne. Założyliśmy wprawdzie, że obciążenie równomierne g , obniżenia podpór e , oraz różnica temperatur $t_u - t_o$ są zerami, mimo to możemy sposób ten zastosować i do wyznaczenia momentów podporowych wywołanych:

- 1) stałym obciążeniem równomiernie rozłożonym g ,
- 2) obniżeniami e podpór (p. rys. 1093)
- 3) różnicą temperatury $t_u - t_o$.

W przypadku 1) należy wprowadzić wartości:

$$T_r = - \frac{g (l_r^3 - l_{r+1}^3 + 1)}{12 (l_r + l_{r+1})},$$

a w przypadku 2):
$$T_r = - \frac{2 EJ \delta_r}{l_r l_{r+1}},$$

w którym to wzorze δ_r oznacza odstęp pionowy punktu podparcia r od prostej, łączącej obydwie sąsiednie punkty podparcia $r-1$ i $r+1$ (p. rys. 1093).

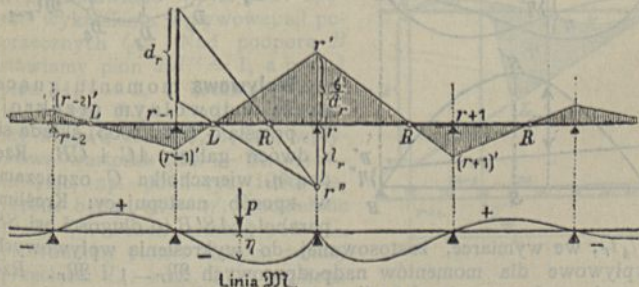
Wreszcie w przypadku

3) wprowadzamy wartość:
$$T_r = - \frac{\alpha EJ (t_u - t_o)}{h}.$$

Działanie ruchomego szeregu ciężarów skupionych uwydatniają najwyraźniej linie wpływowo (p. str. 691 i nast.).

Wpływową momentu nadpodporowego M_r jest linia sznurowa, wykreślona dla odstępów biegunowego $= 1$ i dla obciążenia, przedstawionego w rys. 1094 w postaci pól zakreślonych. Ob-

Rys. 1094.



ciążające to pole wykreślamy, odcinając pod podporą r kresę pionową $rr'' = l_r$ (w dowolnej, zazwyczaj mniejszej wymiarce). Z końca r'' tej kresy przez punkty zerowe L i R kreślimy proste, które

na pionie nad podporą $(r-1)$ odcinają kresę \bar{d}_r . Na pionie nad podporą r odcinamy kresę:

$$rr' = \frac{6}{d_r},$$

z jej końca r' prowadzimy w lewo prostą $r'L$, wyznaczającą punkt $(r-1)'$, i t. d., a w prawo prostą $r'R$, wyznaczającą punkt $(r+1)'$ i t. d.

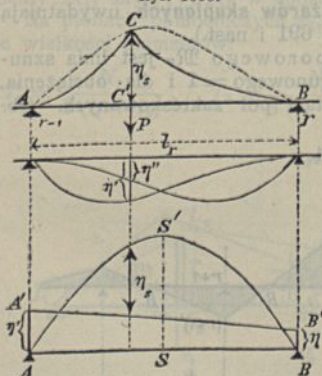
Wykreśliwszy w sposób powyżej podany wpływową momentu nadpodporowego \mathfrak{M}_r , której rzędne oznaczmy przez η , otrzymamy moment składowy, powstający nad podporą r , pod wpływem dowolnego ciężaru P , jako iloczyn: $P\eta$, a moment wynikowy, pod wpływem szeregu ciężarów P , rozłożonych po dowolnych przesłach, jako sumę algebraiczną tych iloczynów:

$$\mathfrak{M}_r = \sum P\eta.$$

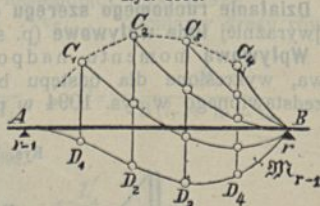
Przy sumowaniu tem należy uwzględnić dodatność lub odjemność rzędnej η .

W ten sposób możemy kolejno wykreślić wpływowe dla poszczególnych momentów nadpodporowych, a więc i oznaczyć wartość tych momentów dla dowolnego położenia szeregu ciężarów. Gdy jednak tylko przęśło l_k jest obciążone (rys. 1090), to wyznaczamy \mathfrak{M}_{k-1} , oraz \mathfrak{M}_k , posiłkując się ich wpływowami, pozostałe zaś momenty nadpodporowe wykreślamy w sposób, wskazany w rys. 1090, a powyżej już omówiony, posiłkując się punktami zerowymi L i R .

Rys. 1095.



Rys. 1096.



Wpływowa momentu gnącego M , w dowolnym przekroju C' , przęśla l_r (rys. 1095) składa się z dwóch gałęzi AC i CB . Rzędną η_s wierzchołka C oznaczamy w sposób następujący: Kreślimy parabolę $AS'B$ (o długości osi SS'

$= \frac{1}{4} l_r$, we wymiarce, zastosowanej do wykreślenia wpływowych) i wpływowe dla momentów nadpodporowych \mathfrak{M}_{r-1} i \mathfrak{M}_r . Rzędne tych wpływowych η' i η'' w przekroju C odcinamy nad podporami obok owej paraboli: $AA' = \eta'$ i $BB' = \eta''$. Łączymy końce tych pionów A' i B' , a w przekroju C pionowy odstęp punktu owej paraboli od linii $A'B'$ będzie żądaną rzędną η_s .

Wykreśliwszy punkty C dla szeregu przekrojów danego przęśła l_r , otrzymamy kropkowaną (w rys. 1095) wykresową punktów C , t. j. ACB , która posłuży nam do wykreślenia gałęzi AC i CB wpływowej momentu M , w sposób, wskazany w rys. 1096. Długość przęśła dzielimy pionami na dowolną ilość równych części, a kresy tych pionów, między punktami C (wykresowej C) i punktami D (wpływowej momentów nadpodporowych \mathfrak{M}_{r-1}), dzielimy na taką ilość równych części, jaka odpowiada liczbie porządkowej danego pionu podziałowego. A więc kresę C_1D_1 pozostawiamy w całości, kresę C_2D_2 dzielimy na dwie części, kresę C_3D_3 na 3 części i t. d. Łącząc punkty podziałowe w sposób, przedstawiony w rys. 1096, otrzymamy szereg prawych gałęzi BC_1, BC_2, BC_3 i t. d., wpływowych momentu M dla przekrojów C_1, C_2, C_3 i t. d. Lewe gałęzie AC wykresowych momentu M wykreślamy w sposób podobny, posługując się jednak wpływową momentów nadpodporowych \mathfrak{M}_r , zamiast wykresowej $AD_1D_2D_3D_4B$ (rys. 1096), będącej wpływową momentów nadpodporowych $\mathfrak{M}_r - 1$.

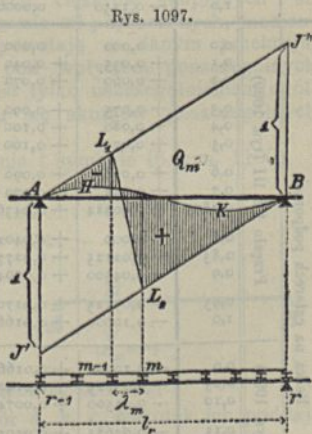
2. Siły poprzeczne.

Siły poprzeczne we wszystkich przekrojach nieobciążonego przęśła l_r są jednakowe, a mianowicie:

$$Q = \frac{\mathfrak{M}_r - \mathfrak{M}_{r-1}}{l_r}.$$

Wyznaczenie wpływu obciążenia jakiegokolwiek przęśła na siły poprzeczne przęseł pozostałych wymaga zatem tylko wyznaczenia momentów nadpodporowych (rys. 1090 str. 663).

Dla dowolnego pola λ_m przęśła l_r przedstawiono w rys. 1097 sposób wykreślenia wpływowej siły poprzecznych Q_m . Nad podporą B stawiamy pion $BJ'' = 1$, a pod A pion $AJ' = 1$, i kreślimy proste AJ'' oraz BJ' . Nadto wykreślamy krzywą $AHKB$, będącą wpływową wartości: $(\mathfrak{M}_r - \mathfrak{M}_{r-1}) : l_r$ (a więc, np. podł. rys. 1095, jej rzędne będą: $\eta'' - \eta'$, podzielone przez l_r). Przez krańce pola λ_m prowadzimy pion, których punkty przecięcia L_1 , wzgl. L_2 z prostymi



AJ'' , wzgl. BJ' , łączymy ze sobą, a zakreskowane w rys. 1097 pole AL_1L_2BKHA jest żądanym polem wpływowym poprzecznych sił Q_m , działających między $(m-1)$ a m .

(dalszy ciąg str. 669).

Równomiernie obciążona belka, swobodnie spoczywająca na trzech, wzgl. czterech podporach, o przęsłach jednakowej rozpiętości.

(p. 3. na str. 669).

Bys. 1098 i 1099	Sto- sunek $\frac{x}{l}$	Momenty giące			Siły poprzeczne			
		Wpływ obciążenia:			Wpływ obciążenia:			
		stałego <i>g</i>	ruchomego <i>p</i>		stałego <i>g</i>	ruchomego <i>p</i>		
		<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	
Belka na trzech podporach	Przęsło I i II (rys. 1098)	0,0	0,0000	0,00000	0,00000	+ 0,375	+ 0,4375	- 0,0625
		0,1	+ 0,0325	+ 0,03875	- 0,00625	+ 0,275	+ 0,3437	- 0,0687
		0,2	+ 0,0550	+ 0,06750	- 0,01250	+ 0,175	+ 0,2624	- 0,0874
		0,3	+ 0,0675	+ 0,08625	- 0,01875	+ 0,075	+ 0,1932	- 0,1182
		0,375	+ 0,0703	+ 0,09375	- 0,02344	0,000	+ 0,1491	- 0,1491
		0,4	+ 0,0700	+ 0,09500	- 0,02500	- 0,025	+ 0,1359	- 0,1609
		0,5	+ 0,0625	+ 0,09375	- 0,03125	- 0,125	+ 0,0898	- 0,2148
		0,6	+ 0,0450	+ 0,08250	- 0,03750	- 0,225	+ 0,0544	- 0,2794
		0,7	+ 0,0175	+ 0,06125	- 0,04375	- 0,325	+ 0,0287	- 0,3537
		0,75	0,0000	+ 0,04688	- 0,04688	- 0,375	+ 0,0193	- 0,3943
		0,8	- 0,0200	+ 0,03000	- 0,05000	- 0,425	+ 0,0119	- 0,4369
		0,85	- 0,0425	+ 0,01523	- 0,05773	- 0,475	+ 0,0064	- 0,4814
		0,9	- 0,0675	+ 0,00611	- 0,07361	- 0,525	+ 0,0027	- 0,5277
		0,95	- 0,0950	+ 0,00138	- 0,09638	- 0,575	+ 0,0007	- 0,5757
1,0	- 0,1250	0,00000	- 0,12500	- 0,625	0,0000	- 0,6250		
Belka na czterech podporach	Przęsło I i III (rys. 1099)	0,0	0,000	0,000	0,000	+ 0,4	+ 0,4500	- 0,0500
		0,1	+ 0,035	+ 0,040	- 0,005	+ 0,3	+ 0,3560	- 0,0563
		0,2	+ 0,060	+ 0,070	- 0,010	+ 0,2	+ 0,2752	- 0,0752
		0,3	+ 0,075	+ 0,090	- 0,015	+ 0,1	+ 0,2065	- 0,1065
		0,4	+ 0,080	+ 0,100	- 0,020	0,0	+ 0,1496	- 0,1496
		0,5	+ 0,075	+ 0,100	- 0,025	- 0,1	+ 0,1042	- 0,2042
		0,6	+ 0,060	+ 0,090	- 0,030	- 0,2	+ 0,0694	- 0,2694
		0,7	+ 0,035	+ 0,070	- 0,035	- 0,3	+ 0,0443	- 0,3443
		0,7895	+ 0,00414	+ 0,04362	- 0,03948	.	.	.
		0,8	0,000	+ 0,04022	- 0,04022	- 0,4	+ 0,0280	- 0,4280
		0,85	- 0,02125	+ 0,02773	- 0,04898	.	.	.
		0,9	- 0,04500	+ 0,02042	- 0,06542	- 0,5	+ 0,0193	- 0,5193
		0,95	- 0,07125	+ 0,01706	- 0,08831	.	.	.
		1,0	- 0,10000	+ 0,01667	- 0,11667	- 0,6	+ 0,0167	- 0,6167
Belka na czterech podporach	Przęsło II (rys. 1099)	0,0	- 0,10000	+ 0,01667	- 0,11667	+ 0,5	+ 0,5833	- 0,0833
		0,05	- 0,07625	+ 0,01408	- 0,09033	.	.	.
		0,10	- 0,05500	+ 0,00748	- 0,06248	+ 0,4	+ 0,4870	- 0,0870
		0,15	- 0,03625	+ 0,02053	- 0,05678	.	.	.
		0,20	- 0,020	+ 0,030	- 0,050	+ 0,3	+ 0,3991	- 0,0991
		0,2764	0,000	+ 0,050	- 0,050	.	.	.
		0,3	+ 0,005	+ 0,055	- 0,050	+ 0,2	+ 0,3210	- 0,1210
		0,4	+ 0,020	+ 0,070	- 0,050	+ 0,1	+ 0,2537	- 0,1537
		0,5	+ 0,025	+ 0,075	- 0,050	0,0	+ 0,1979	- 0,1979

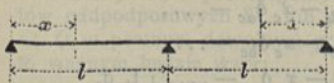
3. W belkach dwu, wzgl. trzyprzęsłowych, o równej rozpiętości przęseł, otrzymamy największe, wzgl. najmniejsze wartości momentów M i sił poprzecznych Q , w dowolnym przekroju, oddalonym o x od właściwej podpory (podł. rys. 1098 i 1099), ze wzorów:

$$M_{\max} = (Ag + Bp)l^2, \quad Q_{\max} = (Dg + Ep)l,$$

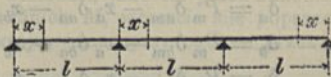
$$M_{\min} = (Ag + Cp)l^2, \quad Q_{\min} = (Dg + Fp)l.$$

We wzorach tych wartości A, B, C, D, E i F zaczerpniemy z tablicy (str. 668), a mianowicie odpowiednie danej wartości $x:l$,

Rys. 1098.



Rys. 1099.



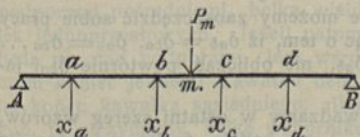
oraz rodzajowi belki i przęśla, równomierne obciążenia zaś, stałe g i ruchome p , oraz rozpiętości l wprowadzamy podług danych zadania.

Dalsze wiadomości o belkach wieloprzęsłowych p. T. I, str. 393 do 396.

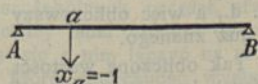
4. Obliczenie belek wieloprzęsłowych z pomocą zasady Maxwell'a, dotyczącej odkształconych. Wiemy, że w dowolnym przekroju belki, względnie w dowolnym punkcie tego przekroju, siła poprzeczna, moment gnący, ugięcie, względnie naprężenie, pod wpływem pewnych obciążeń równomiernych, ciężarów skupionych i sił odporowych, są równe algebraicznej sumie sił poprzecznych, momentów, ugięć, wzgl. naprężeń, jakie powstają w danym przekroju, względnie w danym jego punkcie, pod wpływem poszczególnych obciążeń, ciężarów i sił. Zasada ta jest tylko uszczególnieniem ogólnej zasady mechaniki o sumowaniu się skutków poszczególnych przyczyn.

Wprowadzamy poniższe znakowania i symbole (p. rys. 1100):

Rys. 1100.



Rys. 1101.



$x_a, x_b, x_c \dots$ pionowe odpory podpór $a, b, c \dots$;

$\delta_a, \delta_b, \delta_c \dots$ obniżenia się podpór a, b, c , wskutek ich poddajności, pod wpływem nacisków belki na nie;

P_m ciężar skupiony w dowolnym punkcie m .

A jeżeli całą belkę AB uważać będziemy za swobodnie podpartą tylko w swych końcach A i B , bez dodatkowych podpór pośrednich, to dla tego przypadku wprowadzamy znakowania dodatkowe:

$\delta_{am}, \delta_{bm}, \delta_{cm} \dots$ ugięcia belki w punktach $a, b, c \dots$, pod wpływem ciężaru $P_m = 1$;

$\delta_{aa}, \delta_{ba}, \delta_{ca} \dots$ ugięcia belki w punktach $a, b, c \dots$, pod wpływem siły pionowej $x_a = -1$, w punkcie a ;

$\delta_{ab}, \delta_{bb}, \delta_{cb} \dots$ ugięcia belki w punktach $a, b, c \dots$, pod wpływem siły pionowej $x_b = -1$, w punkcie b ;

$\delta_{ac}, \delta_{bc}, \delta_{cc} \dots$ ugięcia belki w punktach $a, b, c \dots$, pod wpływem siły pionowej $x_c = -1$, w punkcie c i t. d.

Podług powyższej wyłuszczonej zasady o sumowaniu się skutków będzie:

$$\delta_a = P_m \delta_{am} - x_a \delta_{aa} - x_b \delta_{ab} - x_c \delta_{ac} - \dots,$$

$$\delta_b = P_m \delta_{bm} - x_a \delta_{ba} - x_b \delta_{bb} - x_c \delta_{bc} - \dots,$$

$$\delta_c = P_m \delta_{cm} - x_a \delta_{ca} - x_b \delta_{bc} - x_c \delta_{cc} - \dots, \text{ i t. d.}$$

Podług zasady Maxwell'a, o wzajemności przyczyny i skutku, gdy zamienimy nawzajem miejsca ich pojawiania się, a stosującej się do ciężaru i momentu gnącego, albo też, o co nam tu chodzi, do ciężaru i ugięcia belki, będzie:

$$\delta_{am} = \delta_{ma}; \delta_{bm} = \delta_{mb}; \delta_{cm} = \delta_{mc}; \dots$$

$$\delta_{ab} = \delta_{ba}; \delta_{ac} = \delta_{ca}; \dots \delta_{bc} = \delta_{cb}; \dots \text{ i t. d.}$$

Wprowadzając wartości z tych wzorów w poprzednie, przekształcamy je na:

$$\delta_a = P_m \delta_{ma} - x_a \delta_{aa} - x_b \delta_{ba} - x_c \delta_{ca} - \dots$$

$$\delta_b = P_m \delta_{mb} - x_b \delta_{ab} - x_b \delta_{bb} - x_c \delta_{cb} - \dots$$

$$\delta_c = P_m \delta_{mc} - x_c \delta_{ac} - x_b \delta_{bc} - x_c \delta_{cc} - \dots \text{ i t. d.}$$

Poszczególne wartości $\delta_{ma}, \delta_{aa}, \delta_{ba}, \delta_{ca} \dots$ otrzymamy jako rzędne odkształconej belki AB , w punktach $m, a, b, c \dots$, obciążając ją ciężarem $x_a = -1$, skupionym w punkcie a (rys. 1101).

W podobny sposób otrzymamy wartości $\delta_{mb}, \delta_{ab}, \delta_{bb}, \delta_{cb} \dots$, obciążając belkę w punkcie b , ciężarem $x_b = -1$ i t. d.

Zaznaczyć jeszcze wypada, że możemy zaoszczędzić sobie pracy przy tych obliczeniach, pamiętając o tem, iż $\delta_{ab} = \delta_{ba}, \delta_{ac} = \delta_{ca} \dots$ i t. d., a więc obliczywszy np. δ_{ab} , nie obliczać powtórnie δ_{ba} , jako już znanego.

Tak obliczone wartości wprowadzamy w ostatni szereg wzorów, których lewe strony ($\delta_a, \delta_b, \delta_c \dots$) są bądźto funkcjami odporów ($x_a, x_b, x_c \dots$), gdy podpory są poddajne, bądź też z góry dane, gdy wszystkie podpory są niepoddajne, a są one wreszcie zerami, gdy wszystkie podpory są niepoddajne i leżą na jednym poziomie. Po tych podstawieniach otrzymamy tyle równań, ile mamy niewiadomych: $x_a, x_b, x_c \dots$, które ze szeregu tych równań najdogodniej będzie oznaczyć w postaci wyznaczników. Jeżeli mamy nie jedną tylko siłę P_m , lecz cały ich szereg: $P_1, P_2, P_3 \dots P_m$, działających

w punktach 1, 2, 3... m , to we wzorach powyższych należy podstawić:

$$\sum_1^m P_m \delta_{ma} \text{ zamiast } P_m \delta_{ma},$$

$$\sum_1^m P_m \delta_{mb} \quad , \quad P_m \delta_{mb},$$

$$\sum_1^m P_m \delta_{mc} \quad , \quad P_m \delta_{mc}, \text{ i t. d.}$$

Jeżeli jedną z poszczególnych wielkości, jako to: jeden z momentów nadpodporowych M , lub pośrednich M , wreszcie siłę poprzeczną Q , w pewnym dowolnym przekroju, oznaczymy ogólnie przez C , to ważnym będzie wzór:

$$C = C_o - x_a C_a - x_b C_b - x_c C_c \dots$$

We wzorze tym C_o jest wartością wielkości C , dla belki obciążonej, lecz niepodlegającej wogóle odporom $x_a, x_b, x_c \dots$, a więc dla belki uważanej za jednoprzęsłową. C_a jest wielkością C dla takiejże belki nieobciążonej, na którą działa jedynie odpór $x_a = -1$. Podobnie C_b jest wielkością C , przy wyłącznym działaniu odporu $x_b = -1$ i t. d.

Ogólnie ważny wzór powyższy może nieraz ułatwić wykreślenie wpływowych dla dowolnej wielkości C .

c. Belki wspornikowe.

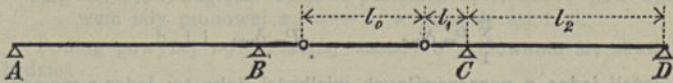
Belki wieloprzęsłowe, ciągle (p. powyżej pod b.) są statycznie niewyznaczalne, a mianowicie belka swobodnie na podporach leżąca, o n przęsłach, jest $(n - 1)$ razy niewyznaczalna, a więc tyle razy, ile ma podpór pośrednich. Jeżeli belkę taką rozetniemy w $(n - 1)$ punktach, otrzymamy $(n - 1)$ równań dodatkowych, wynikających z warunku, że w każdym takim punkcie rozcięcia belki moment gnący (statyczny) $M = 0$. Jeżeli punkta rozcięcia belki leżą ponad podporami pośrednimi, belka wieloprzęsłowa zamieni się na n belek jednoprzęsłowych. Jeżeli natomiast punkta rozcięcia belki leżeć będą nie nad podporami, lecz wśród poszczególnych przęseł, przy czem koniec jednego kawałka belki rozciętej musi znaleźć oparcie na końcu kawałka sąsiedniego, albo musi się z nim łączyć na przegub, to otrzymamy belkę wspornikową, której stateczność wymaga dopełnienia warunku, aby w każdej parze przęseł sąsiednich nie było więcej jak dwa przeguby.

Układy takich belek wspornikowych miewają zazwyczaj w jednych przęsłach po dwa przeguby, a sąsiednie przęsła bez przegubu, różnią się zaś od siebie przeważnie tylko w przęsłach skrajnych, które bywają albo bez przegubu (p. rys. 1102), albo z jednym przegubem (p. rys. 1103), dalej zaś w pierwszym układzie następują przęsła dwuprzegubowe na przemiany z bezprzegubowymi, w dru-

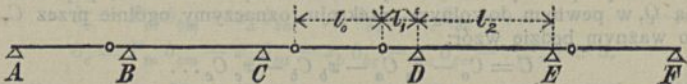
gim zaś układzie naodwrot następują przęsła bezprzegubowe na przemiany z dwuprzegubowemi.

Belka l_2 , leżąca na przęśle bezprzegubowem, przedłuża się poza podporę i sięga na długość l_1 w przęsło przegubowe, a wystający jej koniec l_1 jest niejako **wspornikiem**, na którym spoczywa belka l_0 jednym swym końcem. Dlatego też belki te zwiemy **belkami wspor-**

Rys. 1102.



Rys. 1103.



nikowemi, które w Ameryce północnej znalazły najpierw szerokie zastosowanie do mostów o wielkich rozpiętościach, w Niemczech mimo to zwią belki tego rodzaju belkami ustroju Gerber'a.

Oznaczmy dla najczęściej stosowanych przęseł pośrednich, jak w rys. 1103, przez:

l_0 rozpiętość belki, spoczywającej na dwóch przegubach w przęśle dwuprzegubowem,

l_1 wysięg wspornika poza podporę,

l_2 rozpiętość przęsła bezprzegubowego, a więc długość belki wspornikowej, zmniejszoną o długość wysięgów wspornikowych,

g_0, g_1 , wzgl. g_2 obciążenia stałe (wagę własną i t. p.), równomiernie rozłożone na rozpiętościach l_0, l_1 , wzgl. l_2 ,

p_0, p_1 , wzgl. p_2 obciążenia ruchome, równomiernie rozłożone na tychże rozpiętościach,

M_0 moment w połowie rozpiętości l_0 ,

M_1 moment nad podporą między l_1 a l_2 ,

M_2 moment w środku przęsła bezprzegubowego,

a otrzymamy wzory:

$$I. \quad M_{0\max} = (g_0 + p_0) \frac{l_0^2}{8},$$

$$II. \quad -M_{1\min} = (g_0 + p_0) \frac{l_0^2}{2} l_1 + (g_1 + p_1) \frac{l_1^2}{2} = \frac{l_1}{2} [(g_0 + p_0) l_0 + (g_1 + p_1) l_1],$$

$$III. \quad M_{2\max} = (g_2 + p_2) \frac{l_2^2}{8} - g_0 \frac{l_0}{2} l_1 - g_1 \frac{l_1^2}{2} = \\ = (g_2 + p_2) \frac{l_2^2}{8} - \frac{l_1}{2} (g_0 l_0 + g_1 l_1).$$

Najoszczędniejszym będzie taki stosunek rozpiętości $l_0 : l_1 : l_2$, aby $M_{0\max} = -M_{1\min} = M_{2\max}$, a z warunku tego otrzymamy:

$$IV. \quad \frac{l_0}{l_1} = 2 \left[1 + \sqrt{\frac{g_1 + p_1}{g_0 + p_0} + 1} \right], \text{ oraz}$$

$$V. \frac{l_2}{l_1} = 2 \sqrt{\frac{2g_0 + p_0}{g_2 + p_2}} \sqrt{\frac{2g_1 + p_1}{2g_0 + p_0}} + 2 \left(1 + \sqrt{\frac{g_1 + p_1}{g_0 + p_0}} + 1 \right);$$

a jeżeli $g_0 = g_1 = g_2$, oraz $p_0 = p_1 = p_2$, to wzory powyższe otrzymają postać mniej złożoną, a mianowicie:

$$IVa. \dots \dots \frac{l_0}{l_1} = 2(1 + \sqrt{2}) = 4,8284,$$

$$Va. \frac{l_2}{l_1} = 2(1 + \sqrt{2}) \sqrt{\frac{2g + p}{g + p}} = 4,8284 \sqrt{\frac{2g + p}{g + p}}.$$

W układzie, podług rys. 1102, w przęsłach krańcowych l_2 moment bezwzględnie największy nie pojawia się w połowie rozpiętości l_2 , lecz w punkcie przesuniętym od środka rozpiętości, ku podporze krańcowej D , o:

$$\lambda = \frac{l_1}{2l_2} \cdot \frac{g_0 l_0 + g_1 l_1}{g_2 + p_2},$$

a wartość największego tego momentu będzie:

$$M'_{2\max} = \frac{g_2 + p_2}{8} (l_2 - 2\lambda)^2.$$

Ponieważ belka jest statycznie wyznaczalna, więc dla szeregu ciężarów skupionych, obliczenie nie przedstawia żadnych trudności, o ile położenie ciężarów jest stałe; w przeciwnym zaś razie prędzej do celu doprowadzi nas sposób wykreślny, zwłaszcza uprzednie wykreślenie wpływowych*).

Gdy długość l_2 względnie do l_1 i l_0 nie jest dostatecznie wielką, mogłoby się zdarzyć, że nieobciążona belka l_2 uniesie się ze swej podpory (prawej w rys. 1102 i 1103), a mianowicie pod nadmiernym obciążeniem rozpiętości l_0 i l_1 . Należy zatem sprawdzać, czy nacisk na podpory pozostaje dodatni, a w przeciwnym razie wypada zwiększyć rozpiętość l_2 , albo zmniejszyć l_0 , przede wszystkim zaś l_1 , jednakże gdy to niemożliwe, wypadałoby belkę l_2 przytwierdzić przyciągami do podpory.

II. Blachownice.

1. Wymiary zasadnicze i przekrój. Jeżeli prześwit przelotu oznaczymy przez l' , to rozpiętość l blachownicy powinna być przynajmniej:

$$l = 1,01 l' + 0,4 \text{ m.}$$

Gdy wysokość ustrojowa nie podlega żadnym ograniczeniom, najdogodniej będzie układać poprzecznicę na górnych pasach blachownic głównych, w przeciwnym zaś razie stosujemy większą ilość

*) Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstr., 3 wyd. T. I str. 159 i n.

dźwigarów o mniejszej wysokości, a poprzecznicę układamy niżej, między blachownicami głównymi tak, aby spód poprzecznicę leżał w poziomie spodu blachownic głównych. Odstęp między poprzecznicami bywają zazwyczaj 1,25 do 3 m, a zaleca się podział rozpiętości blachownicy głównej na nieparzystą ilość pól między poprzecznicami.

Wysokość blachownicy powinna być w granicach: $h = \frac{1}{8} l$ do $\frac{1}{12} l$ dla dźwigarów mostowych (a $h = \frac{1}{12} l$ do $\frac{1}{15} l$ dla dźwigarów w budynkach). Schodząc z wartością h poniżej $\frac{1}{20} l$, zwiększalibyśmy nadmiernie nie tylko wagę dźwigara, lecz i jego ugięcia. Wogóle dla blachownic zaleca się raczej większa wysokość.

Przekrój. Z rodzaju i wielkości obciążenia oznaczamy największy moment gnący M_{\max} w $\text{kg} \cdot \text{cm}$, w sposób podany w rozdz. poprz., oraz w T. I na str. 351 i nast.

Jeżeli k_b (w kg/cm^2) oznacza gięcie bezpieczne tworzywa (materiału) dźwigarowego, to przekrój niebezpieczny dźwigara powinien posiadać niezbędny **moment wytrzymałości** względem poziomej osi ciężkości, a mianowicie:

$$W = \frac{M_{\max}}{k_b} \text{ w cm}^3,$$

Przekrój symetryczny blachownicy składa się ze środka (ścianki pionowej), z dwóch do czterech kątowników w pasach i, stosownie do potrzeby, z jednej do trzech par taśm, nanitowanych na owe kątowniki.

Przekrój dźwigara wyznaczamy, odpowiednio do ustanowionej wysokości h i niezbędnego momentu wytrzymałości W , uwzględniając wymagania, podane poniżej pod 2 do 4. Takie wyznaczanie przekroju wymaga zazwyczaj szeregu obliczeń próbnych, których możemy sobie zaoszczędzić, posługując się tablicami ze str. 680 i n, przy czym zaleca się wybrać moment wytrzymałości cokolwiek większy, aniżeli wypadł z obliczenia. Przekrój przedstawiony w rys. 1104 (wymiary w cm), wykazuje, bez taśm pasa, po potrąceniu wszystkich poziomych dziur nitowych, moment bezwładności w cm^4 względem poziomej osi zerowej:

$$I. \quad J_0 = \frac{1}{12} [b_1 (h_1^3 - h_2^3) + b_2 (h_2^3 - h_3^3) + \delta h_3^3] - \frac{1}{2} db_2 \left[\frac{1}{2} (h_2 + h_3) \right]^2,$$

w przybliżeniu potrącenie na dziury nitowe.

a moment wytrzymałości w cm^3 będzie:

$$W_0 = 2 J_0 : h_1.$$

Moment bezwładności przekroju, przedstawionego w rys. 1105, z potrąceniem wszystkich czterech pionowych dziur nitowych (t. j. jeżeli przez b i b_1 oznaczymy szerokości, zmniejszone o obydwie średnice dziur nitowych), będzie w cm^4 :

$$II. \quad J_1 = \frac{1}{12} [b (h^3 - h_1^3) + b_1 (h_1^3 - h_2^3) + b_2 (h_2^3 - h_3^3) + \delta h_3^3] = \frac{1}{12} b (h^3 - h_1^3) + J_0,$$

jeżeli przez J_0 oznaczymy podany poniżej moment bezwładności przekroju bez taśm.

Moment wytrzymałości będzie: $W_1 = 2 J_1 : h$.

Gdy w rys. 1105 opuścimy taśmy pasów, natenczas moment bezwładności będzie (w cm^4):

$$\text{III. } J_0 = 1/12 [b_1 (h_1^3 - h_2^3) + b_2 (h_2^3 - h_3^3) + \delta h_3^3],$$

a moment wytrzymałości (w cm^3): $W_0 = 2 J_0 : h_1$.

Oznaczając przez $F' = 1/2 (h - h_1) b$ przekrój użytkowy jednej taśmy pasa (rys. 1105), otrzymamy w przybliżeniu:

$$\text{IV. } J_1 = J_0 + 1/2 F' h_1^2, \quad \text{a} \quad F' = \frac{W}{h_1} - \frac{W_0}{h}.$$

Gdy się w rys. 1105 szerokość b taśmy dolnej i górnej zmienia o Δb , czyli F' o $\Delta F'$, natenczas (pod warunkiem, iż $1/2 (h - h_1)$ w stosunku do h jest małe) W_1 zmienia się w przybliżeniu o:

$$\Delta W_1 = h \cdot 1/2 (h - h_1) \Delta b = h \cdot \Delta F'.$$

Jeżeli w rys. 1105 zaniebamy dolną lub górną parę dziur nitowych (w pasie ściskającym), czyli gdy przekrój użytkowy F' blachownicy zwiększy się o $\Delta F' = 2d \cdot 1/2 (h - h_2)$, to (pod warunkiem, iż $1/2 (h - h_2)$ względnie do h jest małe) będzie w przybliżeniu:

$$\Delta W_1 = 3/4 h \cdot \Delta F'.$$

Müller z Wrocławia podaje przybliżony wzór na moment wytrzymałości W_0 blachownic o wysokości średnika $h_1 < 60$ cm, a więc wzór przydatny do poprzecznic i podłużnic mostowych:

$$W_0 = (0,56 + 0,007 h_1) F_0 h' \text{ cm}^3,$$

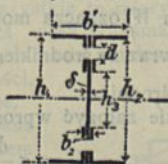
w którym h' oznacza wysokość całej belki, czyli wysokość średnika, zwiększoną o grubość taśm nałożonych, a F_0 przekrój jednego pasa w cm^2 , t. j. przekrój obydwóch kątowników i łączącej między nimi części średnika, oraz taśm nanitowanych.

2. Środek, czyli pionowa ścianka blachownicy, miewa grubość δ nie poniżej 8 mm, wyjątkowo tylko ponad 13 mm, a zazwyczaj 10 mm.

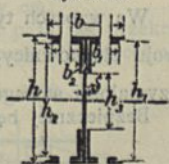
Na średniki o wysokości $h_1 < 80$ cm używamy blach składowych długości normalnej 8 m, a największej 14 m (o cenie z nadwyżką), a gdy wysokość średnika przekracza 80 cm, stosujemy blachy w płytach, wagi do 400 kg, a długości 4 do 5 m.

Złącza średnika. Gdy średnik nie jest całkowy, lecz z dwóch lub kilku części złożony, łączymy te części nawzajem ze sobą, nitując je w łubki o grubości $2/3 \delta$ do δ , lecz nie mniejszej niż 8 mm. Złącze to wykonywamy w sposób dwojaki: 1) część średnika między pasami blachownicy otrzymuje łubki, leżące między kątownikami pasa górnego i dolnego, a na pionowych ramionach tychże kątowników nakładamy łubki dodatkowe, mające zastąpić rozcięty przekrój

Rys. 1104.



Rys. 1105.



środnika w części, objętej kątownikami. 2) Łubki zajmują całą wysokość między poziomymi ramionami kątowników pasowych, swymi częściami skrajnymi przylegają one do ramion pionowych tychże kątowników, a częścią środkową leżą na wkładkach, wypełniających przestrzeń między łubką a środkiem. W końcu wspomniane złącze wymaga nieco więcej żelaza, jest jednakże bardziej zaufane, a nadto usztywnia ono znakomicie środek w kierunku pionowym. Suma przekrojów nitów dwuciętych w złączu powinna w przybliżeniu być równą $\frac{5}{4}$ przekroju środnika, przyczem wypada baczyć i na to, aby złącze zniosło bezpiecznie tak siłę tnącą jak i moment gnący.

Część tego momentu, jaką ma przenosić środek, oznaczmy przez M_n , całkowity zaś moment, pojawiający się w przekroju złącza, przez M . Moment, przejmowany przez nieprzecięte w tem miejscu części pasów, będzie:

$$M' = M - M_n = \sigma \left(W - \frac{\delta h_0^3}{6h} \right), \text{ a zatem}$$

$$M_n = M - \sigma \left(W - \frac{\delta h_0^3}{6h} \right).$$

We wzorach tych W oznacza moment wytrzymałości całego przekroju blachownicy, wraz ze środkiem, a $\frac{\delta h_0^3}{6h}$ jest momentem wytrzymałości samego środnika.

Bezpieczniej będzie założyć wprost:

$$M_n = \sigma \frac{\delta h_0^3}{6h}.$$

Środek **usztywniamy** nad podporami, oraz w przekrojach, na które cisną większe ciężary skupione, a przy obciążeniu równomiernie rozłożonem (gdy $h_1 > 50$ cm), w odstępach 1,3 do 1,5 m, jednym lub dwoma kątownikami, np. Nr. 6 $\frac{1}{2}$ do 7 $\frac{1}{2}$. Do środników blachownic bardzo wysokich zaleca się zastosować prócz tego i usztywnienie przekątne przy pomocy kątowników pochyłych, przynitowanych do środnika. Nad podporami powinien tak przekrój usztywnienia, jak i przekrój nitów w kątownikach usztywniających, być zdolny do przeniesienia całej siły tnącej. Średnicę nitów w takich usztywnieniach bierzemy około 2δ , a odstęp nitów = 6 do 8-io krotnej ich średnicy.

3. Kątowniki pasów bywają zazwyczaj nie mniejsze niż Nr. 6 $\frac{1}{2}$, a średnica ich nitów ≥ 20 mm. Najodpowiedniejszą grubością ramion kątownika będzie grubość taśmy pasa lub cokolwiek mniejsza. Przy zastosowaniu kątowników różnoramiennych należy ramię krótsze stawiać pionowo, a dłuższe poziomo. Blachownice z jednym tylko kątownikiem w każdym pasie bywają chyba wyjątkowo wyższe niż 600 mm, a ich kątowniki zazwyczaj nie większe niż 75 · 75 · 10 mm.

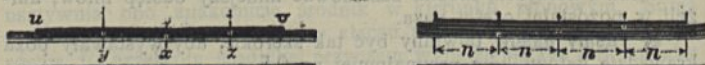
Styki wszystkich czterech kątowników pasowych umieszczamy w tym samym przekroju, najprostsze zaś ich złączenie stanowią na-

przekrój równał się przynajmniej $\frac{5}{4}$ przekroju użytkowego taśmy łączącej. Gdy taśma zewnętrzna zakrywa styki taśm wewnętrznych, nakładkę złączową nakładamy na taśmę zewnętrzną, a gdy kilka takich styków leży w pobliżu siebie, mogą one otrzymać spólną na-

Rys. 1107.



Rys. 1108.



kładkę w postaci dłuższej taśmy, nałożonej na taśmę zewnętrzną, p. rys. 1107 i 1108. W rysunkach tych działki $uy = yx = xz = zv$, a w każdej z tych działek mieści się po n nitów, t. j. ilość zastępująca przekrój jednej taśmy.

Przy zastosowaniu taśm różnej grubości, aby złącze było prawidłowem, należy taśmę najcieńszą ułożyć najdalej od nakładki, a więc do wewnątrz, najgrubszą zaś ułożyć tuż pod nakładką, a więc na zewnątrz, a sama nakładka powinna swoją grubością zawsze odpowiadać taśmie najgrubszej. W rys. 1107 można uważać odstęp yz zewnętrznej taśmy pasowej jako nakładkę dla styku x , a nakładkę uv jako przynależną jedynie do złącza zewnętrznej taśmy pasowej, przerwanej na długości yz .

Do zeskładów żelaznych należy zawsze, a zatem i przy styku zakrytym, zastosować taki układ i taką długość nakładek, aby złącze było połączeniem bezpośredniem, w przeciwnym bowiem razie nity podlegałyby gięciu, którego zasadniczo należy w nich unikać.

5. Podziałka nitów. Oznaczmy przez:

J moment bezwładności przekroju blachownicy, w cm^4 ,

S moment statyczny przekroju jednego pasa (taśm, kątowników i części środnika między nimi), w cm^3 ; a mianowicie tak J , jak S względem osi obojętnej (poziomej osi ciężkości) całego przekroju,

δ grubość środnika, a d średnicę nitów, w cm ,

Q siłę tnącą w kg (p. str. 658, jakoteż T. I, str. 351 i 352),

k_s cięcie bezpieczne w tworzywie (materiale) nitów, w kg/cm^2 ,

$k = 2k_s$ ciśnienie bezpieczne na ścianki dziur nitowych, w kg/cm^2 ,

a **podziałka nitów w kątownikach pasowych**, na połączeniu ze środnikiem, w cm , dla dowolnego przekroju, równa się mniejszej z dwóch wartości poniższych:

$$1) \quad t \geq \frac{d \delta k}{Q} \frac{J}{S} \quad \text{i} \quad 2) \quad t \geq \frac{2 \cdot \frac{1}{4} \pi d^2 k_s}{Q} \frac{J}{S}.$$

Wzór 2) uwzględnia nity dwucięte i jest ważny, gdy nity są cienkie, a środnik gruby, t. j. gdy

$$\frac{d}{\delta} < \frac{2}{\pi} \frac{k}{k_s}, \quad \text{a} \quad \text{zazwyczaj} \quad \frac{2}{\pi} \cdot \frac{k}{k_s} = \frac{4}{\pi} = 1,27.$$

Iloraz $J: S$ można w przybliżeniu liczyć jako równy odstępowi (średniemu) rzędów nitowych, łączących kątowniki ze środkiem. Podług rys. 1105 będzie:

$$S = 1/8 [b(h^2 - h_1^2) + (b_1 - \delta)(h_1^2 - h_2^2) + (b_2 - \delta)(h_2^2 - h_3^2)].$$

Jeżeli z obliczenia wypadnie: $t > 6d$, to bierzemy $t = 6d$, gdyż większa podziałka nie byłaby właściwa. Gdy naodwrot t wypadnie mniejszem niż $2,5d$, natenczas, nie mogąc już pomieścić tak gęstych nitów, wypada zmienić ustrój przekroju, a mianowicie, albo pionowe ramiona kątownika dać tak szerokie, aby się w nich pomieściły dwa szeregi nitów (rozłożonych w zakosy), albo też wypada pogrubić sam środek, albo wreszcie zastosować obydwie te zmiany jednocześnie. Dla nicenia dwurzędowego (w zakosy) wielkich kątowników, jakoteż dla pasów pochyłych (ale obciążonych pionowo) t oznacza nie odstęp rzeczywisty (ukośny), lecz odstęp poziomy dwóch nitów sąsiednich.

Nicenie taśm pasa bywa naprzemienne względem nicenia środka, jednakże w taśmach można zastosować nity w większych odstępach, lub o mniejszej średnicy. Jeżeli oznaczymy przez S_1 moment statyczny (w cm^3) przekroju taśm jednego pasa względem osi obojętnej przekroju blachownicy, oraz przez d_1 średnicę nitów w taśmach pasowych (a znaczenia J , Q , k_s jak powyżej), to, licząc po dwa nity w każdym przekroju, otrzymamy podziałkę w taśmach pasowych:

$$3) \dots \dots \dots t_1 \cong \frac{2 \cdot 1/4 \pi d_1^2 k_s J}{Q S_1}.$$

Podziałki tej nie zwiększamy nawet wtenczas, gdy damy taśmy dłuższe, niż wypadły z obliczenia.

Ponajczęściej używamy **nitów o średnicy** $d = 2,0$ cm w płytach i kątownikach 8 do 10 mm grubych, $d = 2,2$ cm w 12 do 13 mm grubych, a $d = 2,6$ cm w 13 do 16 mm grubych.

Dalsze szczegóły o nitach i niceniu ustrojów żelaznych p. T. I str. 444 pod 3.

6. Poduszki blachownicy bywają zazwyczaj płaskie lub lekko wypukłone, pozwalające na zginanie blachownicy bez jej unoszenia się z poduszki. Jedna z nich stała, druga przesuwana, a pod blachownicę obmurowaną nawet obydwie poduszki bywają przesuwne. Podstawa poduszki otrzymuje wymiary, obliczone z nacisku blachownicy i bezpiecznego ciśnienia k na cios lub mur podpoduszkowy (p. T. I, str. 339).

Długość poduszki podług Winkler'a bywa: $\lambda = 0,007l + 32$ cm.

Znając pole F' podstawy poduszkowej i jej długość λ otrzymamy jej szerokość $b = F':\lambda$, która jednak powinna być nie mniejsza niż 1,5 szerokości taśmy pasowej.

Grubość poduszki $\delta_a = 0,005l + 2,5$ cm, lecz wypada jeszcze sprawdzić wytrzymałość, uważając połówkę poduszki (na szerokość) jako belkę jednym końcem osadzoną, o rozpiętości $1/2 b$, a od spodu

obciążoną ciśnieniem równomiernie rozłożonem. Ciągnięcie bezpieczne żeliwa liczy się przytem 250 kg/cm².

Płytę poduszkową podlewamy zaprawą cementową na 1 cm grubości, a pod ciężkie blachownice ołowiem, utwardzonym przez dodatek 5 do 10% antymonu. Grubość takiej podlanej warstwy ołowiu bywa 3 do 6 mm. Blachownica nie spoczywa na poduszce bezpośrednio swym pasem, lecz za pośrednictwem podkładki żelaznej, 1,5 do 2,5 cm grubej, podnitowanej do pasa, o nitach z nakówkami zagłębionemi. Spółczynnik tarcia między tą podkładką a poduszką bywa 0,2 do 0,25. Dalsze szczegóły o poduszkach podano na str. 176 i nast., oraz w rozdz. o dźwigarach mostowych.

7. W tablicach poniższych oznaczono przez:

g_0 wagę własną blachownicy ze żelaza zlipnego, bez taśm, w kg/m,

g_1, g_2 , wzgl. g_3 wagi własne takiejże blachownicy o pasach z jedną, z dwiema, wzgl. z trzema taśmami, w kg/m.

Uwaga. Wagi te liczone bez potrącenia dziur nitowych, lecz i bez łbów i nakówek nitowych, na które należy liczyć stosowny dodatek (p. T. I, str. 438). Wagi blachownic zlewno-żelaznych będą 1,0064 razy większe.

W_0 moment wytrzymałości przekroju blachownicy bez taśm, w cm³, z potrąceniem poziomych dziur nitowych,

W_1, W_2 , wzgl. W_3 momenty wytrzymałości przekroju blachownicy o pasach z jedną, z dwiema, wzgl. z trzema taśmami, w cm³, z potrąceniem pionowych dziur nitowych.

Momenty wytrzymałości i wagi blachownic bez taśm pasowych *).

Wysokość średnica h_1 cm	2L60·60·8 mm		2L65·65·9 mm		2L70·70·10 mm		2L75·75·10 mm	
	Środek 0,8 cm gr. Nity 1,6 cm śr.		Środek 0,9 cm gr. Nity 1,8 cm śr.		Środek 1 cm gr. Nity 2 cm śr.		Środek 1 cm gr. Nity 2 cm śr.	
	W_0 cm ³	g_0 kg	W_0 cm ³	g_0 kg	W_0 cm ³	g_0 kg	W_0 cm ³	g_0 kg
20	273	40,4	320	48,0	370	56,1	393	59,3
25	371	43,5	434	51,5	502	60,1	533	63,2
30	476	46,7	558	55,0	644	64,0	684	67,1
35	588	49,8	689	58,5	796	67,9	845	71,0
40	707	52,9	828	62,1	956	71,8	1015	74,9
45	834	56,0	976	65,6	1125	75,7	1194	78,8
50	967	59,2	1131	69,1	1303	79,6	1382	82,7
55	1107	62,3	1293	72,6	1490	83,4	1578	86,6
60	1253	65,4	1464	76,1	1685	87,3	1783	90,4

*). Według H. Zimmermann'a, Genietete Träger; Berlin 1893, u Wilh. Ernst'a i syna. Podobne tablice: Böhm u. John; Berlin 1895, u Juliusza Springer'a. — C. Scharowsky; Hagen 1898, u O. Hammerschmidt'a — Scharowsky u. Seifert, Gewichtsberechnungen von Walzeisen und Eisenkonstruktionen; Hagen 1898, u O. Hammerschmidt'a, Stückel u. Hauser; Wiedeń 1898, u Spielhagen'a & Schurich'a — Kölnow, Hülfsstafeln für Knicksicherheit; Hannover 1898, u Hahn'a.

Momenty wytrzymałości i wagi blachownic o grubości środnika 1 cm.

Wysokość środnika h_1 cm	2 kątowniki 80 · 80 · 10 mm Nity 2,0 cm grube					2 kątowniki 90 · 90 · 11 mm Nity 2,0 cm grube					2 kątowniki 100 · 100 · 12 mm Nity 2,3 cm grube				
	Bez taśm		1 taśma 180 · 10	2 taśmy 180 · 10	3 taśmy 180 · 10	Bez taśm		1 taśma 200 · 11	2 taśmy 200 · 11	3 taśmy 200 · 11	Bez taśm		1 taśma 230 · 12	2 taśmy 230 · 12	3 taśmy 230 · 12
	g_0 kg/m	W_0 cm ³	W_1 cm ³	W_2 cm ³	W_3 cm ³	g_0 kg/m	W_0 cm ³	W_1 cm ³	W_2 cm ³	W_3 cm ³	g_0 kg/m	W_0 cm ³	W_1 cm ³	W_2 cm ³	W_3 cm ³
30	70,2	724	1077	1462	1857	81,4	858	1293	1778	2277	94,2	988	1523	2135	2767
35	74,1	894	1321	1771	2231	85,3	1059	1585	2151	2732	98,1	1218	1864	2579	3312
40	78,0	1073	1575	2092	2617	89,2	1270	1887	2536	3199	102,0	1459	2218	3036	3872
45	81,9	1261	1839	2422	3014	93,1	1491	2150	2933	3678	105,9	1710	2584	3507	4446
50	85,8	1458	2112	2762	3420	97,0	1720	2522	3339	4168	109,8	1971	2960	3988	5031
55	89,7	1664	2395	3112	3836	100,9	1959	2854	3756	4668	113,7	2241	3346	4479	5628
60	93,6	1879	2686	3470	4261	104,8	2207	3196	4182	5178	117,6	2520	3741	4981	6235
65	97,5	2102	2986	3838	4696	108,7	2463	3546	4617	5697	121,5	2808	4146	5492	6851
70	101,4	2333	3294	4214	5139	112,6	2727	3906	5061	6226	125,4	3104	4560	6013	7478
75	105,3	2573	3612	4599	5591	116,5	3001	4273	5514	6763	129,3	3409	4983	6543	8114
80	109,2	2822	3938	4992	6052	120,4	3283	4650	5976	7310	133,2	3723	5415	7082	8760
85	113,1	3079	4273	5394	6522	124,3	3573	5036	6447	7866	137,1	4046	5856	7739	9414
90	117,0	3344	4615	5805	7000	128,2	3872	5430	6926	8430	141,0	4376	6305	8186	10077
95	120,9	3617	4967	6224	7487	132,1	4179	5832	7423	9003	145,7	4716	6763	8751	10750
100	124,8	3900	5326	6652	7983	136,0	4494	6243	7910	9585	148,8	5064	7229	9325	11431
105	128,7	4190	5695	7088	8487	139,9	4818	6662	8619	10174	152,7	5420	7701	9908	12121
110	132,6	4489	6071	7533	8999	143,8	5151	7090	8929	10774	156,6	5785	8188	10499	12819
115	136,5	4796	6456	7985	9520	147,7	5492	7527	9451	11381	160,5	6158	8680	11099	13526
120	140,4	5111	6849	8447	10049	151,6	5841	7971	9981	11998	164,4	6539	9181	11707	14242
125	144,3	5435	7252	8917	10587	155,5	6198	8424	10520	12622	168,3	6929	9690	12324	14966
130	148,2	5768	7662	9395	11133	159,4	6564	8886	11068	13255	172,2	7327	10207	12949	15699
135	152,1	6108	8080	9882	11688	163,7	6937	9355	11623	13896	176,1	7729	10733	13583	16441
140	156,0	6457	8507	10377	12251	167,6	7320	9832	12187	14546	182,0	8144	11268	14225	17101

$$g_1 = g_0 + 28,1 \text{ kg/m}$$

$$g_2 = g_0 + 56,2 \text{ "}$$

$$g_3 = g_0 + 84,3 \text{ "}$$

$$g_1 = g_0 + 34,32 \text{ kg/m}$$

$$g_2 = g_0 + 68,64 \text{ "}$$

$$g_3 = g_0 + 102,96 \text{ "}$$

$$g_1 = g_0 + 43,06 \text{ kg/m}$$

$$g_2 = g_0 + 86,11 \text{ "}$$

$$g_3 = g_0 + 129,16 \text{ "}$$

Momenty wytrzymałości i wagi blachownic o grubości środnika 1,2 cm.

Wysokość środnika h_1 cm	2 kątowniki 80 · 120 · 12 mm Nity 2,3 cm grube					2 kątowniki 120 · 120 · 13 mm Nity 2,6 cm grube					2 kątowniki 130 · 130 · 14 mm Nity 2,6 cm grube				
	Bez taśm		1 taśma 260 · 12	2 taśmy 260 · 12	3 taśmy 260 · 12	Bez taśm		1 taśma 260 · 12	2 taśmy 260 · 12	3 taśmy 260 · 12	Bez taśm		1 taśma 280 · 13	2 taśmy 280 · 13	3 taśmy 280 · 13
	g_0 kg/m	W_0 cm ³	W_1 cm ³	W_2 cm ³	W_3 cm ³	g_0 kg/m	W_0 cm ³	W_1 cm ³	W_2 cm ³	W_3 cm ³	g_0 kg/m	W_0 cm ³	W_1 cm ³	W_2 cm ³	W_3 cm ³
60	126,5	2730	4203	5650	7113	148,2	3181	4530	5920	7327	163,6	3593	5169	6820	8492
70	135,9	3356	5105	6801	8511	157,6	3923	5539	7169	8814	173,0	4423	6312	8246	10200
80	145,3	4022	6048	7993	9952	167,0	4706	6592	8463	10347	182,3	5297	7500	9720	11958
90	154,6	4729	7032	9228	11434	176,3	5532	7689	9801	11926	191,7	6213	8732	11239	13763
100	164,0	5477	8057	10503	12959	185,7	6399	8827	11182	13547	201,1	7171	10007	12802	15612
102	165,9	5631	8267	10763	13269	187,5	6577	9060	11463	13877	202,9	7368	10267	13119	15987
104	167,7	5787	8479	11025	13581	189,4	6757	9294	11746	14208	204,8	7566	10529	13439	16363
106	169,6	5944	8692	11288	13894	191,3	6938	9530	12030	14541	206,7	7766	10793	13760	16742
108	171,5	6103	8907	11553	14209	193,2	7121	9768	12316	14876	208,5	7967	11058	14083	17122
110	173,3	6264	9123	11819	14525	195,0	7306	10008	12604	15212	210,4	8170	11325	14407	17504
112	175,2	6427	9341	12087	14843	196,9	7492	10249	12894	15550	212,3	8375	11593	14733	17888
114	177,1	6590	9560	12357	15163	198,8	7680	10491	13185	15890	214,2	8582	11863	15061	18273
116	179,0	6756	9782	12628	15484	200,6	7870	10735	13478	16231	216,0	8790	12135	15391	18660
118	180,8	6923	10004	12901	15807	202,5	8061	10981	13772	16574	217,9	8999	12408	15722	19049
120	182,7	7092	10229	13176	16132	204,4	8254	11229	14068	16918	219,8	9211	12684	16055	19439
122	184,6	7262	10455	13452	16458	206,3	8449	11478	14366	17265	221,6	9424	12960	16389	19831
124	186,5	7434	10683	13730	16786	208,1	8645	11729	14666	17613	223,5	9638	13239	16725	20225
126	188,3	7608	10912	14009	17116	210,0	8843	11981	14967	17962	225,4	9854	13519	17063	20621
128	190,2	7783	11143	14290	17447	211,9	9042	12235	15269	18313	227,3	10072	13800	17403	21018
130	192,1	7960	11375	14573	17780	213,8	9243	12491	15574	18666	229,1	10292	14084	17744	21417
132	193,9	8138	11609	14857	18114	215,6	9445	12749	15880	19021	231,0	10513	14369	18086	21817
134	195,8	8318	11845	15143	18450	217,5	9650	13007	16187	19377	232,9	10735	14655	18431	22219
136	197,7	8500	12082	15431	18788	219,4	9855	13268	16497	19735	234,7	10960	14944	18777	22623
138	199,6	8683	12321	15720	19127	221,2	10063	13530	16808	20094	236,6	11185	15233	19125	23029
140	201,4	8867	12562	16011	19468	223,1	10272	13794	17120	20456	238,5	11413	15525	19474	23436

$$g_1 = g_0 + 48,672 \text{ kg/m}$$

$$g_2 = g_0 + 97,344 \text{ "}$$

$$g_3 = g_0 + 146,016 \text{ "}$$

$$g_1 = g_0 + 48,672 \text{ kg/m}$$

$$g_2 = g_0 + 97,344 \text{ "}$$

$$g_3 = g_0 + 146,016 \text{ "}$$

$$g_1 = g_0 + 56,784 \text{ kg/m}$$

$$g_2 = g_0 + 113,568 \text{ "}$$

$$g_3 = g_0 + 170,352 \text{ "}$$

Przynależne momenty bezwładności otrzymujemy, mnożąc momenty wytrzymałości przez pół wysokości przekroju.

Gdy taśmy pasa są szersze od podanych w tablicy, należy dla każdego powiększenia szerokości taśmy o 1 cm powiększyć moment wytrzymałości w przybliżeniu o $\frac{1}{4}(h^2 - h_1^2)$. We wzorze tym oznaczono w cm przez h_1 wysokość środka, a przez h wysokość całkowitą blachownicy, łącznie z taśmami pasa.

8. Ugięcie f w środku blachownicy o stałym przekroju, czyli o niezmiennem J , a obciążonej równomiernie, będzie:

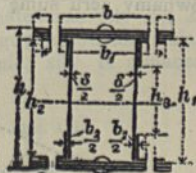
$$f = \frac{5 M_m}{48 E J} l^2 = 0,1042 \frac{M_m}{E J} l^2.$$

We wzorze tym M_m oznacza moment gnący w połowie rozpiętości blachownicy, E współczynnik sprężystości, a l rozpiętość. Jeżeli przekrój blachownicy jest zmienny, a więc i wielkość J nie jest stała, np. gdy taśmy leżą przeważnie w środkowej części blachownicy, albo gdy jej wysokość zmniejsza się ku podporom, to ugięcie bywa większe, a w obliczeniach doraźnych można zwiększenie to oceniać na 100%, względnie do wyników z wzoru powyższego.

Ugięcie blachownic w budynkach ma być nie większe jak $f = \frac{1}{1000} l$, a blachownic mostowych możliwie $f \leq \frac{1}{1800} l$.

9. Skrzynkownice (p. rys. 1109) są poniekąd blachownicami o zdwojonym średniku. Dwa te średniki stoją w pewnym, wzajemnym odstępnie od siebie, a z wierzchu i spodem posiadają wspólne taśmy pasowe, które wraz ze średnikami wytwarzają rodzaj długiej skrzyni. Skrzynkownice znajdują zastosowanie przeważnie w przypadkach, gdy, z powodu małej wysokości ustrojowej, średnik blachownicy byłby zbyt gruby, a jej taśmy zbyt szerokie. Przekrój oblicza się tak samo jak przekrój zwykłych blachownic, przyczem jednak δ oznacza sumę grubości obydwóch średników; podziałki nitów t , wzgl. t_1 , są również takie same jak w blachownicach. Zaleca się jednak znitowywać ze sobą taśmy pasa i między średnikami, rozstawiając nity te z większą podziałką i naprzemiany z szeregami nitów głównych. Średniki na stykach nitują się zazwyczaj nie w łuki, lecz na nakładki jednostronne, a między obydwoma średnikami wstawiamy, w odstępach około 1,5 m, usztywnienia z blach poprzecznych, przyłączających się do średników na kątowniki lub ceowniki.

Rys. 1109.



III. Siły w prętach kratownic.

Jeżeli pełny średnik blachownicy zastąpimy wykratownikami, t. j. prętami łączącymi obydwie pasy, otrzymamy kratownicę, która jest kratowiem płaskim, pracującym jako belka *).

*) Kratowiem zwiemy ustrój nośny z prętów, złożonych w kraty. Kratowie może być przestrzenne (np. kopuła kratowiana, dach wieżowy i t. p.), albo płaskie (np. kratownica lub łuk kratowiany).

a. Sposób przecięć A. Ritter'a *).

(Obliczenie momentami statycznymi).

Sposób ten rachunkowo-wykreślny wyznaczenia sił naprężających w prętach kratownicy, jako to w jej pasach, stojcach i przekątnikach, lub w ogóle w pochylnikach, polega na zasadzie następującej:

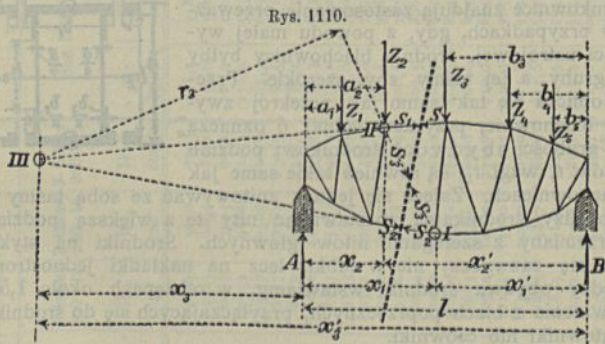
Gdy z układu, będącego w stanie równowagi, dowolnym przecięciem odetniemy pewną jego część, natenczas względem dowolnego punktu (bieguna) suma algebraiczna momentów sił zewnętrznych, działających na ową odciętą część układu, i sił wewnętrznych, przeciwdziałających w przekrojach owego przecięcia, równa się zeru.

Na kratownicę (rys. 1110), którą pojmujemy jako powstałą z szeregu przystawionych do siebie trójkątów, a której rozpiętość = l , niechaj działają ciężary Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 w odległościach a_1, a_2, a_3, \dots , wzgl. b_1, b_2, b_3, \dots od pionów przez podpory A , wzgl. B , a odpory pionowe tychże podpór będą:

$$A = \frac{1}{l} (Z_1 b_1 + Z_2 b_2 + Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5),$$

$$B = \frac{1}{l} (Z_1 a_1 + Z_2 a_2 + Z_3 a_3 + Z_4 a_4 + Z_5 a_5).$$

Jeżeli kratownicę przetniemy tak, aby nie przeciąć więcej niż trzy pręty, a siły, działające w tych prętach przeciętych, oznaczmy przez S_1, S_2 i S_3 , to, w celu wyznaczenia jednej z tych trzech sił, równamy zeru sumę momentów około punktu wzajemnego przecięcia



się dwóch sił pozostałych. A więc biorąc za podstawę obliczenia lewy odcinek kratownicy, oznaczamy siłę S_1 równając zeru sumę momentów około punktu I , t. j. punktu przecięcia się siły S_2 z siłą S_3 . Oznaczając przez r_1 prostą z I na S_1 , a przez x_1 , wzgl. x_1'

* A. Ritter, *Eiserne Dach- u. Brücken-Konstruktionen*, 5. Wyd., Lipsk 1894, Baumgärtner'a.

odległości punktu I od pionowych przez podpory A , wzgl. B , i licząc momenty, obracające w prawo za dodatne, otrzymamy równanie, określające wielkość siły S_1 :

$$+ S_1 r_1 + A x_1 - Z_1 (x_1 - a_1) - Z_2 (x_1 - a_2) = 0.$$

W sposób podobny siły S_1 i S_2 wyznaczamy z równań momentów względem punktów obrotu II i III. Poziome odległości punktów II, wzgl. III (t. j. przecięć siły S_1 z S_3 , wzgl. S_1 z S_2) od podpór A i B oznaczamy przez x_2 i x_2' , wzgl. x_3 i x_3' , a prostopadłą z II na S_2 oznaczamy przez r_2 (w rys. niewpisane), wreszcie prostopadłą z III na kierunku S_3 , przez r_3 , poczem ustawiamy równania, określające siły S_2 i S_3 :

$$- S_2 r_2 + A x_2 - Z_1 (x_2 - a_1) = 0,$$

$$+ S_3 r_3 - A x_3 + Z_1 (x_3 + a_1) + Z_2 (x_3 + a_2) = 0.$$

Po wstawieniu wartości odporu A w trzy powyższe równania momentów, wyprowadzamy wzory na siły S_1 , S_2 i S_3 , a mianowicie:

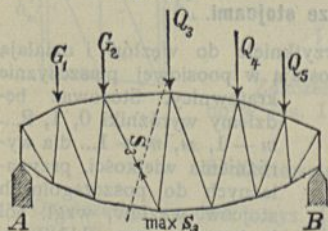
$$S_1 = - \frac{x_1' (Z_1 a_1 + Z_2 a_2) + x_1 (Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_1},$$

$$S_2 = + \frac{x_2' (Z_1 a_1 + Z_2 a_2) + x_2 (Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_2},$$

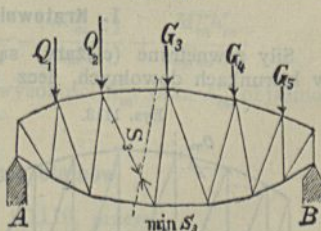
$$S_3 = - \frac{x_3' (Z_1 a_1 + Z_2 a_2) - x_3 (Z_3 b_3 + Z_4 b_4 + Z_5 b_5)}{l r_3}.$$

Gdy na kratownicę lub poszczególne jej pola działa wyłącznie tylko obciążenie stałe (waga własna i t. p.), natenczas siły Z_1, Z_2, Z_3, \dots oznaczać będziemy przez G_1, G_2, G_3, \dots , gdy natomiast działa obciążenie pełne, a więc stałe i ruchome łącznie, siły te oznaczać będziemy przez Q_1, Q_2, Q_3, \dots .

Rys. 1111.



Rys. 1112.



Aby otrzymać, np. największą wartość dodatnią na S_3 , t. j. największe ciągnięcie w danym przecie, należy we wzór na S_3 podstawić:

$$Z_1 = G_1, Z_2 = G_2, Z_3 = Q_3, Z_4 = Q_4, Z_5 = Q_5 \text{ (rys. 1111).}$$

A największą wartość ujemną S_3 , t. j. największą siłę cisnącą, otrzymamy, podstawiając:

$$Z_1 = Q_1, Z_2 = Q_2, Z_3 = G_3, Z_4 = G_4, Z_5 = G_5 \text{ (rys. 1112).}$$

S_1 (ciągnienie) i S_2 (ciśnienie) będą największe przy obciążeniu całkowitem, t. j. gdy we wzorach zamiast każdego Z podstawimy odpowiednie Q .

W sposób powyższy można obliczyć każdą kratownicę statycznie wyznaczalną, bez względu na to, czy siły zewnętrzne działają pionowo, czy też pochyło.

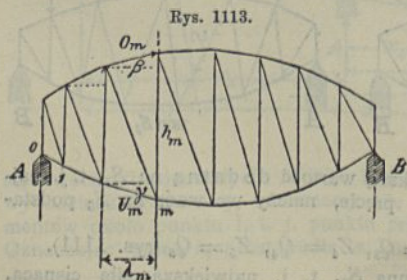
Jeżeli przecięcie przecina trzy pręty, z których dwa są równoległe, to ich punkt przecięcia, a więc punkt obrotowy dla równania momentów trzeciego pręta S , leży w nieskończoności. Pomimo to sposób powyższy da się zastosować, gdyż we wzorze na S ramiona r i x są wprawdzie nieskończenie wielkie, ale ich stosunek wzajemny, t. j. stosunek prostopadłej r do odległości x jest zawsze znany. Jeżeli np. owe dwa pręty równoległe są poziome, to stosunek ten będzie równy dostawie kąta pochyłości trzeciego pręta S względem pionowej.

Gdy się nad podporą zbiegają tylko dwa pręty, natenczas siły w nich obliczamy z odporu owej podpory, ustawiając równanie momentów dla dowolnego punktu, leżącego w jednym z prętów, lecz poza punktem węzłowym; albo też rozkładamy znany odpór na dwie składowe w znanych kierunkach owych dwóch prętów, posilkując się do tego celu, np. trójbokiemi sił. Chcąc otrzymać największość siły S w danym pręcie, podstawiamy w przynależnym wzorze odpowiednie wartości Q zamiast wszystkich tych Z , które posiadają znak dodatni (po rozwinięciu całego wzoru w poszczególne wyrazy), a wartości G zamiast wszystkich tych Z , które (po takimże rozwinięciu wzoru) mają znak ujemny. Najmniejszość otrzymamy przez podstawienia odwrotne, a więc gdy we wzorze na wartość największą podstawimy wszędzie Q zamiast G , i naodwrot G zamiast Q .

b. Wzory ogólne dla kratownic trójkątnikowych *).

1. Kratownica ze stojcami.

Siły zewnętrzne (ciężary) są przytknięte do węzłów i działają w kierunkach dowolnych, lecz pozostają w poziomej płaszczyźnie



kratownicy. Stosować będziemy wyróżniki $0, 1, 2, \dots, m-1, m, m+1, \dots$ dla wyróżnienia wielkości, przynależnych do poszczególnych stojców, węzłów, wzgl. pól kratownicy (rys. 1113), w porządku kolejnym, zaczynając od lewej podpory A . Oznaczymy zaś przez:

h_m długość m -go stojca,
 λ_m szerokość pola po lewej stronie stojca m ,

*) Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstruktionen, 2 wyd. T. II, dział I, str. 375 i n., Lipsk 1891, u Baumgaertner'a.

- O_m siłę w pasie górnym, m^{go} pola,
 U_m siłę w pasie dolnym tegoż pola,
 D_m siłę w przekątniku m^{go} pola,
 V_m siłę w m^{ym} stojcu,
 β_m kąt pochyłości siły O_m względem poziomu: dodatny, gdy się odchyła w górę, jak w rysunku,
 γ_m kąt pochyłości siły U_m względem poziomu: dodatny, gdy się odchyła w dół, jak w rysunku,
 φ_m kąt pochyłości siły D_m względem poziomu: dodatny, gdy przekątnik opada ku prawej stronie (w rys. 1113 kąta φ nie wpisano),

M_m^o Moment gnący w górnym węźle m ,

M_m^u moment gnący w dolnym węźle m .

Jeżeli na kratownicę działają tylko ciężary pionowe, to $M_m^o = M_m^u$.

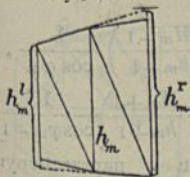
Mamy wzory ogólnie ważne:

$$O_m = - \frac{M_m^u}{h_m} \frac{1}{\cos \beta_m}, \quad U_m = + \frac{M_{m-1}^o}{h_{m-1}} \frac{1}{\cos \gamma_m},$$

$$D_m = \frac{1}{\cos \varphi_m} \left(\frac{M_m^o}{h_m} - \frac{M_{m-1}^o}{h_{m-1}} \right) = \frac{1}{\cos \varphi_m} \left(\frac{M_m^u}{h_m} - \frac{M_{m-1}^u}{h_{m-1}} \right);$$

następnie, jeżeli ciężary działają bezpośrednio wyłącznie na węzły pasa górnego, to:

Rys. 1114.



$$V_m = \frac{M_{m-1}^o}{\lambda_m} - \frac{M_m^o h_m^l}{h_m \lambda_m},$$

a jeżeli ciężary działają wyłącznie na węzły pasa dolnego, to:

$$V_m = - \frac{M_{m+1}^u}{\lambda_{m+1}} + \frac{M_m^u h_m^r}{h_m \lambda_{m+1}}.$$

Znaczenie wysokości h_m^l , oraz h_m^r objaśniono w rys. 1114.

2. Kratownica bez stojców.

Oznaczamy, zgodnie z rys. 1115 i 1116, przez:

0, 1, 2... $m-1$, m , $m+1$... $k-1$, k , $k+1$... wyróżniki kolejne węzłów,

m' przecięcia pionów przez m z pasem naprzeciwym,

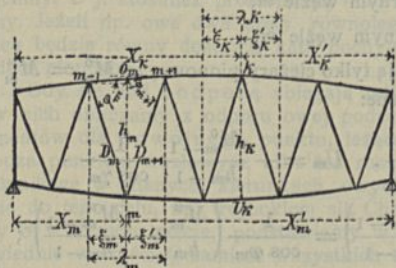
M_m , $M_{m'}$ momenty gnące w punktach m , m' ,

O_m siłę w pasie górnym, a mianowicie w przecię, leżącym naprzeciwko węzła m ,

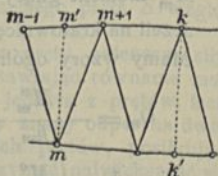
U_k siłę w pasie dolnym, a mianowicie w przecię, leżącym naprzeciwko węzła k ,

- D_m siłę w pochylniku, opadającym na prawo, a łączącym węzły m i $m-1$,
 D_{m+1} siłę w pochylniku, opadającym na lewo, a łączącym węzły m i $m+1$,
 β_m kąt pochyłości pręta O_m względem poziomej,
 γ_k kąt pochyłości pręta U_k względem poziomej,
 φ_m i φ_{m+1} kąty pochyłości pochylników D_m i D_{m+1} względem poziomej,
 h_m wysokość kratownicy w punkcie m ,
 h_k wysokość kratownicy w punkcie k .

Rys. 1115.



Rys. 1116.



Dla jednego z dolnych węzłów m otrzymamy wzory:

$$O_m = - \frac{M_m}{h_m} \frac{1}{\cos \beta_m},$$

$$D_m = \left(\frac{M_m}{h_m} - \frac{M'_{m-1}}{h_{m-1}} \right) \frac{1}{\cos \varphi_m} = \left(\frac{M'_m}{h_m} - \frac{M_{m-1}}{h_{m-1}} \right) \frac{1}{\cos \varphi_m},$$

$$D_{m+1} = \left(\frac{M_m}{h_m} - \frac{M'_{m+1}}{h_{m+1}} \right) \frac{1}{\cos \varphi_{m+1}} = \left(\frac{M'_m}{h_m} - \frac{M_{m+1}}{h_{m+1}} \right) \frac{1}{\cos \varphi_{m+1}}.$$

Siłę w pasie dolnym otrzymamy z momentu w naprzeciwym węzle górnym, np. ze wzoru:

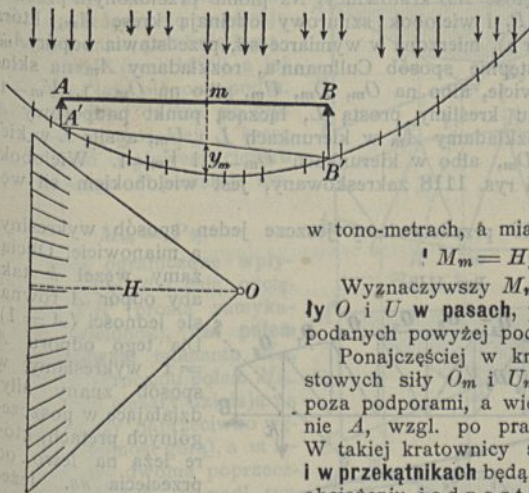
$$U_k = + \frac{M_k}{h_k} \cdot \frac{1}{\cos \gamma_k}.$$

c. Obliczenie wykreślne sił w kratownicach zwykłych, obciążonych ruchomym szeregiem ciężarów skupionych (pociągami kolejowym).

Moment gnący M_m w dowolnym węzle m będzie największy, gdy obciążymy dźwigar na całej rozpiętości, a jeden z największych ciężarów (oś parowozowa) stanie nad węzłem m . W dany szereg ciężarów wkreślamy wielobok sznurowy (rys. 1117), o odstępach biegunowym H , i przesuwamy dźwigar AB po wieloboku tak, aby się węzeł rozpatrywany m znalazł pod jednym z możliwie wielkich cięż-

zarów (osią parowozową). Kreślimy $A'B'$, t. j. bok zamykający wieloboksznurowy, mierzymy w m podług wymiarki rzędną y_m pod m , a jeżeli odstęp biegunowy H liczony był w t , to otrzymamy szukanym moment

Rys. 1117.



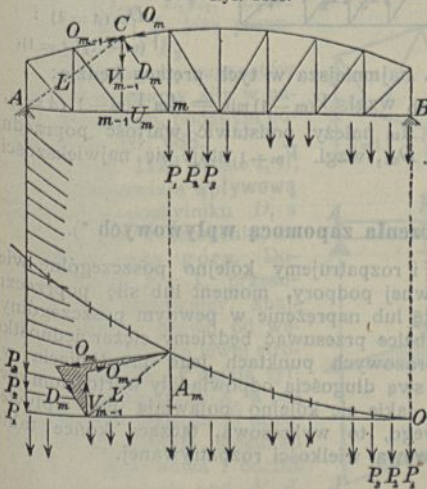
w tono-metrach, a mianowicie:

$$M_m = Hy_m.$$

Wyznaczywszy M_m , obliczamy siły O i U w pasach, podług wzorów podanych powyżej pod b.

Ponajczęściej w kratownicach mostowych siły O_m i U_m przecinają się poza podporami, a więc po lewej stronie A , wzgl. po prawej stronie B . W takiej kratownicy siły w stojcach i w przekątniakach będą największe przy obciążeniu jednostronnem. Np. $D_m \max$ (największa siła ciągnąca), a równocześnie

Rys. 1118.



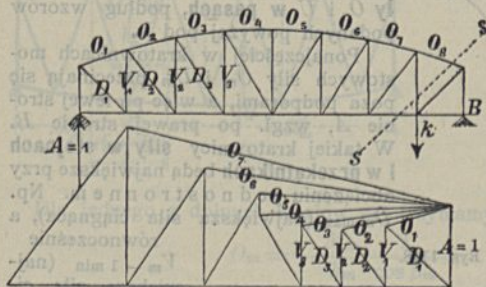
$V_{m-1} \min$ (największa siła ciśnąca) pojawia się, gdy układ ciężarów posunął się z B aż do węzła m (górna część rys. 1118). Odpór A_m lewej podpory, dla takiego położenia szeregu ciężarów, otrzymamy w sposób następujący:

Szereg ciężarów ustawiamy odwrotnie i tak, aby odprzedni ciężar P_1 (mający w rzeczywistości obciążać punkt m) stanął nad pod-

porą B , a więc w punkcie O dolnej części rysunku 1118. Kreślimy wielobok sił dla tego szeregu ciężarów, biorąc, jako odstęp biegunowy OP_1 , rozpiętość AB kratownicy. Na pionie przełożonym przez m bok skrajny OP_1 i wielobok sznurowy odcinają kreśle A_m , która (podług Winkler'a), mierzona w wymiarce sił, przedstawia odpór A_m . Stosując następnie sposób Cullmann'a, rozkładamy A_m na składowe, a mianowicie, albo na O_m, D_m, U_m , albo na O_{m-1}, V_{m-1}, U_m . W tym celu kreślimy prostą L , łączącą punkt podporowy A z węzłem C , rozkładamy A_m w kierunkach L i U_m , a siłę L w kierunkach O_m i D_m , albo w kierunkach O_{m-1} i V_{m-1} . Wielobok, w dolnej części rys. 1118 zakreskowany, jest wielobokiem sił węzła C .

W rys. 1119 przedstawiamy jeszcze jeden sposób wykreślenia

Rys. 1119.



a mianowicie: Obciążamy węzeł k tak, aby odpór A równał się jedności ($A=1$). Dla tego odporu $A=1$ wykreślamy w sposób znany siły, działające w poszczególnych prętach, które leżą na lewo od przecięcia ss . Jeżeli otrzymane tak siły oznaczymy, np. przez:

$$D_m(A=1) \text{ i}$$

$$V_{(m-1)}(A=1),$$

to siła największa, wzgl. najmniejsza w tych prętach będzie:

$$D_m \max = A_m \cdot D_m(A=1), \text{ wzgl. } V_{(m-1)} \min = A_m V_{(m-1)}(A=1),$$

a we wzory te zamiast A_m należy podstawić wartość poprzednio już określoną, dla której D_m , wzgl. V_{m-1} staje się największością, wzgl. najmniejszością.

d. Sposób obliczenia zapomocą wpływowych *).

Zazwyczaj obliczamy i rozpatrujemy kolejno poszczególne wielkości, jako to: odpór pewnej podpory, moment lub siłę poprzeczną w pewnym przekroju, siłę lub naprężenie w pewnym poszczególnym przecię i t. p. Jeżeli po belce przesuwac będziemy ciężar jednostkowy ($P=1$), a w każdorazowych punktach jego przytknięcia wykreślimy rzędne, któreby swą długością odpowiadały wartościom owej wielkości rozpatrywanej, jakie się kolejno pojawiają pod wpływem tego ciężaru jednostkowego, to wykresowa, łącząca końce takich rzędnych, zwie się **wpływową** wielkości rozpatrywanej.

*) Müller-Breslau, Graphische Statik, Tom I i II.

1. Kratownica w obydwóch końcach swobodnie podparta.

Wpływowa momentu gącego M_m we węzle m pasa, na którym się wspierają poprzecznicę, jest linią łamaną $A'm'B'$ (rys. 1122), a jej załom m' leży pionowo pod m . Prosta $B'm'$ odcina na pionowej podporowej A kresę x_m . Pod wpływem ciężaru skupionego P powstaje moment:

$$M_m = P\eta.$$

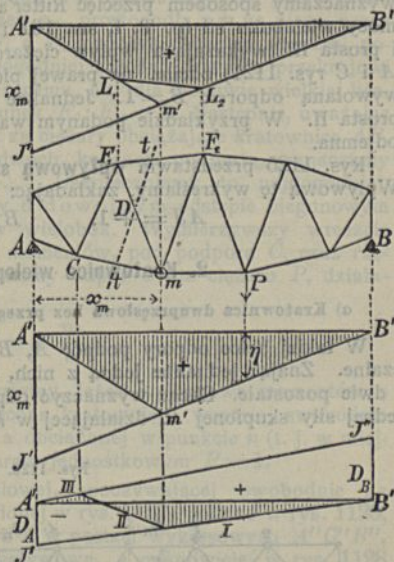
Pole ograniczone wpływową $A'm'B'$ i osią odciętych $A'B'$ (prostą zamykającą wielobok), jest polem wpływowym momentu M_m , albo w skróceniu polem M_m .

Jeżeli ciężary działają na pas, leżący naprzeciwko węzła m (pomost góra), a m leży między dwoma poprzecznicami F_1 i F_2 , to podl. rys. 1120 wpływowa M_m składać się będzie z trzech prostych $A'L_1$, L_1L_2 , L_2B' . Punkty L_1 i L_2 leżą pionowo nad F_1 i F_2 .

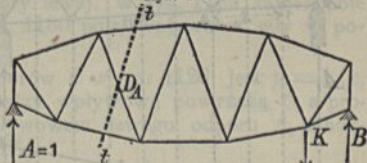
Ze znanych momentów M_m wyznaczamy siły w pasach sposobem, podanym powyżej na str. 688.

W rys. 1123 proste I, II, III przedstawiają wpływową siłę D w pochylniku D , a mianowicie w założeniu, że pomost leży góra. Dopóki ciężar $P=1$, przesuwany po kratownicy, znajduje się na prawo od węzła m , dopóty po lewej stronie przecięcia tt działa tylko siła zewnętrzna A , a poszczególne wartości D pozostaje w prostym stosunku do A . Wpływowa I odcina zatem na pionie pod A' si-

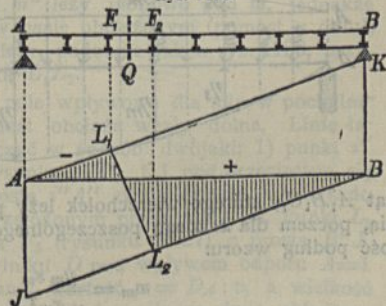
Rys. 1120, 1121, 1122, 1123.



Rys. 1124.



Rys. 1125.



łę DA , jakoby się pojawiła w pochylniku rozpatrywanym wówczas, gdy na lewo od tt działa tylko $A=1$ (rys. 1124). Wartość DA wyznaczamy sposobem przecięć Ritter'a (p. str. 684), albo przy pomocy wieloboku sił (p. T. I, str. 161 i nast.). Podobnie w rys. 1123 i prosta III (wykazująca wpływ ciężarów, znajdujących się między A i C rys. 1121) odcina na prawej pionowej podporowej siłę DB , wywołaną odporem $B=1$. Jednakże między C i m ważną będzie prosta II. W przykładzie podanym wartość DA jest dodatnia, a DB ujemna.

Rys. 1125 przedstawia **wpływową siłę poprzeczną** Q pola F, F_2 . Wpływową tę wykreślamy, zakładając:

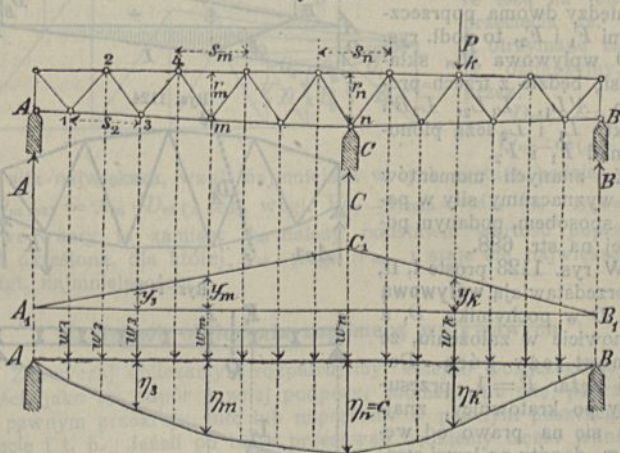
$$AJ = +1, \quad BK = -1.$$

2. Kratownice wieloprzęsłowe.

a) Kratownica dwuprzęsłowa bez przegubów, swobodnie wsparta.

W takiej belce odpory podpór A, B i C są statycznie niewyznaczalne. Znając jednakże jedną z nich, możemy statycznie oznaczyć i dwie pozostałe. Chcąc wyznaczyć odpór C podpory, pośredniej dla jednej siły skupionej P , działającej w k , wykreślamy dowolny trój-

Rys. 1126.



kąt $A_1B_1C_1$, którego wierzchołek leży pionowo pod podporą pośrednią, poczem dla każdego poszczególnego pręta pasów obliczamy wartość podług wzoru:

$$w_m = \frac{y_m s_m}{r_m^2} \frac{F_c}{F_m}$$

We wzorze tym liczbę porządkową węzła, leżącego naprzeciwko pręta s_m , oznaczono przez m , rzędną w trójkącie $A_1C_1B_1$, pod węzłem m , przez y_m , długość pręta przez s_m , prostopadłą z m na niego, przez r_m , przekrój pręta s_m przez F , a F_c oznacza dowolny przekrój porównawczy. Przekrój F_c najdogodniej założyć równym przekrojowi najczęściej w prętach s zachodzącemu, aby dla możliwie wielkiej liczby tych prętów otrzymać stosunek $F_c: F_m = 1$. Następnie, uważając owe wielkości $w_1, w_2 \dots w_m \dots$ za ciężary obciążające kratownicę AB , jako belkę swobodnie w obydwóch końcach podpartą, oznaczamy momenty gnące $\eta_1, \eta_2 \dots \eta_m \dots$. Uskuteczniamy to najdogodniej, wykreślając wielobok sznurowy o dowolnym odstępnie biegunowym i z bokiem, zamykającym ów wielobok. Wymierzwszy wreszcie rzędną $c = \eta_n$ tej wykresowej momentów, pod podporą C , oraz rzędną η_k , pod punktem k , otrzymamy odpór C dla ciężaru P , działającego w k , a mianowicie:

$$C = P \frac{\eta_k}{c}$$

Wyniki dokładniejsze otrzymamy, jeżeli wykresową momentów η (rys. 1126) zastąpimy odkształconą kratownicą, wspartej swobodnie w obydwóch końcach A i B , a obciążonej w punkcie n (t. j. w miejscu usuniętej podpory C) ciężarem jednostkowym $P = 1$.

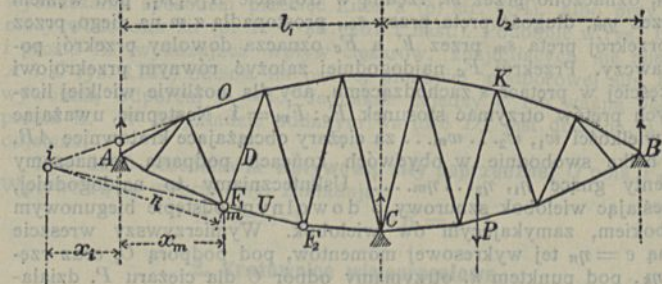
Dla kratownicy dwuprzęsłowej, spoczywającej swobodnie na trzech podporach, a przedstawionej w rys. 1127, podano w rys. 1128, 1129 i 1130, wpływowo odporu C w postaci wykresowych $A''C''B''$, a nadto zakreskowano pole wpływowe, a mianowicie: w rys. 1128 pole wpływowe odporu A podpory lewej, w rys. 1129 także pole momentów we węźle m , a w rys. 1130 pole wpływowe siły w pochylniku D .

Mnożnikiem rzędnych dla odporów C w rys. 1128 jest $\mu = 1 : c$, dla zakreskowanego zaś pola między wpływową powyższą C , a prostą $B''C''J$, będącego polem wpływowym lewego odporu A , mnożnikiem będzie $\mu = 1 : v$, a $v = A''J$.

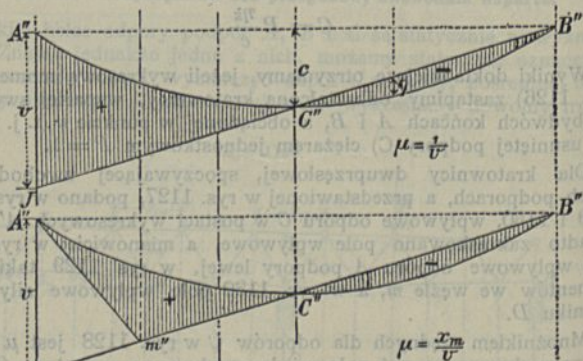
Pole M_m (rys. 1129) jest ograniczone wykresową C i prostymi $B''C''J$, oraz $A''m''$, przyczem m'' leży pionowo pod m , jednakże tylko, gdy węzeł m mieści się w pasie obciążonym (pomost u dołu), w przeciwnym bowiem razie należy, podobnie jak w rys. 1120, przyjąć wierzchołek $A''m''B''$ prostą L_1L_2 .

W rys. 1130 przedstawiono pole wpływowe dla siły w pochylniku D i w przypadku, gdy pomost obciąża węzły dolne. Liniją łamaną $A''L_1L_2$ możemy wyznaczyć w sposób dwójaki: 1) punkt i'' leży na $B''J$ pionowo pod i (rysunku 1127), t. j. pod przecięciem się osi pasów O i U . Kreślimy prostą $i''A''$ aż do punktu L_1 , t. j. do przecięcia się z pionem HL_1 , przełożonym przez punkt m . Punkt L_2 leży na przecięciu się pionu z F_2 (rysunku 1127) z prostą $B''J$. 2) Oznaczamy siłę D_A w pochylniku D pod wpływem odporu $A = 1$ (porównaj rys. 1124). Podstawiamy wartość $\mu = D_A : v$, a wielkość $1 : \mu$ uważamy za siłę pionową i rozkładamy ją na dwie składowe

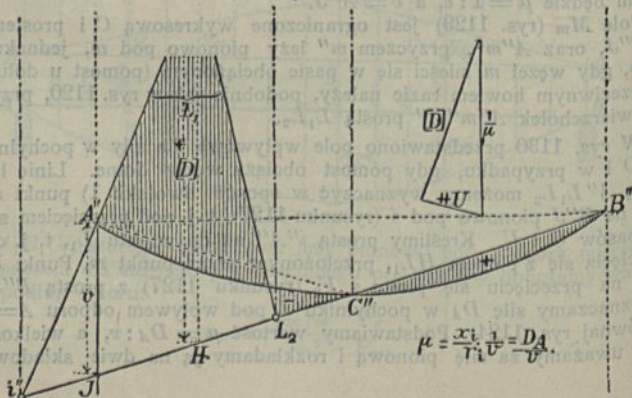
Rys. 1127.



Rys. 1128 i 1129.



Rys. 1130.



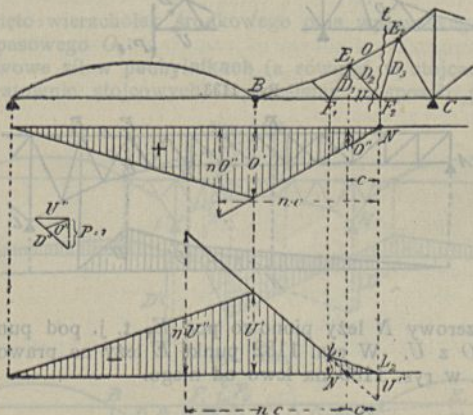
$[D]$ i U , jak to wskazano, w zmniejszonej wymiarce, nad prawą stroną rysunku 1130. Na pionie przez m odcinamy od punktu H kresę $HL_1 = [D]$, a otrzymamy szukany punkt L_1 . Punkt L_2 wyznaczamy jak powyżej pod 1).

β Kratownice wspornikowe*).

1. Obliczenie wsporników.

Wpływowość sił w pasach O i U otrzymamy przy pomocy wielkości O' i U' , wykreślonych pionowo pod przegubem B , a wyznaczonych wielobokiem sił, sposobem Cremony, dla ciężaru $P=1$, działającego w B (rys. 1131). Drugi sposób posiłkuje się wielkościami O'' i U'' , otrzymanymi przez rozłożenie ciężaru $P=1$ na O'' i D_2 , względnie U'' i D_2 . Kresy O'' , wzgl. U'' odcinamy na pionach pod węzłami E_1 , wzgl. F_2 , poczynając od podstawy pól wpływowych.

Rys. 1131.



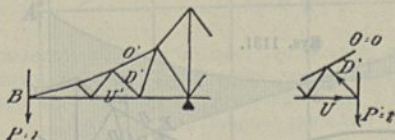
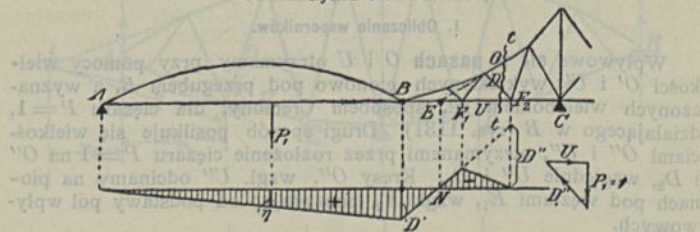
Ponieważ wielkości O'' i U'' będą zazwyczaj bardzo małe, stosując zatem sposób drugi, dobrze będzie, w celu uniknięcia niedokładności rysunkowych, wykreślić wielokrotne wartości O'' , wzgl. U'' , w odległości tyleżkrotnej od punktu N , leżącego pionowo pod F_2 , wzgl. E_1 (rys. 1131).

*) Müller-Breslau, Graphische Statik der Baukonstruktionen, III wyd. str. 330 in.

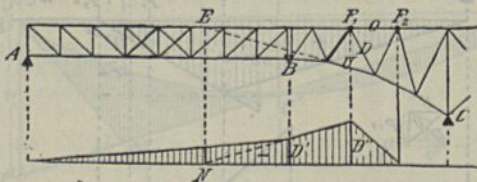
Wpływową pochylniką wyznaczamy za pośrednictwem wielkości D' dla ciężaru $P=1$, działającego w B , albo przy pomocy wielkości D'' dla ciężaru $P=1$, działającego w F_2 .

D' znajdujemy z wieloboku sił sposobem Cremony, a D'' , rozkładając $P=1$ w kierunkach U i D , względnie O i D (rys. 1132 i 1133).

Rys. 1132.



Rys. 1133.



Punkt zerowy N leży pionowo pod E , t. j. pod punktem przecięcia się O z U . W rys. 1132 punkt E leży na prawo od przegubu B , a w rys. 1133 na lewo od niego.

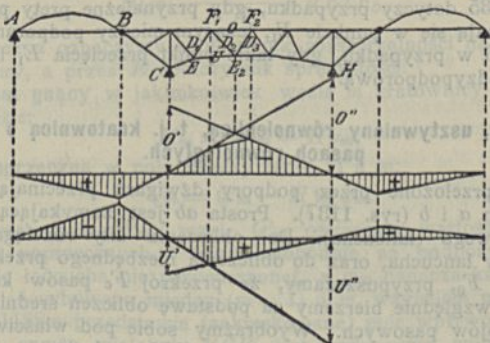
2. Wyznaczenie sił w prętach części międzypodporowej dźwigara wspornikowego.

Wpływowe prętów pasowych O , wzgl. U (rys. 1134) wyznaczamy przy pomocy wielkości O' i O'' , wzgl. U' i U'' . Wielkości te otrzymamy z wieloboku sił sposobem Cremony, a mianowicie O' i U' pod wpływem odporu $C=1$, a O'' i U'' pod wpływem odporu $H=1$.

Wierzchołek środkowego pola wpływowego dla O leży pionowo pod węzłem E_2 , a dla U pionowo pod F_1 . Posiłkując się tym warunkiem możemy wykreślić wpływową dla O , znając jedną tylko z wartości O' lub O'' , a podobnie wykreślić i wpływową dla U , znając jedną tylko z wartości U' lub U'' .

W rys. 1134 przedstawiono sposób wykreślenia pól wpływowych dla prętów O i U , przy czym uwzględniając, że pomost obciąża pas

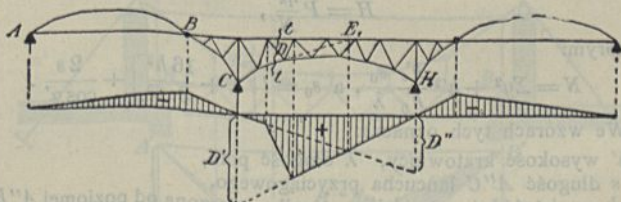
Rys. 1134.



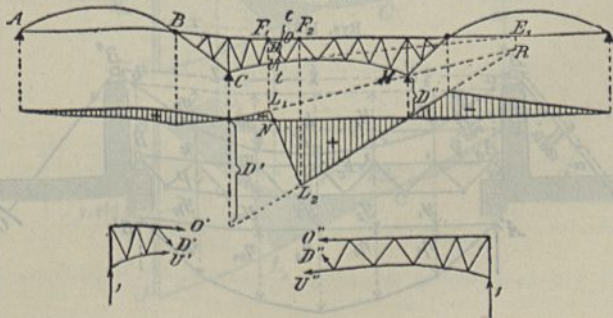
górny, ścięto wierzchołek środkowego pola wpływowego na długości pręta pasowego O .

Wpływy sił w **pochylnikach** (a również w stojcach i przekątnikach kratownic stojcowych) wykreślamy w sposób podobny, jak

Rys. 1135.



Rys. 1136.



dla części wspornikowej, a mianowicie posiłkując się wielkościami D' i D'' (rys. 1135 i 1136). Wielkość D' jest siłą w pochylniku D , pod wpływem odporu $C=1$, a D'' takąż siłą, pod wpływem odporu $H=1$.

Rys. 1135 dotyczy przypadku, gdy przynależne pręty pasowe O i U przecinają się w punkcie E_1 , leżącym między podporami C i H , a rys. 1136 w przypadku, gdy takż punkt przecięcia E_1 leży poza częścią międzypodorową.

3. łańcuch, usztywniony równoleglicą, t. j. kratownicą o prostych pasach równoległych.

Piony przełożone przez podpory dźwigara przecinają łańcuch w punktach a i b (rys. 1137). Prosta ab jest zamykającą wieloboku sznurowego (łańcucha). Do obliczenia siły rozciągającej H w przełęczy łańcucha, oraz do obliczenia niezbędnego przekroju łańcuchowego F_0 , przypuszczamy, że przekrój F_c pasów kratownicy jest stały, względnie bierzemy za podstawę obliczeń średnią wartość F_c przekrojów pasowych. Wyobraźmy sobie pod właściwą kratownicą usztywniającą AB drugą belkę $A'B'$, w końcach swobodnie podpartą, na którą działają ciężary $y_1, y_2, y_3 \dots y_m$, równające się rzędnym osi łańcucha, liczoną od zamykającej ab . Obliczamy lub wykreślamy momenty gnące $\eta_1, \eta_2, \eta_3 \dots \eta_n$ tej belki, a siłę rozciągającą H w łańcuchu, pod wpływem ciężaru P , działającego w punkcie k , otrzymamy ze wzoru:

$$H = P \frac{\eta_k}{N},$$

w którym:

$$N = \sum y^2 + h'^2 \frac{F_c}{F_0} \frac{s_0}{\lambda}, \text{ a } s_0 = l \left[1 + \frac{16 h^2}{3 l^2} \right] + \frac{2s}{\cos \alpha'}.$$

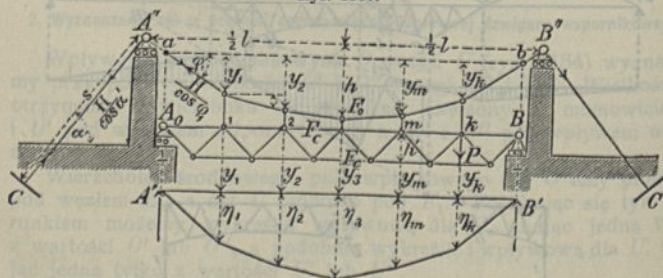
We wzorach tych oznacza:

h' wysokość kratownicy, λ długość pola,

s długość $A''C$ łańcucha przyciągowego,

l rozpiętość łańcucha, h jego strzałkę, mierzoną od poziomej $A''B''$.

Rys. 1137.



Obniżenie temperatury o t_0 powoduje dodatkową siłę rozciągającą H_t , o wartości:

$$H_t = \frac{h^{1/2} \frac{F_c \cdot s_0}{F_0 \lambda}}{N} \alpha E t F_0,$$

jeżeli przez α oznaczymy współczynnik rozszerzalności na 1° różnicy temperatury, a przez E współczynnik sprężystości.

Moment gnący w jakimkolwiek węzle m kratownicy usztywniającej będzie:

$$M_m = M'_m - H y_m,$$

a siła poprzeczna w polu między $(m-1)$ a m :

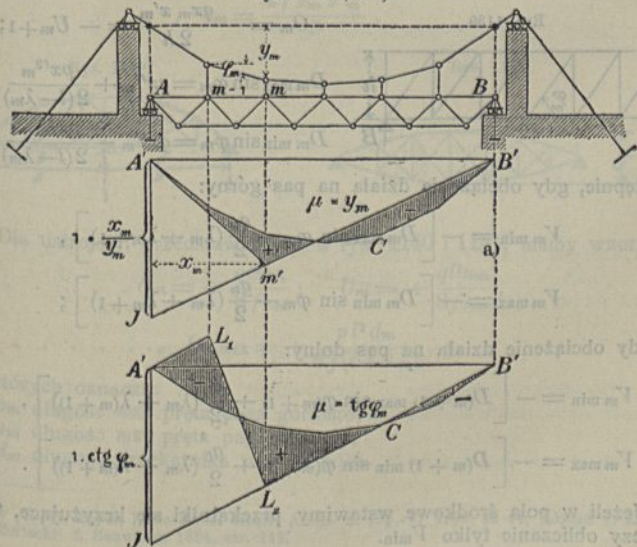
$$Q_m = Q'_m - H \operatorname{tg} \varphi_m.$$

We wzorach tych M'_m , wzgl. Q'_m oznaczają wartości momentu, wzgl. sił poprzecznych w belce swobodnie na podporach leżącej, a więc do łańcucha nie przywieszanej, a φ_m oznacza kąt pochyłości pręta łańcuchowego między $(m-1)$ a m , względem poziomu.

Rys. 1138 a przedstawia (zakreskowane) pole wpływowe momentów M_m , samże wielobok $A'CB'$ jest wykresową wpływową siły rozciągającej H . Prosta $B'J$ znajdujemy, odcinając na pionie pod A' kresę $A'J = 1 \frac{x_m}{y_m}$; punkt m' leży na $B'J$, pionowo pod punktem m .

Mnożnikiem jest $\mu = y_m$.

Rys. 1138 a) i b).



Podobnie wyznaczamy wpływową siłę poprzeczną Q_m , odcinając na pionie pod A' (rys. 1138 b) kresę $A'J = 1 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_m$. Punkt L_2 leży na $B'J$, pionowo pod m , a punkt L_1 leży pionowo pod węzłem $(m-1)$, na prostej $A'L_1$, równoległej do JB' . Mnożnikiem jest $\mu = \operatorname{tg} \varphi_m$.

e. Poszczególne ustroje kratownic.

Oprócz znakowań, podanych na str. 687 i 688, dodatkowo stosować będziemy jeszcze znakowania:

x_m , wzgl. x'_m odległości mg^o węzła od lewej podpory A , wzgl. od prawej B ;

x''_m odległość środka mg^o pola od środka dźwigara;

g_0 równomierne obciążenie stałe na jednostkę długości pasa górnego, g_u także obciążenie pasa dolnego, wreszcie $g = g_0 + g_u$ obciążenie obydwóch pasów łącznie;

p_0, p_u , wzgl. p także obciążenia ruchome;

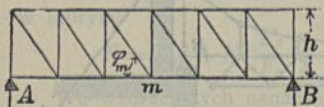
$q = g + p$ całkowite obciążenie na jednostkę długości;

P ruchome ciężary skupione.

1. Równoleglica, t. j. kratownica prosta, o pasach równoległych.

Układ stojcowy (rys. 1139). Jeżeli φ_m oznacza kąt pochyłości mg^o przekątnika D_m względem poziomu, to:

Rys. 1139.



$$O_m = -\frac{qx_m x'_m}{2h} = -U_m + 1;$$

$$D_m \max \sin \varphi_m = gx''_m + \frac{px'^2_m}{2(l-\lambda_m)};$$

$$D_m \min \sin \varphi_m = gx''_m - \frac{px'^2_{m-1}}{2(l-\lambda_m)};$$

następnie, gdy obciążenie działa na pas górny:

$$V_m \min = -\left[D_m \max \sin \varphi_m - \frac{g_u}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}) \right],$$

$$V_m \max = -\left[D_m \min \sin \varphi_m - \frac{g_u}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}) \right];$$

a gdy obciążenie działa na pas dolny:

$$V_m \min = -\left[D_{(m+1)} \max \sin \varphi_{(m+1)} + \frac{g_0}{2} (\lambda_m + \lambda_{(m+1)}) \right],$$

$$V_m \max = -\left[D_{(m+1)} \min \sin \varphi_{(m+1)} + \frac{g_0}{2} (\lambda_m + \lambda_{(m+1)}) \right].$$

Jeżeli w pola środkowe wstawimy przekątniki się krzyżujące, to starczy obliczanie tylko V_{\min} .

Siła w stojcach skrajnych będzie, np. w B (rys. 1139), gdy obciążamy pas górny:

$$V_0 = -\frac{ql}{2} + \frac{g_0 \lambda_1}{2},$$

a gdy odciążamy pas dolny:

$$V_0 = -\frac{q(l - \lambda_1)}{2} - \frac{g_0 \lambda_1}{2}.$$

Ugięcie *) f w cm w środku takiej kratownicy będzie w przybliżeniu:

$$f = \frac{Mhl}{8EJ} \left(0,85 \frac{l}{h} + 1,13 c \right).$$

We wzorze tym oznacza: M w kg cm moment gnący w środku dźwigara obciążonego równomiernie, J w cm⁴ moment bezwładności całego środkowego przekroju dźwigara, E w kg/cm² spólczynnik sprężystości, l w cm rozpiętość, a h w cm wysokość dźwigara, wreszcie $c = 3$ dla ustroju stojcowego, a $c = 2$ dla ustroju trójkątnikowego (równoramiennego).

2. Parabolnica.

1. W każde pole wstawiamy po dwa krzyżujące się przekątniki rozciągane. Jeżeli f oznacza wysokość teoretyczną w środku parabolnicy, to wysokość m stojca będzie:

$$I. \dots \dots \dots h_m = \frac{4f x_m x'_m}{l^2}.$$

Rys. 1140.



Rys. 1141.



Dla ustrojów, przedstawionych w rys. 1140 i 1141, mamy wzory:

$$II. \dots \dots \dots O_m = -\frac{ql^2 o_m}{8f \lambda_m}; \quad U_m = +\frac{ql^2 u_m}{8f \lambda_m},$$

$$III. \dots \dots \dots D_{m \max} = +\frac{pl^2 d_m}{8f(l + \lambda_m)},$$

w których oznacza:

- o_m długość m go pręta pasa górnego,
- u_m długość m go pręta pasa dolnego,
- d_m długość przekątnika w m ym polu.

*) R. F. Mayer, Zeitschr. d. österr. Arch.- u. Ing.-V. 1892, № 44; jakoteż J. La-
bes, Zeitschr. f. Bauwesen 1894, str. 119.

2. Do oznaczenia sił w stojcach wypadu rozróżnić przypadki następujące:

α. **Pas dolny jest prosty, a pomost leży w jego poziomie** (rys. 1140):

$$V_{m \max} = + \frac{1}{2} (q - g_0) (\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$V_{m \min} = - \frac{p x_m - 1 x'_m + 1}{2l} + \frac{g_u}{2} (\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

β. **Obydwa pasy są zakrzywione, a pozioma, łącząca punkty podporowe, połowi rzędne, wreszcie pomost wisi u pasa dolnego** (rys. 1141):

$$V_{m \max} = + \frac{1}{2} \left(\frac{q}{2} - g_0 \right) (\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$V_{m \min} = - \frac{p x'_m + 1 (x_m + 1 + x_m - 1)}{4l} + \frac{1}{4} (g_u - g_0) (\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

Jeżeli $\lambda_m = \lambda_{m+1} = \lambda$, to:

$$V_{m \min} = - \frac{p x'_m + 1 x_m}{2l} + \frac{1}{2} (g_u - g_0) \lambda.$$

γ. **Obydwa pasy są zakrzywione, na górnym spoczywa pomost, pozatem jak pod β.** W tym przypadku starczy obliczenie V_{\min} , które wyraża się wzorem:

$$V_{m \min} = - \frac{p x'_m - 1 (x_m + 1 + x_m - 1)}{4l} - \frac{1}{4} (g_0 - g_u) (\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

Jeżeli $\lambda_m = \lambda_{m+1} = \lambda$, to:

$$V_{m \min} = - \frac{p x'_m - 1 x_m}{2l} - \frac{1}{2} (g_0 - g_u) \lambda.$$

3. **Ugięcie δ (w cm) w środku parabolnicy obciążonej równomiernie, a więc w stanie, gdy i stojce i przekątniki pozostają bez naprężeń,** będzie w przybliżeniu:

$$\delta = c \frac{M}{EJ} l^2,$$

w którym to wzorze oznacza: $c = 0,1733$ (podług J. Labes'a), albo $c = 0,1875$ (podług A. Ritter'a *). Znaczenie wielkości M, J, E i l jak na str. 701.

3. Dźwigar ustroju Paul'ego.

Soczewkowaty zarys tej kratownicy, który tylko w przybliżeniu może dopełniać warunku $O_m = U_m = \text{stałej}$, wyznacza się równaniem:

$$h_m = 4f \frac{x_m x'_m}{l^2} \left[1 + \frac{2f^2}{l^2} \left(1 - \frac{2x_m}{l} \right)^2 \right],$$

*) Por. Centralbl. d. Bauverw., 1892, str. 309.

w którym h_m oznacza teoretyczną wysokość m go stojca, a f wysokość dźwigara w środku (p. rys. 1141). Siły w poszczególnych prętach obliczamy, posilując się wzorami ogólnymi ze str. 686 i nast.

4. Dźwigar ustroju Schwedler'a.

Jeżeli przekątniki takiej kratownicy nie mają podlegać ściskaniu, gdy obciążenie ruchome zajmuje pola od A aż do $(m-1)$ go węzła (rys. 1142), to należy dopełnić warunku:

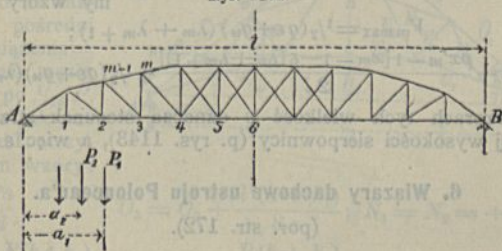
$$\frac{h_{m-1}}{h_m} \geq \frac{M_{m-1}}{M_m}$$

A jeżeli obciążenie ruchome składa się z szeregu ciężarów skupionych P_1, P_2, P_3, \dots , to, gdy przedni ciężar dojdzie do $(m-1)$ go węzła (rys. 1142), należy dopełnić warunku:

$$\frac{h_{m-1}}{h_m} \geq \frac{x'_{m-1}(glx_{m-1} + 2 \sum Pa)}{x'_m(glx_m + 2 \sum Pa)}$$

Obliczając rzędne krzywej Schwedler'a, przez zrównanie prawych i lewych stron we wzorach powyższych, otrzymamy krzywą niesymetryczną, której punkt najwyższy leży w lewej połowie rozpiętości. Posuwając w sposób podobny obciążenie od prawej podpory ku lewej, otrzymamy podobną drugą krzywą, będącą odzwierciedleniem pierwszej, względem środkowej, pionowej osi kratownicy. Łącząc ze sobą najwyższe punkty owych dwóch krzywych spólną styczną poziomą, otrzymamy dopiero właściwy zarys kratownicy ustroju Schwedler'a, składający się ze środkowej prostej poziomej i obustronnych krzywych, będących bardziej

Rys. 1142.



stromemi gałęziami zasadniczej krzywej Schwedler'a. Np. w rys. 1142 liczymy $h_6 = h_5 = h_4$, podług założonej wysokości h kratownicy (najwłaściwiej $h = \frac{1}{7}l$). Dalej zaś obliczamy podług wzoru powyższego: h_3 ze znanego h_4 , h_2 z obliczonego już h_3 , h_1 z obliczonego już h_2 , a $h_0 = 0$. Śródkowa część kratownicy, posiadająca pary równoległe, otrzymuje krzyżujące się przekątniki.

Dla **równomiernego obciążenia** ruchomego ważnym będzie wzór:

$$\frac{h_{m-1}}{h_m} = \frac{x_{m-1} x'_{m-1} (gl + px_m)}{x_m x'_m (gl + px_m - 1)}$$

Siły w poszczególnych prętach obliczamy podług wzorów ogólnych, podanych na str. 686 i nast.

Jednakże, gdy obciążenie jest równomierne, możemy się posłużyć prostszym wzorem na siły w przekątnikach:

$$D_{m \max} = \frac{pl d_m}{4f},$$

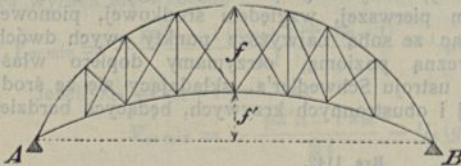
w którym d_m oznacza długość przekątnika, a

$$f = \frac{h_1}{4} \frac{l^2}{(l - \lambda_1) \lambda_1} \frac{g + p \frac{\lambda_1}{l}}{g + \frac{p}{2}},$$

wreszcie λ_1 jest długością pierwszego pola, h_1 zaś wysokością teoretyczną pierwszego stojca.

5. Sierpownica paraboliczna.

Rys. 1143.



Zarys tej kratownicy, oraz siły w jej pasach i w przekątnikach oznaczamy podług wzorów I, II i III ze str. 701, a na siły w stojcach (rys. 1143) mamy wzory poniższe:

$$V_{m \max} = \frac{1}{2} (g\varepsilon + gu) (\lambda_m + \lambda_{m+1});$$

$$V_{m \min} = - \frac{px'_{m-1} [x_{m-1} - 1 - \varepsilon (\lambda_m + \lambda_{m+1})]}{2l} + \frac{1}{2} (g\varepsilon + gu) (\lambda_m + \lambda_{m+1}).$$

We wzorach tych wielkość ε oznacza stosunek strzałki f' do środkowej wysokości sierpownicy (p. rys. 1143), a więc $\varepsilon = f' : f$.

6. Wiązary dachowe ustroju Polonceau'a.

(por. str. 172).

Jeżeli oznaczymy przez:

l rozpiętość wiazara, w m,

t wzajemny odstęp dwóch wiazarów sąsiednich, w m,

q ciężar całkowity dachu (ciężar własny, oraz parcie wiatru i ciężar śniegu), w kg/m^2 rzutu poziomego (por. str. 631 i nast.),

to obciążenie pionowe jednego wiazara będzie:

$$P = ltq \text{ kg.}$$

Poniższe wzory na siły w prętach (pod 1 i 2) wyprowadzono sposobem przecięć Ritter'a (por. str. 684).

1. Wiązar dachowy, ustroju Polonceau'a, zwyczajny (jednokrotnie podpięty).

Jeżeli wzajemne odstępstwa węzłów wiązarowych górnego pasa są jednakowe, a więc równe $\frac{1}{4}l$ (mierzone poziomo), to na każdy węzeł pośredni wypada obciążenie $= \frac{1}{4}P$, a na węzły podporowe po $\frac{1}{8}P$.

Przy znakowaniu na wstępie podanem

i wymiarach wpisanych w rys. 1144, otrzymamy poniższe wzory na siły w poszczególnych prętach:

$$O_1 = -\frac{3Pa}{8b}; \quad O_2 = -\frac{3Pa}{8b} + \frac{P(h+h_1)}{4s};$$

$$U_1 = +\frac{3Pl}{32n}; \quad U_2 = +\frac{P(l+2f)}{16r}; \quad U_3 = +\frac{Pl}{8h}; \quad V = -\frac{Pl}{8s}.$$

2. Wiązar dachowy, ustroju Polonceau'a, wielokrotnie podpięty.

Jeżeli wzajemne odstępstwa węzłów wiązarowych górnego pasa są jednakowe i, np. podł. rys. 1145, równe $\frac{1}{8}l$ (mierzone poziomo), to na każdy węzeł pośredni wypada obciążenie $= \frac{1}{8}P$, a na węzły podporowe po $\frac{1}{16}P$.

Podobnie jak poprzednio podł. otrzymamy zatem wzory:

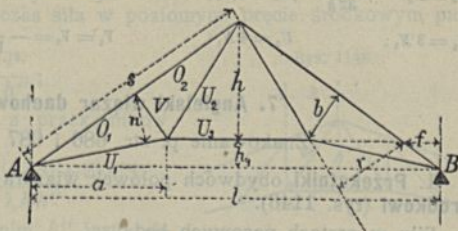
$$O_1 = -\frac{7Pa}{8d}; \quad O_3 = O_2 + \frac{P(h+h_1)}{8s}; \quad N_1 = N_2 = +\frac{Pl}{64n};$$

$$O_2 = O_1 + \frac{P(h+h_1)}{8s}; \quad O_4 = O_3 + \frac{P(h+h_1)}{8s}; \quad U_1 = 7N_1;$$

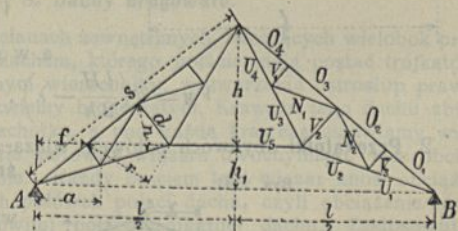
$$U_2 = 6N_1; \quad U_4 = \frac{P(3l+2f)}{32r}; \quad V_1 = V_3 = -\frac{Pl}{16s};$$

$$U_3 = \frac{N_1(2n+r)}{r} + \frac{3Pf}{16r}; \quad U_5 = \frac{Pl}{8h}; \quad V_2 = 2V_1.$$

Rys. 1144.



Rys. 1145.



Przypadek szczególny, gdy $h_1 = 0$.

$$O_1 = -\frac{7Pa}{8d}; \quad O_2 = O_1 + \frac{Ph}{8s}; \quad O_3 = O_2 + \frac{Ph}{8s}; \quad O_4 = O_3 + \frac{Ph}{8s};$$

$$N_1 = N_2 = +\frac{Pl}{32h}; \quad U_1 = 7N_1; \quad U_2 = 6N_1; \quad U_3 = 2N_1;$$

$$U_4 = 3N_1; \quad U_5 = 4N_1; \quad V_1 = V_3 = -\frac{Pl}{16s}; \quad V_2 = 2V_1.$$

7. Angielski więzary dachowy.

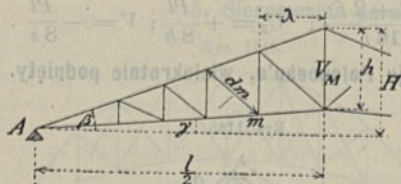
(Znakowanie p. str. 686 i 687 i 700).

1. Przekątniki obydwóch połówek więzary mają spadek ku jego środkowi (rys. 1146).

Sily w prętach pasowych będą:

$$O_m = -\frac{qx'ml}{4h \cos \beta}; \quad U_m = +\frac{qx'm - 1l}{4h \cos \gamma}.$$

Rys. 1146.



Sily w pierwszych dwóch prętach dolnego pasa są sobie równe, t. j. $U_1 = U_2$. Sily w przekątnikach i w stojcach będą:

$$D_m = -\frac{ql dm}{8h},$$

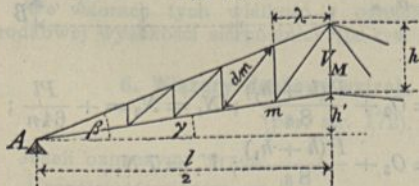
$$V_m = +\frac{qx_m - 1}{2},$$

a w stojcu środkowym:

$$V_M = q \left(\frac{lH}{2h} - \lambda \right).$$

2. Przekątniki obydwóch połówek więzary wznoszą się ku jego środkowi (rys. 1147).

Rys. 1147.



Sily w prętach pasowych będą:

$$O_m = -\frac{qx'm - 1l}{4h \cos \beta};$$

$$U_m = +\frac{qx'm l}{4h \cos \gamma}.$$

Sily w pierwszych dwóch prętach górnego pasa są sobie równe, a zatem $O_1 = O_2$. Sily w przekątnikach i w stojcach będą:

$$D_m = +\frac{ql dm}{4h}, \quad V_m = -\frac{qx_m + 1}{2},$$

a w stojcu środkowym:

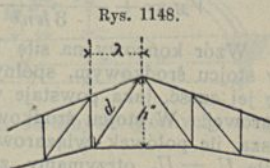
$$V_M = \frac{q l h'}{2 h}.$$

Układ, przedstawiony w rys. 1148, może się obyć bez stojca środkowego, a natenczas siła w poziomym przecie środkowym pasa dolnego będzie:

$$U_M = \frac{q l^2}{8 h''};$$

siła zaś w każdym z przekątników przyległych:

$$D_M = + \frac{q l d [l (h'' - h) + 2 \lambda h'']}{8 \lambda h h''}.$$



We wzorze ostatnim h'' jest odstępem środkowego pręta poziomego od wierzchołka (rys. 1148), a h odległością punktu wzajemnego przecięcia się przedłużonych, obustronnych pasów dolnych, od tegoż wierzchołka, jak w rys. 1147.

3. Odmienne ustroje więzara angielskiego dachowego otrzymamy, jeżeli, zatrzymując ogólny zarys więzara i równomierny podział pół wzdluż pasów górnych, podług rysunków 1146, 1147 i 1148, zastąpimy stojce rozpórkami, t. j. prętami, skierowanymi prostopadle do pasów górnych. Siły w prętach najdogodniej będzie wyznaczyć sposobem przecięć Ritter'a (str. 684), albo wykreślnie, posiłkując się wielobokiem sił Cremony.

8. Dachy brogowate.

Jeżeli budynek o ścianach zewnętrznych, tworzących wielobok prawidłowy, pokryjemy dachem, którego połacie mają postać trójkątów i zbiegają się w spólnym wierzchołku, wytwarzając ostrosłup prawidłowy, to dach taki zwiemy brogowatym. Krawężę tego dachu zbiegają się w jego wierzchołku, a pod każdą krawężą ustawiamy więzaz, będący w zasadzie połówką więzara dwuchylnego, lecz obciążonego nierównomiernie. Każdy bowiem taki więzaz znosi obciążenie dwóch przyległych połówek połaci dachu, czyli obciążenie równe jednej takiej całkowitej połaci trójkątnej dachu. Zastosowując połówki więzarów, przedstawionych w rys. 1146, 1147 i 1148, do dachów brogowatych i oznaczając przez P obciążenie całkowite takiej połówki więzara, której stojce dzielą pas górny na n równych części (zatem $\lambda = \frac{1}{2} l : n$), otrzymamy siły w prętach, podane poniżej.

1. Dach brogowaty z więzarami podł. rys. 1146.

$$O_m = - \frac{P [3 n^2 - m (3 n - m)] \lambda}{3 h n \cos \beta};$$

$$U_m = + \frac{P [3 n^2 - (m - 1) (3 n - m + 1)] \lambda}{3 h n \cos \gamma};$$

$$D_m = - \frac{P d_m [3n - 2m + 1]}{3hn};$$

$$V_m = + \frac{P(m-1)[3n - 2m + 1]}{3n^2};$$

$$V_M = + \frac{P[Hn^2 - h]}{3hn^2}.$$

Wzór końcowy na siłę V_M przedstawia jej wartość, powstającą w stojcu środkowym, spólnym dla wszystkich wiązarów, lecz tylko tę jej część, jaka powstaje wskutek obciążenia jednej połówki wiązarowej. W stojcu środkowym pojawi się zatem siła tyle razy większa, ile połówek wiązarowych (krawęży) posiada obliczany dach. Siłę $U_1 = U_2$ otrzymamy ze wzoru na U_m , podstawiając wartość $m = 2$.

2. Dach brogowaty z wiązarami podł. rys. 1147.

$$O_m = - \frac{P[3n^2 - (m-1)(3n - m + 1)]\lambda}{3hn \cos \beta};$$

$$U_m = + \frac{P[3n^2 - m(3n - m)]\lambda}{3hn \cos \gamma};$$

$$D_m = + \frac{P d_m [3n - 2m + 1]}{3hn};$$

$$V_m = - \frac{P(m+1)[3n - 2m + 1]}{3n^2}; \quad V_M = + \frac{P h'}{3h}.$$

Znaczenie siły V_M i omówienia jej dotyczące, jak pod 1. — Siłę $O_1 = O_2$ otrzymujemy, wstawiając wartość $m = 2$ we wzór na O_m .

Gdy, zgodnie z układem, przedstawionym w rys. 1148, część środkowa pasa dolnego jest pozioma, natenczas siła w każdym przekątniku przyśrodkowym będzie:

$$D_M = + \frac{P d [n^2 (h'' - h) + h'' (n + 1)]}{3h h'' n},$$

a siła w części poziomej pasa dolnego:

$$U_M = + \frac{P l}{6h''}.$$

B. Dźwigar łukowy.

a. Łuk o pełnym średniku i dwóch przegubach węzłowiowych, bez przegubu zwornikowego.

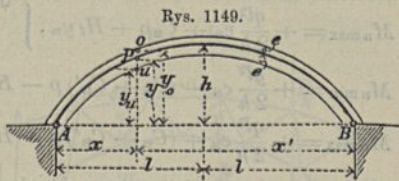
Łuk niechaj będzie prętem zakrzywionym, sprężystym, o osi AB , w rys. 1149 grubiej wykreślonej, i niechaj oznacza:

F pole symetrycznego przekroju dźwigara,

W moment wytrzymałości tegoż przekroju.

Liniami rdzennymi takiego łuku będą dwie krzywe, wykreślone w równych odstępach $e = W:F$ od osi łuku i równoległe do niej (rys. 1149, w którym natomiast zarysu samego dźwigara nie wrysowano).

Jeżeli przez M_0 , wzgl. M_u , oznaczymy momenty gnące w punktach rdzennych o , wzgl. u , leżących na tym samym pionie w odstępnie poziomym x od lewej opory A , to naprężenia we włóknach skrajnych (górnym, wzgl. dolnym) łuku *) będą:



$$k_0 = -\frac{M_0}{W}; \quad k_u = +\frac{M_u}{W}.$$

Oprócz znakowań g , p i q , objaśnionych na str. 700, oznaczymy jeszcze przez:

$2l$ rozpiętość, h strzałkę łuku,

y_0 , wzgl. y_u rzędne punktów rdzennych, o wzgl. u ,

x i y współrzędne punktu P , leżącego w osi łuku, oraz wprowadzimy podstawienia:

$$y_0 - y = c_0, \quad y - y_u = c_u, \quad \text{a } x' = 2l - x;$$

$$2l - \frac{4hx}{3y_0} = \xi_0; \quad 2l - \frac{4hx'}{3y_0} = \xi_0'; \quad \frac{y_0 \xi_0^3}{16hl} = C_0; \quad \frac{y_0 \xi_0'^3}{16hl} = C_0';$$

$$2l - \frac{4hx}{3y_u} = \xi_u; \quad 2l - \frac{4hx'}{3y_u} = \xi_u'; \quad \frac{y_u \xi_u^3}{16hl} = C_u; \quad \frac{y_u \xi_u'^3}{16hl} = C_u';$$

wreszcie przez H_t oznaczymy poziomy rozpór łuku, spowodowany zmianą temperatury o t^0 , a określonej wzorem, który podajemy na końcu niniejszego ustępu.

Gdy oś łuku jest **parabolą**, otrzymamy **momenty gnące **)**:

$$\left. \begin{aligned} M_{0 \min} &= -\frac{gl^2}{2h} c_0 - C_0 p - H_t y_0, \\ M_{0 \max} &= -\frac{gl^2}{2h} c_0 + C_0 p + H_t y_0, \end{aligned} \right\} \text{ dla } x < 2l - \frac{3ly_0}{2h};$$

$$\left. \begin{aligned} M_{0 \min} &= -\frac{gl^2}{2h} c_0 - (C_0 + C_0') p - H_t y_0, \\ M_{0 \max} &= -\frac{gl^2}{2h} c_0 + (C_0 + C_0') p + H_t y_0, \end{aligned} \right\} \text{ dla } x > 2l - \frac{3ly_0}{2h};$$

*) E. Winkler, Theorie der Bogenbrücken, Allgemeine Bauzeitung 1874.

**) Müller-Breslau, Theorie u. Berechnung d. eis. Bogenbrücken; Berlin 1880.

$$\left. \begin{aligned} M_{u \min} &= + \frac{gl^2}{2h} c_u - C_u p - H_t y_u, \\ M_{u \max} &= + \frac{ql^2}{2h} c_u + C_u p + H_t y_u, \end{aligned} \right\} \text{ dla } x < 2l - \frac{3ly_u}{2h};$$

$$\left. \begin{aligned} M_{u \min} &= + \frac{gl^2}{2h} c_u - (C_u + C_u') p - H_t y_u, \\ M_{u \max} &= + \frac{ql^2}{2h} c_u + (C_u + C_u') p + H_t y_u, \end{aligned} \right\} \text{ dla } x > 2l - \frac{3ly_u}{2h}.$$

Jeżeli łuk taki obciążamy szeregiem ciężarów skupionych, to do obliczenia przydatnem będzie uprzednie wykreślenie wpływowych^{*)}, albo też możemy się posilić wzorami poniższymi:

$$M_o = M' - Hy_o = y_o \left(\frac{M'}{y_o} - H \right),$$

$$M_u = M' - Hy_u = y_u \left(\frac{M'}{y_u} - H \right),$$

w których M_o , wzgl. M_u , oznacza moment gnący dla punktu rdzennego o , wzgl. u , dźwigara łukowego (rys. 1149), y_o , wzgl. y_u , rzędne tychże punktów, H rozpór, który wypada oddzielnie obliczyć dla danego łuku, wreszcie M' oznacza moment gnący w zwykłej belce, końcami swobodnie wspartej, a o rozpiętości takiej samej jak łuk, i obciążonej takimże szeregiem ciężarów, mianowicie moment w odległości x od lewej podpory (p. rys. 1149).

Wspomniany już powyżej **rozpór dodatkowy** H_t w łuku, spowodowany podwyższeniem się temperatury łuku o t^o , wyrażamy wzorem:

$$H_t = \frac{15 \alpha E F t}{15 \frac{l^2 - h^2}{l^2 + h^2} + 8 \frac{F}{J} \frac{h^2 l^2}{l^2 - 2h^2}} = \infty \frac{15 \alpha E J t}{8 h^2},$$

w których J oznacza moment bezwładności przekroju względem osi poziomej, α rozszerzalność na 1^o różnicy temperatury, E współczynnik sprężystości, a F , l i h zatrzymują znaczenia powyżej już określone.

b. Łuk kratowiany^{**}).

1. Łuk kratowiany, o dwóch przegubach wezglówiowych, bez przegubu zwornikowego.

1. Pionowe odpory A i B , spowodowane ciężarem pionowym P , będą:

$$A = \frac{Pb}{l} \quad \text{i} \quad B = \frac{Pa}{l}.$$

^{*)} Müller-Breslau, Neuere Methoden der Festigkeitslehre.

^{**}) P. Müller-Breslau, Graphische Statik II. Część I, § 7, 24 i 28. Porównaj też uwagę drugą w odsyłaczu str. 709.

W celu wyznaczenia **rozporu** H , wyliczamy przedwstępnie dla każdego pręta pasowego, którego długość niechaj będzie s_m , wartości:

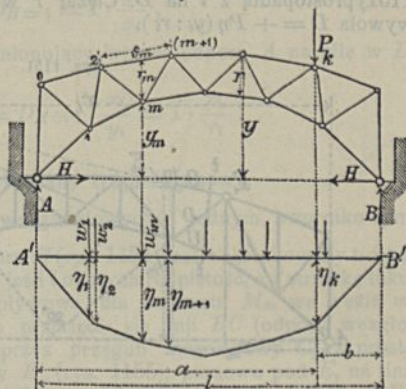
$$w_m = \frac{y_m s_m F_c}{r_m^2 F_m} \quad \text{i}$$

$$z_m = \frac{y_m^2 s_m F_c}{r_m^2 F_m}.$$

Rys. 1150.

We wzorach powyższych oznacza:

- m liczbę porządkową węzła, leżącego naprzeciwko pręta s_m ,
- y_m rzędną tegoż węzła m ,
- r_m prostopadłą z m na s_m ,
- F_m przekrój pręta s_m ,
- F_c dowolny przekrój porównawczy, który najdogodniej obrać równym przekrojowi, najliczniej w prętach zachodzącemu, aby otrzymać jak najwięcej stosunków $F_c : F_m = 1$.



Następnie, uważając owe wielkości $w_1, w_2, \dots, w_m, \dots$ za ciężary obciążające zwykłą belkę o rozpiętości $A'B' = AB$ (rys. 1150), w obydwóch końcach swobodnie podpartą, wykreślamy dla tych ciężarów (jako działających w pionach przez przynależne węzły) wykresową momentów (dolna część rys. 1150), a jej rzędną η_k , pod węzłem obciążonym przez ciężar P , wprowadzamy do poniższego wzoru na **rozpór** łuku:

$$H = P \frac{\eta_k}{\sum z}.$$

Jeżeli α i E oznaczają wartości, określone na str. 710, to równo, mierne w całym łuku **podwyższenie temperatury** o t^0 wywołuje rozpór dodatkowy:

$$H_t = \frac{\alpha E l F_c t}{\sum z}.$$

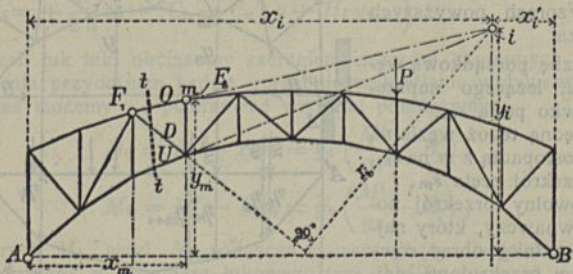
2. Wyznaczywszy rozpór H i jego wpływową (rys. 1152), odcinamy kresę $A'J' = 1 \cdot (x_m : y_m)$, i kreślimy proste $B'J'$ i $A'm'$, a otrzymamy (zakreskowane) **pole wpływowe** M_m , którego mnożnikiem jest $\mu = y_m$. Ciężar P w położeniu oznaczonym w rys. 1151 wywoła moment:

$$M_m = - P \eta y_m.$$

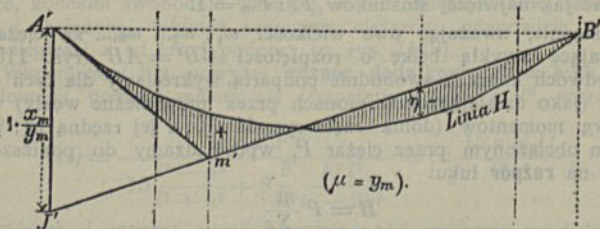
Aby otrzymać wpływową D (rys. 1153), t. j. wpływową siły w przekątniku D (rys. 1151), przecinamy m -te pole po linii tt , wyznaczamy punkt i , jako przecięcie się prętów pasowych O i U , a w rys. 1153 odcinamy kresę $A'J' = 1 \cdot (x_i : y_i)$, na pionie pod A' (x_i i y_i są współrzędnymi punktu i podług rys. 1151); kreślimy pro-

prostą $B'J'$, a przez jej punkt i' , leżący pionowo pod i , kreślimy prostą $A'i'J''$, wreszcie prostą L_1L_2 , znamionującą pole przecięte F_1L_2 . Mnożnikiem wpływowej D jest $\mu = (y_i : r_i)$, a r_i oznacza (podł. rys. 1151) prostopadłą z i na D . Ciężar P w położeniu, podł. rys. 1153, wywoła $D = + P\eta$ ($y_i : r_i$).

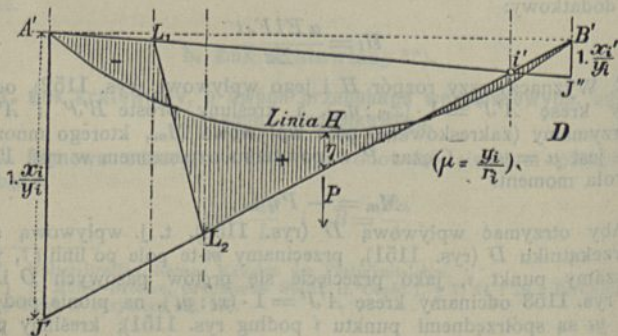
Rys. 1151.



Rys. 1152.



Rys. 1153.



Ponieważ sam zarys prętów łuku daje nam bezpośrednio wartości x_i , y_i , oraz r_i , więc do określenia siły w przekątniku D , ze znanego rozporu H , przydatnym może być związek:

$$D_{H=1} = 1 \cdot \frac{y_i}{r_i},$$

a następnie i związek, znamionujący wpływ odporu A na siłę w D , mianowicie:

$$D_{A=1} = D_{H=1} \cdot \frac{x_i}{y_i} = 1 \cdot \frac{x_i}{r_i}.$$

2. Łuk kratowiany trójprzegubowy,

t. j. o dwóch przegubach wezłowiowych i jednym zwornikowym.

Polem wpływowym rozporu H (rys. 1154) jest zakreskowany trójkąt ACB o wysokości $1 \cdot (l : 4f)$, jeśli l oznacza rozpiętość, a f strzałkę łuku.

Aby otrzymać pole wpływowe dla momentu M_m we węzle m , wyznaczamy punkt E , jako przecięcie się linii BC (odporu wezłowiowego, przechodzącego przez przegub zwornikowy C) z prostą Am , następnie punkt zerowy E' (rys. 1155), pionowo pod E , na linii zerowej $A'B'$. Odcinamy $A'J' = x_m$ i kreślimy proste $J'E'C'$, $C'B'$, $A'm'$, przyczem C' leży pionowo pod C , a m' pionowo pod m , obydwie zaś te punkty leżą na prostej $J'E'$. Pole zakreskowane jest polem wpływowym momentu M_m . Część tego pola, na lewo od E' , odpowiada zupełnie polu M_m dla belki o rozpiętości $A'E'$, końcami swobodnie podpartej. Ze znanej wartości M_m oznaczamy:

$$U_{m+1} = + \frac{M_m}{h_m \cos \gamma_{m+1}}.$$

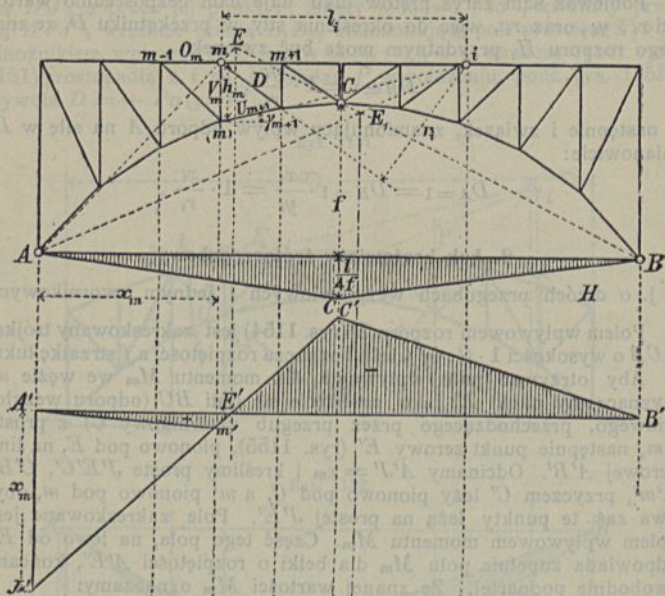
Podobnie wyznacza się pole wpływowe momentu gnącego $M_{(m)}$ dla węzła (m) dolnego pasa, a pole to służy do wyznaczenia:

$$O_m = - \frac{M_{(m)}}{h_m}.$$

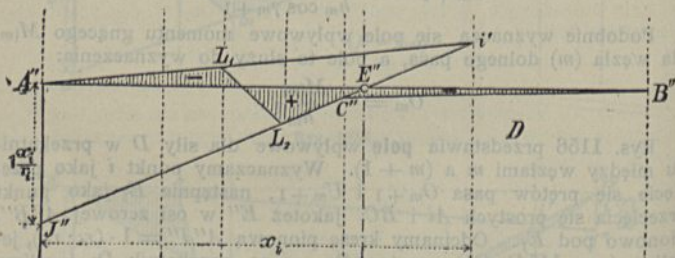
Rys. 1156 przedstawia pole wpływowe dla siły D w przekątniku między węzłami m a $(m+1)$. Wyznaczamy punkt i jako przecięcie się prętów pasa O_{m+1} i U_{m+1} , następnie E_1 jako punkt przecięcia się prostych A_i i BC ; jakoteż E'' w osi zerowej $A''B''$, pionowo pod E_1 . Odcinamy kresę pionową $A''J'' = 1 \cdot (x_i : r_i)$, jeżeli r_i (rys. 1154) jest prostopadłą z i na przekątnik D ; kreślimy $J''E''$ aż do punktu i' , leżącego pionowo pod i , oraz łączymy i' z A'' . Pionowo pod C otrzymujemy na $J''E''$ punkt C'' , a pionowo pod $(m+1)$ punkt L_2 . Podobnie pionowo pod m na $A''i'$ punkt L_1 , poczem kreślimy proste $B''C''$, oraz L_1L_2 .

W podobny sposób otrzymujemy pole wpływowe siły V_m (rys. 1157). Punkt i oznacza w rys. 1154 przecięcie się prętów O_m i U_{m+1} , który to punkt przy zastosowaniu prostego pasa górnego, jest równocześnie punktem przecięcia się O_{m+1} i U_{m+1} . W rys. 1157 kresa pionowa $A''J'' = 1 \cdot (x_i : l_i)$, a l_i , podł. rys. 1154, jest prostopadłą z punktu i na V_m .

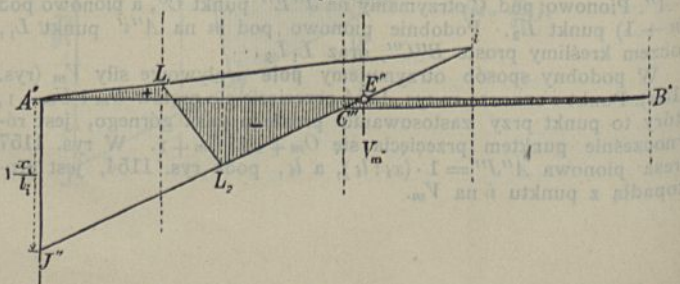
Rys. 1154 i 1155.



Rys. 1156.



Rys. 1157.



C. Kratowie przestrzenne *).

a. Kratowie graniastąsłupowe gazięńca.

W krawędziach graniastąsłupa foremego stoją słupy, łączące się z sąsiednimi za pośrednictwem wykratowników. W pośrodku między każdą parą słupów sąsiednich przytwierdza się do wykratowników prowadnica pionowa, obecnie najczęściej z ceownika, śród którego pasów toczą się krążki przewodnicze, przytwierdzone do dzwonu z blachy żelaznej, a o postaci walca pionowego. Osie tych krążków leżą w kierunku promieni dzwonu, a więc naciski krążków na pasy przewodnic kierują się po stycznej do walca dzwonowego.

Jeżeli, zgodnie z rys. 1158 i 1159, oznaczymy przez:

H całkowity napór wiatru, działający na wierzchni wieńiec kratowia,

Z_m siłę w m ym pręcie wierzchniego wieńca,

β_m kąt, jaki tworzy prostopadła do Z_m z osią symetrii AB ,

$2n$ ilość słupów kratowia,

φ kąt pochyłości przekątnika względem pręta wieńcowego i jeżeli założymy nadto, że sztywna czasza dzwonu przenosi cały napór H na kratowie, to otrzymamy wzór:

$$Z_m = \frac{H}{n} \sin \beta_m (1)$$

Siły w prętach wieńcowych (T) i w przekątnikach (D) będą liczebnie największe w ścianach równoległych do kierunku wiatru, a zatem:

$$T_{\min} = - \frac{H}{n} (2)$$

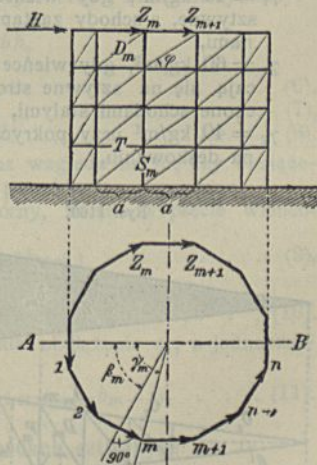
$$D_{\max} = \frac{H}{n} \sec \varphi_m (3)$$

Stosując znakowanie, wpisane w rys. 1158 i 1159, oraz $E = \gamma_m - \beta_m$, e odstęp poziomu T od posady, x zaś od naporu H_1 , otrzymamy siłę S_m w słupie, wywołaną przez Z_m i Z_{m+1} , ze wzoru:

$$S_m = \frac{1}{a} [Z_{m+1} \cdot x - Z_m (x + e)],$$

a po podstawieniu wartości na Z i po uporządkowaniu:

Rys. 1158 i 1159.



* Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1898, Müller-Breslau, Przyczynek do teorii dachów kopułowych i wieżowych.

$$S_m = \frac{H}{n \cdot r} \left[\left(x + \frac{e}{2} \right) \cos \gamma_m - \frac{e}{2} \operatorname{ctg} \varepsilon \sin \gamma_m \right].$$

Siła ta staje się największą, gdy dopełnimy warunku:

$$-\left(x + \frac{e}{2} \right) \sin \gamma_m - \frac{e}{2} \operatorname{ctg} \varepsilon \cos \gamma_m = 0,$$

a więc gdy:

$$\operatorname{tg} \gamma_m = -\frac{e}{2x + e} \operatorname{ctg} \varepsilon;$$

największy nacisk w słupie będzie zatem:

$$-S_m = \frac{H}{nr} \left(x + \frac{e}{2} \right) \sqrt{1 + \left(\frac{e}{2x + e} \right)^2 \operatorname{ctg}^2 \varepsilon} \quad (4).$$

b. Dachy wieżowe.

1. Część ogólna.

a. Wpływ wagi własnej.

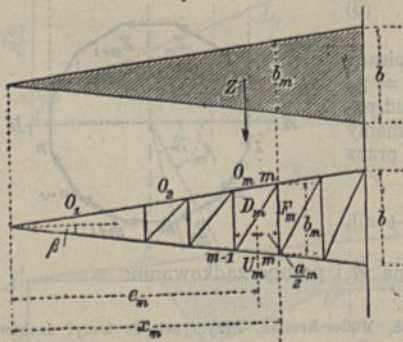
Założymy, że waga własna całego kratowia dachowego rozkłada się równomiernie na całą powierzchnię połąci dachowej, i oznaczymy wagę tę na 1 m² połąci przez γ_1 , a wagę kryćby na 1 m² przez γ_2 . Wagi te można liczyć średnio:

$\gamma_1 = 45 \text{ kg/m}^2$, gdy wieńce są mniej sztywne, a schody zastąpione drabiniami,

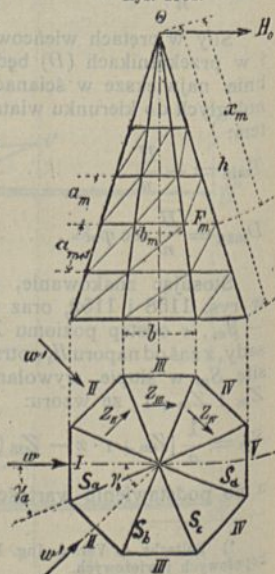
$\gamma_1 = 60 \text{ kg/m}^2$, gdy wieńce wykształcają się na sztywne stropy, połączone schodami stałymi,

$\gamma_2 = 40 \text{ kg/m}^2$ przy pokryciu miedzią na deskowaniu,

Rys. 1160.



Rys. 1161.



$\gamma_2 = 80 \text{ kg/m}^2$ przy pokryciu łupkiem na deskowaniu.

Jeżeli następnie oznaczymy przez h wysokość trójkąta połaci dachowej, a przez b jej dolną szerokość, to, zakładając układ ośmio-kątny w planie (rys. 1161), otrzymamy wagę wierzchniego kawałka dachu, aż do m go wieńca (przy pochyłej wysokości x_m przynależnych kawałków połaci, mierzonej od wierzchołka), ze wzoru:

$$G_m = 4 (\gamma_1 + \gamma_2) \frac{b}{h} x_m^2.$$

Waga ta wywołuje w najniższym przekroju m go pola w przybliżeniu nacisk w krawężniku:

$$S_m = -\frac{1}{8} G_m \quad \dots \quad (5).$$

β . Wpływ parcia wiatru.

Zakładamy, że parcie wiatru działa poziomo, a oznaczymy to parcie na jednostkę powierzchni w połaci I (rys. 1161) przez ω

w kg, a w połaci II przez $\omega' = \frac{\omega}{2}$ kg.

Największe parcie wiatru bywa u nas 150 do 250 kg/m², w zależności od położenia budynku.

Kratowie brogowate obliczamy, uważając połacie trójkątne za belki obciążone równomiernie, a osadzone w dolnym końcu.

Oznaczając przez z obciążenie, przypadające na jednostkę powierzchni, i zatrzymując znakowania rys. 1160 i 1161, otrzymamy: obciążenie całkowite belki:

$$Z = \frac{1}{2} z b h,$$

a siły w prętach:

$$O_m = +\frac{1}{6} z x_m^2 m - 1 \quad \dots \quad (6),$$

$$U_m = -\frac{1}{6} z x_m^2 m \quad \dots \quad (7),$$

$$D_m = +\frac{1}{3} z e m d_m \quad \dots \quad (8).$$

Wzory te zatrzymują swą ważność bez względu na to, czy obciążenie działa na pas górny, czy też na pas dolny.

Jeżeli obciążenie działa na pas górny, to siła w przecie wieńcowym będzie:

$$F'_m = -\frac{1}{3} z e m + 1 b m + 1 \quad \dots \quad (9),$$

a jeżeli na pas dolny, to:

$$F_m = -\frac{1}{3} z e m b m - 1 \quad \dots \quad (10).$$

Wreszcie, jeżeli w pasie górnym działa obciążenie z_0 , a jednocześnie w dolnym obciążenie z_u , to:

$$F_m = -\frac{1}{3} (z_0 e m + 1 b m + 1 - z_u e m b m - 1) \quad \dots \quad (11).$$

2. Dachy wieżowe, o wieńcach sztywnych.

(Por. rys. 1161).

Obliczenie przeprowadzimy w założeniu, że każdy poziomy wieńiec dachu jest tak sztywny, iż można zaniedbać jego odkształcenie, a więc iż jest on, np. pełnym, sztywnym stropem.

Jeżeli przez z oznaczymy obciążenie połaci III, wynikające z parcia wiatru na cały dach, to także obciążenie połaci II i IV będzie:

$$z' = z \sin 45^\circ \dots \dots \dots (12),$$

a ponieważ nadto:

$$z + 2z' \sin 45^\circ = \frac{\omega}{2} + \omega' \sin 45^\circ, \text{ więc}$$

$$\left. \begin{aligned} z &= 0,4268 \omega \\ z' &= 0,3018 \omega \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (13):$$

Obliczenia powyższe dają dobre wyniki jedynie wtenczas, gdy wszystkie wieńce są dostatecznie sztywne (np. wypełnione stropami), aby je mógł uważać za płyty istotnie sztywne, w przeciwnym razie należy stosować sposób obliczenia, podany poniżej pod 3.

Największe siły w przekątnikach powstają w połaciach III, a otrzymamy je podług wzoru (8), po podstawieniu wartości na z , a więc:

$$D_m = 0,142 \omega e_m d_m \dots \dots \dots (14).$$

Największe siły w krawężnikach (krokwiach) pojawią się między połacią I i II, wzgl. między IV i V. Podstawiając we wzory (6) i (7) wartość $z' = 0,3018 \omega$, otrzymamy siły te, a mianowicie:

$$S_{\max} = + 0,05 \omega x_m^2 - 1 \dots \dots \dots (15)$$

$$S_{\min} = - 0,05 \omega x_m^2 \dots \dots \dots (16).$$

Ten sam wynik otrzymamy, jeżeli przeprowadzimy obliczenie w ten sposób, że cały ostrosłup uważać będziemy za jedną belkę, dolnym końcem osadzoną*). Przy takim założeniu w odległości x_m od wierzchołka otrzymamy największą siłę w krawężniku:

$$S_m = \pm 0,05 \omega x_m^2 \dots \dots \dots (17).$$

Do sił powyższych należy dodać siły, powstające pod wpływem wagi własnej dachu (podane pod α), oraz pod wpływem parcia wiatru na nasadę śpica wieżowego.

3. Dachy wieżowe, o wieńcach nieusztywnionych.

W celu obliczenia D_{\max} i F'_{\max} pomyślmy sobie, iż w rys. 1161 usunęliśmy zupełnie połac V i dwie połacie IV, i że pozostałe połacie, uważane za belki, dołem osadzone, podlegają obciążeniom z_0 w pasach górnych, a z_u w dolnych. Natenczas otrzymamy poniższe wartości tych obciążeń:

$$\text{w połaci I: } z_0 = \frac{1}{2} \omega + \frac{1}{2} \omega' \sqrt{2} = \frac{1}{2} \omega + \frac{1}{4} \omega \sqrt{2} = z_u \dots (18),$$

$$\text{„ II: } z_0 = \frac{1}{2} \omega \sqrt{2} + \frac{1}{2} \omega' = \frac{1}{2} \omega \sqrt{2} + \frac{1}{4} \omega$$

$$z_u = \frac{1}{2} \omega' = \frac{1}{4} \omega, \text{ a zatem}$$

$$z_{II} = z_0 - z_u = \frac{1}{2} \omega \sqrt{2} \dots \dots \dots (19),$$

*) Breymann, Baukonstruktionslehre, T. 3.

w połaci III:

$$z_0 = 1/2 \omega' \sqrt{2} = 1/4 \omega \sqrt{2},$$

$$z_u = 0, \text{ a zatem}$$

$$z_{III} = 1/2 \omega' \sqrt{2} = 1/4 \omega \sqrt{2} \dots \dots \dots (20).$$

Połąc I nie działa jako belka: całe parcie wiatru znoszą zatem połącze II i III, z których bardziej obciążoną jest połać II. Wprowadzając wartość tego obciążenia: $z_{II} = 1/2 \omega \sqrt{2}$ we wzór (8), otrzymamy:

$$D_m = 1/6 \omega e_m d_m \sqrt{2}, \text{ czyli}$$

$$D_m = \infty 0,232 \omega e_m d_m \dots \dots \dots (21).$$

Podstawiając podobnie we wzór (11) wartości z_0 i z_u , podane powyżej dla połąc II, otrzymamy:

$$I'_m = -1/3 \omega [(1/2 \sqrt{2} + 1/4) e_m + 1 b_m + 1 - 1/4 e_m b_m - 1], \text{ czyli}$$

$$I'_m = \infty - 0,08 \omega (4 e_m + 1 b_m + 1 - e_m b_m - 1) \dots \dots \dots (22).$$

W sposób podobny, przez wprowadzenie właściwych podstawień zamiast wartości z we wzory (6) i (7), otrzymamy siły S_a , S_b i S_c (p. rys. 1161), działające w krawężnikach, a mianowicie:

$$\left. \begin{aligned} S_{am} &= + \frac{\omega \sqrt{2}}{12} x_m^2 - 1 \dots \dots \dots (a), \\ S_{bm} &= - \frac{\omega \sqrt{2}}{12} (x_m^2 - 1/2 x_m^2 - 1) \dots \dots \dots (b), \\ S_{cm} &= - \frac{\omega \sqrt{2}}{12} \frac{x_m^2}{2} \dots \dots \dots (c), \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (23).$$

Największa i najmniejsza siła w krawężniku będzie zatem:

$$S_{m \max} = + \frac{\omega \sqrt{2}}{12} x_m^2 - 1 = + 0,118 \omega x_m^2 - 1 \text{ (podł. wzoru a),}$$

$$S_{m \min} = - \frac{\omega \sqrt{2}}{24} x_m^2 = - 0,059 \omega x_m^2 \text{ (podług wzoru c),}$$

lecz tylko gdy $x_m > \beta h$, dla mniejszych bowiem wartości x_m otrzymamy siłę najmniejszą podług wzoru (b), np. dla najwyższego pola, w którym $x_{m-1} = 0$, będzie:

$$S'_{1 \min} = - \frac{\omega \sqrt{2}}{12} x_1^2 = - 0,118 \omega x_1^2,$$

a więc liczebnie dwa razy większa niż podług wzoru (c). Wartość ułamka β , określającego granicę, przy której wzory (b) i (c) dałyby jednakowe wyniki na siły najmniejsze, zależy od rozstawienia wieńców, czyli od podziału połąc na pola, zazwyczaj wartość ta bywa nieco mniejsza od 0,5.

Jeżeli zadawałamy się tymi wynikami, zaniedbującymi spóldzia-
łanie połąc IV i V, możemy w zamian stosować wyższe naprężenia bezpieczne, np. 1600 kg/cm² dla żelaza.

Możemy jednak obliczać dachy te dokładniej, wprowadzając do otrzymanych powyżej wyników pewne poprawki, uwzględniające owo spóldziałanie połąci IV i V. W tym celu oznaczymy przez A_0 i A_u przekroje krawężnika (krokwi) w najwyższym i najniższym polu, t. j. dla $x=0$ i $x=h$, przez μ zaś ilość określoną wzorem:

$$\mu = \left(\frac{A_0}{A_u - A_0} \right)^2 + \frac{0,5 - \frac{A_0}{A_u - A_0}}{\ln \frac{A_u}{A_0}} \dots \quad (24),$$

a otrzymamy wzory powyższe z pożądanymi poprawkami:

$$\left. \begin{aligned} (a): \quad S_m &= + \frac{\omega \sqrt{2}}{12} x_m^2 - 1 && - 0,0676 \omega h^2 \mu \\ (b): \quad S_m &= - \frac{\omega \sqrt{2}}{12} (x_m^2 - \frac{1}{2} x_m^2 - 1) + 0,0897 \omega h^2 \mu \\ (c): \quad S_m &= - \frac{\omega \sqrt{2}}{12} \frac{1}{2} x_m^2 && + 0,0381 \omega h^2 \mu \\ (d): \quad S_m &= 0 && - 0,0503 \omega h^2 \mu \end{aligned} \right\} \quad (25),$$

W ogólności można liczyć wartość $\mu = \frac{1}{4}$ do $\frac{1}{5}$. Dla $\mu = \frac{1}{4}$ wypada $A_u = 3 A_0$.

Z wzorów powyższych otrzymamy siły działające na poduszkę krawężnika (krokwi), licząc, że $x_m = h = x_m - 1$, a zakładając nadto $\mu = \frac{1}{4}$, otrzymamy podług wzorów (25):

$$S_{\max} = 0,10 \omega h^2 \dots \dots \dots (26),$$

$$S_{\min} = - 0,05 \omega h^2 \dots \dots \dots (27);$$

wzór (26) daje nam największą siłę ciągnącą w przyciągach, a wzór (27) największy nacisk na poduszkę.

Ponieważ w zastosowaniu pręty pierścieniowe spaja się sztywnymi złączeniami na nity, więc założenie powyższe o wieńcach, złożonych z prętów, któreby się przyłączały zupełnie przegubowo, nie jest zgodne z rzeczywistością. Lepiej zatem będzie nie uwzględniać owych poprawek, wynikających ze statycznej niewyznaczalności ustroju, lecz jak już wspomniano, stosować prostsze wzory (23) i większe naprężenia bezpieczne.

c. Kopuły kratowiane.

Obliczenie na ciężary pionowe *).

Kratowie kopuliste składa się w zasadzie z trzech rodzajów prętów, t. j. krokwi, wieńców i przekątników. W kierunku południków leżą **krokwie**, a w kierunku równoleżników **wieńce**; dwa te rodzaje

* J. W. Schwedler: Die Konstruktion der Kuppeldächer (11 tabl. z opisem), 2 wydanie; Berlin, Wilh. Ernst & Sohn. — Obliczenie na siły pochyłe (parcie wiatru), Müller-Breslau, w Centralbl. d. Bauverw. 1891 i 1892, jakoteż w Zeitschr. d. Verein d. Ing. 1898.

prętów, przecinając się ze sobą, wytwarzają pola trapezowate, a w każdym takim polu krzyżują się ze sobą dwa przekątniki.

Gdyby obciążenie kopuły foremnej było ze wszech miar symetryczne, przekątniki byłyby teoretycznie zbyteczne. Ponieważ jednak obciążenia bywają niesymetryczne, więc owe pola trapezowate mogłyby zmienić swą postać pod wpływem takich obciążeń, a przekątniki mają właśnie zapobiedz zmianom postaci tych trapezów.

Nacisk w krokwiach będzie największy, gdy na kopułę działa obciążenie całkowite.

Siła ciągnąca we wieńcu będzie największa, gdy obciążymy całkowicie całą część kopuły wśród wieńca leżącą, nieobciążając części pozostałej, i tego pasa kopuły, którego obciążenie przenosi się wprost na ów wieńiec. Przy odwrotnym rozłożeniu obciążenia, otrzymamy we wieńcu najmniejszą siłę ciągnącą, względnie największy w niej nacisk.

Niechaj w ustroju kopuły, przedstawionej w rys. 1162 oznacza:

n ilość krokwi,

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ kąty pochyłości prętów krokwi, względem poziomu,

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ kąty, zawarte między przekątnikiem a prętem krokwiowym,

P_1, P_2, P_3, P_4 wagi własne całych pasów

kopuły, przyczem P_1 liczono wraz z ciężarem naddasza (latarni), Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 obciążenia całkowite tychże pasów, wraz z ich wagą własną,

D_1, D_2, D_3, D_4 naciski w prętach krokwi,

T_1, T_2, T_3, T_4, T_5 siły w prętach wieńcowych,

N_1, N_2, N_3, N_4 siły w przekątnikach,

a będzie:

$$D_1 = \frac{Q_1}{n \sin \alpha_1};$$

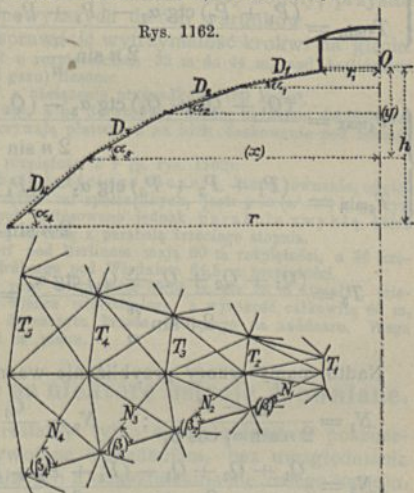
$$D_3 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{n \sin \alpha_3};$$

$$D_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{n \sin \alpha_2};$$

$$D_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{n \sin \alpha_4}.$$

$$T_1 = - \frac{Q_1 \operatorname{ctg} \alpha_1}{2 n \sin \frac{\pi}{n}} = - \frac{D_1 \cos \alpha_1}{2 \sin \frac{\pi}{n}} \quad (\text{wieńiec naddasza}).$$

Rys. 1162.



$$\left\{ \begin{aligned} T_{2\max} &= \frac{Q_1 \operatorname{ctg} \alpha_1 - (Q_1 + P_2) \operatorname{ctg} \alpha_2}{2n \sin \frac{\pi}{n}}; \\ T_{2\min} &= \frac{P_1 \operatorname{ctg} \alpha_1 - (P_1 + Q_2) \operatorname{ctg} \alpha_2}{2n \sin \frac{\pi}{n}}. \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} T_{3\max} &= \frac{(Q_1 + Q_2) \operatorname{ctg} \alpha_2 - (Q_1 + Q_2 + P_3) \operatorname{ctg} \alpha_3}{2n \sin \frac{\pi}{n}}; \\ T_{3\min} &= \frac{(P_1 + P_2) \operatorname{ctg} \alpha_2 - (P_1 + P_2 + Q_3) \operatorname{ctg} \alpha_3}{2n \sin \frac{\pi}{n}}. \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} T_{4\max} &= \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3) \operatorname{ctg} \alpha_3 - (Q_1 + Q_2 + Q_3 + P_4) \operatorname{ctg} \alpha_4}{2n \sin \frac{\pi}{n}}; \\ T_{4\min} &= \frac{(P_1 + P_2 + P_3) \operatorname{ctg} \alpha_3 - (P_1 + P_2 + P_3 + Q_4) \operatorname{ctg} \alpha_4}{2n \sin \frac{\pi}{n}}. \end{aligned} \right.$$

$$T_5 = \frac{(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) \operatorname{ctg} \alpha_4}{2n \sin \frac{\pi}{n}} = \frac{D_4 \cos \alpha_4}{2 \sin \frac{\pi}{n}} \quad (\text{wieniec podstawowy}).$$

Nadto mamy wzory przybliżenie ważne:

$$N_1 = \frac{Q_1 - P_1}{2n \sin \alpha_1 \cos \beta_1}; \quad N_2 = \frac{Q_1 + Q_2 - (P_1 + P_2)}{2n \sin \alpha_2 \cos \beta_2};$$

$$N_3 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 - (P_1 + P_2 + P_3)}{2n \sin \alpha_3 \cos \beta_3};$$

$$N_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 - (P_1 + P_2 + P_3 + P_4)}{2n \sin \alpha_4 \cos \beta_4}.$$

We wzorach powyższych dodatnie wyniki T i N będą siłami rozciągającymi, a ujemne ściskającymi.

Jeżeli **crokowie** mają podlegać jednakowym naciskom na całej swej rozciągłości, to należy dopełnić warunku:

$$D_1 = D_2 = D_3 = D_4 = D,$$

a w tym celu należy krokwiom nadać kształt właściwy, określony kątami pochylenia α , podług wzorów:

$$\sin \alpha_1 = \frac{Q_1}{nD}; \quad \sin \alpha_3 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{nD};$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{Q_1 + Q_2}{nD}; \quad \sin \alpha_4 = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}{nD}.$$

Jeżeli średnia wartość sił we wieńcach ma się równać zeru, to należy dopełnić warunku:

$$T_{\max} + T_{\min} = 0,$$

z którego wynikają kąty pochyłości prętów krokwiowych, np.:

$$\operatorname{ctg} \alpha_2 = \operatorname{ctg} \alpha_1 \frac{P_1 + Q_1}{P_1 + Q_1 + P_2 + Q_2} \text{ i t. d.}$$

W obydwóch przypadkach obliczamy kąt pochyłości pręta następnego z kąta pochyłości pręta poprzedniego. Założywszy zatem jeden z tych kątów, możemy oznaczyć kształt całej kopuły, przystosowując się do jednego z powyższych dwóch warunków.

Pozatem wypada jeszcze sprawdzić wytrzymałość krokwi na gięcie.

Uwaga. W obliczeniach kopuł o rozpiętościach 32 m do 44 m, nad berlińskimi gazienicami (budynkami na zbiorniki gazu) liczone:

wagę własną 70 kg/m^2 , a obciążenie przypadkowe 100 kg/m^2 .

Ustroje te mają po 4 do 5 wieńcy, a po 24 krokwi; wieńce są zatem dwudziestoczworokątami; na kratowiu tem spoczywają płatwy, a na nich deskowanie pod tekturą smołowcową.

Strzałka h równa się $\frac{1}{8}$ do $\frac{1}{6}$ rozpiętości $2r$ (p. rys. 1162).

Przekroje tych kopuł są parabolą trzeciego stopnia, której równanie, odniesione do jej wierzchołka jako początku osi współrzędnych, jest: $y = (x^3 : r^3) h$ (p. rys. 1162). Do środkowej części kopuł zastosowano jednak parabolę zwykłą, która w punktach przejściowych ma wspólną styczną z parabolą trzeciego stopnia.

Nowsze kopuły w Schmargendorf pod Berlinem mają 60 m rozpiętości, a 36 krokwi; kopuła zaś nad gazienicem w Erdbergu pod Wiedniem 64,5 m rozpiętości.

Kopuła nad tunelem w Berlinie, przy rozpiętości 35,65 m, ma 23 m strzałki, mierzonej od wieńca podstawowego do wieńca wierzchniego, a wysokość całkowitą 60 m, mierzoną od wieńca podstawowego do szczytu krzyża, stojącego na naddaszu. Waga własna (bez naddasza) $90,5 \text{ kg}$ na 1 m^2 planu.

D. Wzory przybliżone na niektóre ustroje drewniane.

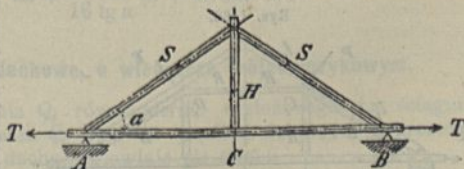
Wzorami poniższymi określamy tylko siły **poosiowe** w poszczególnych prętach ustroju, wywołane obciążeniem, bez uwzględnienia naprężeń ubocznych, wynikających z odkształcania się całego ustroju.

1. Wieszary i rozpornice.

(p. str. 192).

1. **Wieszar jednoręczny** (rys. 1163). Zakładamy, że ściągnicę AB obciążamy równomiernym obciążeniem Q , że końce jej spoczywają swobodnie (nie są osadzone), i że storczyk połowi jej rozpiętość w punkcie C , a natenczas ważne będą wzory:

Rys. 1163.

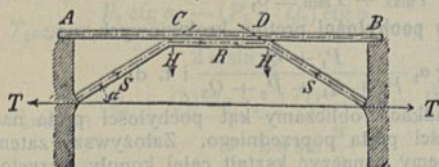


$$H = + \frac{5}{8} Q;$$

$$S = - \frac{5}{16} \frac{Q}{\sin \alpha}; \quad T = + \frac{5}{16} \frac{Q}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Gdy obciążenie Q , równomiernie rozłożone na AB , zastąpimy ciężarem P , skupionym pod storczykiem, natenczas we wzory powyższe należy wprowadzić P zamiast $\frac{1}{30} Q$.

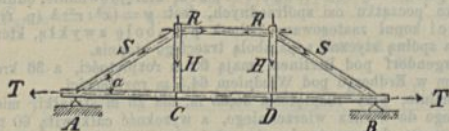
Rys. 1164.



2. Rozpornica zwykła. Jeżeli w rys. 1164, przedstawiającym rozpornicę z rozporą, doprowadzimy rozporę do zaniku, a więc długość jej do zera, to łby C i D zastrzałów zetkną się ze sobą bezpośrednio, a prostszy taki ustrój zwiemy rozpornicą zwykłą. Stosują się do niej wzory, podane powyżej pod 1. dla wieszarów jednostorczykowych.

3. Wieszar dwustorczykowy (rys. 1165). Zakładając znów, że obciążenie Q jest równomiernie rozłożone na ściągnicy AB , jako też że $AC = CD = DB$, otrzymamy:

Rys. 1165.



$$H = + \frac{11}{30} Q;$$

$$S = - \frac{11}{30} \frac{Q}{\sin \alpha};$$

$$R = - T = - \frac{11}{30} \operatorname{tg} \alpha.$$

Gdy obciążenie Q , równomiernie rozłożone na ściągnicy AB , zastąpimy dwoma ciężarami $\frac{1}{2} P$, skupionymi pod storczykami, natenczas we wzorach powyższych zamiast wartości $\frac{11}{30} Q$ należy podstawić $\frac{1}{2} P$.

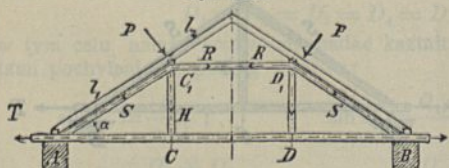
Gdy obciążamy wieszar taki niesymetrycznie, wypada usztywnić środkowe jego pole prostokątne przez dodanie przekątników, a ustrój tak obciążony obliczać sposobem podanym na str. 684 i n.

4. Rozpornica z rozporą (rys. 1164) oblicza się podług wzorów, podanych powyżej pod 3. dla wieszara dwustorczykowego.

2. Dach płatowy.

Jeżeli założymy, że, oprócz obciążenia Q , rozłożonego równomiernie na ściągnicę AB , działają jeszcze w punktach C_1 i D_1 (rys. 1166) dwie siły P ,

Rys. 1166.



skierowane prostopadle do powierzchni dachu, a przedstawiające nacisk płatów, które obciążenia krokwi przenoszą na te punkty, to siły w prętach wieszara otrzymamy ze wzorów:

$$H = + \frac{11}{30} Q; \quad S = - \frac{1}{\sin \alpha} \left(\frac{11}{30} Q + P \cos \alpha \right);$$

$$R = - T = - \frac{1}{\sin \alpha} \left(\frac{11}{30} Q \cos \alpha + P \right).$$

Krokwie należy liczyć jako belki ciągłe, dwuprzęsłowe, o rozpiętościach l_1 i l_2 , a równomiernie obciążone. Jeżeli nadto założymy, że na n krokwi, obciążających daną połówkę wieszara, przypada w ich przęsłach l_1 całkowite obciążenie P_1 , czyli na każdą krokiew $P_1 : n$, a w ich przęsłach l_2 obciążenie całkowite P_2 , czyli na każdą krokiew $P_2 : n$, to siłę P otrzymamy ze wzoru:

$$P = \frac{P_1 l_1 (4l_2 + l_1) + P_2 l_2 (4l_1 + l_2)}{8l_1 l_2}.$$

Natomiast gdy Q_s oznacza obciążenie równomierne całej połówki wieszara dachowego, które działa prostopadłe na powierzchnię dachu i gdy $l_1 = l_2$, natenczas będzie $P = \frac{5}{8} Q_s$.

Jeżeli ciężary P (rys. 1166) działają nie prostopadłe do powierzchni dachu, lecz pionowo, a więc równoległe do osi storczyków, to siły w prętach będą:

$$H = + \frac{11}{30} Q; \quad S = - \frac{1}{\sin \alpha} \left(\frac{11}{30} Q + P \right); \quad R = - T = - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} \left(\frac{11}{30} Q + P \right).$$

3. Dach jętkowy (p. str. 170).

Jeżeli przez Q'_s (rys. 1167) oznaczmy pionowe obciążenie połówki wieszara, to siły, w nim działające, będą:

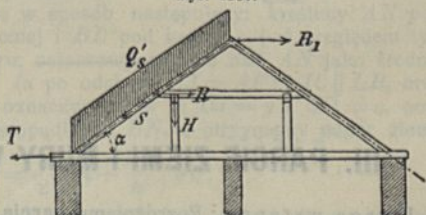
$$R_1 = - \frac{3}{16} \frac{Q'_s}{\operatorname{tg} \alpha};$$

$$R = - \frac{5}{16} Q'_s \sin 2\alpha;$$

$$H = + \frac{5}{8} Q'_s \cos^2 \alpha; \quad S = - \frac{1}{16} \frac{Q'_s}{\sin \alpha} (3 + 10 \sin^2 \alpha);$$

$$T = + \frac{1}{16} \frac{Q'_s}{\operatorname{tg} \alpha} (3 + 10 \sin^2 \alpha).$$

Rys. 1167.



4. Włazary dachowe, o wieszarze trójstorczykowym.

Wskutek obciążenia Q , równomiernie rozłożonego na ściągnicy (rys. 1168), i obciążenia Q_s połówki wieszara, działających prostopadłe na powierzchnię dachu, pojawiają się siły:

$$H_1 = + \frac{13}{56} Q; \quad H_2 = + \frac{2}{7} Q;$$

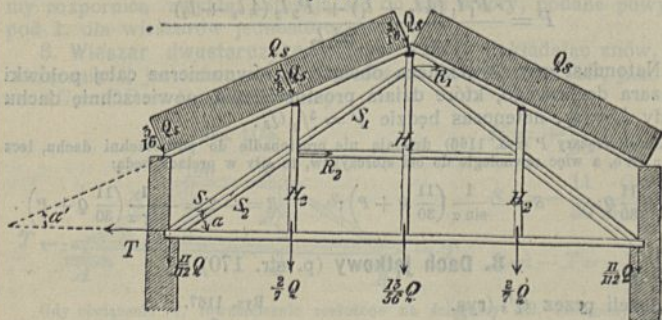
$$S_1 = -\frac{1}{112 \sin \alpha} (21 Q_s \cos \alpha' + 13 Q); \quad S_2 = -\frac{1}{56 \sin \alpha} (35 Q_s \cos \alpha' + 16 Q);$$

$$R_2 = -\frac{1}{56 \operatorname{tg} \alpha} (35 Q_s \cos \alpha' + 16 Q);$$

$$S = S_1 + S_2 = -\frac{1}{112 \sin \alpha} (91 Q_s \cos \alpha' + 45 Q);$$

$$T = +\frac{1}{112 \operatorname{tg} \alpha} (91 Q_s \cos \alpha' + 45 Q).$$

Rys. 1168.



III. PARCIE ZIEMI I MURY WSPORCZE.

Uwaga wstępna. Rozróżniamy **parcie ziemi czynne** i **bierne**. Ziemia prze na daną powierzchnię muru wsporczego czynnie, gdy jej napór ma dążność do wywrócenia tegoż muru. Bierne parcie ziemi występuje natomiast, gdy ziemia **odpiera** napór na nią wywierany, np. od rozporu sklepienia pochodzący. Siłę, wynikającą z czynnego parcia ziemi, zwiemy **naporem ziemi**, a wynikającą z jej parcia biernego **odporem ziemi**. Odpór ziemi jest zawsze większy od jej naporu, a tylko w cieczach doskonałych napór i odpór są nawzajem sobie równe.

a. Wielkość naporu ziemi.

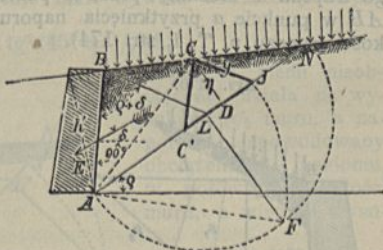
Założenia: 1) wytwarzanie się powierzchni osuwowej; 2) uwzględnienie tarcia między powierzchnią muru a ziemią; 3) zaniedbanie wpływu spistości ziemi.

Oznaczać będziemy przez (rys. 1169):

- E napór ziemi na mur wsporczy długości 1 m, w t/m,
- p obciążenie naziomu, liczone na jego rzut poziomy, w t/m²,
- γ_e ciężkość właściwą ziemi, w t/m³,
- ϱ kąt zesypu danego rodzaju ziemi,
- δ kąt, wytworzony przez napór E z prostopadłą do tylnej powierzchni AB muru; (δ jest zatem tak zwanym kątem tarcia).

Naporem ziemi (czynnym) zwać będziemy ten jej największy napór, jakiby ziemia **wywierała** w chwili rozpoczynającego się swego osuwu, a więc w chwili, gdy ma już dążność przejścia ze stanu równowagi w stan ruchu. Podobnie **odporem ziemi** zwać będziemy ten największy napór, jaki ziemia **zniesć jeszcze może**, nie wychodząc ze stanu równowagi, a więc bez usuwania się. Dla naporu liczymy zatem kąt tarcia δ ku górze, dla odporu zaś ku dołowi od prostopadłej na tylną powierzchnię muru; zawsze bowiem musimy liczyć tarcie w kierunku odwrotnym względnie do dążności mogącego pojawić się ruchu.

Rys. 1169.



Jeżeli BN (rys. 1169) przedstawia naziom, to podług Rebhann'a *) napór ziemi wykreśla się w sposób następujący: kreślimy AN pod kątem ϱ względem poziomej i BL pod kątem $\varrho + \delta$ względem tylnej płaszczyzny BA muru; zataczamy półkole nad AN jako średnicą; kreślimy $LF \perp AN$ (a po odcięciu $AJ = AF$) i $JC \parallel LB$, oraz $CD \perp AN$. Wreszcie oznaczywszy w m $CJ = y$ i $CD = \eta$, oraz przez h' kreś z A , prostopadłą na BN , a otrzymamy **napór ziemi**:

$$E = \frac{1}{2} \left(\gamma_e + \frac{2p}{h'} \right) y \eta.$$

Płaszczyznę AC zwiemy **osuwową**; połowi ona kresę naziomu BN między murem AB , a linią zesypu AN , a więc $BC = CN$.

Luk, zakreślony promieniem JC około punktu J , przecina JA w C' tak, iż $JC = JC' = y$, a trójkąt JCC' swą zawartością przedstawia pole $F = \frac{1}{2} y \eta$, które zwiemy polem naporu, a natenczas:

$$E = F \left(\gamma_e + \frac{2p}{h'} \right).$$

Odpór ziemi E' wyznacza się w sposób zupełnie podobny, lecz kąty ϱ i δ będą natenczas odjemne, należy je zatem odkładać w kierunku odwrotnym.

b. Kierunek i punkt przytknięcia naporu ziemi.

1. Zazwyczaj zakładamy, że $\delta = \varrho$, a zatem, że wyzyskujemy całkowity opór tarcia na powierzchni muru, dla przeciwdziałania

*) P. G. v. Rebhann, Theorie des Erddruckes und der Futtermauern; Wien 1871.

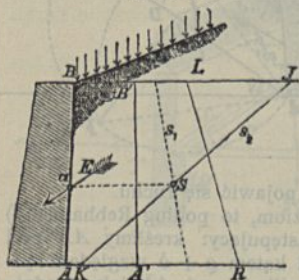
osunięciu się ziemi w dół, wzdłuż tej powierzchni. Założenie to pozostaje jednak w zgodzie z rzeczywistością tylko wtenczas, gdy powierzchnia muru jest szorstka, a ziemia sucha (dobrze odwodniona); w przeciwnym razie bezpieczniej będzie liczyć $\delta = 0$, a więc kierunek naporu, a również i odporu ziemi, prostopadły do tylnej powierzchni muru.

2. Wykreśliwszy trapez (rys. 1170) o wymiarach:

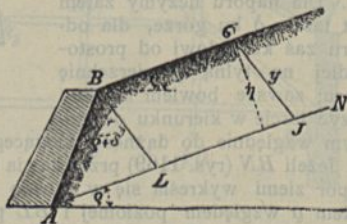
$$B'L = b \frac{p}{\gamma_e h'} \quad \text{i} \quad A'R = b \left(1 + \frac{p}{\gamma_e h'} \right),$$

przyczem b jest kresą dowolną, wyznaczamy środek ciężkości S tego trapezu i kreślimy przez S poziomą, która przecina tył muru AB w punkcie a przytknięcia naporu E (wyznaczenie środka ciężkości trapezu p. T. I, str. 174).

Rys. 1170.



Rys. 1171.



c. Przypadki szczególne.

1. Gdy kąt pochyłości naziomu względem poziomu będzie ϱ (p. rys. 1171), natenczas kreślimy $AN \parallel BC$, a BL pod kątem $(\varrho + \delta)$ względem tylnej płaszczyzny muru. Wreszcie z dowolnego punktu C , obranego w naziomie, kreślimy $y \parallel BL$, oraz $\eta \perp AN$, a szukany napór będzie:

$$E = \frac{1}{2} \left(\gamma_e + \frac{2p}{\eta} \right) y \eta.$$

2. Jeżeli nieobciążony naziom leży powyżej wierzchu muru (rys. 1172), to przedłużamy AR aż do B , t. j. do prostej stoku KD , kreślimy AN pod kątem ϱ zesypu względem poziomej, RL pod kątem $\varrho + \delta$ względem AR i przez B równoległą do AD , a otrzymamy B' jako punkt przecięcia się z przedłużeniem ND . Następnie kreślimy $B'L' \parallel RL$, zataczamy półkole nad AN jako średnicą, stawiamy prostopadłą $L'F \perp AN$, odcinamy $AJ = AF$, kreślimy $JC \parallel LR$, oraz $CG \perp AN$, a oznaczając: $CJ = y$, oraz $CG = \eta$, otrzymamy napór ziemi:

$$E = \frac{1}{2} \gamma_e y \eta.$$

Jeżeli przez środek ciężkości S czworokąta $ABDC$ (p. T. I, str. 175) wykreślimy $Sa \parallel AC$, to otrzymamy z dostateczną dokładnością punkt a przytknięcia naporu E . Wartość δ zakładamy podobnie, jak powyżej pod b. 1.

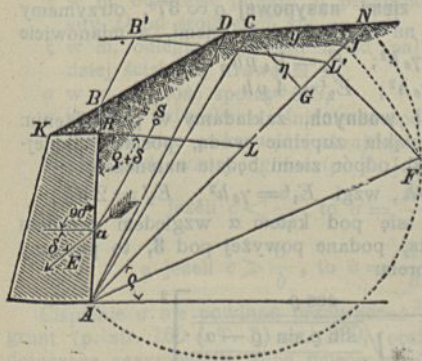
3. Poziomy napór ziemi na pionową płaszczyznę muru, gdy naziom jest poziomy. Zakładając $\delta = 0$, t. j. zaniedbując tarcie ziemi o mur i oznaczając, podł. rys. 1173, wysokość muru przez h , otrzymamy poziomy napór ziemi w t na 1 m b. długości muru:

$$E_1 = \frac{1}{2} \gamma_e h^2 \operatorname{tg}^2 (45^\circ \mp \frac{1}{2} \varrho).$$

A jeżeli naziom jest dodatkowo obciążony równomiernie rozłożonym obciążeniem p t/m^2 , to obciążenie takie wywoła dodatkowy napór ziemi:

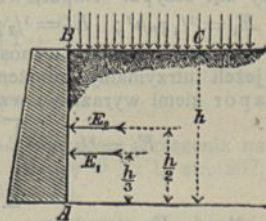
$$E_2 = p h \operatorname{tg}^2 (45^\circ \mp \frac{1}{2} \varrho).$$

Rys. 1172.



Napór E_1 ziemi nieobciążonej działa na wysokości $h/3$ muru, a napór E_2 , spowodowany obciążeniem naziomu, w połowie wysokości muru, a więc na wyso-

Rys. 1173.



kości $h/2$ od spodu muru. Napór całkowity będzie wypadkową obydwóch naporów E_1 i E_2 .

We wzorach powyższych znaki odjemne dotyczą naporu ziemi, znaki dodatne zaś jej odporu.

Parcie ziemi, czynne, wzgl. bierne, a więc napór, wzgl. odpór jednostkowy, w t/m^2 , na głębokości x od naziomu wyrazi się wzorami:

$$e_1 = \frac{2 E_1 x}{h^2} = \gamma_e x \operatorname{tg}^2 (45^\circ \mp \frac{1}{2} \varrho),$$

$$e_2 = \frac{E_2}{h} = p \operatorname{tg}^2 (45^\circ \mp \frac{1}{2} \varrho).$$

Parcie e_1 powstaje pod wpływem samej ziemi o nieobciążonym naziemie, parcie zaś e_2 pod wpływem obciążenia p naziomu. Znak

— dotyczy parcia czynnego, a znak + biernego. Między wartościami stycznymi powyższych istnieje związek:

$$\operatorname{tg}^2(45^\circ - 1/2 \varrho) = \frac{1}{\operatorname{tg}^2(45^\circ + 1/2 \varrho)}.$$

Napór E_1 (rys. 117B) można przedstawić jako trójkąt o wysokości h , z wierzchołkiem w B i z podstawą (na poziomie spodu muru):

$$\gamma_e h \operatorname{tg}^2(45^\circ \mp 1/2 \varrho).$$

Podobnie napór E_2 przedstawiamy sobie jako prostokąt o wysokości h i podstawie (na poziomie spodu muru):

$$p \operatorname{tg}^2(45^\circ \mp 1/2 \varrho).$$

Przystawiając ten prostokąt do owego trójkąta, możemy je złączyć w trapez o wysokości h , którego górna podstawa równa się podstawie prostokąta, dolna zaś sumie podstaw prostokąta i trójkąta. Trapez ten będzie polem parcia ziemi.

Zakładając dla zwykłej ziemi nasypowej $\varrho \approx 37^\circ$, otrzymamy liczebnie dogodnie wartości na napór i odpór ziemi, a mianowicie napory:

$$E_1 = 1/8 \gamma_e h^2; \quad E_2 = 1/4 p h,$$

odpory zaś:

$$E_1' = 2 \gamma_e h^2; \quad E_2' = 4 p h.$$

Obliczając mury budowli wodnych, zakładamy w przybliżeniu: $\varrho = 20^\circ$, gdyż ziemia, przesiąknięta zupełnie wodą, posiada mniejszy kąt zesypu. Napór, wzgl. odpór ziemi będzie natenczas:

$$E_1 = 1/4 \gamma_e h^2; \quad E_2 = 1/2 p h, \quad \text{wzgl.} \quad E_1' = \gamma_e h^2; \quad E_2' = 2 p h.$$

4. Jeżeli naziom wznosi się pod kątem α względem poziomu i jeżeli utrzymamy założenia, podane powyżej pod 3, to poziomy napór ziemi wyrazi się wzorem:

$$E_1 = 1/2 \gamma_e h^2 \left[\frac{\cos \varrho}{1 + \sqrt{\frac{\sin \varrho \sin (\varrho - \alpha)}{\cos \alpha}}} \right]^2.$$

Napór E_2 otrzymamy, podstawiając we wzór powyższy wartość $p h$ zamiast $1/2 \gamma_e h^2$, a odpory ziemi E_1' i E_2' przez podstawienie $-\varrho$ zamiast $+\varrho$.*

d. Wartości średnie na γ_e i ϱ .

Rodzaj ziemi	Ciężkość właściwa γ_e t/m ³	Kąt zesypu ϱ	$\operatorname{tg}^2(45 - \frac{\varrho}{2})$	$\operatorname{tg}^2(45 + \frac{\varrho}{2})$
Gлина sucha	1,5	40° do 46°	0,217 do 0,163	4,599 do 6,126
Gлина mokra	1,9	20° " 25°	0,490 " 0,406	2,040 " 2,464
Gлина tłusta, sucha	1,6	40° " 50°	0,217 " 0,132	4,599 " 7,549
Gлина tłusta, mokra	1,98	20° " 25°	0,490 " 0,406	2,040 " 2,464
Ziemia nasypowa, mokra	1,65	30° " 37°	0,333 " 0,249	3,000 " 4,023
Żwir mokry	1,86	25° " 30°	0,406 " 0,333	2,464 " 3,000
Tłuczeń kamienny, mokry	1,6	35° " 40°	0,271 " 0,217	3,690 " 4,599
(Węgle gazowne)	0,9	45° " 50°	0,172 " 0,132	5,828 " 7,549
(Woda)	1,0	0°	1,000	1,000

Dalsze wartości ϱ podług H. Fischer'a p. T. I, str. 758.

* Haeseler'a wzory na wielkości naporu i odporu ziemi, gdy $\delta = \varrho$, p. Handb. d. Baukde, str. 711.

e. Stateczność murów wsporczych.

1. Zasady.

Napór E ziemi, działający na tył CB muru (rys. 1174), składamy z wagą G muru $ABCF$ we wynikową D , działającą na spoinę AB . A jeżeli rozłożymy siłę D na pionowy nacisk N i siłę przesu- wającą S , równoległą do AB , to kąt, za- warty między N i D , nie powinien przekro- czyć wartości ϱ_0 , t. j. kąta tarcia w spoko- ju (p. T. I, str. 215), o ile mur nie ma pod- legać przesunięciom. Średnią wartość tego kąta można liczyć: $\varrho = 33^\circ$ do 35° , a z niej wynikałby warunek:

$$S \leq 0,7 N.$$

Siły wyrażamy w t/m b. muru i stoso- wać będziemy znakowanie następujące:

γ_m w t/m³, ciężkość właściwa muru,

c w m, odległość punktu R przytknięcia siły D od środka M spoiny AB ,

ξ w m, odległość punktu R od najbar- dziej ściskanej krawędzi A ,

a w m, długość spoiny AB ,

σ w t/m², największe ciśnienie w spoinie AB , a więc w krawędzi skrajnej A .

Ważne będą wzory ogólne (p. T. I str. 406):

$$\text{jeżeli } c < \frac{a}{b}, \text{ to } \sigma = \frac{N}{a} \left(1 + \frac{6c}{a} \right),$$

$$\text{a jeżeli } c > \frac{a}{b}, \text{ to } \sigma = \frac{2N}{3\xi}.$$

Ciśnienie σ nie powinno przekraczać bezpiecznego obciążenia na grunt (p. str. 150 i T. I, str. 339, oraz uwagę w T. I, str. 267, dotyczącą zasypywania gliną murów wsporczych).

2. Mur wsporczy, o przekroju prostokątnym.

Gdy naziom jest poziomy (rys. 1175), a wysokość muru wspor- czego h (w m), natenczas niezbędna jego **grubość** b będzie:

$$b = \sqrt{\frac{h [h \gamma_e + 3p] \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{1}{2}\varrho^*)}{\gamma_m \left[3 - 4h \frac{\gamma_m}{k} \right]}}$$

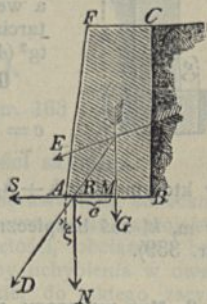
*) Wzór ten, wyprowadzony ze wzorów na E_1 i E_2 , podanych na str. 729, jest tylko ważny, dopóki $e > \frac{b}{6}$, oraz dopóki:

$$\left(\frac{b}{h} \right)^2 < \frac{\operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varrho}{2} \right) (h \gamma_e + 3p)}{h \gamma_m}.$$

Gdy jednak $e < \frac{b}{6}$, natenczas ważnym będzie wzór:

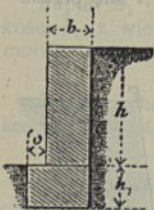
$$b = h \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varrho}{2} \right) \sqrt{\frac{3p + h \gamma_e}{k - h \gamma_m}}.$$

Rys. 1174.



We wzorze powyższym k oznacza ciśnienie bezpieczne na mur w t/m^2 , znakowania zaś: p , Q , γ_e i γ_m pozostają takie same jak poprzednio.

Rys. 1175.



Ze względu na stateczność przeciw przesuwom, byłoby:

$$b = \frac{h\gamma_e + 2p}{2\mu_0\gamma_m} \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{Q}{2} \right),$$

a we wzorze tym $\mu_0 = 0,7$ oznacza współczynnik tarcia muru po murze w spokoju, wartości zaś $\operatorname{tg}^2(45 - 1/2 Q)$ podano w tablicy na str. 730.

Odsadzka posadowa c w m określa się wzorem:

$$c = \frac{1}{6} \frac{\gamma_e}{\gamma_m} \frac{H^2}{b} \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{Q}{2} \right) + \frac{2bH\gamma_m}{3k'} - \frac{b}{2},$$

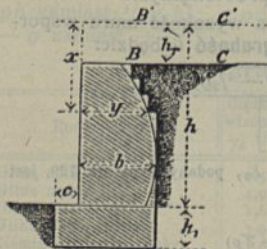
w którym $H = h + h_1 + \frac{p}{\gamma_e}$ w m, a h_1 oznacza głębokość posady w m, k' zaś bezpieczne obciążenie gruntu w t/m^2 (p. str. 150 i T. I, str. 339).

3. Mur wsporczy, pionowy z przodu, a z odsadzkami od tyłu.

Obciążenie p naziomu poziomego BC (rys. 1176) zastępujemy podniesieniem naziomu istotnego BC o h_r do naziomu zastępczego $B'C'$, a więc zastępujemy je warstwą ziemi, o wysokości $h_r = p : \gamma_e$ (w m), t. j. takiej, aby waga tej warstwy równała się obciążeniu p . Niezbędna grubość muru, na głębokości x pod naziemem zastępczym $B'C'$ będzie w m:

$$y = x \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{Q}{2} \right) \sqrt{\frac{\gamma_e(3h - 2x)(k + \gamma_m x - \gamma_m h)}{\gamma_m k(h + 2x) - \gamma_m h(3x + h)}}.$$

Rys. 1176.



We wzorze tym h oznacza (w m) wysokość muru, powiększoną o h_r , k (w t/m^2) ciśnienie bezpieczne na mur, a Q , γ_e i γ_m te same wartości jak poprzednio.

Ze wzoru powyższego można wyznaczyć teoretyczną linię grzbietową, a podług niej wskreślić istotny zarys grzbietu. Teoretyczna linia grzbietowa zbliża się ponajczęściej swym kształtem do łuku koła*).

Spodnia grubość b muru, nad posadą, zapobiegająca jeszcze jego usuwaniu się, będzie, w m:

*) O środku i promieniu tego łuku koła p. Latowski: Mury wsporcze; w Centralbl. d. Bauverw. 1895, str. 418.

$$b = \frac{\gamma_e h^2 \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \frac{1}{2} \varrho)}{2 \mu_0 (h - h_r) \gamma_m},$$

a wartość μ można liczyć 0,7, podobnie jak powyżej pod 2, i w podobny też sposób określić wielkość c odsadzki posadowej.

IV. SKLEPIENIA *).

O ustroju i rodzajach sklepień por. str. 163 i nast.

a. Wskazówki zasadnicze i grubości sklepień.

Obliczanie sklepień polega zazwyczaj na sprawdzaniu stateczności i wytrzymałości sklepienia, w ogólnych zarysach już zaprojektowanego, w przystosowaniu się do danej rozpiętości, obciążeń i bezpiecznych naprężeń tworzywa (materyału). Aby uchybienia w owym zarysie nie były zbyt wielkie, dobrze będzie, do takiego zarysu wprowadzić grubości, oznaczone podług poniższych wzorów praktycznych, zaczerpniętych z doświadczenia. Po dokonaniem sprawdzeniu wypada wprowadzić stosowne poprawki, poczem sprawdzić ponownie sklepienie, ostatecznie już zaprojektowane.

We wzorach poniższych stosować będziemy znakowanie:

- l rozpiętość sklepienia w prześwicie między wezglównikami, w m,
- l_1 połowa rozpiętości krzywej pośrodkowej łuku, w m,
- h strzałka krzywej podniebiennej, w m,
- h_1 strzałka krzywej pośrodkowej, w m,
- d_0 grubość sklepienia w zworniku, w m,
- d_1 grubość sklepienia u wezglówia, w m,
- d średnia grubość sklepienia, w m, w przybliżeniu $d = \frac{1}{2} (d_0 + d_1)$,
- φ_0 kąt pochyłości linii naporowej u wezglówia, względem poziomu,
- γ waga 1 m³ tworzywa sklepiennego, w kg/m³,
- z_1 wysokość w m, obciążenia zastępczego nad zwornikiem, t. j. wysokość warstwy tworzywa sklepiennego, równającej się co do swej wagi obciążeniu istotnemu, a więc np. sumie wag: nadmurowania, pokrycia, nadsypu, wreszcie bruku lub toru,
- $d_0 + z_1$ w ustrojach mostowych równa się w przybliżeniu całkowitej grubości mostu w przekroju zwornikowym,
- p wysokość w m, zastępczego obciążenia ruchomego, t. j. spowodowanego do warstwy o ciężkości właściwej γ ,
- h_0 średnie ciśnienie w spoinie zwornikowej (w kg/cm²), jakiego nie mamy przekroczyć, gdy most znosi obciążenie $\frac{1}{2} p$.

* E. Autenrieth, Die statische Berechnung der Kuppelgewölbe, Berlin 1894, u J. Springer'a.

1. Wzór Tolkmitt'a (rys. 1177 *)

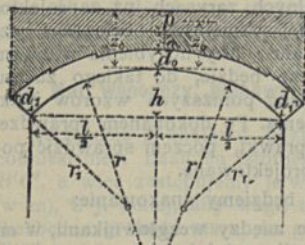
$$d_0 \geq \frac{0,5 p h}{(d_0 + z_1) + 0,5 p + 0,15 h} \dots \dots \dots \text{I}$$

$$d_0 \geq 0,000014 \frac{\gamma l^2}{k_0 h} [(d_0 + z_1) + 0,5 p + 0,2 h] \dots \dots \dots \text{II}$$

Grubość d_0 ma odpowiadać obydwom warunkom powyższym, a mianowicie: pierwszemu ze względu na to, aby naporowa pozostała w rdzeniu sklepienia, t. j. nie wykraczała nigdzie poza przyśrodkową, trzecią część grubości sklepienia; drugim zaś warunkowi ze względu na to, aby ciśnienie na spoinę zwornikową pozostało w określonych granicach. Ciśnienie skrajne w tej spoinie nie przekraczałoby natenczas wielkości $k = 2 k_0$.

Stosowne wartości na k_0 będą: w sklepieniu z klinkiera na zaprawie cementowej $k_0 = 8 \text{ kg/cm}^2$, w sklepieniu z ciosów do 15 kg/cm^2 .

Rys. 1177.



Rys. 1178.



Grubość d_0 obliczamy ze wzorów powyższych sposobem prób i przedstawień.

Grubość sklepienia wzrasta od zwornika ku wezłowi w miarę zwiększającego się nacisku na spoiny.

Gdy $\gamma = 1600 \text{ kg/m}^3$, natenczas wysokość obciążenia zastępującego tłum, który powoduje obciążenie 400 kg/m^2 , będzie $p = 0,25 \text{ m}$. Jeżeli w ogóle z danego obciążenia ruchomego, wyrażonego w kg/m^2 , chcemy obliczyć jego wysokość zastępczą p w m, to dane obciążenie (w kg/m^2) dzielimy przez wagę jednego m^3 tworzywa sklepiennego, wyrażoną w kg, a więc dla sklepień z cegły przez 1600, a dla sklepień z ciosów średnio przez 2400. Jeżeli natomiast obciążenia ruchome są dane w t/m^2 , to dzielimy je przez 1,6, wzgl. 2,4.

2. Wzór Müller'a z Wrocławia **) (rys. 1178).

W sklepieniu, którego linia pośrodkowa zlewa się z naporową, a którego jedną połowę obciążamy całkowicie, otrzymamy ciśnienie skrajne k_1 (w kg/cm^2) na spoinę wezłowiową obciążonej połowy sklepienia, ze wzoru:

$$k_1 = \frac{\gamma l_1^2}{20000 d_1 h_1} \left\{ \left(d_0 + z_1 + 0,5 p + 0,14 h \right) \left(\frac{1}{\cos \varphi_0} \mp \frac{4 \frac{h_1}{d_1}}{\left(\frac{h_1}{d_1} \right)^2 + 1} \right) \mp 0,75 p \frac{h_1}{d_1} \right\} \dots \dots \dots \text{III}$$

*) Zeitschr. f. Bauw., 1885, str. 263, rozprawa G. Tolkmitt'a: O projektowaniu i obliczaniu sklepień mostowych. — G. Tolkmitt, Leitfaden für das Entwerfen und die Berechnung der gewölbten Brücken, Berlin 1895 u W. Ernst'a i Syna w Berlinie.

**) Zeitschr. f. Bauwes. 1886, Müller-Breslau: Teorya sprężystości sklepień kolebczastych, o linii pośrodkowej, zlewającej się z naporową.

z którego możemy też sposobem prób i podstawień, podług danego k_1 , ocenić grubości d_0 i d_1 . Do takiej oceny przydatnem będzie uprzednie określenie wartości φ_0 podług wzoru:

$$\operatorname{tg}^2 \varphi_0 = \frac{4 h_1^2}{l_1^2} \cdot \frac{z_0 + 0,5 h_1}{z_0 + 0,14 h_1}, \dots \text{IV}$$

w którym znów: $z_0 = d_0 + z_1 + 0,5 p$, w m (p. rys. 1177).

Właściwie wzór III nadaje się przedewszystkiem do obliczania ciśnień k_1 ze założonych grubości d_0 i d_1 , które należy stosownie poprawić, gdy wynik k_1 okaże się za wielkim lub za małym.

W sklepieniach mniej wysmukłych można stosunek $d_0 : d_1$ uważać za przybliżenie równy wartości $\cos \varphi_0$, lecz tylko dopóki $\cos \varphi_0 > 0,5$.

We wzorze III mamy dwa wyrazy ze znakiem (\mp), z których znaki (—) dadzą nam jako wynik ciśnienie w krawędzi grzbietowej, a znaki (+) w podniebiennej. Gdy jeden z tych wyników stanie się ujemnym, będzie to wskazówką, że naporowa wyszła ze rdzenia spoiny węzłowiowej, a mianowicie oddalając się od tej krawędzi, dla której wynik stał się ujemnym.

Jeżeli w takim przypadku zaniedbamy wytrzymałość sklepienia na ciągnięcie, i bezwzględną wartość obliczonego ciśnienia oznaczymy przez k_1' , a ciągnięcia przez k_1'' , to, o ile naporowa pozostaje jeszcze w obrębie sklepienia, istotne ciśnienie skrajne będzie:

$$k_1 = \frac{\gamma_1 l_1^2}{10000 d_1 h} (z_0 + 0,14 h) \frac{1}{\cos \varphi_0} \frac{k_1' - k_1''}{k_1' - 2k_1''} \dots \text{V}$$

b. Obliczenia sklepień.

a. Obliczenia sklepień niesprężystych.

1. Uwagi wstępne..

Zwykłe sklepienie bezprzegubowe jest ustrojem trzykrotnie statycznie niewyznaczalnym, gdyż mamy tylko trzy równania równowagi statycznej, a sześć niewiadomych, po trzy przy każdym węzłowie, mianowicie moment osadzenia, t. j. moment w spoinie węzłowiowej, oraz dwa odpory węzłowia: poziomy i pionowy. Te trzy niewiadome dla każdego węzłowia możemy zastąpić innemi trzema wielkościami niewiadomemi, np. jeżeli przedstawimy sobie, że odpory i moment węzłowia złożyliśmy w jeden wypadkowy odpór węzłowny, to dla odporu tego nie znamy jego wielkości, kierunku i położenia, w każdym więc razie mamy znów po trzy niewiadome u każdego węzłowia. Niewyznaczalność statyczną omijamy przez stosowne założenia, np. przez założenie położenia trzech punktów (zazwyczaj po jednym w spoinie zwornikowej i w obu węzłownych), przez które ma przechodzić linia naporowa, a więc i wynikowa ciśnień na owe spoiny. Linją naporową, albo krócej **naporową**, zwiemy linię, zazwyczaj krzywą, która przechodzi przez środki ciśnienia wszystkich kolejnych spoin, i która jest styczną do

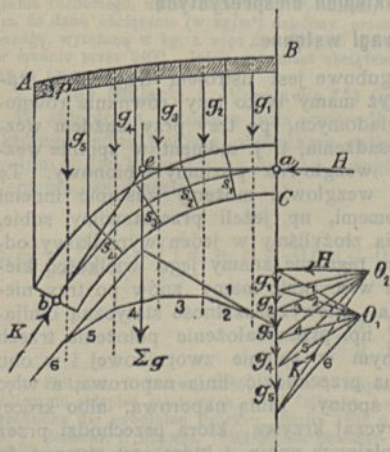
wynikowej ciśnień, czyli do nacisku, albo naporu, działającego w każdej z owych spoin. Położenie owych, wspomnianych powyżej, trzech punktów naporowej, które mają być jakoby z góry dane, obieramy zazwyczaj w sposób następujący: wkreślamy rdzeń sklepienia, a raczej obydwie jego linie rdzenne, które dzielą jego grubość w każdej spoinie na trzy równe części. W sklepieniu pod obciążeniem symetrycznym obieramy w zworniku górny punkt rdzenny, u węzłowi zaś punkty rdzenne, bliżej podniebienia leżące. Gdy to samo sklepienie obciążamy niesymetrycznie, staramy się naporową przeprowadzić tak, aby po stronie obciążonej dotknęła górnej linii rdzennej, w punkcie pośrednim między zwornikiem a węzłowiem, natomiast aby dotknęła dolnej linii rdzennej w bliskości węzłowia. Po drugiej, nieobciążonej stronie sklepienia linia naporowa powinna dotknąć dolnej linii rdzennej. Przy takim położeniu naporowej rozpory H i naciski na spoiny będą możliwie małe.

2. Oznaczenie kształtu sklepienia i nacisków na spoiny, oraz linii naporowej.

W przystosowaniu do celu i do architektury budowli kreślimy nasamprzód zarys podniebienia, poczem podług powyższych wzorów I i II oznaczamy grubość w zworniku; albo też naodwrot grubość, obraną w zworniku i w węzłowiu, sprawdzamy podług wzorów III, IV i V. Zarys sklepień niewysmukłych bywa zazwyczaj łukiem koła.

Następnie sprowadzamy wszelkie obciążenia do obciążenia tworzywem jednakowej ciężkości właściwej ze sklepiennem, otrzymując

Rys. 1179.



w ten sposób dwa wykresy, a mianowicie wykres obciążeń stałych i wykres połową obciążenia ruchomego, np. $\frac{1}{2} p$ (w rys. 1179 linia AB). W tym celu dogodnym będzie zastąpić ruchome ciężary skupione przez równomiernie rozłożone obciążenie zastępcze, licząc na mosty kolejowe $p = 1600$ do 2500 kg/m^2 , a na mosty drogowe $p = 800$ do 1000 kg/m^2 .

Naporową wykreślamy w sposób poniższy:

Sklepienia niewysmukłe dzielimy na pionowe paski jednakowej szerokości, a bardziej wysmukłe, na paski o szerokości zmiennej w ten sposób, aby otrzymać równe działki na linii łuku.

Wagę każdego takiego paska uważamy za ciężar (g_1, g_2, g_3, g_4, g_5 , rys. 1179), skupiony w środku ciężkości danego paska. Ciężary te zestawiamy we wielobok sił i z dowolnego bieguna O_1 kreślimy promienie 1, 2, 3, 4, 5, 6 i równoległe do nich boki we wieloboku sznurowym, którego boki skrajne przecinają się na wynikowej Σg . Znajdąc w ten sposób położenie tej wynikowej i zakładając z góry punkty naporowej w spoinie zwornikowej i wezłownej, jako leżące w środkach tych spoin i wiedząc z góry, że, wobec symetryczności obciążenia na całym sklepieniu, rozpór H musi być poziomy, wkreślamy go poziomo przez środek a spoiny zwornikowej, a otrzymamy punkt e jako przecięcie się rozporu H ze siłą Σg . Łącząc punkt e ze środkiem b spoiny wezłownej, otrzymamy kierunek i położenie naporu na wezłowie, a więc i przynależnego odporu K . Z końcy niezamkniętego wieloboku sił (g_1, g_2, g_3, g_4, g_5) kreślimy równoległe do H , wzgl. K , których przecięcie się wyznaczy nam właściwy biegun O_2 . Z bieguna tego wyprowadzamy promienie do punktów, rozgraniczających poszczególne siły wieloboku, a równoległe do tych promieni, poczynając od H , przez punkt a , wkreślamy wielobok sznurowy między siły g_1, g_2, g_3, g_4, g_5 , ostatni zaś bok tego wieloboku musi zlać się z wiadomymi już kierunkiem i położeniem K . Poszczególne boki tego wieloboku wyznaczają nam kierunek i położenie naporów na przynależne spoiny, wielkości zaś tych naporów są równe promieniom z bieguna O_2 . Owe napory przecinają przynależne im spoiny w **punktach naporowych**: a, s_1, s_2, s_3, s_4, b , a krzywa łącząca te punkta jest **linią naporową**, która w punktach naporowych musi być styczną do naporów, w tych punktach działających.

Gdy naporowa przechodzi przez środki spoin, a więc gdy się zlewa z linią pośrodkową sklepienia, natenczas ciśnienia rozkładają się równomiernie na spoiny, a takie sklepienie o **zarysie ponaporowym** byłoby najwłaściwsze. Jeżeli naodwrot naporowa oddała się nadmiernie od środków spoin, a zwłaszcza gdy wyjdzie poza rdzeń przekroju, będzie to oznaką, że zarys sklepienia nie przystosował się należycie do danego układu ciężarów, a natenczas wypada ów zarys stosownie poprawić.

3. Naporową sklepienia obciążonego całkowicie, a symetrycznie

wykreślamy w sposób, podany powyżej pod 2., jednakże zamiast obciążenia ruchomego $1/2 p$ bierzemy całkowite obciążenie ruchome p .

4. Naporowa sklepienia obciążonego jednostronnie.

Gdy obciążenie ruchome, względnie do stałego, jest małe, natenczas sposób obciążenia, przedstawiony w rys. 1180, t. j. całkowite obciążenie jednej połowy sklepienia, z pozostawieniem drugiej połowy zupełnie bez obciążenia ruchomego p , będzie zazwyczaj obciążeniem najniekorzystniejszym. Naporowa przestaje naówczas być krzy-

wą symetryczną; punkty naporowe odsuwają się od środka spoin na pewne odległości e , które określić możemy ze wzorów:

W spoinie zwornikowej: $e = \frac{5 d_0^2}{16 h_1}$ (podług Winkler'a).

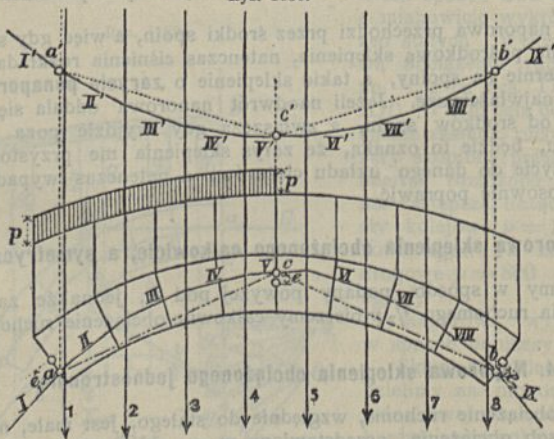
W spoinie wezłownej:

e_1 , wzgl. $e_2 = \cos \varphi_0 \left[2e \pm \frac{1}{8} \frac{p h_1}{\varepsilon_1 + 0,14 h_1} \right]$ (podł. Müllera z Wrocławia).

We wzorze powyższym znak $+$ dotyczy odsuwu e_1 w spoinie po stronie bardziej obciążonej, znak $-$ dotyczy odsuwu e_2 po stronie bez obciążenia ruchomego. Jeżeli wynik na e_2 będzie ujemny, znaczy to, że punkt naporowy odsuwa się od środka ku grzbietowi sklepienia.

W celu wykreślenia naporowej, dzielimy (rys. 1180) obciążenie na paski pionowe, sklepienie samo zaś po promiennie, a ciężary tych pasków uważamy za siły pionowe, 1, 2, 3, 4... 8, przełożone przez środki ciężkości owych pasków. Siły te zestawiamy w rys. 1181 we wielobok sił, w którym z dowolnego bieguna O' prowadzimy promienie I', II', III',... IX' do punktów, rozgraniczających siły. Równoległe do tych promieni wkreślamy w rys. 1180, między siły 1, 2, 3,... 8, boki wieloboku sznurowego I', II' III'... IX'. Ze znanych punktów naporowych a , c , b (wyznaczonych podług e_1 , e i e_2 , które obliczyliśmy ze wzorów powyżej podanych) wyprowadzamy piony, które przetną ów wielobok sznurowy w punktach a' , c' i b' .

Rys. 1180.



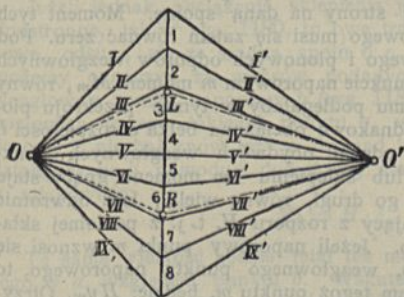
Znając kierunki $a'c'$, oraz $c'b'$, wyprowadzamy równoległe do nich z bieguna O' w rys. 1181 promienie $O'L$ i $O'R$. Ze znanych obecnie punktów R i L prowadzimy równoległe do znanych kierunków

ca i cb (rysunku 1180), a więc $LO \parallel ca$ i $RO \parallel cb$. Przecięcie się tych dwóch linii jest szukanym biegunem O , z którego prowadzimy promienie I, II, III... IX, a równoległe do nich, rozpoczynając od punktu a (rys. 1180), wkreślamy, między siły 1, 2, 3... 8, wielobok sznurowy I, II, III... IX, którego boki wyznaczają nam położenie i kierunek naporów i przecinają przynależne im spoiny w szukanym punktach naporowych. Wielkość naporu przedstawiają nam promienie I, II, III... IX, wychodzące z bieguna O , w rys. 1181.

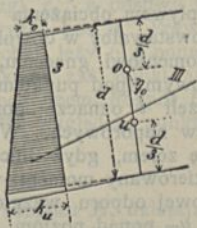
5. Oznaczenie naprężeń skrajnych w spoinie ze znanego nacisku (naporu).

W rys. 1182 przedstawiamy spoinę III z rysunku 1180, na którą działa ukośnie napór D (w t), oznaczony w rys. przez III, a zna-

Rys. 1181.



Rys. 1182.



ny nam z wielkości promienia III rysunku 1181. Grubość sklepienia d dzielimy na trzy równe części punktami rdzennymi o i u . Prostopadłą z punktu o na napór D nazwiemy η_0 , a taką pionową z punktu u oznaczymy przez η_u . Jeżeli wszystkie te długości wyrazimy w m, to otrzymamy naprężenia skrajne w spoinie w t/m^2 ze wzorów:

$$k_0 = \frac{6 D \eta_u}{d^2}, \text{ oraz } k_u = \frac{6 D \eta_0}{d^2}.$$

Obydwa naprężenia skrajne k_0 i k_u będą ciśnieniami, dopóki η_0 i η_u pozostaną dodatne, t. j. skierowane z o , wzgl. u w stronę środka spoiny, a więc gdy napór D leży między punktami o i u , czyli wśród rdzenia przekroju. Jeżeli napór D wysunie się ze rdzenia, np. poniżej punktu u , to η_u stanie się ujemnym, a więc i k_0 wypadnie ujemne, czyli byłoby ono ciągnieniem. W tym przypadku wzory powyższe zatrzymują swą ważność jedynie pod warunkiem, że tworzywo sklepienia może znosić bezpiecznie i ciągnienie k_0 , jakie wypadło z obliczenia. W sklepieniach murowanych zaniebujemy zazwyczaj jednakże wytrzymałość muru na ciągnienie, a natem-

czas napór D , leżący poza rdzeniem przekroju, spowoduje ciśnienie skrajne k , określone wzorem:

$$k = \frac{2 D \cos \alpha}{3 \xi},$$

w którym ξ oznacza odległość punktu naporowego w spoinie od jej krawędzi, znoszącej owo naprężenie skrajne, α zaś kąt, jaki tworzy kierunek D z prostą do spoiny. Kąt ten α powinien być mniejszy od kąta tarcia się muru po murze w spokoju, a więc $\operatorname{tg} \alpha \leq \mu_0$ (p. T. I str. 215 i nast.), wartość zaś μ_0 nie przekracza zazwyczaj 0,7. Gdyby kąt α był większy nastąpiłoby ślizganie w spoinie.

6. Analityczne obliczenie naporowej.

Punkt naporowy w spoinie określiliśmy powyżej pod 1. jako punkt, przez który przechodzi napór, t. j. wynikowa sił zewnętrznych, działających z jednej strony na daną spoinę. Moment tych sił względem punktu naporowego musi się zatem równać zeru. Pod wpływem obciążenia pionowego i pionowych odporów wezglównych powstawałby w dowolnym punkcie naporowym m moment M_m , równy momentowi gnącemu, jakiemu podlegałaby w tymże przekroju pionowym (pod punktem m) jednakowo obciążona belka o rozpiętości l , jeżeli l oznacza poziomy odstęp obydwóch wezglównych punktów naporowych. W łuku lub sklepieniu ten moment gnący staje się zerem, gdyż unicestwia go drugi, równo wielki, lecz odwrotnie skierowany moment, wynikający z rozporu H , t. j. z poziomej składowej odporu wezglównego. Jeżeli naporowy punkt m wznosi się o y_m ponad poziom lewego, wezglównego punktu naporowego, to moment rozporu H , względem tegoż punktu m , będzie: $H y_m$. Otrzymamy zatem równanie:

$$M_m = H y_m, \text{ czyli:}$$

$$y_m = \frac{M_m}{H},$$

określające nam wielkość rzędnych linii naporowej.

Podobnie jak w sposobie wykreślonym musimy założyć, że dla sklepienia (lub łuku), jako ustroju trzykrotnie statycznie niewyznaczalnego, mamy z góry dane trzy warunki dodatkowe, np. położenie trzech punktów naporowej, t. j. zwornikowego i obydwóch wezglównych.

Dla obciążenia symetrycznego trzy te punkty obieramy w środkach spoin, a natenczas w zwykłym sklepieniu obydwie wezglówne punkty naporowe leżeć będą w tym samym poziomie, a wartości momentów M_m będą dokładnie takie same, jak wartości momentów gnących w belce o rozpiętości l , a końcami **swobodnie** na podporach wspartej. Wielkość rozporu H w tym przypadku otrzymamy z warunku, że znany moment M' w środku belki ma być równy momentowi rozporu H względem zwornikowego punktu naporowe-

go, który niechaj leży o f ponad poziomem wezglównych punktów naporowych, a otrzymamy związek:

$$M' = H \cdot f, \text{ czyli:}$$

$$H = \frac{M'}{f}.$$

Wprowadzając tę wartość we wzór ogólny $y_m = M_m : H$, otrzymamy:

$$y_m = f \cdot \frac{M_m}{M'},$$

w którym f jest strzałką środkowej linii sklepienia, M_m momentem, gnącym belkę swobodnie wspartą, o rozpiętości l tejże linii pośrodkowej, a obciążoną tak samo jak sklepienie; M' wreszcie jest takimże momentem w środku belki.

Jeżeli jednak obciążenie sklepienia jest niesymetryczne, np. jednostronne, jak w rys. 1180, to owe trzy zasadnicze punkty naporowe, odsuną się ze środka spoin o e_1 , e , wzgl. e_2 , a odsuwy te możemy oznaczyć ze wzorów podanych powyżej pod 4. Prawy wezglówny punkt naporowy b (rys. 1180) niechaj leży o ξ ponad poziomem lewego takiegoż punktu a , wspornikowy zaś punkt naporowy c niechaj znów leży o f ponad tymże poziomem. Rozpór H , działający w b , powoduje dodatkowy moment M_h względem punktu a , mianowicie:

$$M_h = H \cdot \xi.$$

Tę samą wielkość będzie miał też moment rozporu H , działającego w a , względem punktu b . Wskutek tego momentu $H\xi$ wezglówne odpory pionowe nie będą takie same jak w swobodnie podpartej belce zastępczej, lecz jak w takiejże belce o dodatkowym momencie osadzenia $M_h = H\xi$. Z uwzględnieniem tej różnicy możemy i w tym przypadku stosować wzór powyżej wyprowadzony:

$$y_m = f \cdot \frac{M_m}{M'},$$

w którym rzędne y_m i strzałkę f liczymy od poziomu niższego (lewego), wezglównego punktu naporowego (a), a momenty M_m i M' podług belki zastępczej, podlegającej nietylko takiemu samemu obciążeniu jak sklepienie, lecz i momentowi osadzenia $H\xi$.

Sposób w końcu opisany stosuje się z całą ścisłością i do sklepień wspiętych, t. j. takich, których same wezglówia już nie leżą w jednym poziomie. Wielkość ξ będzie natenczas posiadała wartość stosunkowo większą, lecz odsuwy e , e_1 i e_2 trzech zasadniczych punktów naporowych nie można oznaczać bezpośrednio ze wzorów podanych pod 4., a wypada je ocenić, po przeprowadzeniu obliczenia zaś stosownie poprawić.

β. Obliczenie sklepień z uwzględnieniem ich sprężystości *).

Uwagi ogólne.

Rozpoczynamy od zamierzonego zarysu sklepienia; sprowadzamy obciążenia g i $\frac{1}{2}p$ do obciążenia tworzywem muru, a to podług wskazań podanych pod 2. na str. 736; wkreślamy naporową przez środki spoin wezglównych i zwornikowych, poczem poprawiamy zarys sklepienia tak, aby jego linia pośrodkowa złała się z naporową. Jeżeli te niezbędne poprawki są względnie małe, to zadawałamy się tym pierwszym wynikiem, w przeciwnym zaś razie powtarzamy wykreślenie naporowej dla sklepienia o poprawionym zarysie, który poprawiamy powtórnie podług nowej naporowej. Jako wynik otrzymamy zarys sklepienia, którego linia pośrodkowa zlewa się prawie dokładnie z naporową, przełożoną przez środki spoin wezglównych i zwornikowej. Dopiero dla tego sklepienia wyznaczamy istotną naporową w założeniu, że sklepienie jest stale osadzone we wezglówniach, w którym to przypadku ważne będą poniższe trzy wzory zasadnicze dla dowolnego przekroju w sprężystych prętach zakrzywionych:

$$\int \frac{M ds}{EJ} = 0 \quad \dots \dots \dots \text{I.}$$

$$\int \frac{My ds}{EJ} - \int \frac{N dx}{EF} = 0 \quad \dots \dots \dots \text{II.}$$

$$\int \frac{Mx ds}{EJ} + \int \frac{N dy}{EJ} = 0 \quad \dots \dots \dots \text{III.}$$

We wzorach tych oznacza:

x i y spólrzędne zakrzywionej osi pręta w układzie prostokątnym,

s długość zakrzywionej osi pręta,

F pole badanego przekroju pręta,

J moment bezwładności tegoż przekroju,

N siłę działającą prostopadle na dany przekrój,

M moment gnący w danym przekroju,

E spólczynnik sprężystości tworzywa pręta.

Podług tych wzorów obliczamy sklepienie dla dwóch sposobów obciążenia, a mianowicie:

a) sklepienie obciążone wagą własną g , oraz połową obciążenia ruchomego p , rozłożonego równomiernie na rzut poziomy sklepienia; a więc ogółem obciążenie będzie $g + \frac{1}{2}p$;

β) sklepienie obciążone tylko na jednej połowce pełnem obciążeniem ruchomem p .

Obliczenia poniżej podane stosują się tylko do łuków bezprzegubowych, trzykrotnie statycznie nie wyznaczalnych, z którego to

*) Zeitschr. f. Bauwes. 1896, H. Müller-Breslau, Teorya sprężystości sklepień kołbkowatych o linii pośrodkowej, zlewającej się z naporową.

też powodu posiłkujemy się dodatkowo trzema powyższymi równaniami odkształceń sprężystych.

1. Sklepienie obciążone symetrycznie. Właściwym zadaniem obliczenia jest oznaczenie wielkości i położenia rozporu H_n w spoinie zwornikowej, któryby czynił zadość powyższym trzem równaniami odkształceń sprężystych.

Oprócz znakowań powyżej już podanych oznaczymy przez:

H rozpór sklepienia dla naporowej, zlewającej się z linią środkową sklepienia,

H_n rozpór istotnej, t. j. dla naporowej, czyniącej zadość warunkom sprężystości,

$\Delta H = H - H_n$, różnicę tych rozporów,

φ kąt badanej spoiny z pionem,

N napór prostopadły na tę spoinę, dla naporowej środkowej,

N_n także napór istotny, t. j. dla istotnej naporowej, odpowiadającej warunkom sprężystości,

Uwaga. Siły, cisnące na daną spoinę, rozkładamy na napory N , wzgl. N_n , prostopadłe do spoiny, a więc pochylone względem poziomu o kąt φ i na siły tnące w spoinie; odkształcający zaś skutek tych sił tnących zaniedbujemy.

F_c pewną dowolną, stałą wartość zmiennego pola F przekrojów (spoin),

J_c pewną, dowolną stałą wartość zmiennego momentu bezwładności J przekrojów (spoin).

Nadto zastosujemy podstawienia:

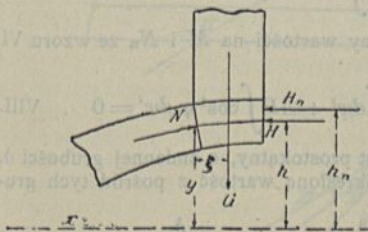
$$dw = ds \frac{J_c}{J}, \text{ oraz } dw' = ds \frac{F_c}{F}.$$

Dogodnem będzie obrócenie poziomej osi odciętych x w takim położeniu, aby:

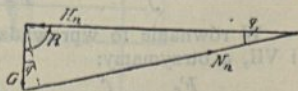
$$\int y dw = 0.$$

Z powodu symetryczności obciążenia, siła wynikowa, cisnąca

Rys. 1183.



Rys. 1184.



w spoinie zwornikowej, będzie pozioma, a więc równa H , wzgl. H_n . Odległości tych rozporów H , wzgl. H_n , od obranej osi odciętych x oznaczymy przez h , wzgl. h_n , odległość

środku spoiny badanej od tejże osi przez y (p. rys. 1183), a wagę części sklepienia między spoiną badaną i zwornikową, wraz z obciążeniem tej części oznaczymy przez G , wreszcie odległość siły G od środka spoiny badanej przez ξ .

Podług rys. 1183 będzie:

$$M = H_n(h_n - y) - G\xi, \text{ oraz}$$

$$0 = H(h - y) - G\xi, \text{ różnica tych równań będzie:}$$

$$M = H_n h_n - Hh + (H - H_n)y, \text{ czyli}$$

$$M = H_n h_n - Hh + \Delta Hy \quad \text{IV.}$$

Wzór I przekształcamy na:

$$\int \frac{M ds}{EJ} = 0; \quad \int M ds \frac{J_c}{J} = \int M dw = 0,$$

poczem w równanie to podstawiamy wartość z IV:

$$\int M dw = \Delta H \int y dw + (H_n h_n - Hh) \int dw = 0.$$

A że oś odciętych x obraliśmy tak, aby $\int y dw = 0$, więc:

$$H_n h_n = Hh \quad \text{V.}$$

Wartość tę wprowadzamy we wzór IV, a otrzymamy:

$$M = \Delta Hy \quad \text{VI.}$$

Podług rys. 1184 będzie:

$$N_n = H_n \cos \varphi + G \sin \varphi, \text{ podobnie też:}$$

$$N = H \cos \varphi + G \sin \varphi.$$

Odejmując pierwszy z tych wzorów od drugiego, otrzymamy:

$$N - N_n = \Delta H \cos \varphi.$$

W równanie to podstawiamy wartość $N = H \sec \varphi$, a otrzymamy:

$$N_n = H \sec \varphi - \Delta H \cos \varphi. \quad \text{VII.}$$

Ogólny wzór II ważny jest dla naporu N z uwzględnieniem odkształceń, a więc dla naporu, który obecnie oznaczyliśmy przez N_n . Podstawiając tę wartość, przekształcamy wzór II:

$$\int \frac{M y ds}{EJ} - \int \frac{N_n dx}{EF} = 0 = \int M y ds \frac{J_c}{J} - \frac{J_c}{F_c} \int N_n ds \cos \varphi \frac{F_c}{F},$$

$$\text{czyli:} \quad \int M y dw - \frac{J_c}{F_c} \cdot \int N_n \cos \varphi dw' = 0.$$

W równanie to wprowadzamy wartości na M i N_n ze wzoru VI i VII, a otrzymamy:

$$\frac{F_c}{J_c} \Delta H \int y^2 dw - H \int dw' + \Delta H \int \cos^2 \varphi dw' = 0 \quad . . . \text{VIII.}$$

Jeżeli przekrój sklepienia jest prostokątny, o zmiennej grubości δ , a przez δ_c oznaczymy pewną określoną wartość z pośród tych grubości, to:

$$dw = ds \left(\frac{\delta_c}{\delta} \right)^3, \text{ oraz } dw' = ds \frac{\delta_c}{\delta} \quad \text{IX.}$$

Natenczas możemy równanie VIII wyrazić krótko:

$$\Delta H = \mu H \quad \text{X,}$$

jeżeli przez μ oznaczymy wartość:

$$\mu = \frac{\int dw'}{\frac{12}{\delta_c^2} \int y^2 dw + \int dw' \cos^2 \varphi} \dots \text{XI.}$$

2. Sklepienie obciążone symetrycznie wagą własną g , oraz obciążeniem ruchomem $\frac{1}{2}p$, rozłożonem równomiernie w planie. Pośrodkowa linia sklepienia ma znów taki kształt, że zlewa się z naporową.

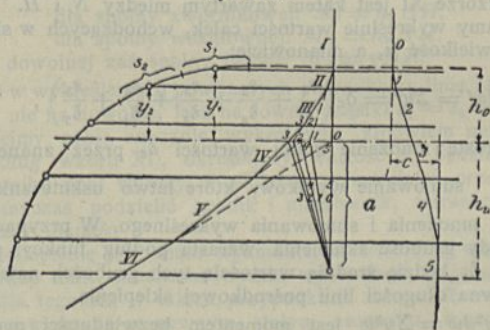
1. Położenie osi odciętych x .

Oś odciętych x ma otrzymać położenie takie, aby się dopełniał warunek: $\int y dw = 0$. Dogodniejszym będzie sposób wykreślny, dla którego zamiast różniczek dw , wzgl. ds , brać będziemy do obliczenia małe cząstki określone $s_1, s_2 \dots$ linii pośrodkowej, oraz przynależne im wartości:

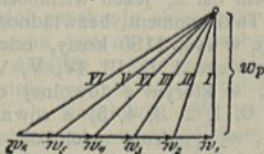
$$w_1 = s_1 \left(\frac{\delta_c}{\delta_1} \right)^3; w_2 = s_2 \left(\frac{\delta_c}{\delta_2} \right)^3 \dots,$$

przyczem $\delta_1, \delta_2 \dots$ będą średniami grubościami cząstek, na jakie podzieliliśmy sklepienie, dzieląc jego linię pośrodkową na cząstki $s_1, s_2 \dots$

Rys. 1185.



Rys. 1186.



W rys. 1185 linię pośrodkową połówki sklepienia podzieliliśmy na 5 cząstek $s_1, s_2 \dots$, a przez środek każdej z tych cząstek przekłada-

my siły poziome (równoległe do szukanej osi x), odpowiadające wielkościom $w_1, w_2 \dots$, które w rys. 1186 składamy we wielobok sił i z dowolnego bieguna, o odległości w_p kreślimy promienie I, II, III, IV, V, VI. Równoległe do tych promieni wkreślamy między siły $w_1, w_2 \dots$ w rys. 1185 wielobok sznurowy, którego boki skrajne I i VI przecinają się w punkcie O, leżącym na szukanej osi x .

2. Obliczenie różnicy rozporów ΔH .

$$\Delta H = H - H_n = \mu H.$$

Wartość rozporu H obliczamy w sposób podany na str. 741, podług wzoru:

$$H = \frac{M'}{f},$$

a wartość μ podług poprzednio podanego wzoru XI obliczymy najdogodniej wykreślnie, zatrzymując w rys. 1185 podział poprzednio (pod 1) omówiony. Zgodnie z wzorami IX będzie:

$$w_1 = s_1 \left(\frac{\partial c}{\partial_1} \right)^3; \quad w_2 = s_2 \left(\frac{\partial c}{\partial_2} \right)^3; \dots$$

$$w_1' = s_1 \left(\frac{\partial c}{\partial_1} \right); \quad w_2' = s_2 \left(\frac{\partial c}{\partial_2} \right); \dots$$

a φ we wzorze XI jest kątem zawartym między N i H .

Określamy wykreślnie wartości całek, wchodzących w skład wzoru XI na wielkość μ , a mianowicie:

$$a) \int dw' = \Sigma w' = \partial c \left(\frac{s_1}{\partial_1} + \frac{s_2}{\partial_2} + \frac{s_3}{\partial_3} + \frac{s_4}{\partial_4} + \frac{s_5}{\partial_5} \right),$$

jest to proste mnożenie stałej wartości ∂c przez znane stosunki $\frac{s_1}{\partial_1}, \frac{s_2}{\partial_2} \dots$ i sumowanie wyników, które łatwo uskutecznić znanymi sposobami mnożenia i sumowania wykreślnego. W przypadku szczególnym, gdy grubość sklepienia wzrasta podług funkcji prostoliniowej, i gdy ∂c będzie średnią wartością tych grubości, natenczas $\Sigma w'$ będzie równa długości linii pośrodkowej sklepienia.

b) $\int y^2 dw = \Sigma y^2 w$ jest momentem bezwładności mas w_1, w_2, w_3, w_4, w_5 względem osi x , jeżeli wielkości $w_1, w_2 \dots$ uważać będziemy za masy. Taki moment bezwładności wykreślamy znanym sposobem, uważając w rys. 1185 kresy, odcięte na osi x przez boki wieloboku sznurowego I, II, III, IV, V, VI, jako siły, tworzące nowy wielobok sił, w którym z dowolnej odległości biegunowej a kreślimy promienie 0, 1, 2, 3, 4, 5, a równoległe do nich wkreślamy między siły $w_1, w_2 \dots$ drugi wielobok sznurowy 0 1 2 3 4 5, którego boki skrajne 0 i 5 są równoległe i leżą w odstępnie wzajemnym c . Szukana wartość będzie:

$$\int y^2 dw = \Sigma y^2 w = w_p a c.$$

c) $f dw' \cos^2 \varphi = \Sigma w' \cos^2 \varphi$. Poszczególne wyrazy tej sumy oznaczamy w sposób podany w rys. 1187, a mianowicie: Kresy $w_1' =$

$$= s_1 \frac{\delta_c}{\delta_1}, w_2' = s_2 \frac{\delta_c}{\delta_2} \dots, \text{znane z wy-}$$

kreślenia pod a), zestawiamy ze sobą we wielobok, kreśląc każdą z tych kres z jej przynależną, znaną pochyłością φ względem poziomu, np. w_4' pod kątem φ_4 , w_5' pod kątem φ_5 . Z wierzchołków tego wieloboku kreślimy pionowe i poziome linie pomocnicze tak, że każda z owych kres będzie przeciwprostokątną przynależnego trójkąta. Z wierzchołków każdego takiego trójkąta kreślimy prostopadłe na przynależne przeciwprostokątne, na których otrzymamy w ten sposób kresy szukane, np. $w_4' \cos^2 \varphi_4$, $w_5' \cos^2 \varphi_5$, a suma tych wyników przedstawia wartość całki szukanej.

Trzy wyniki wykreśleń z pod a), b) i c) wprowadzamy we wzór XI, a otrzymamy wartość μ , z niej zaś wartość:

$$\Delta H = \mu H.$$

Ze znanej wartości ΔH i znanych odległości h_0 , wzgl. h_u (rys. 1185) środków spiny zwornikowej, wzgl. wezglównej, od osi x , określamy momenty gnące dla środków tychże spin, a mianowicie:

$$\text{dla spiny zwornikowej: } M_z = h_0 \Delta H,$$

$$\text{dla spiny wezglównej: } M_w = h_u \Delta H.$$

$$\text{dla dowolnej zaś spiny będzie: } M_x = y \Delta H.$$

Jeżeli w wykreśleniach powyższych pośrodkową linię sklepienia podzielimy nie na dowolne, lecz na równe cząstki $s_1 = s_2 = s_3 \dots = s'$, to uprościmy sobie znacznie wykreślenie, albowiem natenczas ułamek (podług wzoru XI), określający wartość μ , będzie w liczniku i mianowniku miał wyrazy, posiadające mnożnik s' , przez który możemy natenczas podzielić licznik i mianownik, upraszczając w ten sposób cały ułamek.

Gdy sklepienie jest mało wysmukłe, a więc gdy wszystkie kąty φ są bardzo małe, natenczas wyniki wykreślenia stają się mniej dokładne, dla tego też w takich przypadkach zaleca się wszystkie wysokości powiększyć w pewnym stałym stosunku, mnożąc je przez dowolną liczbę stałą n .

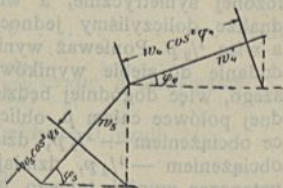
3. Wpływ zmienności przekroju sklepienia, a raczej jego grubości δ , na wyniki ostateczne jest na ogół niezbyt znaczny. Uprościmy sobie nadzwyczaj wszelkie wykreślenia, zakładając, zamiast owej zmiennej grubości δ , stałą grubość δ_c , wartości średniej między grubościami w zworniku i u wezglowia. W takim razie otrzymamy znacznie prostsze wartości na poszczególne w , wzgl. w' , a mianowicie:

$$w_1 = w_1' = s_1; \quad w_2 = w_2' = s_2; \dots$$

A jeżeli nadto linię pośrodkową sklepienia podzielimy na równe cząstki $s_1 = s_2 \dots = s'$, to otrzymamy jeszcze dalsze uproszczenia, a mianowicie:

$$w_1 = w_2 = \dots w_1' = w_2' = \dots s_1 = s_2 = \dots s'.$$

Rys. 1187.



3. Sklepienie obciążone na jednej tylko połowce obciążeniem ruchomem p , rozłożonem równomiernie w planie.

Nie uwzględniamy wpływu wagi własnej g sklepienia, jako rozłożonej symetrycznie, a więc uwzględnionej już pod 2., gdzie jednakże doliczyliśmy jednocześnie i połowę obciążenia ruchomego, a więc $\frac{1}{2}p$. Ponieważ wynik ostateczny zamierzamy otrzymać przez dodanie do siebie wyników z pod 2. i wyników obliczenia poniższego, więc dogodniej będzie, zamiast sklepienia, obciążonego na jednej połowce całym p , obliczyć sklepienie, obciążone w lewej połowce obciążeniem $+\frac{1}{2}p$, działającym w dół, w prawej połowce zaś obciążeniem $-\frac{1}{2}p$, działającym w górę (p. rys. 1188). Składając natenczas wyniki takiego obliczenia z wynikami z pod 2. otrzymamy wyniki dla obciążeń:

$$\text{lewej połówki: } (g + \frac{1}{2}p) + \frac{1}{2}p = g + p,$$

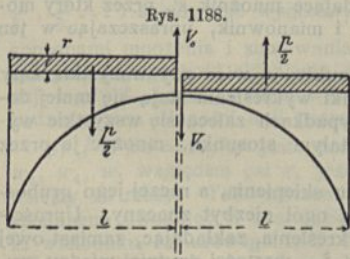
$$\text{a prawej połówki: } (g + \frac{1}{2}p) - \frac{1}{2}p = g,$$

czyli ogółem pożądanę obciążenie jednostronne.

1. Oznaczenie pionowej siły tnącej V_0 w zworniku.

Rozpór H będzie zerem, ponieważ obciążenie jest rozłożone symetrycznie, lecz odwrotnie skierowane. Częstka obciążenia $p/2 dx$ na lewej połowce, działając sama na sklepienie, powodowałaby wprowadzić pewien rozpór dH , lecz symetryczna do niej częstka obciążenia po prawej stronie, jako jej równa, lecz odwrotnie skierowana, spowoduje rozpór $-dH$. Rozpór, spowodowany przez obydwie te częstki obciążenia, będzie zatem $dH - dH = 0$. A że każde takie dwie symetryczne częstki obciążenia dają rozpór 0, więc i rozpór pod całym obciążeniem będzie równy 0.

To samo rozumowanie, zastosowane do momentu gnącego w spoinie zwornikowej, doprowadzi nas do wniosku, że i ten moment musi być zerem.



Jeżeli wobec tych warunków pomyślimy sobie dane sklepienie, o rozpiętości $2l$, jako rozcięte spoiną zwornikową na dwie połowki (p. rys. 1188), to dla zachowania równowagi w każdej z połówek starczy dodanie siły pionowej V_0 , która działa w spoinie rozciętej, a mianowicie będąc skierowana u lewej połówki w górę, u prawej w dół.

Zbadamy jedną z połówek np. lewą, biorąc początek odciętych w spoinie zwornikowej. Moment gnący w dowolnym przekroju, odległym o x od zwornika, będzie:

$$M_x = V_0 x - \frac{1}{2} p \frac{x^2}{2} \dots \dots \dots \text{XII.}$$

Wartość tę wprowadzamy we wzór III na odkształcenia sprężyste, zanedbując w nim jednak odkształcenia, spowodowane przez siły prostopadłe do przekroju, a więc zanedbując napór N , co można uznać za tem bardziej dozwolone, ponieważ rozpór jest zerem, a otrzymamy:

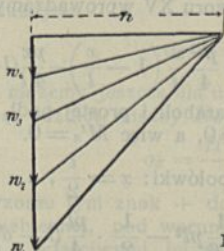
$$\int M'_x x \frac{ds}{EJ} = 0 \dots \dots \dots \text{XIII.}$$

Dla dogodności podstawimy jeszcze $\frac{ds}{EJ} = dw$, a otrzymamy:

$$\int M'_x x dw = V_0 \int x^2 dw - \frac{P}{4} \int x^3 dw = 0, \text{ czyli}$$

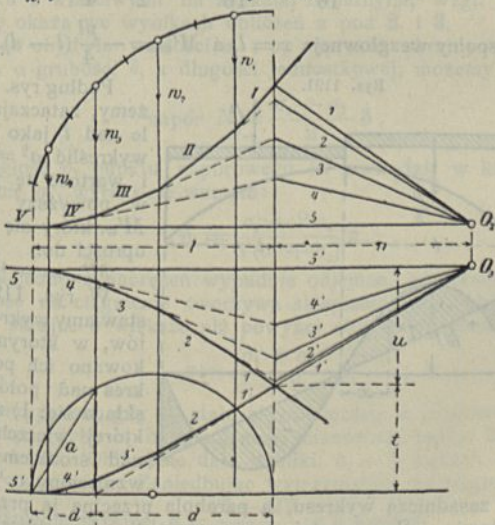
$$V_0 = \frac{P}{4} \cdot \frac{\int x^3 dw}{\int x^2 dw} \dots \dots \dots \text{XIV.}$$

Rys. 1189.



Całki: $\int x^3 dw$, oraz $\int x^2 dw$ najdogodniej oznaczyć wykreślnie w sposób podobny jak powyżej na str. 746, a więc zastępując te całki sumami: $\sum x^3 w$, oraz $\sum x^2 w$. Sposób wykreślenia tego podajemy w rys. 1189 i 1190, a wyniki tego wykreślenia:

Rys. 1190.



$$f x^3 dw = \sum x^3 w = tn^3,$$

$$f x^2 dw = \sum x^2 w = un^2,$$

wprowadzamy we wzór XIV, otrzymując:

$$V_0 = \frac{p}{4} \cdot \frac{nt}{u}.$$

A że podług rys. 1190 mamy $d:n = t:u$, więc $\frac{nt}{u} = d$, co podstawiamy we wzór powyższy, dochodząc w ten sposób do wyniku ostatecznego:

$$V_0 = \frac{p}{4} d. \dots \dots \dots \text{XV.}$$

2. Oznaczenie momentu gnącego M_x .

Otrzymaną powyżej wartość z wzoru XV wprowadzamy we wzór XII, a otrzymamy:

$$M'_x = \frac{p}{4} xd - \frac{p}{4} x^2 = \frac{p}{4} x(d-x) = \frac{pl^2 x}{4l} \left(1 - \frac{x}{l}\right) - \frac{px}{4l}(l-d)l, \text{XVI}$$

a więc wzór na różnicę rzędnych parabol i prostej podł. rys. 1191.

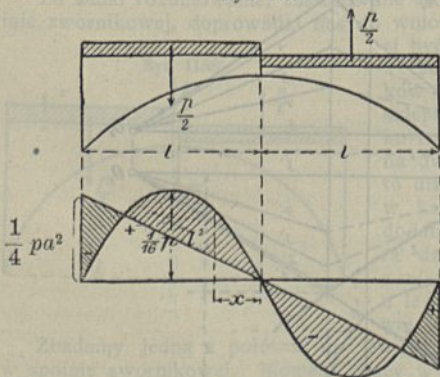
1) Dla spiny zwornikowej: $x=0$, a więc $M'_x=0$.

2) Dla spiny w połowie lewej połówki: $x = \frac{l}{2}$, a

$$M'_s = \frac{1}{8} pld - \frac{1}{16} pl^2 = \frac{1}{16} pl^2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{pl}{4} (l-d).$$

3) Dla spiny wezglownej: $x=l$, a $M'_w = -\frac{pl}{4} (l-d)$.

Rys. 1191.



Podług rys. 1190 możemy, zataczając półkołło nad l jako średnicą, wykreślić $a^2 = l(l-d)$ i wartość tę podstawić w powyższy wzór na M'_w , który się natenczas uprości do:

$$M'_w = -\frac{1}{4} pa^2.$$

W rys. 1191 przedstawiamy wykres momentów, w którym zakreskowano ich pola. Wykres nad połówką lewą składa się: 1) z paraboli, której wierzchołek leży nad środkiem połówki, wzniesiony o $\frac{1}{16} pl^2$ po-

nad linią zasadniczą wykresu, a parabola przecina ją przy zworniku i wezglowiu, i 2) z prostej, przecinającej linię zasadniczą w punk-

cie zwornikowym, a odcinającej na pionie wezłownym kresę $1/4 pa^2$. Dla połówki prawej otrzymamy taką samą parabolę i linię prostą, lecz odwrotnie skierowane. Momenty odmierzymy od owej pochyłej linii prostej, po pionach, do paraboli, a dodatnimi będą momenty odmierzone od tej pochyłej w górę, ujemnymi zaś odmierzone w dół, co też zaznaczono w wykresie przez +, wzgl. —.

4. Określenie naprężeń i ich przebiegu.

Nasamprzód łączymy wyniki otrzymane powyżej pod 2. i 3., dla badanej spoiny, dodając je do siebie, a otrzymamy moment M_x dla najniebezpieczniejszego, t. j. jednostronnego obciążenia:

$$M_x = \Delta Hy + M'_x \quad \dots \quad \text{XVII,}$$

nadto znamy napór N_n , działający na spoinę, jako obliczony pod 1.

1. **Naprężenia skrajne** w badanej spoinie określamy wzorem ogólnie ważnym:

$$\sigma_x = \frac{N_n}{\delta} \pm \frac{6 M_x}{\delta^2},$$

w którym możemy jeszcze dla uproszczenia podstawić $N_n = H \sec \varphi$, zanedbując różnicę między N_n i N , a natenczas otrzymamy:

$$\sigma_x = \frac{H \sec \varphi}{\delta} \pm \frac{6 M_x}{\delta^2} \quad \dots \quad \text{XVIII.}$$

We wzorze tym znak + dotyczy krawędzi grzbietowej, znak — zaś podniebiennej, pod warunkiem, że momenty M_x wprowadzimy do wzoru z właściwymi im znakami dodatnimi, wzgl. ujemnymi, jakie się okażą we wynikach obliczeń z pod 2. i 3.

Znając obydwie wartości σ_1 i σ_2 naprężeń skrajnych w spoinie badanej, o grubości δ , a długości jednostkowej, możemy wyrazić:

$$\text{napór } N = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \delta.$$

Odległość η_1 punktu naporowego od krawędzi, w której panuje naprężenie σ_1 , wyrazi się wzorem:

$$\eta_1 = \frac{\sigma_1 + 2\sigma_2}{3(\sigma_1 + \sigma_2)} \delta \quad \dots \quad \text{XIX.}$$

Jeżeli jedno z naprężeń wypadnie ujemne, to, zanedbując wytrzymałość na ciągnięcie tworzywa sklepieniowego, otrzymamy naprężenie skrajne σ większe niż powyżej obliczone, mianowicie:

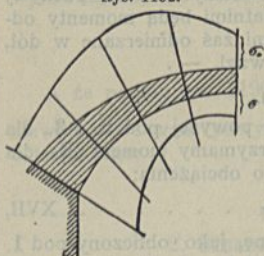
$$\sigma = \frac{(\sigma_1 + \sigma_2)^2}{\sigma_1 + 2\sigma_2}, \quad \dots \quad \text{XX,}$$

a to w przypadku, gdy σ_2 stało się ujemnym; w przeciwnym zaś razie, a więc gdyby σ_1 było ujemne, mianownik byłby: $2\sigma_1 + \sigma_2$.

Przykład. Obliczenie dało wyniki: $\sigma_1 = 5 \text{ kg/cm}^2$, a $\sigma_2 = -2 \text{ kg/cm}^2$ (ciągnięcia). Zanedbując wytrzymałość na ciągnięcie, otrzymamy ciśnienie skrajne: $\sigma = \frac{(5 - 2)^2}{5 - 4} = 9 \text{ kg/cm}^2$.

Oznaczywszy naprężenia skrajne σ_1 i σ_2 dla każdej spoiny, możemy zestawzić je bardzo przejrzyste we wykres podług rys. 1192,

Rys. 1192.



w którym przekrój właściwego sklepienia zakreskowano. Przedłużamy linie spoin w obydwie strony i odcinamy na nich obliczone naprężenia skrajne, mianowicie od podniebienia ku środkowi odcinamy naprężenia, pojawiające się w krawędziach podniebiennych, a linia łącząca końce tych kres odciętych będzie wykresową naprężeń podniebiennych. W sposób podobny odcinamy od grzbietu na zewnątrz naprężenia w krawędziach grzbietowych, a linia, łącząca końce tych kres odciętych, będzie wykresową naprężeń grzbietowych.

2. **Naporową** możemy wyznaczyć w sposób dwojaki:

a) Podług wzoru XIX: ze znanych naprężeń skrajnych obliczamy w każdej spoinie odstęp η_1 punktu naporowego od krawędzi, w której panuje naprężenie σ_1 . Otrzymany tak szereg punktów naporowych określa nam przebieg linii naporowej. Albo też oznaczamy w sposób tu podany punkty naporowe tylko w spoinach wezłowych i zwornikowej, a znając nadto rozpór H i siłę V , wykreślamy naporową, przechodzącą przez zwornikowy punkt naporowy: przejście jej przez znane również naporowe punkty wezłowe będzie sprawdzianem prawidłowości wykreślenia.

b) Dla sklepienia symetrycznie obciążonego mamy wzór ogólny: $M_x = \Delta Hy$ (p. str. 744 wzór VI). Jeżeli się przytem punkt naporowy odsunął od środka spoiny o e , to pod wpływem naporu N_n powstać musi moment tej samej wielkości; a że $N_n = H_n \sec \varphi$, więc otrzymamy równanie:

$$M_x = \Delta Hy = N_n e = H_n e \sec \varphi.$$

A że nadto $\Delta H = H - H_n$, czyli $H_n = H - \Delta H$, więc otrzymamy:

$$\Delta Hy = (H - \Delta H) e \sec \varphi, \text{ czyli}$$

$$e = \frac{\Delta Hy}{H - \Delta H} \cos \varphi.$$

Podstawiając jeszcze wartość $\Delta H = \mu H$, podług wzoru X, otrzymamy wartość na e w dowolnej spoinie:

$$e = \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot y \cos \varphi. \quad \dots \dots \dots \text{XXI.}$$

Oznaczając h_0 i h_u , np. podł. rys. 1185, otrzymamy:

$$\text{w spoinie zwornikowej } e_0 = \frac{\mu}{1 - \mu} \cdot h_0,$$

$$\text{a w spoinie wezłowej } e_1 = -\frac{\mu}{1 - \mu} \cdot h_u \cos \varphi_1.$$

Dopóki y jest dodatne, t. j. dopóki środek spoiny leży ponad osią odciętych x , punkt naporowy odsuwa się od środka spoiny ku grzbietowi, gdyż e podł. wzoru XXI będzie dodatne. Gdy jednak y staje się ujemnym, czyli gdy środek spoiny leży pod osią odciętych, wzór XXI daje wartość ujemną na e , to znaczy, że punkt naporowy przesuwa się ku podniebieniu.

We wzorach powyższych μ ma wartość określoną wzorem XI, a sposób oznaczenia tej wartości podano na str. 746 i 747. Dla sklepień niewysmukłych, o parabolicznej linii pośrodkowej ze strzałką f , a o grubości średniej δ_c , można liczyć w przybliżeniu:

$$\mu = \frac{1}{15 \left(\frac{f}{\delta_c} \right)^2 + 1}, \quad \text{a} \quad \frac{\mu}{1 - \mu} = \frac{15}{16} \left(\frac{\delta_c}{f} \right)^2,$$

przyczem jednakże oś odciętych musi leżeć na $\frac{2}{3}$ wysokości strzałki, czyli będzie:

$$h_0 = \frac{1}{3} f, \quad \text{a} \quad h_u = \frac{2}{3} f.$$

Winkler podaje dla sklepień niewysmukłych wzory ogólne na odsunięcie się punktu naporowego od środka spoiny, a mianowicie:

$$\text{w spoinie zwornikowej: } e_0 = \frac{5}{16} \frac{\delta_c^2}{f},$$

$$\text{a w spoinach wezłownych: } e_1 = -2 e_0 \cos \varphi_1.$$

c. Mury wezłowne sklepienia.

Oznaczmy (podł. rys. 1193), w kg na metr długości sklepienia, przez:

K napór sklepienia na wezłowie,

G wagę muru wezłownego,

R wynikową sił K i G ,

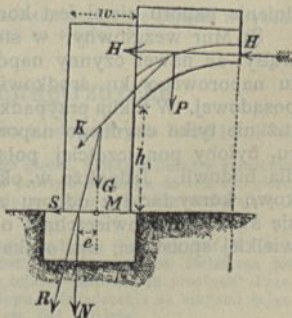
a rozłożywszy wynikową R na dwie składowe: N prostopadłą do spoiny nadposadowej, oraz S równoległą do tejże spoiny, otrzymamy warunek, zapobiegający przesuwanemu się muru wezłownego po swej posadzce, a mianowicie:

$$S \geq 0,7 N.$$

We wzorze tym liczba 0,7 jest współczynnikiem tarcia w spoinie nadposadowej.

Ciśnienie skrajne k w tejże spoinie obliczamy ze znanego nacisku N , ze szerokości w spoiny, oraz ze znanego odsuwy e punktu naporowego od środka spoiny, podług wzorów (por. T. I str. 406):

Rys. 1193.



$$a) \text{ gdy } e < \frac{w}{6}, \dots k = \frac{N}{w} \left(1 + \frac{6e}{w} \right) \text{ kg/m}^2,$$

$$b) \text{ gdy } e > \frac{w}{6}, \dots k = \frac{2N}{3(0,5w - e)} \text{ kg/m}^2.$$

W sposób zupełnie podobny oznaczamy i ciśnienia posady na grunt, składając uprzednio wynikową R z wagą tejże posady. O ciśnieniach bezpiecznych na różne rodzaje gruntu p. str. 150.

Do obliczenia ciśnień skrajnych tak w spoinie nadposadowej, jak i w podposadowej, wypada obciążenie na sklepieniu rozłożyć w taki sposób, aby owe ciśnienia stały się największosciami, a nastąpi to zazwyczaj wówczas, gdy ćwiartkę sklepienia, przyległą do badanego muru wezłownego, jakoteż i sam ten mur, pozostawimy bez obciążenia ruchomego, obciążając natomiast pozostałe trzy ćwiartki sklepienia pełnem obciążeniem ruchomem.

Gdy mur wezłowny jest zasypany ziemią, należałoby rozróżnić trzy przypadki:

1) Napór ziemi spóldziała korzystnie na stateczność muru wezłownego, przesuując punkty naporowe w spoinach nad i podposadowej ku środkowi spoin, a nawet poza ich środek, lecz nie tak daleko, iżby ciśnienia skrajne stały się większe od ciśnień, jakie się pojawiają w przypadku, gdyby parcie ziemi nie spóldziało. W takich okolicznościach najbezpieczniej będzie, nie uwzględniać wcale parcia ziemi, aby zapewnić stateczność i wytrzymałość muru wezłownego nawet wtenczas, gdy w jakim bądź celu usuniemy ziemię z poza tego muru.

2) Napór ziemi jest tak wielki, że powoduje zwiększenia ciśnień skrajnych, względnie do obliczonych bez uwzględnienia owego naporu, a stanie się to zazwyczaj wówczas, gdy pod wpływem naporu ziemi punkt naporowy w spoinach nad- i podposadowej przesunie się daleko poza środek spoiny. W takim przypadku uwzględnienie naporu ziemi jest konieczne.

3) Mur wezłowny, w stosunku do naporu sklepienia, jest tak wąty, że nawet czynny napór ziemi nie przesunie dostatecznie punktu naporowego ku środkowi w spoinie nadposadowej, wzgl. podposadowej. W takim przypadku poleganie na korzystnem spóldziałaniu, już nie tylko czynnego naporu ziemi, lecz nawet biernego jej oporu, byłoby ponajczęściej połączone z wielkiem niebezpieczeństwem dla budowli. Jednakże w okolicznościach właściwych można wyjątkowo korzystać i z oporu ziemi, np. gdy mur wezłowny opiera się swą tylną powierzchnią o niewzruszony jeszcze grunt dziewiczy, wielkiej spoistości, np. o skałę. (O parciu ziemi p. str. 726 i nast.).

V. USTROJE ŻELAZNO-BETONOWE *).

Przepisy, dotyczące ustrojów żelazno-betonowych w budynkach, wydane przez prusk. ministra rob. publ. w d. 16 maja 1904 r.

Streszczenie **).

A. Waga własna.

1. Wagę jednego m³ betonu, wraz z wkładkami żelaznemi, należy liczyć po 2400 kg, licząc zaś inną wagę, należy wykazać, że jest ona zgodna z rzeczywistością.
2. Do wagi części dźwigających stropu trzeba dodać wagę podłogi, posadzki i t. p. podług znanych ich wag jednostkowych.

B. Oznaczenie sił zewnętrznych.

1. W ustrojach, podlegających gięciu, trzeba obliczać momenty gnące i odpory podpór w sposób odpowiadający danemu ustrojowi, a więc uważając go bądź to za belkę jednoprzęstową, swobodnie podpartą, bądź też za belkę wieloprzęstową.
2. Za rozpiętość liczy się: w płytach jednoprzęstowych, swobodnie podpartych, prześwit między podporami, zwiększony o grubość płyty, a w płytach wieloprzęstowych istotne odstępy między środkami podpór.
3. O ile momentów gnących belkę wieloprzęstową nie oznaczmy przez ściśle obliczenie, albo doświadczenie, wypada liczyć moment w pośrodku poszczególnego jej przęsła jako równy $\frac{1}{5}$ tego momentu, jakiby powstał w tymże przęsle, gdyby się płyta wspierała końcami swobodnie.
4. Ta sama zasada stosuje się i do belek przekroju zwykłego, i do płyt uźbrowanych lub drażnionych, wreszcie i do siestrzanów, z tem jednak zastrzeżeniem, że możemy wprowadzać do obliczenia moment osadzenia końców tylko wtenczas, gdy go istotnie i zaufnie wytworzymy przez zastosowanie właściwych środków dodatkowych. Za rozpiętość ***) liczymy natenczas prześwit, powiększony o długość jednej podpory.
5. Jako przekrój nośny płyt uźbrowanych lub drażnionych można do zebra, względnie środkiem, doliczać pasek płyty, lecz szerokości nie większej niż $\frac{1}{3}$ długości ****) płyty.
6. Słupy należy obliczać i na naciski mimoosiowe, mogące się pojawić z powodu niesymetrycznego obciążenia przęseł, spoczywających na słupie.

C. Oznaczenie sił wewnętrznych.

1. Stosunek współczynników sprężystości żelaza i betonu wypada liczyć jak 15:1, o ile się nie wykaże stosunku odmiennego.
2. Naprężenia w przekroju ciała, podlegającego gięciu, należy obliczać w założeniu, że wydłużenia poszczególnych włókien pozostają w prostym stosunku do ich odległości od osi obojętnej, oraz że wkładki żelazne przejmują na siebie całą siłę odciągającą.

*) O obliczeniach ustrojów żelazno-betonowych por. liczne rozprawy prof. M. Thulliego w Przeglądzie Techn., np. rocznik 1896, 1898, 1899 i następne, zwłaszcza też wyczerpującą rozprawę: „Przyczyny złamania belek żelazno-betonowych prostych“ Przegląd Techn., 1906, str. 97 i dalsze. Wreszcie: „Nowe doświadczenia ze słupami żelazno-betonowymi we Lwowie“, Przegl. Techn., 1907 str. 247 i dalsze.

**) Podl. Zeitschr. f. Bauw. 1904, str. 253 i n.; tłumaczenie całości przepisów podał Przegląd Techn. 1906, str. 300 i nast.

***) Oryginał przepisów nie określa, czy należy rozumieć rozpiętość jednego przęsła, czy też całkowitą rozpiętość wszystkich przęseł.

****) Oryginał przepisów jest tu nie jasny.

3. Jeżeli kształt danej części ustroju sam przez się nie uwydatnia bezpieczeństwa na siły tnące, to trzeba siły te obliczyć szczegółowo, a przenieść je na stosowne wkładki żelazne, o ile sam ustrój pierwotny nie zawiera już w sobie części, któreby mogły zaufanie przejąć owe siły.

4. Wkładkom żelaznym wypadaloby wedle możności nadawać taki kształt, któryby sam przez się uniemożliwiał ich przesunięcie się w betonie; w przeciwnym zaś razie należy wykazać obliczeniem, że ich przyczepność jest dostateczna.

5. Gdy długość słupa (lub podpory) przekracza 18-krotną wartość mniejszego z jego wymiarów poprzecznych, trzeba już sprawdzać jego wytrzymałość na wyboczenie. Odstępy między wiązłami poprzecznymi, mającymi zapewnić niezmienność wzajemnego położenia prętów wkładki, muszą być nie większe od 30-krotnej średnicy owych prętów.

6. Wytrzymałość na wyboczenie należy obliczać podług wzorów Euler'a.

D. Naprężenia dozwolone.

1. W częściach wystawionych na gięcie, beton niema podlegać ciśnieniom wyższym niż $\frac{1}{2}$ swej wytrzymałości na zgniecenie, a ciągnięcie lub ciśnienie we wkładkach żelaznych niema przekraczać 1200 kg/cm^2 .

Granice powyższych nie mają przekraczać naprężenia, obliczone na zasadzie obciążeń poniższych:

a) W ustrojach, podlegających nieznacznym tylko wstrząśnieniom, jako to w stropach domów mieszkalnych, pod biurami i sklepami, liczy się istotna waga własna i rzeczywiste obciążenie użytkowe.

b) W ustrojach, podlegających znaczniejszym wstrząśnieniom, jako to w stropach pod salami zebrani, pod tańcowniami, pod składami i w fabrykach, liczy się istotna waga własna, a obciążenie użytkowe z powiększeniem dosięgającym 50% .

c) W ustrojach, podlegających silnym uderzeniom, jako to w stropach pod bramami, przejazdami i dziedzińcami, liczy się istotna waga własna, a obciążenie ruchome, z powiększeniem dosięgającym 100% .

2. Ciśnienie na beton w słupach i podporach niema przekraczać $\frac{1}{10}$ wytrzymałości na zgniecenie, a obliczenie wkładek żelaznych w częściach, mogących podlegać wyboczeniu, powinno wykazać przynajmniej 5-krotne ich bezpieczeństwo.

3. Naprężenie tnące w betonie niema przekraczać $4,5 \text{ kg/cm}^2$, a w przypadku gdy dowiedzionem będzie, że mający się stosować beton posiada względnie wyższą wytrzymałość na cięcie, należy zapewnić przynajmniej 5-krotne bezpieczeństwo.

4. Naprężenie rozczepne, przeciwdziałające przyczepności betonu do żelaza, niema przekraczać granic cięcia dozwolonego w betonie.

VI. MOSTY ŻELAZNE *)

O obliczaniu i obciążeniach mostów p. str. 637 i nast.

A. Część ogólna.

1. Most składa się z dwóch zasadniczo różnych części, a mianowicie: z filarów, wzgl. przyczółków, wraz z posadami, i z dźwigarów wraz z pomostem, które w mostach sklepionych przekształcają się na sklepienie z nasypem.

*) Literatura: M. Thullie, Podręcznik teorii mostów, Lwów 1889, oraz roczniki lwowskiego „Czasopisma technicznego” i warszawskiego „Przeglądu technicznego”.

Tworzywo może być w całym moście jednakowe, np. drzewo lub żelazo na filary i dźwigary, mur na filary i sklepienia i t. p., albo też rozmaite, a natenczas filary i przyczółki bywają najczęściej murowane, dźwigary zaś żelazne lub drewniane. Wyjątkowo tylko będą naodwrot filary żelazne, a na nich sklepienia z muru, jak to wykonano, np. na dworcu frankfurckim, w 18-tu mostach pod tory kolejowe nad tunelami dla podróżnych, tłómków i przesyłek pocztowych.

2. **Wybór miejsca** pod mosty na rzekach zależy przeważnie od jakości gruntu i właściwości przyborów wody. Należałoby wedle możliwości wyszukać miejsce o możliwie dobrym gruncie budowlanym, a zarazem takie, w którym zacieśnienie rzeki przez filary mostowe najmniej będzie szkodliwe. Wypada zatem unikać miejsc, w których się mogą tworzyć zatory lodowe, a z dwóch miejsc o brzegach niskich, względnie wyniosłych, należy dać pierwszeństwo miejscowości z brzegami wyniosłymi.

3. **Pochyłość podłużna** pomostu mostowego nie powinna przekraczać stosunków poniższych:

w mostach:	kolejowych	drogowych	dla pieszych
na równinach	1:200	1:40	} 1:12
w podgórzu	1:100	1:30	
w górach	1:40	1:20	

Pochyłość jezdni na mostach zależy także i od rodzaju jej powierzchni, zwłaszcza od stopnia jej ślizgości, a poniżej zestawiamy kilka stosunków skrajnych, których nie należy przekraczać:

bruk asfaltowy	1:70,
bruk z kostek drewnianych (w Berlinie)	1:40,
„ „ „ (w Paryżu)	1:20,
jezdni z tłucznią (szabru)	1:20.

Na mostach drogowych, ze względu na łatwiejsze odwodnienie i na lepszy wygląd, zaleca się zastąpienie pomostu zupełnie poziomego pomostem, wznoszącym się łagodnie od obydwóch końców ku środkowi, np. ze wzniesieniem 1:200.

Jezdni wypada nadać **spadki poprzeczne**, mianowicie:

dla bruku kamiennego	1:40 do 1:30,
„ jezdni z tłucznią (szabru)	1:24 „ 1:15,
a chodnikom	1:100 „ 1:50.

4. **Wysokość ustrojową** pomostu mierzymy od wierzchu szyn, względnie od powierzchni jezdni w pośrodku, do spodu najniższej sięgającego dźwigara (głównego, poprzeczniczy, wzgl. podłużniczy) z doliczeniem nakówek nitowych i ugięcia się mostu pod obciążeniem. Wysokość ta w sklepionych mostach drogowych o rozpiętości do 22 m, będzie przynajmniej 0,85 m, a w takichże mostach kolejowych 1 m. Natomiast w żelaznych mostach kolejowych wystarczą mniejsze wysokości ustrojowe, mianowicie: 0,65 m, gdy podkłady poprzeczne spoczywają wprost na podłużnicach, a 0,75 m, gdy

sposzczywają na podtorzu zwirowem, którego grubość pod pokładem w takich razach można zmniejszyć do 10 cm, przyczem grubość całego podtorza aż do wierzchu żelaznych podkładów podłużnych mogłaby nie przekraczać 18 cm. Pod jezdnią mostów drogowych wypada liczyć przynajmniej grubości poniższe:

pokład asfaltowy	4 cm,
pokład z kostek granitowych, pod wozy ciężkie	16 cm,
pokład z brukowców drobnych, wprost na be-	
tonie, pod wozy lekkie	8 cm,
pokład z kostek drewnianych	12 cm,
warstwa betonu pod nie	8 cm,
jezdnia z tłucznią (szabru)	15 cm.

5. Prześwitna **wysokość przejazdu** pod mostami niema być mniejsza niż:

4,85 m od wierzchu szyn kolei średnitorowych, a mianowicie
4,8 m na obrysie i 5 cm luzu dodatkowego;

4,5 do 7 m nad ulicami i drogami, po których chodzą tramwaje;
3,8 m nad drogami wiejskimi.

Żegluga natomiast wymaga poniższych wysokości prześwitnych, mierzonych od powierzchni wody:

na statki o pojemności 400 t: 3,2 m ponad najwyższe przybory,
a 3,5 m ponad zwykły wysoki poziom wody;

na statki o pojemności 600 t: 4,4 do 4,5 m;

na statki morskie: 42 m.

Pozatem poduszki dźwigarów, wzgl. wezłowania sklepień, powinny się wznosić przynajmniej 0,5 m ponad przybory najwyższe, by ich nie narażać na uderzenia kry.

6. **Ilość przęseł i ich przeloty** zależą od rodzaju drogi, przechodzącej pod mostem. W mostach nadulicznych prześwit między przyczółkami powinienby się równać szerokości ulicy, a podział na przęsła przystosować do podziału ulicy na jezdnie, chodniki, aleje i t. p. W odstępnie 0,5 m od kraju chodnika można już, w razie konieczności, stawiać na nim słupy. Mosty nad drogami wiejskimi powinnyby otrzymać przelot równający się pełnej szerokości drogi. Przęsła nad torami kolejowymi otrzymują przeloty przystosowane do szerokości obrysa torowego, z pozostawieniem jeszcze pewnego luzu na zapas. Nad kanałami most może wprawdzie zwęzać szerokość kanału, lecz przelot mostu powinien być dostateczny na wymijanie się dwóch statków, z pozostawieniem 0,5 do 1 m luzu, oraz na przeprowadzenie pod mostem drogi, wzgl. ścieżki holowniczej.

Podział przęseł i ich przeloty na rzekach pozostają w zależności nie tylko od względów na żeglugę, lecz przede wszystkim od ilości wody, jaką rzeka odprowadza w czasie przyborów, od kry i od ogólnych właściwości danej rzeki. Dla żeglugi na większych rzekach, zwłaszcza gdy nurt jej się zakrzywia, pożądanem jest chociażby jedno przęsło o rozpiętości przynajmniej 50 m i tak ukształtowane, aby ze zbliżającego się statku mieć widok niezacieśniony

na dalszy nurt rzeki poza mostem. Filar pośrodkowy na rzekach 50 do 70 m szerokich stanowi poważną przeszkodę dla swobodnego spływania kry. Przeloty przęsła i całkowity przekrój przepływu pod mostem obieramy zazwyczaj nie mniejsze od zastosowanych w najbliższym moście leżącym poniżej; a gdy nowy most leży w bliskości już istniejącego, natenczas wypadaloby i pod względem podziału na przęsła przystosować się wedle możliwości do mostu już istniejącego.

Zwężenie przekroju rzecznoego przez filary mostowe powoduje pewien podpór wody, niezbędny na przyspieszenie prędkości wody, pod mostem przepływającej. Jeżeli przez v oznaczymy prędkość wody powyżej mostu, a przez v_1 prędkość wody pod mostem, to podpór h będzie:

$$h = \frac{v_1^2 - v^2}{2g}$$

Prędkość v_1 nie powinna przekraczać granicy, przy której woda mogłaby wymywać dno rzeki, unosząc ze sobą ziarenka piasku lub żwiru, których wielkość i waga warunkują ową granicę. Jeżeli przez t oznaczymy średnią głębokość w niezacieśnionym przekroju rzeki, a przez $H = \frac{v^2}{2g}$ wysokość prędkości w tymże przekroju, to suma przelotów mostowych b określa się wzorem:

$$b = \frac{\text{największa objętość wody przepływającej}}{\mu \sqrt{2g} \left\{ \frac{2}{3} [V(h+H)^3 - VH^3] + tVh+H \right\}} \quad *)$$

Spółczynnik μ we wzorze powyższym otrzymuje wartości:

a) Dla małych przelotów, podług Navier'a:

$\mu = 0,95$, gdy naczółki mają w planie przekrój półkolisty lub ostrołukowy;

$\mu = 0,90$, gdy naczółek jest rozwartokątny;

$\mu = 0,80$, gdy przednia powierzchnia naczółka jest zupełnie płaska;

$\mu = 0,70$, gdy nadto wezglowia sklepienne leżą już pod wodą.

b) Dla przelotu 100 m podaje Sonne wartość $\mu = 0,97$, gdy $v = 0,8$ m/sek., a $t = 3$ m.

Najmniejszy koszt budowy mostu otrzymamy w przybliżeniu, gdy całkowitą jego długość podzielimy na takie przęsła, dla którychby się koszt poszczególnego filara z posadą równał kosztowi przynależnego przęsła dźwigarów z pomostem, wzgl. sklepienia z nadsypem, lecz bez pokładu pomostowego, którego koszt pozostaje niezależnym od zmian rozpiętości poszczególnych przęsła.

7. Wymiary kilku większych mostów:

Nazwa mostu	Przelot w m	Strzałka mostów łukowych
Betonowy most trójprzegubowy pod Munderkingen	50	1 : 10
Most sklepiony z ciosów pod Waszyngtonem.	69,46	1 : 3,75

*) Podług Handb. d. Ingen. Wissenssch. III, 1, str. 549.

Nazwa mostu	Przelot w m	Strzałka mostów łukowych
Drewniany most łukowy pod Wettingen . . .	120	
Żelazny most łukowy, drogowy pod Bonn. . .	187,9	
Dwutorowy most żelazny, łukowy pod Müngsten.	170	1 : 2,5
Żelazny most łukowy, dwuprzegubowy nad Niagarą	256,03	1 : 5,6
Most Williamsburg w Nowym Jorku	487,6	
Wspornikowy most Mirabeau w Paryżu.	99,34	1 : 16,05
Trójprzegubowy, żelazny most łukowy Aleksandra w Paryżu	107,50	1 : 17,12
Wspornikowy most nad zatoką Firth of Forth .	521,20	

B. Podpory mostowe (filary i przyczółki).

(O murach p. str. 157 i nast., o kamieniach str. 78 i nast., o zaprawach i betonie str. 87 i nast.).

1. Posadowienie. Oprócz sposobów, podanych na str. 149 i nast., a których wybór ułatwia zestawienie, podane na str. 151, stosują w nowszych czasach jeszcze między innymi beton ubijany, a mianowicie bądź to ubijany w warstwie posadowej, bądź też ubity uprzednio w postaci pali żelazno-betonowych, które zabijamy w sposób podobny jak pale drewniane. Pale betonowe, jako nie podlegające gniciu lub butwieniu, mają nad drewnianymi tę wyższość, że możemy je zabijać i w grunta suche lub wilgotne, podczas gdy pale drewniane muszą całkowicie i stale leżeć pod najniższym poziomem wód gruntowych.

Jeżeli z betonu ubijamy bezpośrednio warstwę posady, to należy uprzednio osuszyć grunt na czas tej roboty, aby wydobywająca się woda gruntowa nie wypłukiwała zaprawy z betonu jeszcze nie skrzepniętego. Gdy chodzi o posadowienie przyczółków, można nieraz osuszenia tego dokonać, osączając grunt z wody, którą zbieramy natenczas w głębokich studniach, a usuwamy ją z nich pompami*). Gdy grunt nie posiada dostatecznej nośności, można ją powiększyć przez uprzednie stłaczanie gruntu, np. przez wybijanie głębokich jam pionowych, za pomocą ciężkiej, od spodu stożkowej baby, spuszczonej na kafarze z wielkiej wysokości. Jamy te, dość gęsto rozmieszczone pod posadą, wypełniamy następnie betonem, który również ubijamy kafarem. W ten sposób wytwarzamy niejako szeregi grubych pali betonowych, a na nich i na leżącej między nimi warstwie stłoczonego gruntu możemy oprzeć właściwą posadę, wytworzoną, np. z warstwy betonu ubijanego.

2. Filary i przyczółki murujemy z cegły, z kamienia łomowego, z ciosów, wreszcie stosujemy ciosy tylko na oblicowanie, zwłaszcza

*) Zeitschr. d. Bauv. 1898, str. 78. Brettschneider: Wykonanie budowy kanalizacyjnych w Charlottenburgu.

naczółków, murując resztę z materiału tańszego. Zaprawę stosujemy wyłącznie prawie tylko hydrauliczną, przeważnie z cementu portlandzkiego. Budujemy też filary i przyczółki z betonu ubijanego, nieraz licowanego klinkierem lub ciosami, albo też z żelazo-betonu. Ciosy podpoduszkowe bywają najczęściej z granitu, w każdym razie powinny one być z kamienia trwałego i wytrzymałego, gdyż naciski poduszek na te ciosy: 45 do 70 kg/cm², uważają się zazwyczaj jeszcze za dostatecznie bezpieczne.

Filary mostowe, a wyjątkowo chyba tylko i przyczółki, bywają często żelazne, a mianowicie:

α) Szereg pali żelaznych lub żeliwnych wśrubowanych lub zabijanych w grunt, tworzy bezpośrednio jarzmo filaru mostowego.

β) Na posadzce murowanej stawiamy szereg słupów żelaznych lub żeliwnych, łączymy je ze sobą nawzajem wykrzyżowaniem i wierzchnim oczepem, tworząc w ten sposób filar mostowy. Słupy takie mogą być dołem osadzone w posadzce, przeważnie jednak spoczywają one przegibnie na swych poduszkach. Ustrój ten znajduje szerokie zastosowanie w mostach nad drogami i ulicami.

γ) Filary z kratowia przestrzennego stosujemy przeważnie do mostów większej rozpiętości i znacznej wysokości filarów. Posady podfilarowe wyprowadzamy natenczas z muru aż ponad najwyższy poziom wód wezbranych, a na tych posadach ustawiamy dopiero filary żelazne. Filary te możemy osadzić w posadzce, a w takim razie zwężają się one zazwyczaj ku górze. Częściej jednak podpieramy owe filary przegubowo na poduszkach przyposadowych, wspierając również przegubowo i dźwigary mostowe na filarach, a filary takie miewają zazwyczaj największą grubość w środku swej wysokości, zwężając się od tego punktu ku obydwu końcom.

Podług Winkler'a najkorzystniejszy stosunek rozpiętości mostowej l do wysokości h filara z kratowia przestrzennego będzie:

$l:h = 0,8$ dla filarów przegubowych, a

$l:h = 1$ dla filarów dołem osadzonych (bezprzegubowych).

C. Tworzywa i ich obróbka.

1. Tworzywa.

- a) Mury (p. str. 157 i nast., oraz 78 i nast., wreszcie 87 i nast.).
- b) Drzewo (p. str. 105 i nast.).
- c) **Żelazo** (p. str. 17 i nast.). W mostownictwie stosują obecnie prawie wyłącznie tylko walcowane żelazo zlewne uszczerzone sposobem Thomas'a, albo zasadowym sposobem Siemens'a Martin'a. Żelazo mostowe powinno czynić zadość wymaganiom przepisów, podanych na str. 51 i nast. (w Niemczech), wzgl. na str. 57 i nast. (w Rosyi).

Przy projektowaniu przekrojów poszczególnych prętów dźwigarowych i t. p. należy dobierać wedle możliwości kształtowniki tak, aby, zapewniając bezpieczną wytrzymałość, otrzymać możliwie małą wagę poszczególnego pręta. Ponieważ jednak pewne przekroje kształtowników, niezwykła ich długość, a podobnie i niezwykłe wy-

miary blach, podlegają nadwyżkom cen, w kuźnicach wyrabiających ów towar, więc, chcąc budować możliwie oszczędnie, należałoby w ustrojach i zeskładach mostowych wedle możliwości unikać wyrobów, obciążanych taką nadwyżką ceny. Niekiedy jednak kształtownik lub blacha, podlegające takiej nadwyżce ceny, mogą okazać się w istocie tańszymi, a to np. przez zaoszczędzenie spoin i szwów nitowych i związanych z nimi kosztów nitowania, przez zmniejszenie ogólnej wagi żelaza zużytego i t. p. Niezależnie od tej, niekiedy możliwej oszczędności, wypada wyroby obłożone nadwyżką stosować nawet wtedy, gdy się przez to zwiększą koszty ogólne, o ile w zamian otrzymamy ustrój, lepiej celowi swemu odpowiadający. Przy projektowaniu zeskładów żelaznych należy zatem bacznie sprawdzać owe nadwyżki podług cennika kuźnicy, mającej dostarczać żelazo. Sprawdzanie ułatwia nam ta okoliczność, że większość poważniejszych kuźnic tego samego kraju obciąża zazwyczaj te same gatunki i wymiary swych wyrobów jednakowo ustalonymi nadwyżkami.

2. Nity p. T. I str. 437 i nast., zwłaszcza str. 444 i nast. **Śruby** p. T. I str. 425 i nast.

Napężenie w nitach wypada sprawdzić przedewszystkiem w miejscach poniżej wyszczególnionych: a) w nakładkach złącz pasowych, b) w przyłączu do podwężła w końcach każdego pręta, c) w przyłączach poprzecznic i podłużnic, d) w blachownicach zaś należy sprawdzić nicenie: w złączach środника, w przyłączeniu się pasów do środnika (podziałkę) i w taśmach pasowych (z uwzględnieniem ich długości obliczonej i rzeczywistej).

3. Obróbka poszczególnych części. Zadry walcownicze należy usunąć z prętów i blach, które powinny otrzymać kształt ściśle dostosowany do projektowanego, a mianowicie taki, aby powierzchnie, mające się ze sobą stykać, przylegały dokładnie do siebie już przed znitowaniem, a więc aby nity nie potrzebowały ich doginać. W złączach prętów końce obydwóch, łączonych ze sobą części pręta, powinny storcami swymi ściśle do siebie dolegać. Miejsca zagięć w częściach wygiętych powinny być bez rys i o przekroju nieuszczuplonym.

4. Dziurowanie części składowych.

Przebijając dziury na nity lub śruby można jedynie w blachach i podwężłach ze żelaza zlipnego, oraz w częściach drugorzędного znaczenia, np. w blachach pomostowych; wszystkie inne dziury należy wierceć. Jeżeli dziury nie wiercimy od razu poprzez wszystkie części, które nit lub śruba ma złączyć, a więc gdy wiercimy je oddzielnie w każdej części składowej, to wypada powiercić dziury o mniejszej średnicy, i dopiero po złożeniu przynależnych części na siebie, poszerzyć łącznie dziury rozwiertnikiem, lecz nie pilnikiem okrągłym. Na krawędziach dziur nie powinno być najmniejszych nawet rysów, a zadry z nich należy starannie usunąć i dziurę wyczyścić przed wsadzeniem w nią nita lub śruby.

5. Czyszczenie części zeskładów żelaznych p. str. 69.

6. Ochrona części żelaznych od rdzewienia p. str. 67 i nast.

D. Pomost.

a. Pomosty pod koleje średnitorowe.

Szerokość pomostów podolnych, jednоторowych, ma być przynajmniej 4,1 m. Podług nowych przepisów Związku kol. niem. po bokach obrysa torowego ma jednakże z każdej strony pozostawać swobodna przestrzeń 0,2 m szeroka.

1. **Tor bez podkładów** układamy w ten sposób, że pod każdą szyną leży podłużnica, a na niej w odstępach co 0,6 m podkładki lano-stalowe, poprzez które przytwierdzamy szynę bezpośrednio do podłużnicy za pośrednictwem zacisków. Między podkładką a wierzchem podłużnicy zaleca się podłożenie płytek pilśniowych, które łagodzą uderzenia, a przy grubości 2 cm znoszą bezpiecznie ciśnienia do 25 kg/cm².

2. **Tor na drewnianych podkładach poprzecznych**, leżących bezpośrednio na podłużnicach, układamy w dwojaki sposób: albo podkładki leżą gęsto, jeden dotykając drugiego, a natenczas tworzą one zarazem i pokład pomostu; albo też podkłady leżą w odstępach wzajemnych nie ponad 0,7 m, a natenczas na śródtorzu i obustronnych przytorzach pokrywamy je pokładem z bali 5 do 8 cm grubych. Podkłady w końcu wspomniane przytwierdzają się do podłużnic za pośrednictwem obustronnych kawałków kątownika nierównoramiennego (120 · 80 · 10 mm), przynitowanych krótszym ramieniem do wierzchu podłużnicy, a przez dłuższe ich ramiona, obejmujące podkład, i poprzez niego przeciągamy śrubę 20 do 26 mm średnicy.

Podkłady te można bezpiecznie naprężyć gięciem do 75 kg/cm², a przy odstępach podkładów nie ponad 0,7 m możemy natenczas, przy wzajemnym odstępach podłużnic:

160 162 164 168 171 175 174 178 183 193 204 213 cm,

układać podkłady o przekroju:

$\frac{16}{16}$ $\frac{16}{18}$ $\frac{18}{18}$ $\frac{18}{20}$ $\frac{18}{22}$ $\frac{18}{24}$ $\frac{20}{22}$ $\frac{20}{24}$ $\frac{20}{26}$ $\frac{22}{22}$ $\frac{24}{20}$ $\frac{24}{20}$ cm.

Najwłaściwszym będzie wzajemny odstęp podłużnic 170 do 180 cm, a ze względu na możliwe wykolejenie się na moście, układamy te 3,5 m długie podkłady niesymetrycznie, a mianowicie naprzemiennie dotykając to do prawego, to do lewego dźwigara głównego. Bezpieczniej jednak zawsze będzie układać podkłady zupełnie gęsto, t. j. przylegające nawzajem do siebie.

Najdoskonalszym, aczkolwiek najdroższym jest ustrój z podsypką w podtorzu, opisany poniżej pod 5.

3. **Podłużnice podtorowe** najdogodniej wytworzyć z dwuteowników o wysokości 240 do 550 mm, o ile ich rozpiętość nie przekracza 5,5 m. W celu ułatwienia obliczeń tych podłużnic podajemy tablicę momentów gnących i niezbędnych momentów wytrzymałości, obliczoną na zasadzie szeregu ciężarów, przepisanej dla kolei pruskich a podanego na str. 643, przyczem momenty wytrzymałości obliczono w założeniu naprężenia bezpiecznego 750 kg/cm². Przyrostki

$\frac{\Delta M}{\Delta \lambda}$ i $\frac{\Delta W}{\Delta \lambda}$ ułatwiają oznaczenie momentów dla rozpiętości pośred-

nich między podanemi w tablicy. Momenty w tablicy obliczono z uwzględnieniem wagi własnej podłużnic i pokładu, która to waga zwiększa się nieco wraz z szerokością pomostu. Wartości w tablicy podano dla szerokości pomostu, 4,9 m, a zmniejszenie tej szerokości o każde 0,1 m zmniejszyłoby momenty o 0,25 do 0,7⁰/₁₀₀, a to zależnie od rozpiętości podłużnic. Zmniejszenie to jest atoli tak znikome, że można je zaniedbać.

Momenty: gnące M i wytrzymałości W w podłużnicy pod pomostem 4,9 m szerokim.

Rozpiętość λ cm	Największy moment gnący, spowodowany:		Całkowity moment gnący M tm	$\frac{\Delta M}{\Delta \lambda}$	Niezbędny moment wytrzymałości W cm ³	$\frac{\Delta W}{\Delta \lambda}$
	wagą własną tm	pociągami tm				
100	0,0510	2,50	2,5510		340	
120	0,0677	3,00	3,0677	0,0258	409	3,45
140	0,1057	3,50	3,6057	0,0269	481	3,6
160	0,1306	4,00	4,1306	0,0263	551	3,5
180	0,1571	4,50	4,6571	0,0263	621	3,5
200	0,2158	5,00	5,216	0,0279	695	3,7
220	0,249	5,50	5,749	0,0267	766	3,55
240	0,289	6,00	6,289	0,0270	839	3,65
260	0,328	6,582	6,910	0,0311	921	4,1
280	0,415	7,505	7,920	0,0505	1056	6,75
300	0,470	8,438	8,908	0,0494	1188	6,6
320	0,531	9,379	9,910	0,0510	1321	6,65
340	0,631	10,327	10,958	0,0524	1461	7,0
360	0,708	11,400	12,108	0,0625	1614	7,65
380	0,793	12,825	13,618	0,0755	1816	10,1
400	0,917	14,250	15,167	0,0775	2022	10,3
450	1,170	17,813	18,983	0,0763	2531	10,2
500	1,540	21,375	22,915	0,0786	3055	10,5
550	1,880	24,938	26,818	0,0781	3576	10,4
600	2,270	28,500	30,770	0,0790	4103	10,5
650	2,641	32,280	34,921	0,0830	4656	11,1
700	3,147	36,730	39,877	0,0991	5317	13,2
800	4,237	46,750	50,987	0,1111	6798	14,8

4. **Poprzecznice** bywają albo walcowanymi dwuteownikami, albo blachownicami o wysokości równej $\frac{1}{7}$ do $\frac{1}{10}$ rozpiętości poprzecznicy, a wyjątkowo tylko kratownicami. Jednolita belka walcowana zaleca się nawet w tym przypadku, gdy jej waga wypadnie nieco większą od belki nitowanej. Cena bowiem blachownic na jednostkę wagi bywa około 40% wyższa niż belek walcowanych, a cena kratownic jeszcze wyższa.

Tablice nacisków A na poprzecznice.

Pomost 3,6 m szeroki

Pomost 4,9 m szeroki

Odstępy poprzecznic λ cm	Nacisk A spowodowany:			$\frac{\Delta A}{\Delta \lambda}$ t/m	Odstępy poprzecznic λ cm	Nacisk A spowodowany:			$\frac{\Delta A}{\Delta \lambda}$ t/m
	wagą własną t	pociągami t	wagą własną i pociągami t			wagą własną t	pociągami t	wagą własną i pociągami t	
100	0,490	10,000	10,49	0,003	200	1,171	14,250	15,42	0,070
110	0,524	10,000	10,52	0,003	210	1,194	14,929	16,12	0,064
120	0,545	10,000	10,55	0,001	220	1,219	15,545	16,76	0,060
130	0,564	10,000	10,56	0,011	230	1,253	16,109	17,36	0,055
140	0,670	10,000	10,67	0,002	240	1,283	16,625	17,91	0,050
150	0,692	10,000	10,69	0,071	250	1,306	17,100	18,41	0,045
160	0,714	10,688	11,40	0,109	260	1,328	17,538	18,86	0,057
170	0,755	11,735	12,49	0,095	270	1,488	17,945	19,43	0,040
180	0,775	12,667	13,44	0,087	280	1,512	18,321	19,83	0,039
190	0,806	13,500	14,31	0,088	290	1,549	18,672	20,22	0,037
200	0,935	14,250	15,19	0,069	300	1,585	19,000	20,59	0,034
210	0,954	14,929	15,88	0,064	310	1,622	19,306	20,93	0,033
220	0,972	15,545	16,52	0,061	320	1,661	19,594	21,26	0,040
230	1,021	16,109	17,13	0,054	330	1,797	19,864	21,66	0,028
240	1,048	16,625	17,67	0,050	340	1,820	20,118	21,94	0,057
250	1,068	17,100	18,17	0,046	350	1,867	20,643	22,51	0,066
260	1,087	17,538	18,63	0,053	360	1,915	21,250	23,17	0,062
270	1,217	17,945	19,16	0,040	370	1,967	21,824	23,79	0,060
280	1,237	18,321	19,56	0,040	380	2,021	22,368	24,39	0,055
290	1,292	18,672	19,96	0,036	390	2,055	22,885	24,94	0,063
300	1,323	19,000	20,32	0,034	400	2,193	23,375	25,57	0,052
310	1,358	19,306	20,66	0,033	410	2,244	23,841	26,09	0,050
320	1,392	19,594	20,99	0,038	420	2,299	24,286	26,59	0,047
330	1,503	19,864	21,37	0,027	430	2,355	24,709	27,06	0,046
340	1,525	20,118	21,64	0,057	440	2,408	25,114	27,52	0,044
350	1,567	20,643	22,21	0,067	450	2,461	25,500	27,96	0,051
360	1,627	21,250	22,88	0,063	460	2,601	25,869	28,47	0,042
370	1,690	21,824	23,51	0,060	470	2,664	26,223	28,89	0,041
380	1,746	22,368	24,11	0,055	480	2,737	26,563	29,30	0,039
390	1,772	22,885	24,66	0,060	490	2,798	26,888	29,69	0,036
400	1,884	23,375	25,26	0,051	500	2,850	27,200	30,05	0,033
410	1,930	23,841	25,77	0,049	510	2,883	27,500	30,38	0,035
420	1,977	24,286	26,26	0,047	520	2,915	27,789	30,70	0,034
430	2,023	24,709	26,73	0,045	530	2,987	28,066	31,05	0,033
440	2,070	25,114	27,18	0,044	540	3,056	28,333	31,39	0,029
450	2,116	25,500	27,62	0,048	550	3,129	28,591	31,72	0,029
460	2,230	25,869	28,10	0,041	560	3,174	28,839	32,01	0,027
470	2,289	26,223	28,51	0,040	570	3,218	29,079	32,30	0,032
480	2,349	26,563	28,91	0,039	580	3,255	29,311	32,57	0,032
490	2,408	26,888	29,30	0,037	590	3,353	29,534	32,89	0,030
500	2,467	27,200	29,67		600	3,438	29,750	33,19	

W powyższych tablicach na str. 765 podajemy wartości największych nacisków A na poprzecznice w punktach, w których się do niej przyłączają podłużnice, a to w założeniu szeregu ciężarów, przepisanego dla kolei pruskich, a podanego na str. 643. Znając te naciski A , obliczymy z łatwością momenty gnące w poprzecznicy.

5. **Tor na podsypce** układa się na mostach w celu przytłumienia turkotu pociągów, co jest niezbędnem nad ulicami miejskimi, lecz prócz tego ustrój taki posiada zaletę jednolitości toru na moście i na szlaku pozamostowym. Ponad ulicami miejskimi należy nadto odprowadzić wodę deszczową z mostu w taki sposób, aby nie kapiała na przechodniów.

Podkłady poprzeczne mają być nie krótsze niż 2,7 m, a poza ich końcami powinna jeszcze leżeć podsypka szerokości przynajmniej po 15 cm. Wysokość poprzecznych podkładów żelaznych ma być nie mniejsza niż 8 cm, a grubość podsypki pod pokładami nigdzie nie mniejsza niż 10 cm. Podsypka spoczywa zazwyczaj na pokładzie z płyt nieckowatych (p. str. 42), 6,5 do 8 mm grubych, o bokach nie ponad 2 m, przy strzałce $\frac{1}{12}$. Obliczenia wytrzymałości płyt będą tu ponajczęściej zbyt czyste, gdyż długoletnie doświadczenie sprawdziło już stosowność powyżej podanych wymiarów. Podsypka podtorza wspiera się po bokach na pionowych lub pochyłych ściankach z blachy płaskiej lub sklepieniastej. Zmniejszenie wymiarów przekroju podtorza do granic możliwych zaleca się przedewszystkiem w celu zmniejszenia wagi podsypki, obciążającej most. Pozostała część pomostu pokrywa się zazwyczaj blachą karbowaną, która jednak nie zaleca się, gdyż nietylko nie tłumi dźwięku, lecz sama go nawet wydaje przy wstrząśnieniach. Lepiej zatem zastąpić ją pokładem z pomostowników, albo z blachy falowanej lub sklepieniastej, na którym układa się warstwa betonu, pokryta asfaltem. Wodę deszczową z tych części najdogodniej odprowadzać wprost do podtorza, które i bez tego musi utrzymać należyte odwodnienie. Jeżeli jednak między chodnikami a torem leżą dźwigary główne, a na ich wspornikach chodniki, to wodę z nich odprowadzamy oddzielnie do rynien podłużnych, mieszczących się powyżej lub poniżej pokładu żelaznego. Samo podtorze odwadniamy w ten sposób, że w środku wklęsłości płyty nieckowatej wiercimy dziurę 3 cm średnicy, a wodę z niej ściekającą chwytnymi w rynny podłużne lub poprzeczne, ułożone pod każdym szeregiem owych dziur.

By się obyć bez takich rynien, zwłaszcza w mostach nad ulicami miejskimi, zastąpiono w kilku przypadkach, na mostach nie ponad 30 m długich, płyty nieckowate blachami płaskimi, 8 mm grubymi, o rozpiętości 0,85 m, ułożonemi ze spadkiem 1:100, od środka mostu ku obydwom przyczółkom.

Pokład z blach płaskich lub płyt nieckowatych pod każdym torem spoczywa na pięciu, względnie trzech podłużnicach, wspartych poprzecznkami w taki sposób, aby wierzch poprzecznic nie wznosił się ponad poziom wierzchu podłużnic, a więc aby umożliwić ułożenie pokładu bez wyginania blach. Gdy brzeg pokładu tego ma się wspierać bezpośrednio na pasie dźwigara głównego, po-

siadającym nałożone taśmy, natenczas zaleca się, jedną z tych taśm poszerzyć o 60 do 80 mm i do tego występu taśmy przynitować blachy pokładowe (nitami 16 mm średnicy) w pełnej niezależności od znitowania samego pasa dźwigarowego. Jeżeli wzajemny odstęp poprzecznic przekracza 2 m, to zaleca się wstawienie poprzecznic dodatkowych między podłużnice, dla lepszego wsparcia pokładu pomostowego.

6. Przyłącza dwuteowników walcowanych (podłużnic i poprzecznic), mających się końcami wspierać o ścianki pionowe, np. o środniki blachownicy, wytwarzamy najdogodniej w sposób następujący: Do środnika blachownicy nitujemy kątownik pionowy przez całą jej wysokość, a z końca dwuteownika wycinamy połówki jego pasów z jednej strony tak, aby jego środnik mógł przylegać do odstającego ramienia owego kątownika. Po drugiej stronie dwuteownika nie wycinamy pasów, lecz przykładamy niższy kątownik pionowy, leżący między tymi pasami niewyciętymi. I ten kątownik nitujemy do środnika blachownicy, a poprzez odstające ramiona obydwóch kątowników i przez objęty nimi środnik dwuteownika zabijamy nity przyłączone.

Gdy pomost leży dołem, przyłączamy poprzecznicę do dźwigara głównego, usztywniając to przyłącze przez dodatkowe wysztywnienia narożne, zazwyczaj wymiarów tak wielkich, na jakie tylko pozwala obrys torowe. Jeżeli poprzecznicą jest blachownicą, to wspomniane wysztywnienie jej przyłącza wytworzymy najdogodniej, poszerzając płytę środnikową w końcu blachownicy w dół, aż do spodu dźwigara głównego, do którego przyłączamy tak poszerzoną płytę środnikową, podczas gdy kątowniki dolnego pasa poprzecznicy wyginamy ku dołowi. Otrzymamy w ten sposób blachownicę, której wysokość jest w końcach powiększona i której pasy dochodzą aż do dźwigara głównego, zazwyczaj jednakże z nim się nie łączą, gdyż starczy przyłączenie samej, poszerzonej płyty środnikowej. Przyłącza poprzecznic dwuteownikowych wysztywniamy przez przynitowanie trójkątnego wspornika do ich końca i do dźwigara głównego. Przyłącza nieusztywnione, nawet przegubowe, zalecają się dopiero przy rozpiętościach przesł mostowych ponad 100 m. Bez względu na rodzaj przyłącza zakładamy do obliczenia wytrzymałości, że rozpiętość poprzecznic równa się wzajemnemu odstępowi osi dźwigarów głównych.

Gdy pomost leży górą, oprócz podobnego połączenia sztywnego poprzecznic, wskazanem będzie dodatkowe podparcie ich środka prętami wiązania poprzecznego.

b. Mosty drogowe.

1. Szerokość pomostu.

a) **Szerokość jezdni**, zwłaszcza na mostach krótszych, może być mniejsza niż pozostałej drogi, wzgl. ulicy, gdyż niepotrzeba liczyć na to, aby się na moście wozy zatrzymywały u chodników. Na dro-

gach mniej ważnych starczy szerokość jezdni mostowej, obliczona na dwa szeregi wozów, na drogach i ulicach ważniejszych liczymy ją na trzy szeregi, a gdy przez most przechodzą tory tramwajowe, należy poza szerokością, zajęta przez tabor tramwajowy, liczyć jeszcze przynajmniej na dwa szeregi wozów. Tory tramwajowe najdogodniej prowadzić po bokach jezdni, nieopodal chodników. Szerokość wagonu tramwajowego nie przekracza zazwyczaj 2 m i jest prawie niezależna od szerokości toru. Największą szerokość wozów wraz z ładunkiem ustalają zazwyczaj przepisy policyjne, a to w zależności od zwyczajów danej okolicy. Szerokość ta wyjątkowo tylko przekracza 2,5 m. Między szeregami wozów należy liczyć jeszcze pewien odstęp zapasowy (0,35 do 0,5 m), zależny od zręczności w powożeniu, która bywa większa we wielkich miastach, aniżeli w miasteczkach lub na wsi. Gdy powierzchnia jezdni jest gładka, odstępy owe muszą być większe niż na bruku szorstkim. Ponadto wypada uwzględnić jeszcze boczne przechylenie się wozu skutkiem poprzecznych spadków jezdni, oraz boczny wysięg ładunku poza obrzeże jezdni, gdy wóz kołami swemi dotyka już owego obrzeża. Trzeba na to liczyć łącznie dodatek przynajmniej 0,3 m, a wskazaniem byłoby, określać w każdym poszczególnym wypadku wielkość tego dodatku podług rzeczywistych szerokości ładunku i kolei kół wozowych, oraz podług istotnego spadku poprzecznego jezdni.

Średnio można liczyć szerokość jezdni w prześwicie między jej obrzeżami: na dwa szeregi wozów 4,75 do 5 m, na trzy szeregi 7 do 7,2 m, na cztery szeregi 9,85 do 10,5 m. Na jezdniach dolnych ich obrzeża muszą leżeć w takim oddaleniu od dźwigarów głównych, aby o nie nie zaczepiał ładunek wozu, którego koła dotykają już obrzeży jezdni. Na jezdniach górnych wypada poszerzyć stosownie chodniki.

β) **Szerokość chodników** powinny być nie mniejsza niż 1,25 m, a szerokość 3 m można naogół uznać już za dostatnią. Pod chodnikami mostów ulicznych prowadzimy zazwyczaj rury wodociągowe, gazowe i poczty pneumatycznej, oraz przewody elektryczne, z których jednakże przewody prądów wątlých należałoby oddzielić zaufnie od przewodów o prądach wielkich, a te znów w danym razie układać w ten sposób, aby prąd wysokiego napięcia nie mógł przedostać się do przewodów niskiego napięcia, nawet w razie poważniejszych uszkodzeń. Zasadniczo zaś trzeba pod pomostem unikać wszelkich swobodnych przestrzeni nieprzewietrzanych, gdyż mogące się w nich zebrać gazy wzbuchliwe groziłyby poważnem niebezpieczeństwem.

Szerokości kilku mostów wykonanych.

Nazwa mostu	Szerokość:		
	jezdni	chodników	całkowita
Most Aleksandra w Paryżu	20,0	2 × 10,0	40,0
Nowy wiadukt w Warszawie	16,0	2 × 4,0	24,0
Nowy most na Wiśle w Warszawie	15,0	2 × 3,2	21,4
Most Ebert'a w Berlinie	11,0	2 × 3,3	17,6
Londonbridge w Londynie	11,03	2 × 2,74	16,51

2. Jezdnia na mostach drogowych i jej podparcie.

Wprawdzie bruk granitowy wymaga najmniejszych kosztów utrzymania, mimo to, w celu zmniejszenia szkodliwych dla mostu wstrząśnień, lepszą będzie możliwie równa powierzchnia jezdni, a więc np. pokład z bali lub asfaltu.

1. **Pokład z bali** bywa albo podwójny, albo pojedynczy, a nateczas bale 6 do 8 cm grube, leżące w poprzek jezdni, powinny się wspierać na tak gęsto rozłożonych podłużnicach (drewnianych), aby, po zjeździeńiu się bala, koła wozów nie przełamywały się przez niego.

2. **Jezdnia z tłucznią**, nasypanego w grubości 15 cm, z silnym spadkiem poprzecznym, spoczywa na pokładzie z żelaznych płyt nieckowatych, których wklęsłości wypełniono betonem, a na tak wyrównanej powierzchni ułożono warstwę pilśni asfaltowej, tektolitu lub t. p. Oprócz tego, ze wszech miar zalecania godnego ustroju stosują na podparcie warstwy tłucznia jeszcze i pokłady z bali; ustrój taki nie jest jednak trwały, gdyż bale podlegają tu łatwo gniciu.

3. **Bruk drewniany lub kamienny** spoczywa na warstwie betonu, w najcieńszem miejscu 8 cm grubej, wspartej pokładem żelaznych płyt nieckowatych. Bruk nie spoczywa jednakże bezpośrednio na tej warstwie betonu, lecz przedziela się od niej warstewką pośrednią, a mianowicie ze żwirku, 2 cm grubą pod bruk kamienny, a z zaprawy cementowej pod bruk drewniany*). Kostki na bruk drewniany powinny być przynajmniej 13 cm wysokie, przy 8 cm grubości, a 20 do 25 cm długości. Nadaje się na nie drzewo sosnowe, lecz z warunkiem, aby było drobnostoiiste, czyli z drzew powoli rosnących; sośnina, wyrosła w klimacie zimnym (Szwecya, Finlandya, Archangielsk), będzie najwłaściwsza. Nieodzowne warunki trwałości bruku drewnianego są: zalanie cementem spoin około 6 mm szerokich; zwiększenie spadku poprzecznego na skrajnych pasach bocznych jezdni, 1 do 1,5 m szerokich; wypełnienie gliną spoiny między jezdnią a pobrzeżem chodników; wreszcie częste posypywanie powierzchni drobnym żwirkiem, powstałym ze skał twardych, zwłaszcza żwirkiem porfirowym. Żwirtek ten pod naciskiem kół wciska się między słoje drzewa, utwardzając powierzchnię jezdni, co się znakomicie przyczynia do jej trwałości. 1 m³ takiego żwirku rocznie starczy na posypywanie 250 m² bruku.

4. **Pokład z asfaltu stłaczanego**, 4 do 8 cm gruby, ułożony na (opisanej już powyżej pod 3.) warstwie betonu, daje jezdnię o powierzchni gładkiej, a trwałą i względnie niedrogą.

Pokład z płyt nieckowatych pod warstwę betonową układa się w sposób zupełnie podobny jak na mostach kolejowych (p. str. 766), jednakże odprowadzanie wody deszczowej z wklęsłości płyt staje się zbyt trudnym. Mimo to dobrze będzie, pozostawić dziury w najniższym punkcie tych płyt, ułatwi to bowiem wysychanie warstwy be-

*) Zeits. d. Bauv., 1891 str. 443, H. Freese, Bruk drewniany w Paryżu. Wzorując się na ustroju bruków paryskich, ułożono w 1892 r. bruk drewniany na moście Lutra w Berlinie. Bruk ten przetrwał 13 lat.

tonowej. Zamiast z płyt nieckowatych można pokład ten wytworzyć równie dobrze z pomostowników, zyskując nawet niekiedy przez to na wadze. Pomostowniki takie układamy w poprzek jezdni na podłużnicach, a możemy je obliczać jako belki wieloprzęsłowe, albo uprościć sobie obliczenie, uważając każde przęsło tej belki za belkę jednym końcem osadzoną, drugim zaś swobodnie się wspierającą.

Nacisk koła wozowego, o szerokości b obręczy, poprzez warstwę tłucznia, o grubości h , rozkłada się w przybliżeniu równomiernie na powierzchnię kręgu, o średnicy $d = b + 2h$, a jeżeli pod tłuczniem leży jeszcze warstwa betonu, to można liczyć $d = b + 2,7h$. Gdy nad tłuczniem lub żwirem leży bruk, natenczas b oznaczać będzie szerokość poszczególnego brukowca.

c. Mosty dla pieszych.

Mosty takie powinny umożliwiać nie tylko przechodzenie pieszych, ale i przeprowadzanie takich wozideł, które ciągnie lub popycha jedna osoba, np. wózków dziecięcych, bicykli, tacek i t. p. Spadki na tych mostach nie powinny być zbyt strome, a mianowicie: pokład z asfaltu nie ponad 1:20; pokład z bali nie ponad 1:12; a bruk z drobnych kamyczków, tak zwany mozaikowy, nie ponad 1:10, wyjątkowo chyba 1:8. Schodów należałoby tu wedle możliwości zupełnie unikać, a gdy okażą się już nieodzownymi, trzeba by ograniczać się przynajmniej do możliwie małej liczby ich stopni, obierając nadto wygodny stosunek stromości. Zaleca się np. układ następujący: stromość ogólna 1:4, a więc 25 cm na każdy metr; głębokość stopnia 1 m, lecz jego powierzchnia nie pozioma, a pochylona w stosunku 1:10, skutkiem czego wysokość stopnia z przodu zmniejsza się o 10 cm, czyli z 25 na 15 cm. Deski lub bale na chodnikach najlepiej układać w kierunku poprzecznym, pozostawiając mały luz między nimi i skrawężając ich górne krawędzie.

E. Dźwigary główne żelaznych mostów belkowych.

a. Rodzaje i liczba dźwigarów głównych.

Stosować będziemy oznaczenia poniższe:

- l rozpiętość dźwigara,
- λ długość pola, wzgl. odstęp osi poprzecznic,
- h wysokość dźwigara, a mianowicie mierzona wraz ze skrajnymi taśmami pasowymi w blachownicach, lecz między osiami pasów w kratownicach.

1. Gdy $l < 15$ m, zalecają się belki o pełnych średnicach, a więc: kształtowniki jednolite, blachownice, skrzynkownice i t. p.

2. Dla $l = 15$ do 22 m, należy sprawdzić, czy blachownica, czy też kratownica będzie tańsza.

3. Gdy $l > 22$ m, kratownica będzie zawsze najtańsza.

4. Gdy $l > 30$ m, natenczas na kolejowe mosty dwutorowe wypada najtaniej (pomijając koszt filarów) most podwójny, t. j. o czterech dźwi-

garach głównych, po dwa na każdy tor, lecz tylko do pewnej granicy, gdyż dla bardzo wielkich rozpiętości, ze względu na sztywność ustroju (parcie wiatru, wyboczenie prętów ściskanych), most dwudźwigarowy będzie odpowiedniejszy.

Sąsiednie dźwigary główne dwóch takich, obok siebie leżących mostów jednotorowych powinny leżeć w pewnym odstępnie od siebie (przynajmniej 0,5 m), a to w celu umożliwienia dostępu dla obzoru i naprawy. Ponieważ mosty takie zajmują więcej szerokości, więc zaleca się niekiedy ustrój trójdzwigarowy, t. j. z dźwigarem środkowym, dwa razy większej nośności niż dźwigary boczne.

Gdy odstęp między dźwigarami będzie mniejszy niż $l/14$, natenczas naprężenia dodatkowe od parcia wiatru i wahań bocznych wzrosną niepomieranie: dlatego też należałoby unikać mostów zbyt wąskich.

b. Blachownice.

Por. rozdział II działu niniejszego, str. 673 i nast.

c. Kratownice w obydwóch końcach swobodnie podparte.

1. Geometryczny układ kratownicy.

W poniższem zestawieniu (str. 774 i nast.) geometrycznych układów kratownicowych, najczęstsze znajdujących zastosowanie, podano zarazem wskazówki, dotyczące najwłaściwszej wysokości dźwigara, ilości jego pól i najodpowiedniejszych przekrojów na poszczególne jego pręty. Z uwzględnieniem warunków miejscowych dobieramy układ stosowny i wysokość kratownicy w pośrodku, wreszcie liczbę pól, które zazwyczaj bywają sobie równe. Dane te określają nam zarys całej sieci prętów kratownicowych, których długości należy **obliczyć**, a nie odmierzać z rysunku.

Jak już wspomnieliśmy, dzielimy zazwyczaj kratownicę na pola równe, a odstępujemy od tej zasady tylko w razie konieczności. Jeżeli np. oś mostu tworzy z osią filarów kąt α , a wzajemny odstęp dźwigarów oznaczymy przez a , to, chcąc w dźwigarach mieć słupce naprzeciwne, t. j. tak położone, aby łączące je poprzecznicę były prostopadłe do osi mostu, otrzymamy długość pola końcowego $\lambda' = a \operatorname{ctg} \alpha$. Gdy kąt α jest względnie mały, długość λ' może stać się tak wielką, że wypadnie rozdzielić ją na mniejsze części krótszemi poprzecznicami, wspierającemi się jednym końcem na kratownicy, drugim zaś na filarze. Pozostałą część długości kratownicy, po potrąceniu wartości λ' , dzielimy na równe pola o długości λ . Gdy most leży w szlaku zakrzywionym, albo gdy na moście tor się rozszczepia, należałoby raczej zwiększyć wzajemny odstęp kratownic, a układać je równoległe do siebie, by uniknąć zawyłych ustrojów, zwłaszcza połączeń między kratownicami nierównoległemi.

2. Przekroje prętów kratownicowych.

Dokonawszy obliczenia statycznego kratownicy (p. str. 683 i nast.) zgodnie z ustalonym jej zarysem i z założonemi obciążeniami, przy-

stępujemy do oznaczenia przekrojów prętów poszczególnych kratownicy, biorąc za podstawę siły w nich działające, których wielkość znamy już z obliczenia statycznego. Stosownie do granic, w jakich waha się siła w danym pręcie wskutek zmian obciążenia (zwłaszcza ruchomego, oraz parcia wiatru), dobieramy odpowiednią wielkość przekroju, np. podług wzorów i wskazówek, podanych na str. 342 i nast. tomu I.

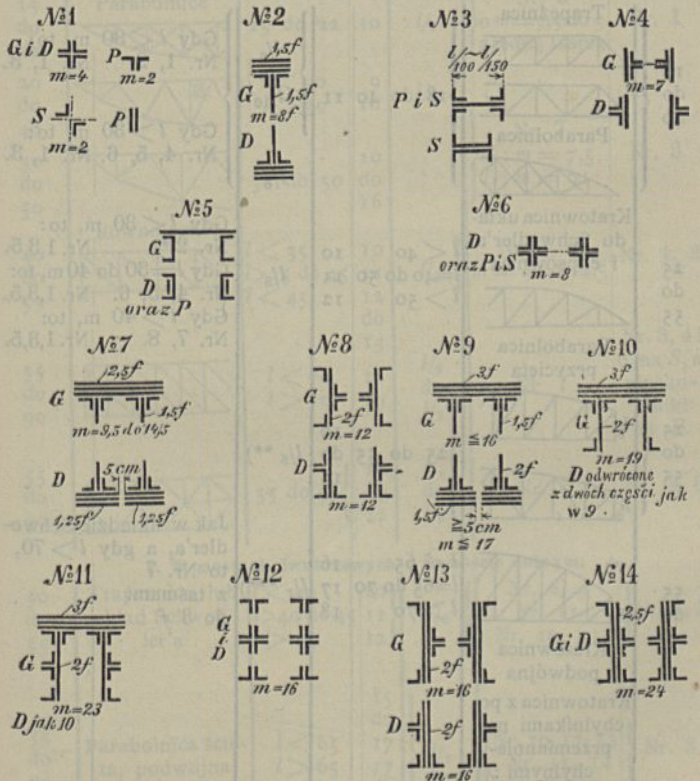
W prętach rozciąganych za przekrój użyteczny uważamy pole przekroju po potrąceniu dziur na nity. W prętach ściskanych, jako użyteczny, liczymy cały przekrój, a więc wraz z dziurami, wypełnionymi przez nity, jednakże dziury wypełnione nie nitami, lecz np. śrubami i t. p., należy potrącać. Nadto wypada sprawdzić, czy dobrany przekrój pręta ściskanego przedstawia dostateczne bezpieczeństwo na wyboczenie. Pod tym względem należałoby ukształtować przekrój tak, aby posiadał moment bezwładności, zabezpieczający od wyboczenia, lecz aby przytem nie zwiększyć pola przekroju, wystarczającego na zniesienie siły ściskającej. Zwiększenie takie, aczkolwiek wysoce niepożądane, może się jednak stać koniecznym w prętach bardzo długich, w których działają względnie małe siły ściskające: bez takiego bowiem powiększenia pola przekroju otrzymalibyśmy niekiedy nazbyt wątkę grubości kształtowników, z których zamierzamy wytworzyć pręt. W prętach, podlegających naprężeniom przemiennym, a więc raz ściskanych, drugi raz rozciąganych, należy sprawdzić, czy przekrój całkowity starczy na największą siłę ściskającą z pełnym bezpieczeństwem od wyboczenia, oraz czy przekrój z potrąceniem dziur zniesie bezpiecznie największą siłę rozciągającą, w założeniu naprężenia bezpiecznego, przystosowanego do pojawiających się w pręcie przemian siły w nim działającej.

Przy projektowaniu przekroju trzeba uważać na to, aby przyłącze danego pręta do podwężła mogło otrzymać ustrój niezłożony, aby przytem oś ciężkości pręta leżała w płaszczyźnie środka ciężkości całej kratownicy, wreszcie aby tak sam pręt, jak i jego przyłącze były dogodnie dostępne dla zabijania i sprawdzania nitów, oraz dla pomalowania wszystkich powierzchni, stykających się z atmosferą. Należałoby unikać luzów między składowymi częściami pręta, oraz wszelkich zagłębień, w które nie możemy dotrzeć pędzlem podczas malowania, lub w których może zbierać się woda. Jeżeli poważne powody skłonią nas do takiego ukształtowania przekroju pręta, że się podobne luzy lub zagłębienia wytworzą bądź to w samym pręcie, bądź też w jego przyłączu, to wypadałoby przynajmniej wszelkie takie luzy i zagłębienia wypełnić szczelnie wkładkami, a powstałe stąd zwiększenie kosztów zrównoważy się sownie przez zwiększoną trwałość budowli. Przed przekrojami więcej rozdzielanymi zalecają się raczej przekroje bardziej skupione, a więc przekrój Nr. 9 (rys. 1194) będzie, przy jednakowej wielkości, lepszy od przekroju Nr. 12. Wogóle z dwóch przekrojów o jednakowym polu i o jednakowych momentach bezwładności lepszym będzie ten, który będzie posiadał obwód mniejszy, gdyż zmniejszenie powierzchni

zewnątrznych pręta zwiększa jego trwałość, a zmniejsza koszt utrzymania, zwłaszcza malowania.

Wszystkie pręty, łączące się w danym węźle, powinny swymi osiami ciężkości przechodzić przez punkt węzłowy, t. j. przez węzeł geometrycznego zarysu kratownicy. Środek ciężkości przekrojów ni-

Rys. 1194.



towych w przyłączy pręta do węzła (a również i w złączeniu prętów) powinien leżeć na osi ciężkości tegoż pręta.

W rys. 1194 przedstawiamy napotykaną najczęściej przekroje prętów kratownicowych, wyróżniając przeznaczenie poszczególnych przekrojów na pasy górne (G), wzgl. dolne (D), oraz na słupce (S) i pochylniki (P), przez dopisanie przy danym przekroju liter, poda-

Zestawienie układu kratownic na mosty kolejowe.

Na rozpiętości l m	Układ kratownicy	Liczba n pól przy rozpiętości l w m	$n =$	Wysokość h kratownicy w pośrodku	Nr przekroju, podług rys. 1194, na: pasy: górny (G) i dolny (D)	słupce (S) i pochylniki (P)
a. W mostach jednotorowych o pomocy dolnym.						
18 do 40	Trapezownica	18 do 40	11	$l/8$ do $l/10$	Gdy $l < 30$ m, to: Nr. 1, 2.	Nr. 1, 3.
	Parabolnica					
25 do 55	Kratownica układu Schwedler'a i elipsownica	$l < 40$	10	$l/8$	Gdy $l < 30$ m, to: Nr. 2*).	Nr. 1, 3, 5.
		$l = 40$ do 50	11		Gdy $l = 30$ do 40 m, to: Nr. 4, 5, 6.	Nr. 1, 3, 5.
	Parabolnica przycięta	$l > 50$	12		Gdy $l > 40$ m, to: Nr. 7, 8.	Nr. 1, 3, 5.
25 do 55		25 do 55	10 do 12	$l/8$ **)	Jak w układzie Schwedler'a, a gdy $l > 70$, to Nr. 7 z taśmami do 3 f	
55 do 125	**)	$l < 65$	16	$l/7$ ***)		
	h_0	$l = 65$ do 70	17			
	Kratownica podwójna	$l > 70$	18			
	Kratownica z pochylnikami naprzemienniechylnymi:					
		$l = 125$	12			
	parabolnica lub równoleglica					

*) Wierzchnią taśmę można też zastąpić ceownikiem leżącym \perp .




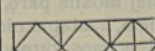
***) Słupiec końcowy możliwie jak najniższy.

)) Gdy wiatrowniki górne leżą na całej rozpiętości, natenczas słupce skrajne bywają przynajmniej 6 m wysokie.

Dalszy ciąg tablicy ze strony poprzedniej.

Na rozpiętości l m	Układ kratownicy	Liczba n pól przy rozpiętości		Wysokość h kratownicy w pośrodku	№ przekroju, podług rys. 1194, na: słupce (S) i pochylniki (P)	
		l w m	$n =$		pasy: górny (G) i dolny (D)	

b. W mostach jednotorowych o pomoście górnym.

15 do 22	Parabolnice	15 do 22	10	$l/8$	} o $m = 3,5$ do 5 z jedną taśmą	Nr. 1
20 do 40		$l < 30$ $l > 30$	9 10	$l/8$			} Nr. 7. } $G : m = 7,5$ } $D : m = 9$	Nr. 3
30 do 50		30 do 50	10 do 16		} Nr. 7, o } $m = 9$ do 14,5	Nr. 1, 3
40 do 55	Równoleglice	$l < 35$ $l > 35$ do 45 $l < 45$	10 11 12 do 13	$l/9$			} Nr. 7	Nr. 3, 4 i 6, na S, a płaskowniki na P.
55 do 90		$l < 70$ $l > 70$	18 19	$l/8$ $l/9$	} Nr. 7	Nr. 3, 6
55 do 90		55 do 90	18 do 22	$l/8$ $l/9$		

c. W mostach dwutorowych o pomoście dolnym.

30 do 55	Trapezownica lub układ Schwedler'a	$l < 40$ $l > 40$ do 45 $l > 45$	10 11 12	$l/8$	} Nr. 8, 9 } Nr. 12 } Nr. 10, 13	} Nr. 1, 3
55 do 90	Parabolnica ścięta, podwójna	$l < 65$ $l > 65$	15 do 17 17 do 22				$l/7$	} Nr. 10, 12, 13 } Nr. 11, 14	} Nr. 3

d. W mostach dwutorowych o pomoście górnym.

30 do 40	Parabolnica	30 do 40	9	$l/8$	Nr. 7, lecz dla G tylko 2 taśmy	Nr. 3
----------	-------------	----------	---	-------	---------------------------------	-------

*) Kąt α bywa średnio około 30°.

Dalszy ciąg tablicy ze strony poprzedniej.

Na rozpiętości l m	Układ kratownicy	Liczba n pól przy rozpiętości		Wysokość h kratownicy w pośrodku	№ przekroju, podług rys. 1194, na:	
		l w m	$n =$		pasy: górny (G) i dolny (D)	słupce (S) pochylniki (P)
40 do 55	Równoleglica	40 do 55	10 do 12	$l/8$	Nr. 7, dla G , $m = 14,5$ a dla D , $m = 16$	Nr. 3
55 do 125	Równoleglica podwójna, albo z pochylnikami skrzyżowanymi	55 do 65	16 do 20	$l/8$	Nr. 10 Nr. 11	Nr. 3 Nr. 3

Uwaga. Kratownice podwójne wychodzą z użycia w nowo-budujących się mostach (Ciąg dalszy ze str. 773).

nych powyżej w nawiasach. Przy projektowaniu przekroju dogodnym ponajczęściej będzie, stosować jednakowe kątowniki składowe, o pewnym polu f przekroju, a taśmy i środniki o takim samym przekroju lub o przekroju:

$$f, 1,5 f, 2 f, 2,5 f, 3 f.$$

W tem założeniu przy poszczególnych przekrojach rys. 1194 podano wartość m , określającą ile razy dany przekrój jest większy od przekroju f kątownika zasadniczego. Przekroje, podane w rys. 1194, można zmieniać co do ich wielkości przez stosowanie rozmaitych kątowników w jednym i tym samym przekroju. Dalej można parę, wzgl. czwórkę kątowników, złączonych ze sobą środnikiem, zastąpić niekiedy jednolitym ceownikiem \mathbf{L} , wzgl. dwuteownikiem \mathbf{I} , a parę kątowników bez środnika teownikiem \mathbf{T} , a to w celu zaoszczędzenia nitowań.

Przekroje jednośrodnikowe starczą zazwyczaj tylko przy rozpiętościach do 30 m, zwłaszcza na pasy ściskane, przy większych rozpiętościach stosujemy przekroje dwuśrodnikowe, a ze względu na możliwość wyboczenia w kierunku poziomym, odstęp tych środników bywa przynajmniej 0,007 l do 0,01 l ; nie mniejszą też powinna być i wysokość przekroju ściskanego.

W zestawieniu na str. 774 i nast. przy poszczególnych układach kratownic i dla rozmaitych rozpiętości podano w ostatniej rubryce numery najpodatniejszych przekrojów, a to podług rys. 1194.

F. Poduszki kratownic mostowych.

Por. poduszki wiązarów dachowych str. 176 i nast., oraz poduszki blachownic str. 679 i nast.

1. Tworzywa.

Pod większe dźwigary stosujemy obecnie prawie wyłącznie poduszki lano stalowe, a żeliwne chyba tylko pod dźwigary małej roz-

piętości. Poduszka spoczywa na ciosie podpoduszkowym, przedzielona od niego bądź to podlaną warstwą cementu 10 mm grubą, bądź też warstwą z twardego ołowiu 3 do 6 mm grubą.

2. Układ.

Pod każdą kratownicą główną stawiamy w jednym końcu poduszkę wzdłuż nieprzesuwną, pod drugim zaś wzdłuż przesuwną. Pod węższymi mostami, np. jednotorowymi, wszystkie poduszki mogą być w poprzek nieprzesuwnie. Pod mostami szerszymi, np. dwutorowymi, poduszki jednego dźwigara muszą być w poprzek przesuwne, poduszki zaś drugiego dźwigara, bez względu na szerokość mostu, muszą być w poprzek nieprzesuwnie, aby na nie mógł przenieść siły boczne, wynikające np. z parcia wiatru. Wszystkie poduszki kratownic znaczniejszej rozpiętości powinny nadto być przegibne, a więc dozwalać na swobodne pochylanie się osi dźwigarowej pod wpływem odkształceń.

Jeżeli oczekiwany przesuw oznaczymy przez Δl , to wypada poduszce zapewnić możność przesuwu dwa razy większego, a więc $2 \Delta l$. Przesuw Δl powstaje przez odkształcenie rozpiętości l , tak pod wpływem sił na most działających, jako też i pod wpływem zmian temperatury i połączonych z nimi zmian długości poszczególnych prętów kratownicy. Jeżeli przez p oznaczymy długość danego pręta, przez F jego przekrój, a przez E spódczynnik sprężystości tworzywa, to pod wpływem poosiowej siły S , działającej na pręt, zmieni on swą długość o:

$$\Delta p' = \frac{Sp}{EF}.$$

Pod wpływem zmiany temperatury o t^0 , gdy tworzywo ma spódczynnik rozszerzalności ϵ na 1^0 różnicy, pręt wydłuży się o:

$$\Delta p'' = \pm \epsilon t p.$$

Całkowita zmiana długości pręta będzie zatem:

$$\Delta p = \Delta p' + \Delta p'' = \frac{Sp}{EF} \pm \epsilon t p.$$

Dla kratownicy o prostym pasie w poziomie poduszek, składającym się ze szeregu prętów o długościach p , całkowity przesuw poduszki będzie zatem:

$$\Delta l = \Sigma \Delta p,$$

a poszczególne wartości Δp obliczamy podług wzoru powyższego dla każdego z prętów tego prostego pasa poziomego.

Poduszki układamy na ciosach podpoduszkowych, nie zagłębiając ani poduszki w cios (chyba spodnie żebra płyty podstawowej, mające zastąpić przyciągi), ani też wierzchu ciosa pod powierzchnię muru, aby wierzch ten wznosił się ponad otaczający mur, a sama poduszka leżała zupełnie swobodnie i dostępnie.

3. Poduszki płaskie.

Poduszki płaskie, a raczej lekko wypukłone, stosują się przeważnie pod mniejsze dźwigary, zwłaszcza pod blachownice; opisano je zatem w rozdziale, dotyczącym blachownic, p. str. 679.

Pod dźwigary mostowe, podlegające ciężarom ruchomym, a więc zmieniającym się ugięciom i połączonym z niemi pochyleniom osi dźwigarowej, czynna powierzchnia poduszki bywa zawsze lekko wypukłona, a poduszka nieprzesuwna, oprócz obrzeży bocznych (posiadanych i przez poduszkę przesuwną), ma jeszcze obrzeża poprzeczne, chociażby nie na całej szerokości, o które zapiera się płyta podnitowana pod dźwigar, spoczywająca na poduszce. Nawet mniejsze poduszki lepiej przytwierdzać do ciosów śrubami przyciągowemi, które można jednak dla takich małych poduszek zastąpić spodnim nadlewem krzyżowatym na płycie poduszkowej, wgłębiającym się w odpowiednie krzyżowate wyłobienie ciosa.

4. Poduszki przegibne.

Pod dłuższe dźwigary stawiamy poduszki przegibne, których część wierzchnia, czyli siodło, jest pokrętna względnie do spodniej, t. j. do łożyska, mianowicie na czopie walcowatym (p. rys. 880 i 881 str. 177), w celu pośredniego podparcia dźwigarów, nawet po przegięciu się ich osi pod wpływem obciążenia. Przy większych szerokościach mostu, czop walcowaty zastępujemy niekiedy kulą.

Aby zmniejszyć opór tarcia podczas przegibania, należy dążyć do możliwego zmniejszenia promieni czopa walcowego, wzgl. kulistego, dobierając stosunkowo wielkie ciśnienia na jego powierzchnie, np. dla stali $k = 1,2$ do $1,5$ t/cm². Jeżeli przez r oznaczymy ten promień w cm, przez A odpór poduszki, wreszcie przez b długość czopa w cm, to dla czopa walcowego otrzymamy wzór:

$$r = 0,8 \frac{A}{kb},$$

a dla czopa kulistego:

$$r = \sqrt{\frac{2A}{\pi k}},$$

w założeniu, że nacisk rozkłada się tylko na $\frac{1}{4}$ część powierzchni każdej półkuli.

Siodło poduszki przytwierdza się do spodu dźwigara, a siedzi ono na wierzchniej połówce czopa, który swą spodnią połówką spoczywa w łożysku, przytwierdzonem do ciosa podpoduszkowego, gdy poduszka jest nieprzesuwna, a spoczywającego na wałkach lub wahakach, gdy poduszka ma być wzdłuż przesuwna, na kulach wreszcie, gdy ma być przesuwna i wzdłuż i w poprzek. Wałki, wahaki lub kule wspierają swym wierzchem spód łożyska, a same toczą się spodniami powierzchniami po wierzchu płyty podstawowej, przytwierdzonej do ciosa podpoduszkowego (p. rys. 882 i 883 str. 177). Tak

siodło, jak i łożysko nie obchwytuje całej przynależnej mu połówki czopa, a więc nie 180° jego obwodu, lecz o tyle mniej, aby siodło mogło się przegibnąć o kąt przegibu, nie dotknąwszy łożyska.

Siodło i łożysko możnaby wprawdzie odlewać w kształtach pełnych; zazwyczaj jednak w celu zaoszczędzenia tworzywa rozczłonkujemy przynajmniej łożysko na łożę właściwe, obchwytyjące połówkę czopa i na płytę podstawową, łącząc obydwie te części nawzajem ze sobą środkiem i żebrami, które go wzmacniają. Każdą połówkę siodła, wzgl. łożyska, obliczamy jako belkę jednym końcem osadzoną, drugim swobodną, zakładając w odlewie stalowym ciągnięcie bezpieczne $0,5 \text{ t/cm}^2$, a ciśnienie bezpieczne 1 t/cm^2 , w odlewie żeliwnym zaś naprężenia dwa razy mniejsze. Ponieważ ciągnięcie bezpieczne w odlewie żeliwnym, jak wiadomo, jest dwa razy mniejsze od ciśnienia bezpiecznego, należałoby zatem rozczłonkowanie siodła, wzgl. łożyska, skutecznie w taki sposób, aby w przekroju niebezpiecznym oś obojętna leżała na $\frac{1}{3}$ wysokości, a mianowicie bliżej podstawy.

5. Wałki i wahaki.

Jak już powyżej pod 4. wspomniano, łożysko przesuwnej poduszki dźwigarów większych stawiamy na wałkach, a to w celu zmniejszenia oporu tarcia (przy przesuwaniu się końca dźwigarowego) przez zamianę tarcia przy ślizganiu na tarcie przy toczeniu się wałków, które to tarcie jest wiele razy mniejsze od tarcia przy ślizganiu. Gdy odpór poduszki jest nieznaczny, najdogodniej zastosować jeden tylko taki wałek, który natenczas może jednocześnie przejąć na siebie i czynność czopa przegubowego. Gdy jednakże odpór jest znaczniejszy, musimy łożysko stawiać na dwóch lub kilku wałkach, aby ciśnienie na powierzchnię poszczególnego wałka nie przekroczyło granic bezpiecznych. Im więcej wałków danej średnicy podstawić musimy pod łożysko, tem dłuższe będzie też ono. A że wraz z jego długością wzrastają w nim i momenty gnące, powinniśmy więc dążyć do skrócenia łożyska w miarę możliwości. Skrócenie takie możemy do pewnego stopnia osiągnąć przez pewne poszerzenie łożyska, a więc i podłużenie wałków, które je wspierają. Jednakże takie poszerzenie ma swe granice: gdy zatem łożyska dalej poszerzać już nie możemy, musimy zwiększyć liczbę wałków. Aby w takim przypadku, t. j. gdy liczba wałków i ich średnica jest znaczna, nie otrzymać łożyska zbyt długiego, przycinamy boki wałków, zostawiając na ich wierzchu i spodzie dostateczny obszar nieodciętej powierzchni walcowej, a mianowicie taki, aby przy największym nawet przesuwie krawędź tej powierzchni nie dotknęła jeszcze spodniej powierzchni łożyska, względnie wierzchniej powierzchni płyty podstawowej. Tego rodzaju po bokach przycięte wałki zwiemy wahakami. Dla bezpieczeństwa, t. j. aby poszczególny wahak nie mógł się przy toczeniu pokręcić więcej od pozostałych, łączymy cały szereg wahaków nawzajem ze sobą na każdym ich storcu dwiema listwami (górną i dolną) w ten sposób, że każdy wahak łączy się przegubowo z ową

listwą. Wszystkie zatem wahaki są nawzajem ze sobą spętane i muszą się przy toczeniu pochyłać o jednakowe kąty. Aby przy pochyłaniu wahak swą krawędzią nie zetknął się z boczną płaszczyzną sąsiedniego, wycinamy jeszcze z tych boków wahaka odcinki walcowe, podług powierzchni walcowej, spólosiowej z wałcami wahaków sąsiednich, a o promieniu o tyle większym, aby w razie krańcowego pochylenia się całego szeregu, pozostał pewien luz między powierzchnią czynną danego wahaka, a powierzchnią wklęsłą wycięcia z boku wahaka sąsiedniego. Średnicę wahaków należy tak dostosować do największego przesuwu, aby pochylenie wahaków nie było nadmierne, a więc aby krawędź jednego wahaka nie wchodziła we wspomnianą powyżej wklęsłość boczną sąsiedniego, która ma na celu tylko zabezpieczenie dodatkowe przeciw wzajemnemu zaparciu się wahaków o siebie, na wypadek nadmiernego ich pochylenia. Aby przesuw wahaków nie przekroczył pewnych granic, ograniczamy przesuw listew bocznych, wiążących cały szereg wahaków. Każda para naprzeciwległych listw wiąże się ze sobą w każdym końcu zespórka. Między poszczególnymi wałkami lub wahakami danego szeregu zostawiamy luz przynajmniej 2 cm, aby umożliwić ich oczyszczanie. Do wahaków o średnicy d , z obrzeżami w końcach, listwy wiążące bywają z płaskowników lub kątowników $0,3$ do $0,5 d$ wysokich, a $0,15 d$ grubych, złączonych w końcach zespórkami o średnicy $0,25 d$. Szereg wałków nieprzyciętych wiążemy w sposób podobny, lecz zazwyczaj tylko jedną parą listw, w poziomie osi wałków.

Jeżeli przez P oznaczymy nacisk w t na cm bieżący wałka lub wahaka, przez E spólczynnik sprężystości tworzywa w t/cm^2 , a przez k naprężenie bezpieczne w t/cm^2 , to średnica wałka w cm będzie:

$$d = 0,35 \frac{PE}{k}.$$

We wzorze powyższym, gdy poduszka wspiera się tylko na jednym wałku z doborowej stali lanej, można liczyć $k = 6$ do $7 t/cm^2$. Dla szeregu wałków lub wahaków, z powodu nierównomiernego rozkładu całkowitego odporu na poszczególne wałki, zmniejszamy wartość k na $5,25$ do $4,5 t/cm^2$, a w tym przypadku rozmiary wałków lub wahaków oznaczamy z równania:

$$nbd = 28 \text{ do } 40 A,$$

w którym n oznacza liczbę, d średnicę w cm, b długość w cm wałków, wzgl. wahaków, A zaś całkowity odpór poduszki w t. Dane te dotyczą wyborowej stali lanej; stosując żeliwo, musimy znacznie zmniejszyć naprężenie k , a mianowicie do $4 t/cm^2$, gdy poduszka ma tylko jeden wałek, a do $3 t/cm^2$, w szeregu wałków lub wahaków, do którego też możemy stosować równanie:

$$nbd = 40 \text{ do } 56 A.$$

Płyta podstawowa oblicza się na gięcie, a w każdym razie grubość jej powinna być przynajmniej $0,2$ do $0,3 d$. Podlewamy ją ce-

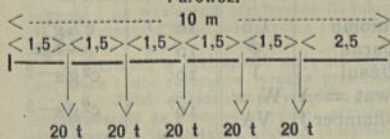
mentem lub ołowiem twardym i przytwierdzamy do ciosów tak samo, jak poduszki nieprzesuwne.

Przestrzeń między łożyskiem a płytą podstawową, czyli przestrzeń, zajęta przez wałki lub wahaki, osłaniamy oponą blaszaną, chroniącą od kurzu i t. p., a odejmowaną dla oczyszczania wałków, wzgl. wahaaków. Oponę tę przytwierdzamy zazwyczaj do spodu łożyska, przesuwa się ona zatem wraz z niem.

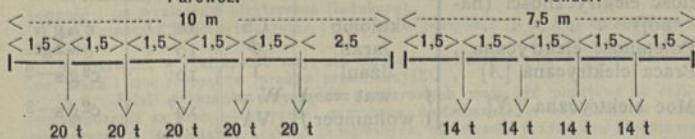
Uzupełnienie do str. 650 i nast.

Po wydrukowaniu przepisów rosyjskich, dotyczących obciążenia i wytrzymałości mostów kolejowych (str. 650 i nast.), pojawiło się postanowienie Minist. kom. z d. 27 (14) lutego 1907, Nr. 19, które, poczynawszy od 14 (1) maja 1907, nakazuje stosować do obliczeń mostów pod kolejami pierwszorzędnymi pociągi, złożone wprawdzie w sposób podany na str. 650, lecz zestawione z parowozów, tendrów i wagonów o odmiennych rozstawach i naciskach osi, a mianowicie podług rys. 1194 a, b i c.

Rys. 1194 a.
Parowóz.

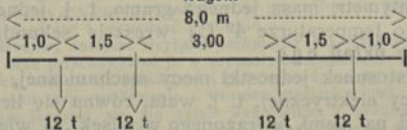


Rys. 1194 b.
Tender.



Rys. 1194 c.

Wagon.



Obciążenia zastępcze, podane na str. 651, oraz tablice sum ΣP_n i ΣM_n , podane na str. 652 i 653, ulegają również zmianom; zmienionych tych obciążeń zastępczych i tablic owych sum nie podajemy, odsyłając pod tym względem do źródła poniżej wskazanego *).

*) Tablice pomocnicze do obliczania dźwigarów mostów kolejowych, St. Kozierski inż., Przegląd techniczny 1907, Nr. 27 i dalsze.

DZIAŁ SZESNASTY.

ELEKTROTECHNIKA.

I. WSTĘP.

A. Zasady ogólne *).

a. Jednostki elektryczne.

Pojęcia	Jednostki elektryczne	Znakowania	Stosunek do jednostki bezwzględnej	Wymiary jednostki bezwzględnej cgs
Napięcie prądowórcze **) (i napięcie wogóle) [E]	wolt	V	10^8	$c^{3/2}g^{1/2}s^{-2}$
Wielkość prądu [J]	amper	A	10^{-1}	$c^{1/2}g^{1/2}s^{-1}$
Opór [R]	om	Ω	10^9	cs^{-1}
Ilość elektryczności (na- bój)	kulomb	Cb	10^{-1}	$c^{1/2}g^{1/2}$
Pojemność elektryczna	farad	ϕ	10^{-9}	$c^{-1}s^2$
Praca elektryczna [A]	dżaul	J	10^7	c^2gs^{-2}
Moc elektryczna [N]	$\left\{ \begin{array}{l} \text{wat} = \\ \text{woltamper} \end{array} \right\}$	$\left\{ \begin{array}{l} W = \\ VA \end{array} \right\}$	10^7	c^2gs^{-3}

Podstawą układu **jednostek elektrycznych** jest **układ bezwzględny miar** centymetro-gramo-sekundowy, którego jednostkami zasadniczymi są: centymetr; masa jednego grama, t. j. jednego cm^3 wody przekroplonej, o temperaturze $4^0 C.$; wreszcie sekunda. W skróceniu oznaczamy: **układ cgs.**

Wzajemny stosunek jednostki mocy mechanicznej, t. j. $kgm/sek.$, i jednostki mocy elektrycznej, t. j. wata, równa się liczbie przyspieszenia ciężkości na ziemi, wyrażonego w m/sek^2 , a więc liczbie 9,81, czyli $1 kgm/sek. = 9,81 wata$, a $1 MK = 75 kgm/sek. = 75 \cdot 9,81 = 736 watów$.

*) C. Grawinkel i K. Strecker, Hilfsbuch für die Elektrotechnik, 6 wyd., Berlin 1900, u J. Springer'a.

**) O ile nazwa powyższa się przyjmie, możnaby oznaczać ją w skróceniu przez N. P. T. na wzór niemieckiego E. M. K.; skrócenia tego jednakże obecnie jeszcze nie wprowadzamy.

Dalsze jednostki elektryczne wyrażają się wzajemnie przez związki poniższe:

1 kulomb = 1 amper \times sekunda = 1 ampero-sekunda;

1 farad = kulomb/wolt;

1 dżaul = 1 wat \times sekunda = 1 wato-sekunda = 0,102 kgm;

1 wat = 1 wolt \times amper = 1 wolto-amper = 1 dżaul/sek = $1/736$ MK = 0,102 kgm/sek.;

1 wato-godzina = 3600 dżaulów = (3600 : 9,81) kgm = 367 kgm.

Dalsze szczegóły w uwadze odsyłaczowej na str. 790.

Jednostki 1000 razy większe oznaczamy przez dodanie przybranki „kilo“, 1000 razy mniejsze przez dodanie przybranki „mili“. Jednostki milion razy większe, względnie milion razy mniejsze, oznaczamy przybrankami: „mega“, wzgl. „mikro“. Np. kilowat = 10^3 watów; 1 miliwolt = 10^{-3} woltów; 1 megom = 10^6 omów; 1 mikrowolt = 10^{-6} woltów.

Prawo niemieckie, dotyczące jednostek elektrycznych,

§ 1. Prawnemi jednostkami w pomiarach elektrycznych są: om, amper i wolt.

§ 2. Jednostką oporu elektrycznego, czyli oporostką prawną, jest om, a prawnym jego wzorcem jest opór słupa rtęcianego, przy temperaturze topniejącego lodu, a o stałym przekroju 1 mm² i długości 106,3 cm; słup taki zawiera w sobie 14,4521 g masy rtęci^{*)}.

§ 3. Jednostką wielkości prądu elektrycznego jest amper, a prawnym jego wzorcem jest sprąd (prąd elektryczny stały), który, przechodząc przez roztwór azotanu srebra we wodzie, wydziela z niego 0,001118 g srebra na sekundę.

§ 4. Jednostką napięcia prądotwórczego jest wolt, a prawnym jego wzorcem jest takie napięcie prądotwórcze, które w przewodniku o oporze jednego oma wytwarza prąd wielkości jednego ampera.

§ 5. Rada Związkowa ma prawo:

a) Określić warunki, w jakich powinno się odbywać wydzielanie srebra przy oznaczaniu ampera (p. § 3).

b) Naznaczyć jednostki na ilości elektryczności, na pracę i moc elektryczną, na pojemność i na wzmiecenie elektryczne (indukcję).

c) Naznaczyć ilości wielokrotne i ułamkowe jednostek (§ 1, 5 b) do ogólnego stosowania.

d) Określić, w jaki sposób mają się obliczać: wielkość prądu, napięcie prądotwórcze, praca i moc rozprądów (prądów przemianych).

§ 6. Jeżeli wskazania przyrządów pomiarowych mają być podstawą do obliczeń wynagrodzenia za pracę elektryczną, zawodowo dostarczaną, to wskazania te powinny się wyrażać w jednostkach prawem przepisanych. Stosowanie przyrządów błędnie wskazujących jest zakazane. Dozwolone we wskazaniach przyrządu granice uchybień od prawdziwych określa Rada Związkowa, po porozumieniu się z państwowym Instytutem fizykalno-technicznym.

Rada Związkowa ma prawo określać, o ile prawidłowość takich przyrządów należy urzędowo poświadczać i sprawdzać ponownie.

§ 7. Państwowy Instytut fizykalno-techniczny ma wykonywać wzorcowe oporce rtęciane oma, oraz przechowywać je w rozmaitych miejscowościach. Oporce wzorcowe, z metali stałych, służące do sprawdzeń i poświadczeń, należy same sprawdzać przynajmniej raz do roku przez porównanie z wzorcem rtęcianym oma.

§ 8. Tenże Instytut ma się zająć wykonaniem i wydawaniem poświadczonych urzędownie oporców wzorcowych i wzorcowych stadel (ogniów) galwanicznych.

§ 9. Tenże Instytut sprawdza i poświadcza pomiarowe przyrządy elektryczne, lecz kanclerz Rzeszy może czynności te przekazać i innym urzędom. Wszelkie przyrządy, będące podstawą sprawdzania i poświadczenia, powinny same być poświadczone przez państwowy Instytut fizykalno-techniczny.

*) Oporostka Siemens'a równa się oporowi słupa rtęci przy temperaturze topniejącego lodu, a o przekroju 1 mm² i długości 1 m; jest ona równa 0,9047 omów, a na odwrót 1 om = 1,063 oporostek Siemens'a.

§ 10. Tenże Instytut ma pilnować, aby na całym obszarze państwa sprawdzanie i poświadczanie pomiarowych przyrządów elektrycznych odbywało się podług zasad jednakowych. Do niego też należy nadzór nad całą czynnością sprawdzania w państwie i on też wydaje przepisy techniczne, dotyczące tego przedmiotu. W szczególności określa on, jakie rodzaje przyrządów podlegają sprawdzaniu i poświadczaniu, z jakiego mają być tworzywa, w jaki sposób mają być znaczone i jakie mają posiadać właściwości; nadto ustanawia on też przebieg sprawdzania i poświadczania, opłaty za te czynności, wreszcie znaki wyciskane na przyrządach, jako dowód poświadczania.

§ 11. Przyrządy, poświadczone zgodnie z prawem niniejszem, mogą na całym obszarze państwa służyć za sprawdzian ilości elektrycznych.

§ 12. Kto, dostarczając zawodowo pracę elektryczną, przekracza przepisy § 6-go lub postanowienia, na mocy tegoż paragrafu wydane, podlega grzywnom do 100 marek, albo aresztowi do czterech tygodni. Niezależnie od tej kary, wyrok może postanowić zabranie (konfiskatę) przyrządów fałszywych lub z przepisami niezgodnych.

§ 13. Prawo niniejsze zyskuje moc obowiązującą z chwilą ogłoszenia, lecz przepisy §§ 6 i 12 dopiero z dniem 1 stycznia 1902 r.

b. Magnetyzm.

1. Biegun magnesu i jego natęż. Siła (przyciągająca lub odpychająca), z jaką biegun magnetyczny o natężu m_1 , pomyślany o wymiarach punktu, oddziałuje na drugi, podobny biegun o natężu m_2 , wyraża się, na mocy prawa Coulomb'a, wzorem:

$$f = \frac{m_1 m_2}{l^2} = \left(\frac{m_1}{l} \times \frac{m_2}{l} \right).$$

Iloraz $\frac{m}{l}$ zwiemy **usiłem magnetycznym**; dotychczas zwano go siłą magnetomotoryczną, chociaż niema on wymiaru siły. Bieguny równorodne (np. dwa północne) odpychają się nawzajem, różnorodne (północny i południowy) przyciągają się natomiast. Natęż bieguna magnetycznego posiada wymiary: $c^{3/2}g^{1/2}s^{-1}$, t. j. pierwiastku z siły, pomnożonego przez długość, czyli wymiary usiłu magnetycznego, pomnożonego przez długość.

2. Pole magnetyczne, szlaki magnetyczne i magnetostki. Każde miejsce w przestrzeni, w którym na wprowadzony w nie biegun magnetyczny (m) oddziałuje pewna siła (f), przynależy do pola magnetycznego, a natężenie H tego pola, w danym miejscu wyrazi się wzorem:

$$H = f : m.$$

Natężenie pola magnetycznego posiada wymiar: $c^{-1/2}g^{1/2}s^{-1}$, a więc wymiar natężu biegunowego, podzielonego przez powierzchnię, czyli wymiar usiłu magnetycznego, podzielonego przez długość. Miarą natężenia pola magnetycznego jest ilość **magnetostek**, dążących przez jednostkę (np. 1 cm^2) przekroju, prostopadłego do **szlaku magnetycznego***). Szlak magnetyczny danego pola jest to linia,

*) Dotychczas i szlak magnetyczny i magnetostkę zwano jednym mianem „magnetyczna linia sił”, co z konieczności prowadzi do nieporozumień: magnetostka jest bowiem jednostką natężu biegunowego, a szlak magnetyczny jest to droga, jakąby przebiegał dowolny, swobodny biegun magnetyczny w danym polu, pod wpływem tego natężenia pola: jest to więc niejako szlak, wyznaczany przez ruch owego bieguna, lub szlak, po którym kieruje się dąż (flux) natężenia pola.

po którejby się poruszał swobodny biegun magnetyczny, o wymiarach punktu, pod wpływem sił tegoż pola. Gdy biegun ten jest dodatny, ruch jego wskazuje nam zarazem dodatnią dążność kierunku natężeń pola.

Gdy pole jest jednostajne, jego szlaki magnetyczne są snopem linii równoległych, a przez każdą jednostkę przekroju prostopadłego do szlaków dąży jednakowa ilość magnetostek. W polu takim, o natężeniu stałym H (a w żelazie o wzbudzeniu B , por. poniżej pod 3.), na przekrój q działa dąż magnetyczny S , wyrażający się ilością magnetostek, a mianowicie:

$$S = q \cdot H \text{ (dla żelaza } S = qB \text{) magnetostek.}$$

Dąż, objęty danym przekrojem, podobnie jak natęż bieguna, mierzy się ilością magnetostek i posiada ten sam wymiar, a więc powyżej już podany dla bieguna, t. j. $c^{3/2}g^{1/2}s^{-1}$.

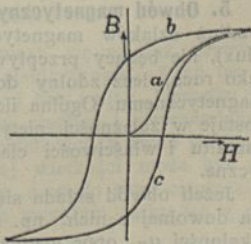
3. Wzbudzenie magnetyzmu. Jeżeli w pole magnetyczne, o natężeniu H , wprowadzimy kawałek żelaza, to staje się on magnesem, albowiem natężenie pola wzbudza w nim magnetyzm. Żelazo jest bardziej przenikalne dla dąży magnetycznych pola niż powietrze, i jeżeli przez μ oznaczymy współczynnik tej przenikalności (względnie do $\mu_1 = 1$ dla powietrza), to wzbudzenie B , czyli natężenie w żelazie, będzie:

$$B = \mu H.$$

Współczynnik μ dla żelaza nie posiada wartości stałej, jest on wogóle większy dla żelaza miękkiego niż dla twardego, a nadto dla każdego gatunku żelaza zmienia się on jeszcze w miarę, jak wzrasta wzbudzenie magnetyczne w żelazie. Wobec tej zmienności współczynnika μ wzbudzenie B będzie bardziej zawiłą funkcją natężenia H , a wykresową tych wartości B jako rzędnych, względem wartości H jako odciętych, zwiemy wykresową lub krzywą wzbudzania, określoną wzorem: $B = f(H)$. W rys. 1195 przedstawiono taką wykresową.

4. Uporność magnetyczna (histereza) jest zjawiskiem, pojawiającym się podczas przemagnetyzowania żelaza (i innych ciał magnetycznych) na biegunowość odwrotną. Jeżeli kawałek żelaza zaczniemy wzbudzać, zwiększając natężenie pola powoli od 0 aż do H_{\max} , to wzbudzenie B w żelazie wzrastać będzie podług wykresowej a (rys. 1195) od $B = 0$ do $B = B_{\max}$. Jeżeli jednak następnie natężenie pola zmniejszać będziemy powrotnie od H_{\max} do 0 (i dalej aż do $H_{\min} = -H_{\max}$), to przebieg odmagnesowania przedstawi się nie wykresową a , lecz częścią wykresowej b , a cały przebieg przemagnetyzowania z $+$ na $-$ przedstawi się całą tą wykresową b . Przy ponownym przemagnetyzowaniu, przez powrotne zmienianie natężenia pola od H_{\min} do H_{\max} , wykresową przebiegu wzbudzania będzie krzywa c . Obszar powierz-

Rys 1195.



chni, zawarty między wykresowemi b i c , jest miarą pracy, straconej na jeden obieg przemagnetyzowania, a pochłoniętej przez uporność magnetyczną. Praca, w ten sposób pochłonięta skutkiem uporności magnetycznej, przejawia się w postaci ciepła, zagrzewającego żelazo wzbudzane. Im żelazo będzie miększe, tem mniejszą będzie ta strata pracy. Z doświadczeń wyprowadził Steinmetz na pracę L przemagnetyzowania, wyrażoną w watach, wzór:

$$L = \eta B^{1,6} K p 10^{-7},$$

w którym B oznacza wzbudzenie w magnetostkach na cm^2 , K objętość danego ciała magnetycznego w cm^3 , p ilość okresów pełnoobiegowych przemagnesowywania na sekundę, czyli ich częstotliwość, wreszcie η spódczynnik oporności o wartościach:

w miękkim żelazie kowalnym (zlewem, al-bo zlipnem). $\eta = 0,0015$ do $0,0045$,
w stali wyżarzzonej $\eta = 0,004$ „ $0,012$,
„ „ utwardzonej $\eta = 0,010$ „ $0,025$,
w żelazie $\eta = 0,012$ „ $0,016$,
w niklu $\eta = 0,013$ „ $0,039$.

B	Wartości: $\eta B^{1,6}$, gdy			B	Wartości: $\eta B^{1,6}$, gdy		
	$\eta=0,002$	$\eta=0,003$	$\eta=0,004$		$\eta=0,002$	$\eta=0,003$	$\eta=0,004$
1000	126,2	189,3	252,4	10000	5024	7536	10048
2000	382,5	573,8	765,1	11000	5850	8775	11700
3000	731,8	1097,8	1463,7	12000	6725	10088	13451
4000	1160	1740	2320	13000	7644	11467	15289
5000	1657	2486	3314	14000	8607	12910	17213
6000	2219	3328	4437	15000	9611	14417	19222
7000	2839	4259	5678	16000	10657	15985	21314
8000	3515	5273	7031	17000	11742	17613	23484
9000	4244	6367	8489	18000	12867	19300	25733

5. Obwód magnetyczny. W zamkniętym obwodzie magnetycznym, wzdłuż szlaków magnetycznych pojawia się pewien **daż** natężenia (flux), nie będący przepływem energii, nie przejawiający się wogóle jako ruch, lecz zdolny do nadania ruchu swobodnemu biegunowi magnetycznemu. Ogólna ilość magnetostek, dążących przez pole, pozostaje w zależności nietylko od usiłtu magnetycznego F , ale i od kształtu i właściwości ciała, przez które przenikają szlaki magnetyczne.

Jeżeli obwód składa się z pewnej ilości działek różnorodnych, to dla dowolnej z nich, np. n -tej, o długości l_n , przekroju q_n i przenikalności μ_n , opór magnetyczny będzie:

$$R'_n = \frac{1}{\mu_n} \cdot \frac{l_n}{q_n} \dots \dots \dots 1)$$

Jeżeli między obydwu końcami tej działki, a więc na długości l_n , panuje uśił magnetyczny F_n , to wywołuje on w przekrojach badanej działki dąż:

$$S_n = \frac{F_n}{R'_n} \dots \dots \dots 2)$$

Z drugiej strony dla każdej takiej działki mamy związek:

$$B_n = \mu_n H_n, \text{ oraz } S_n = q_n B_n,$$

czyli:
$$S_n = \mu_n q_n H_n \dots \dots \dots 3)$$

Przez zrównanie wartości wzorów 2) i 3) i podstawienie wartości na R'_n , ze wzoru 1) otrzymamy:

$$F_n = S_n \cdot R'_n = \mu_n q_n \cdot H_n \cdot \frac{1}{\mu_n} \cdot \frac{l_n}{q_n} = H_n l_n \dots \dots 4)$$

Uśił magnetyczny F całego obwodu musi być równy sumie uśił w poszczególnych działkach, podobnie i całkowity opór Q' obwodu równy sumie oporów poszczególnych działek, podczas gdy dąż S uważać można za jednakowy dla wszystkich przekrojów obwodu, rozumie się z zaniedbaniem magnetostek, dążących po szlakach, które się usmyknęły z obwodu. Mamy zatem:

$$F' = \Sigma F_n = \Sigma H_n l_n,$$

$$R' = \Sigma R'_n = \Sigma \frac{1}{\mu_n} \cdot \frac{l_n}{q_n}, \text{ wreszcie:}$$

$$S = \frac{F_n}{R'_n} = \frac{F}{R'}$$

6. Nośność P magnesu, t. j. jego siła nośna, wyraża się wzorem:

$$P = \frac{B^2 q}{8 \pi} \text{ dyn} = 0,0010194 \frac{B^2 q}{8 \pi} = \frac{B^2 q}{24643} \text{ gramów} \approx \left(\frac{B}{5000} \right)^2 q \text{ kg.}$$

We wzorze tym q oznacza przekrój czynny w cm^2 (przez który szlaki magnetyczne przenikają z magnesu w żelazo przyciągnięte), B zaś wzbudzenie w tymże przekroju.

c. Elektryczność.

Gdy pewna ilość elektryczności porusza się wzdłuż przewodu, zjawisko takie zwiemy ogólnie prądem elektrycznym. Prąd ten może płynąć w sposób ciągły, bez przerw i bez zmian kierunku (biegunowości), a natenczas jest on prądem ciągłym i nieprzemiannym, lecz nie koniecznie stałym co do swej wielkości, a zwać go będziemy krótko: **sprądem**. Sprąd co do swej wielkości może być stały lub zmienny, tworząc np. sprąd tętniący, a co do swej ciągłości może on być bez przerw, a więc sprądem zwykłym, albo też z przerwami, a więc sprądem przerywanym.

Gdy prąd elektryczny zmienia swą biegunowość naprzemiennie z dodatniej na ujemną i na odwrót, jest on prądem przemianym, który dla dogodności krócej zwać będziemy **rozprądem**. Rozprąd

może być jednofazowy, dwufazowy trójfazowy lub nawet wielofazowy, w zależności od ilości fal, nawzajem względem siebie co do czasu przesuniętych, z jakich się składa; wyszczególnione powyżej rodzaje rozprądu zwać będziemy krócej mianami: **jednoprąd, dwuprąd, trójprąd i wieloprąd.**

1. Prawa o sprądzie i jego rozgałęzieniach.

1. Prawo Ohm'a.

Jeżeli przez E oznaczymy różnicę potencjałów w V między końcami rozpatrywanej działki przewodu, przez J wielkość sprądu w A , płynącego w tejże działce, wreszcie przez R opór w Ω , jaki przedstawia dana działka przepływowi prądu, to prawo Ohm'a wyrazi się wzorem:

$$E = JR, \text{ czyli } J = E : R.$$

2. Rozgałęzienia sprądu.

a) **Pierwsze prawo Kirchhoff'a.** W każdym punkcie rozgałęziania się sprądu, suma prądów dopływających równa się sumie prądów odpływających, czyli (z uwzględnieniem znaków):

$$\Sigma J = 0.$$

b) **Drugie prawo Kirchhoff'a.** W rozgałęziającej się sieci przewodów, na którą działa dowolna ilość napięć prądotwórczych, w każdym dowolnym obwodzie zamkniętym, suma napięć prądotwórczych równa się sumie iloczynów z oporu i wielkości sprądu w poszczególnych działkach tegoż obwodu, przyczem, dążność kierunków należy uwzględnić przez właściwe znaki (+ —), a prawo to wyraża się wzorem:

$$\Sigma E = \Sigma (JR).$$

c) **Sprądy w bocznicach.** Jeżeli między dwoma punktami (węzłami) mamy dowolną ilość przewodów, obocznie nawzajem do siebie ułożonych, a posiadających opory $r_1, r_2, r_3 \dots$, to wielkości $i_1, i_2, i_3 \dots$ sprądów w tychże przewodach określają się ze związków:

$$i_1 r_1 = i_2 r_2 = i_3 r_3 \dots = E, \text{ oraz}$$

$$i_1 + i_2 + i_3 + \dots = J.$$

Napięcie prądotwórcze E jest bowiem jednakowe dla wszystkich bocznic, gdyż jest no różnicą potencjałów obydwu punktów węzłowych, a podług pierwszego prawa Kirchhoff'a suma sprądów odpływających z węzła równa się sprądowi dopływającemu do niego. Pierwszemu z tych wzorów możemy też nadać postać:

$$i_1 : i_2 : i_3 \dots = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2} : \frac{1}{r_3} \dots$$

Opór wynikowy R tego pęku przewodów, nawzajem obocznie względem siebie ułożonych, określamy z oporów poszczególnych przewodów podług wzoru:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots,$$

który wyraża się prawem: przewodność pęku przewodów, łączących dwa punkty węzłowe, równa się sumie przewodności poszczególnych przewodów pęku, przyczem przez przewodność przewodu należy rozumieć odwrotną wartość jego oporu.

Ze związku powyższego dla dwóch przewodów, leżących obocznie względem siebie, otrzymamy:

$$R = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$$

2. Opór w przewodach.

Jeżeli przez c oznaczymy opór właściwy tworzywa przewodowego, przy danej temperaturze, to przewód o długości l metrów, a przekroju q mm², posiadać będzie opór R , wyrażony w omach:

$$R = c \frac{l}{q}$$

Opór właściwy c przewodników stałych i rtęci.

(przy temperaturze +20°).

Uwaga. Oporem właściwym danego tworzywa zwiemy opór w omach przewodu z tego tworzywa, o długości 1 m, a przekroju 1 mm².

Rodzaj tworzywa	c	Δc	Rodzaj tworzywa	c	Δc
Antymon . . .	0,5	+ 0,0041	Ołów . . .	0,22	+ 0,0041
Bizmut . . .	1,2	+ 0,0037	Platyna . . .	0,12—0,16	+ 0,0024
Cyna . . .	0,10	+ 0,0042			do 0,0035
Cynk . . .	0,06	+ 0,0042	Rtęć . . .	0,95	+ 0,00091
Glin . . .	0,03—0,05	+ 0,0039	Spiz nagli-		
Konstantan.	0,5	— 0,00003	niony . . .	0,12	+ 0,001
Manganin . .	0,42	± 0,00001	Srebro . . .	0,016—0,018	+ 0,0034
Miedź . . .	0,017—0,018	+ 0,0037			do 0,0040
Mosiądz . . .	0,07—0,08	+ 0,0015	Stal . . .	0,10—0,25	+ 0,0052
Nowe srebro	0,15—0,51	+ 0,0002	Węgiel . . .	100—1000	— 0,0003
		do + 0,0007			do — 0,008
Nikiel . . .	0,15	+ 0,0037	Żelazo . . .	0,10—0,12	+ 0,0045
Nikielin . . .	0,40—0,44	0,00022			

Uwagi do tablicy powyższej. Oprócz wartości oporu c , przy temperaturze +20°, podano przyrostki Δc tego oporu na każdy stopień zagrzania się. Gdy się temperatura obniża, wartość Δc przybiera znak odwrotny. Przyrostek Δc , ściśle biorąc, nie jest ilością stałą, lecz zmienną w zależności od temperatury. Dla tego też wartości Δc , podane w tablicy, można stosować bez znaczniejszych niedokładności tylko w granicach od 0 do +30°. W zwykłych obliczeniach przewodów miedzianych liczymy opór właściwy $\frac{1}{57}$, przez co uwzględniamy już i pewne ich zagrzewanie się. Przewody jednakże w prądnicach, prądnicach i t. p., z powodu ich silniejszego zagrzewania się, należy obliczać na opór właściwy $c = \frac{1}{50}$ do $\frac{1}{58}$.

Zarząd poczt i telegrafów niemieckich przy dostawach przewodów wymaga niższych przewodności, wyrażonych w odsetkach przewodności miedzi czystej: w żelaznym drucie cynkowanym 13%, a w drucie spiszowym 94%, lecz w takimże drucie 1,5 mm średnicy tylko 70%. Zgodnie z tymi warunkami zestawiamy w tablicy poniższej dozwolony opór w omach na km drutu:

Grubość drutu	6	5	4,5	4	3	2	1,5	mm
Żelazny drut cynkowany (do telegrafu)	4,65	6,72	8,26	10,47	18,60	.	.	Ω/km
Drut spiszowy (telefonowy)	0,67	1,02	1,19	1,51	2,67	6,02	14,43	Ω/km

Tablicę oporów w drutach miedzianych podano w rozdziale VII działu niniejszego.

Opór właściwy c rozwodnionego kwasu siarczanego.

% H ₂ SO ₄ w rozczy- nie na wagę	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80
	przy 18° C . . $c =$	4,8	2,6	1,9	1,5	1,4	1,4	1,5	1,9	2,7	4,7	9,9

W tablicy powyższej opór właściwy c podano na 1 cm² przekroju i na 1 cm długości w powyżej podany wzór na opór R trzeba zatem długość l podstawiać w cm, a przekrój q w cm². Na każdy stopień podwyższenia temperatury roztworu (lecz tylko w niewielkich odstępach od temperatury podanej, t. j. od 18°) opór zmniejsza się o 1,2 do 3,5%, a w roztworach używanych do zasobników (akumulatorów) o 1,4%.

3. Prawo Joule'a (wymaw.: Dżaula).

Sprąd o wielkości J (w amperach), płynący w przewodzie lub innym przewodniku o oporze R (w omach), przez t (sekund) wytwarza ilość ciepła Q (w cpl. gramowych), określoną wzorem poniższym:

$$Q = 0,239 J^2 R t \text{ cpl. gramowych } *).$$

Na tem ciepłe polegają bardzo liczne zastosowania prądu elektrycznego, a więc np. żarzenie się żarówek, piece Moissan'a, wyrób karbidu, lutowanie i zlipianie elektryczne i t. p.

Zlipianie elektryczne sposobem Thomson'a zasadza się na przeprowadzaniu wielkich prądów o niższym napięciu przez miejsce przeznaczone do zlipienia. Jedną z części zlipianych łączymy z biegunem dodatnim, a drugą z ujemnym. Opór na styku tych części jest nieznaczny, przepuszczają zatem prąd znacznej wielkości przez ów styk, który się zagrzewa i zlipia. Wadą tego sposobu jest znaczna wielkość prądu, wymagająca grubych przewodów. Najdogodniej będzie, otrzymywać taki prąd bardzo niskiego napięcia z przetwornika, a więc stosować rozprąd.

Zlipianie elektryczne sposobem Lagrange'a i Hoho zasadza się na zastosowaniu małych prądów o wyższym napięciu (ponad 100 V), lecz koniecznie sprądów, gdyż niezbędnym tu jest i rozkład chemiczny przez prąd. Biegun dodatni stanowi płyta ołowiana, zanurzona w roztworze potażu (węglanu potasowego). Z biegunem ujemnym łączymy obydwie kawałki żelaza, zanurzając w ów roztwór ich powierzchnie, przeznaczone do zlipienia, na których osiadają pęcherzyki wodoru, wydzielające się z roztworu skutkiem

*) 1 ciepłostka gramowa jest ilością ciepła, niezbędną do nagrzania jednego g wody z 0° do 1°; jest ona zatem równa 0,001 ciepłostki zwykłej, stosowanej w technice, czyli ciepłostki kilogramowej. 1 dżaul = 1 wato-sekundzie = 1 woltampero-sekundzie = 1 woltokolombowi = $\frac{1}{9,81}$ kgm = 0,102 kgm = $\frac{1}{9,81 \cdot 427}$ cpl. kilogramowych = $\frac{1000}{9,81 \cdot 427}$ cpl. gram. = 0,2386 cpl. gram.

jego elektrolizy. Warstewka wodoru na styku żelaza z roztworem przedstawia opór bardzo wielki, skutkiem którego wytwarza się tam wiele ciepła. Stykowe powierzchnie żelaza dochodzą do wysokiego żaru, a nadto oczyszczają się one od rdzy pod odtleniającym wpływem wodoru, co przyczynia się w wysokim stopniu do trwałości zlipienia. Wreszcie możemy z łatwością utwardzać miejsce zlipione, przerywając prąd przed wyjęciem zlipionego styku z roztworu.

Do lutowania elektrycznego łączymy lutownik z biegunem ujemnym, a przedmiot lutowany z dodatnim. Przy lutowaniu elektrycznym lutownikiem jest zazwyczaj laska węglana.

Gdy przez przewód o oporze R (w Ω) przechodzi sprąd o wielkości J (w A) i gdy napięcie w przewodzie, czyli różnicę potencjałów między końcami przewodu, oznaczmy przez E (w V, $E = JR$), natenczas elektryczna praca sprądu tego we wato-sekundach, czyli w dżaulach, wykonana przez t sekund, będzie:

$$A = EJt = J^2 Rt;$$

a przejawia się ona w postaci ciepła, wytworzonego w ilości:

$$Q = 0,239 EJt = 0,239 J^2 Rt \text{ cpl. gram.}$$

Moc elektryczna N tegoż sprądu, czyli jego praca na sek., będzie w watach:

$$N = EJ = J^2 R.$$

4. Prawo elektroliczne Faraday'a.

Sprąd o wielkości J (w A), przez t jednostek czasu, wydziela z roztworu elektrolicznego G gramów składnika chemicznego:

$$G = kaJt.$$

We wzorze tym a oznacza równoważnik chemiczny, będący ilorazem ciężaru atomowego (względnie do $H = 1$), podzielonego przez wartościowość danego atomu (względnie do wartościowości wodoru). Np. glin jest trójwartościowym, a posiada ciężar atomowy 27, równoważnik jego jest zatem $a = 27 : 3 = 9$; ołów jest dwuwartościowy, ma ciężar atomowy 206,6, czyli $a = 206,6 : 2 = 103,2$ (por. tablicę poniższą). Współczynnik k wzoru powyższego zależy od jednostki, w jakiej wyrażamy czas t , a więc:

gdy t w sek, $k = 0,000010386$, | gdy t w min, $k = 0,0006232$,
gdy t w godz., $k = 0,03739$.

Pierwiastek chemiczny	Równoważnik	1 kulomb wydziela	1 amper wydziela na godz.	Pierwiastek chemiczny	Równoważnik	1 kulomb wydziela	1 amper wydziela na godz.
	a	mg	g		a	mg	g
Cyna . . .	58,7	0,60966	2,1948	Platyna . . .	97,2	1,00952	3,6343
Cynk . . .	32,4	0,33651	1,2114	Potas . . .	39,0	0,40505	1,4582
Glin . . .	9,0	0,09347	0,3365	Rtęć . . .	99,9	1,03756	3,7352
Magnez . . .	12,0	0,12463	0,4487	Srebro . . .	107,7	1,11857	4,0269
Miedź . . .	31,6	0,32820	1,1815	Tlen . . .	8,0	0,08309	0,2991
Nikiel . . .	29,3	0,30431	1,0955	Wodór . . .	1	0,01039	0,0374
Ołów . . .	103,2	1,07184	3,8585	Złoto . . .	65,4	0,67924	2,4453

W obliczeniach **przebiegów elektrolitycznych** najbardziej wpływowym jest opór roztworu elektrolizowanego, oraz **napięcie prądochłonne** E , niezbędne na rozkład elektrochemiczny, wreszcie objaw, znany pod nazwą polaryzacji. Napięcie prądochłonne określa się wzorem:

$$E = 0,000043 W = \frac{W}{23300} \text{ wolt,}$$

w którym W oznacza ciepłik chemiczny danego połączenia, wyrażony w cpl. gram., a sprowadzony do jednego gramowego równoważnika metalu, jaki się ma wydzielić z połączenia.

Ciepłikiem chemicznym danego połączenia zwiemy tę ilość cpl. gram., jaka się wydziela (lub pochłania) podczas przebiegu łączenia się części składowych ze sobą, jednakże ilość ciepła, obliczoną nie na 1 g danego związku, lecz na taką ilość gramów metalu, wchodzącego w ów związek (lub pierwiastka go zastępującego), jaką jest liczba atomowego ciężaru metalu owego. Np. podług T. I str. 324 przy spalaniu 1 g C na CO_2 wytwarza się 8080 cpl. gram. W związku CO_2 składnikiem, zastępującym metal, jest C, a jego ciężar atomowy $C = 12$. Przy spalaniu 12 g C na CO_2 otrzymamy zatem $12 \cdot 8080 = 96960$ cpl. gram., i ta ilość ciepłostek jest ciepłikiem chemicznym połączenia: $C + 2 O = \text{CO}_2$.

5. Pojemność elektryczna i pojemniki (kondensatory)*).

1. Pojemnością C pojemnika, t. j. zosobnionego ciała przewodzącego, zwiemy iloraz mieszczącej się na nim ilości Q elektryczności, podzielonej przez różnicę potencjałów E między pojemnikiem a otoczeniem (np. ziemią).

$$C = Q : E.$$

Gdy ta różnica potencjałów równa się jednostce napięcia (V), mieszcząca się natenczas na pojemniku ilość elektryczności przedstawia nam bezpośrednio jego pojemność. Jednostką pojemności (pojemnostką) jest farad p. str. 782. Pojemnością **pojemnika** (kondensatora), składającego się z dwóch przewodników, przedzielonych warstwą nieprzewodnika, będzie ilość elektryczności, mieszczącej się na pojemniku, podzielona przez napięcie, t. j. przez różnicę potencjałów między obydwoma przewodnikami.

2. Pojemność zależy nie tylko od kształtu i rodzaju przewodników, lecz i od właściwości nieprzewodnika osobniającego, a raczej od jego **spółczynnika nieprzewodności** k . Jeżeli dany przewodnik, zosobniony powietrzem, ma pojemność Q , to przy innym zosobnieniu pojemność jego Q_1 będzie:

$$Q_1 = k Q.$$

Wartości współczynnika nieprzewodności są: dla powietrza $k = 1$; dla gazów $k \sim 1$; dla szkła $k = 6,6$ do $9,9$; dla kauczuku $k = 2,1$ do $2,7$ (gdy jest nasiarczony); dla miki $k = 5$.

3. Pojemność C różnych pojemników. We wzorach poniższych, gdy wymiary liczyć będziemy w cm, należy podzielić wynik przez 900000, aby otrzymać pojemność C w mikrofaradach.

*) K. Drewnowski: O zastosowaniu kondensatorów (pojemników) Mościckiego w elektrotechnice; Czasopismo techniczne (lwowskie), 1907, Nr. 8 i nast.

Kula: $c = kr$ (gdy $r =$ promień).

Walec: $c = kl : 2 \ln \frac{l}{r}$ (gdy $l =$ długość, $r =$ promień).

Dwa walce równoległe, np. dwa przewody, w odstępnie d :

$$C = kl : 2 \ln \frac{d}{r}.$$

Walec pełny, o promieniu r , we wydrążonym walcu spółośiowym o promieniu r_1 draży ($l =$ długość walcy):

$$C = kl : 2 \ln \frac{r}{r_1}.$$

Dwie równoległe powierzchnie obszaru O w odstępnie d :

$$C = kO : 4 \pi d;$$

lub podług przybliżonego wzoru ogólnego:

$$C = \frac{k \times \text{powierzchnia}}{4 \pi \times \text{odstęp między powierzchniami}}.$$

4. Pojemność pojemników skojarzonych:

a) łączonych obocznie:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

b) łączonych posobnie (za sobą):

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

5. O działaniu pojemników w obwodach rozprądu p. rozdz. III. B.

d. Elektromagnetyzm.

1. Pole magnetyczne, wzbudzone przez prąd.

Prąd, płynący w dowolnym przewodzie, wytwarza pole magnetyczne, którego kierunek określają prawa Ampere'a; p. str. 796. Prąd J , płynący przez przewód o długości różniczki dl , wytwarza w dowolnym punkcie w odległości r , natężenie pola, wyrażone w magnetostkach na cm^2 :

$$dH = J \sin \psi dl : r^2, \text{ czyli:}$$

$$H = \int \frac{J \sin \psi dl}{r^2}.$$

We wzorze tym ψ oznacza kąt, zawarty między kierunkiem badanej cząstki przewodu a linią, łączącą tę cząstkę z owym punktem. Wartość całki pozostaje w zależności od kształtu osi przewodu.

a) Natężenie pola w środku zwoju kołowego, o promieniu r będzie:

$$H = \frac{2 \pi J}{r}.$$

b) **Solenoid** (np. nawój zwojnicy galwanometru, i t. p.), który przy długości l posiada z zwojów, wytwarza w swem wnętrzu pole o natężeniu:

$$H = \frac{4\pi z J}{l},$$

a uśił magnetyczny w temże polu (na mocy wzoru: $F = \Sigma Hl$, ze str. 787) będzie:

$$F = 4\pi z J.$$

2. Wzniesanie (indukcja).

1. Gdy cząstkę przewodu (o długości dl) poruszamy w polu magnetycznym (o natężeniu H) w ten sposób, że kierunek cząstki obwodu tworzy kąt α z kierunkiem dążu magnetycznego w polu, a prędkość v ruchu cząstki tworzy kąt ψ z płaszczyzną, przelożoną przez tęże cząstkę i przez kierunek dążu magnetycznego, natenczas napięcie prądowórcze, **wzniesane** w owej cząstce przewodu, wyrazi się wzorem:

$$dE = H v \sin \alpha \sin \psi dl.$$

Całkowite napięcie prądowórcze, wzniesane w całym, poruszonym w ten sposób przewodzie, będzie:

$$E = \int H v \sin \alpha \sin \psi dl.$$

Wartość E staje się największością, gdy i kąt α i kąt ψ będą kątami prostymi (90°). Jeżeli więc prostolinijny przewód o długości l porusza się w sposób co dopiero wskazany, to wzniesane w nim napięcie prądowórcze, wyrażone w V ($V = 10^8 \text{ c}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-2}$), będzie:

$$E = H v l \cdot 10^{-8},$$

z warunkiem, aby długość l wyrazić w cm, a prędkość v w cm/sek.

2. **Wzniesanie (indukcja) w prądnicach.** Jeżeli oznaczymy przez:

S_a ilość magnetostek w dążu między biegunami prądnic dwubiegunowej,

z_a liczbę spólcześnie wzniesanych drutów nawoju twornikowego,

n ilość obrotów na min.,

to otrzymamy **średnie napięcie prądowórcze** w V :

$$E = 10^{-8} S_a z_a \frac{n}{60}.$$

Wzór powyższy zatrzymuje swą ważność i dla prądnic wielobiegunowych, dla których określa on jednakże napięcie prądowórcze, wzniesane w poszczególnych zwójkach (działkach twornikowych), leżących między biegunami sąsiednimi. Jeżeli w takich prądnicach chcemy otrzymać napięcie wyższe, to musimy poszczególne te zwójki złączyć ze sobą posobnie, w przeciwnym razie, t. j. przy złączeniu obocznem, całkowite napięcie nie zwiększy się, będzie zatem równe napięciu, określone mu wzorem powyższym.

3. Samowzniesanie (samowznieka).

1. Napięcie prądowórcze w przewodzie powstaje nietylko przez poruszanie przewodu w polu magnetycznym, lecz powstaje ono i w przewodzie nieporuszającym się, a mianowicie pod wpływem zmian natężenia pola magnetycznego, czyli zmian ilości magnetostek w jego dążu. A że prąd o wielkości J , przepływający przez przewód, wytwarza pole magnetyczne o natężeniu, pozostającym w prostym stosunku do wielkości prądu, więc każda zmiana tej wielkości prądu powoduje stosowną zmianę natężenia pola, która to zmiana znów wznieca w tymże przewodzie pewne napięcie prądowórcze E . Zjawisko to zwiemy samowzniesaniem, a określa się ono wzorem:

$$E = L \frac{dJ}{dt},$$

w którym t oznacza czas (sek.), a L **spółczynnik samowzniesania**, niezależny od wielkości prądu, a zależny tylko od kształtu przewodu, p. poniżej pod 3.

2. Gdy wielkość prądu pierwotnego wzrasta, natenczas samowzniesane napięcie prądowórcze przeciwdziała napięciu pierwotnemu, ma zatem dążność do powrotnego zmniejszenia takiego prądu, który się zwiększa. I naodwrot, gdy prąd pierwotny się zmniejsza, samowzniesane napięcie prądowórcze będzie miało dążność do zwiększenia prądu pierwotnego.

O wpływie samowzniesania w obwodach rozprądów p. rozdz. III. B.

3. Wartości współczynnika samowzniesania L . Wymiar współczynnika L jest długością, jednostka jego w układzie cgs równa się zatem 1 cm, a jednostka elektrotechniczna tegoż współczynnika zwana „henry“, równa się 10^9 cm.

Dla nawoju, nawiniętego z zwojami na długość l w cm, a obejmującego przekrój q w cm^2 , będzie:

$$L = [4 \pi z^2 q : l] (10^{-9} \text{ henry}).$$

Dla dwóch przewodów równoległych, ułożonych w odstępnie wzajemnym d w cm, a na końcach ze sobą złączonych, o łącznej długości obwodu l w cm, gdy przewody mają przekrój kołowy, o promieniu r w cm, będzie:

$$L = l [0,5 + 2 \ln (d : r)] (10^{-9} \text{ henry}).$$

Jeżeli natomiast wyrazimy wzór powyższy w logarytmach dziesiętnych (Briggs'a), długość l w km, to L w **milihenry** będzie:

$$L' = l \left[0,05 + 0,4605 \log \frac{d}{r} \right] (10^{-3} \text{ henry}).$$

4. Dla dwóch obocześnie ze sobą złączonych obwodów o oporach omicznych r_1 i r_2 i o współczynnikach samowzniesania L_1 i L_2 , łączny współczynnik samowzniesania będzie:

$$L = \frac{r_2^2 L_1 + r_1^2 L_2}{(r_1 + r_2)^2}.$$

e. Prawidła o kierunkowości i dążności.

1. Dodatną dążnością **szlaków magnetycznych** zwiemy tę, z jaką szlaki wychodzą z bieguna północnego na zewnątrz magnesu ku biegunowi południowemu, odjemną zaś tę, z jaką szlaki magnetyczne wychodzą z bieguna południowego na zewnątrz ku biegunowi północnemu.

Igła magnesowa, wprowadzona w pole magnetyczne zwraca się tak, że jej koniec dodatny, t. j. ten, który zazwyczaj kieruje się ku północy, wskazuje nam w polu magnetycznym dążność dodatnią jego szlaków.

2. Jeżeli patrzymy na elektromagnes od strony jego bieguna południowego, to dodatnym zwiemy **prąd elektryczny**, okrążający go prawozwrotnie, t. j. zgodnie z obrotem wskazówek zegarowych.

Dodatnym biegunem przyrządu prądotwórczego zwiemy ten, z którego prąd dodatni dąży na zewnątrz.

Ze zwykłego stadła (ogniwa) galwanicznego prąd dodatni przechodzi przez obwód zewnętrzny od miedzi, wzgl. węgla, ku cynkowi.

3. Do oznaczania biegunowości przyrządów, pozostających pod prądem, służą różnego rodzaju papiery odbiegunowe. Zwilżonym paskiem takiego papieru łączymy końce drutów badanych: większość papierów odbiegunowych, będących w handlu, zabarwia się tylko przy biegunie odjemnym, papier zaś lakmusowy błękitnieje przy tym biegunie, a czerwienieje przy biegunie dodatnim.

Nie posiadając papieru odbiegunowego, radzimy sobie w ten sposób, że od obydwóch biegunów prowadzimy kawałki drutów miedzianych, których końce zanurzamy w szklanke z wodą: przy biegunie odjemnym uwydatni się wyraźnie wydzielanie gazu, t. j. wodoru, podczas gdy tlen, wydzielający się przy biegunie dodatnim, łączy się z miedzią chemicznie, skutkiem czego wydzielanie tlenu tu się nie ujawni pęcherzykami gazu. Przez zakwaszenie wody przyspieszamy tę działalność elektrolityczną.

Jeżeli zamiast drutów miedzianych zanurzymy w wodę zakwaszoną przyłączone do niej płytki ołowiane, to płytka na biegunie dodatnim zbrunatnieje po pewnym czasie.

Gdy dążność kierunku prądu mamy oznaczyć galwanoskopem, a prąd jest wyższego napięcia, natenczas, by nie spalić zwojnicy przyrządu, wypada wstawić w obwód stosowny oporek, np. żarówkę, lecz można także oznaczyć dążność prądu w przewodzie przez to, w którą stronę odchylił się zbliżona do niego, swobodna igła magnesowa, a to podług praw Ampère'a.

4. **Pływacze prawidło Ampère'a.** Jeżeli wystawimy sobie, że sami płyniemy w przewodniku z dążnością prądu dodatniego, głową naprzód, i że zwracamy się twarzą ku igle magnesowej, poza przewodem się mieszczącej, to jej biegun północny pod wpływem tego prądu odchylił się w lewo.

5. **Dążność prądów wznieconych**, a raczej ich napięcia prądotwórczego, wskazano w rys. 1196, jako zależną od dążności ruchu

przewodu poruszanego i od dodatniej dążności szlaków magnetycznych.

Zapamiętanie, w jaki sposób te poszczególne dążności zależą nawzajem od siebie, ułatwi nam prawidło poniższe: Wyobraźmy sobie, że w rys. 1197 pod papierem leży biegun północny, oznaczony literą N (nord), z którego zatem szlaki magnetyczne kierować się będą swą dążnością dodatnią poprzez papier, ku patrzącemu. Jeżeli w powierzchni rysunku przesuwac będziemy przewód ab prostopadłe do niego samego, to dążność wznieconego prądu dodatniego (w górę, czy w dół), zależna od dążności przesuwania przewodu (w lewo, czy w prawo), będzie taka sama, jaką ma ruch punktu przecięcia się przewodu przesuwanego z ukośną kreską w literze N. Gdy (jak w rys. 1197 wskazano strzałkami) przesuwamy przewód ab na prawo, jego punkt przecięcia z ukośną kreską litery N przesuwa się po niej ku dołowi, a zatem prąd dodatni, wzniecony w przewodzie ab , będzie miał również dążność z góry w dół.

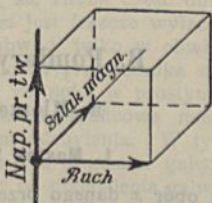
6. Dążności sił. Prądy w dwóch przewodach równoległych przyciągają się nawzajem, gdy mają dążności jednakowe, odpychają się natomiast, gdy ich dążności są odwrotne.

Dwa pola magnetyczne w tem samym miejscu usiłują, co do kierunku, dążności i położenia, zlać się sobą. A zatem pole, wytworzone przez prąd w obwodzie zamkniętym, znajdując się w obrębie wpływu drugiego pola magnetycznego, usiłuje zwrócić się i przesuwać w ten sposób, aby co do kierunku, dążności i położenia zlać się z owym drugim polem magnetycznym. Usiłuje ono więc tak się ustawić, aby wśród jego obwodu dąż posiadał możliwie największą ilość magnetostek. Dwa prawa powyższe są znane pod nazwą **praw Ampère'a**.

Gdy w polu magnetycznym poruszamy przewód, wzniecając w nim prąd, to pole magnetyczne oddziaływa na ów przewód siłą, opierającą się ruchowi przewodu, a więc mającą dążność odwrotną względnie do ruchu przewodu *). Jeżeli jednak do takiego poruszającego się przewodu wprowadzimy z innego źródła napięcie prądowe, o dążności odwrotnej względnie do wzniecanego, to zmniejszamy przez to opór pola, przeciwdziałający ruchowi przewodu: gdy obydwa te przeciwne napięcia będą sobie równe, a więc gdy się nawzajem zniosą, opór pola dla ruchu przewodu stanie się zerem; gdy wreszcie napięcie z owego innego źródła będzie większe od napięcia wzniecanego, natenczas siła pola magnetycznego zacznie spódziać ruchowi przewodu.

*) Na przezwyciężenie tego oporu, podczas przesuwania przewodu w polu magnetycznym, zużywamy pewną ilość pracy mechanicznej, (zawijamy siłacz w energię wznieconego prądu elektrycznego.

Rys. 1196.



Rys. 1197.



Jeżeli sprężnica głównikowa, mająca zasilać pewien obwód, otrzymywać będzie odwrot z niego prąd w ten sposób, że spręż dodatny wchodzić będzie przez jej kraniec dodatny, to dążność jej obrotu stanie się odwrotną, a sprężnica pracować będzie jako sprężnik. Sprężnica bocznikowa w tym samym przypadku nie zmieni dążności swego obrotu. Dlatego też taka sprężnica bocznikowa, napędzająca zasobniki, obraca się dalej w tym samym kierunku nawet w przypadku, gdy przemagające napięcie zasobników znacznie ją napędza jako sprężnik.

B. Pomiary elektryczne.

a. Mierzenie oporów.

1. Mostek Wheatstone'a.

Nieznany opór x danego przewodnika mierzymy, zestawiając ów przewodnik w czworobok wraz z trzema oporcami o znanych oporach a , b , c w sposób, w rys. 1198 przedstawiony, przyczem przynajmniej jeden z tych oporców musi dozwalać na zmiany wielkości swego oporu. Dwa przeciwległe wierzchołki czworoboku łączymy oddzielnym przewodem poprzez galwanometr przy pomiarach sprężdem, względnie poprzez telefon przy pomiarach rozprężdem lub innego rodzaju prądem zmiennym. Drugie dwa przeciwległe wierzchołki czworoboku łączymy ze sobą poprzez źródło prądu. Opór zmienny, np. w oporcu a , zmieniamy tak długo, dopóki nie zaniknie odchylenie igły galwanometru, względnie dźwięk w telefonie. Dla tej wartości oporu w a mamy związek:

$$x : c = b : a,$$

z którego obliczamy x ze znanych a , b , c .

Dogodniej będzie zmieniać nie jeden, lecz dwa ze znanych oporów, np. a i b . Na takiej zasadzie zmienności oporów polega też mostek Wheatstone'a w pierwotnym swoim ustroju. Oporzec c posiada w nim opór niezmienny, oporce zaś a i b stanowią razem jeden drut rozpięty o stałym przekroju. Po drucie tym przesuwa się stycznik (kontakt), tworzący styk (kontakt) przewodu od galwanometru z owym drutem rozpiętym. Stycznik ten przesuujemy po drucie, dopóki nie zaniknie odchylenie igły galwanometru, względnie dźwięk w telefonie. Długości działek a i b drutu, wobec jego przekroju jednostajnego, dają nam bezpośrednio stosunek oporów tych działek, a że nadto znamy stałą wielkość oporu oporca c , więc ze związku powyższego otrzymamy:

$$x = \frac{b}{a} \cdot c.$$

Do pomiarów oporu wewnętrzznego stadel (ogniw) galwanicznych stosujemy rozpręż, by uniknąć błędów, spowodowanych polaryzacją w stadle (ogniwie).

2. Oznaczenie oporu x przez porównanie ze znanym oporem w , za pośrednictwem pomiaru ich napięć międzykrańcowych.

Łączymy posobnie w obwód zamknięty: źródło prądu, oporzec o znanym oporze w , przewodnik o nieznanym oporze x i opornik, którym miarkujemy prąd tak, iżby się żadna część obwodu dostrzegalnie nie nagrzewała. Pożądanym jest jeszcze wyłącznik w obwodzie, aby prąd puszczać przez obwód tylko w chwili właściwego pomiaru. Napięcie ξ (między krańcami przewodnika x) i napięcie ω (między krańcami oporca w) stoją ze sobą w prostym stosunku do oporów tychże części. Napięcia międzykrańcowe mierzymy galwanometrem, a mianowicie jego kątem odchylenia. W tym celu łączymy krańce badanego przewodnika x z krańcami galwanometru zazwyczaj poprzez oporzec, chroniący od przepalenia galwanometru. Pomierzwszy odchylenie α galwanometru dla napięcia ξ i odchylenie β dla napięcia ω , mamy związek:

$$\frac{x}{w} = \frac{\xi}{\omega} = \frac{\alpha}{\beta}, \text{ czyli } x = w \frac{\alpha}{\beta}.$$

Oprócz całkowitego oporu x między krańcami danego przewodnika, np. nawoju, możemy w sposób powyżej wskazany, mierząc nie tylko napięcie ξ między jego krańcami, lecz i napięcia $\xi_1, \xi_2 \dots$ między każdymi dwoma dowolnymi punktami danego przewodnika oznaczyć opór każdej dowolnej działki tegoż przewodnika.

3. Mierzenie oporu zosobnienia (izolacji) sieci przewodów w złączach domowych i t. p.

Do pomiaru oporów zosobnienia sieci należy stosować prąd o napięciu zbliżonym do tego, jakim sieć ma pracować: wyniki pomiarów będą bowiem na ogół bardzo niejednakowe przy rozmaitych napięciach. Dogodnym w użyciu, a dostatecznie dokładnym do takich pomiarów będzie wołtnik (wskaźnik napięcia) ustroju d'Arsonval'a, o możliwie wielkim oporze w . Źródło prądu łączymy krańcem dodatnym z ziemią, a krańcem odjemnym *) poprzez wołtnik z tą połówką sieci (dodatną, wzgl. odjemną), której opór zosobnienia mamy pomierzyć. Jeżeli zaś chodzi o opór zosobnienia całej sieci, to łączymy nadto i obydwie jej przewody główne ze sobą. Odchylenie α wskazówki wołtnika jest wynikiem prądu, przechodzącego przez zosobnienie sieci do ziemi. Następnie łączymy przewód główny z przewodem doziemniącym, a odchylenie α_1 wskazówki wołtnika w takim połączeniu będzie miarą bezpośrednią międzykrańcowego napięcia źródła prądu, gdyż jego krańce łączą się natenczas

*) Opór zosobnienia, mierzony z bieguna odjemnego, jest mniejszy niż opór tego samego zosobnienia, mierzony z bieguna dodatniego. Stosujemy zatem biegun odjemny, jako mniej korzystny w swych wynikach.

poprzez woltnik ze sobą przewodem o względnie małym oporze. Opór zosobnienia otrzymamy zatem ze wzoru:

$$O = w \left(\frac{\alpha_1}{\alpha} - 1 \right).$$

b. Pomiar wielkości prądu.

Do mierzenia wielkości prądu służą przeważnie amperniki, t. j. wskaźniki, których wskazówka wskazuje na podziałce bezpośrednio ilość amperów, przepływających przez miernik. Ustrój amperników polega przeważnie na zasadzie, że natężenie pola magnetycznego, wzbudzonego przez daną zwojnicę, pozostaje w prostym stosunku do wielkości prądu przepływającego. Siły przyciągające, wzgl. odpychające lub pokręcające, takiego pola działają na kawałek żelaza, na magnes, albo na drugie pole podobne, a równoważymy je po najczęściej działaniem sprężyn, których odkształcenie służy nam za miarę sił, wywieranych przez pole magnetyczne, a więc i za miarę wielkości prądu przepływającego. Najczęściej stawiamy ampernik w sam obwód, w którym wielkość prądu chcemy mierzyć, a natenczas cały prąd mierzony przepływa przez ampernik. Gdy jednak prąd, mający być mierzony, jest zbyt wielki, możemy wstawić ampernik w bocznicy obwodu głównego. Jeżeli natenczas będziemy mieli opory: w_g w działce obwodu głównego między krańcami bocznicy, a raczej między punktami jej przyłączeń do obwodu głównego, oraz opór w_b w przewodzie samej bocznicy łącznie z ampernikiem, i gdy ampernik wskazywać będzie przechodzący przezeń prąd o wielkości J_b , to prąd całkowity, płynący w obwodzie, t. j. suma prądu J_b w bocznicy i prądu J_g w obocznie leżącej działce obwodu głównego, będzie:

$$J = J_b + J_g = J_b \left(1 + \frac{w_b}{w_g} \right).$$

Do mierzenia rozprądów i wogóle prądów zmiennych należy stosować amperniki o zwojnicach bez rdzenia żelaznego, aby zmniejszyć wpływy samowzniesania. Wielkość prądu można też mierzyć na zasadzie stopnia zagrzania się przewodnika, biorąc za miarę prądu wydłużanie się przewodnika wskutek jego nagrzania, a takie przyrządy, aczkolwiek na ogół mniej dokładne, mierzą równie dobrze sprąd lub rozprąd, jak i wszelkiego rodzaju inne prądy zmienne; samowzniesanie bowiem pozostaje bez wpływu na ich wskazania.

Do mierzenia wielkich rozprądów możemy zamiast w bocznicy wstawić ampernik w obwód wtórny przetwornika (transformatora), przez którego nawój pierwotny przepuszczamy cały prąd obwodu głównego.

c. Pomiar napięcia.

Do ściślejszych pomiarów napięcia stosujemy w pracowniach przeważnie sposób zrównowazania (kompensacji) napięcia nieznanego znanym napięciem wzorcowych stadeł (ogni) galwanicznych.

W zastosowaniach praktycznych mierzymy jednak napięcia prawie wyłącznie woltnikami. Ustrój ich różni się od ustroju amperników przede wszystkim stosunkowo bardzo wielkim oporem zwojnic, składających się z wielkiej liczby zwojów cienkiego drutu. Wskazówki ich wskazują na podziałce bezpośrednio napięcie w woltach. Krańce woltnika łączymy z tymi punktami obwodu, między którymi zamierzamy mierzyć napięcie. Do uzwojenia czynnego w woltniku dostawiają posobnie często jeszcze oporce o wielkim oporze (np. w ustroju d'Arsonval'a), a dla rozprądów i dla wszelkiego rodzaju prądów zmiennych, oporzec ten powinien być swobodny od samowzniesienia.

Napięcie rozprądów wysoko napiętych określamy często, mierząc obniżone napięcie w obwodzie wtórnym przetwornika.

Do mierzenia napięć wysokich (1000 V i wyżej) w danym obwodzie nadają się woltniki elektrostatyczne, polegające na przyciąganiu się dwóch przewodników, które naprądniamy z obwodu na potencjały różnorodne. Woltniki takie, jako swobodne od samowzniesienia, mierzą dobrze zarówno napięcia sprądu, jak i rozprądów.

d. Pomiar mocy prądu.

Mając jednocześnie przeczyty z ampernika i woltnika, mnożymy je przez siebie, a iloczyn ten da nam ilość woltamperów, czyli watów, a więc chwilową moc sprądu, wyrażoną w watach. Mierząc moc mniejszej ilości prądu, zużywanej, np. przez jedną żarówkę lub t. p., należy uwzględnić i prąd zużywany przez woltnik, którego bocznica przyłącza się do krańców żarówki.

Sposób powyżej podany można stosować i do mierzenia mocy rozprądów, gdy ich napięcie ma przebieg **ściśle spółfalowy** z przebiegiem wielkości prądu. Gdy się te dwie fale, t. j. fale napięcia i wielkości prądu, nawzajem ze siebie rozsuną, sposób powyżej podany dawałby wyniki błędne i natenczas moc takiego rozprądu należy mierzyć bezpośrednio **watnikiem**.

Ustroje watników polegają przeważnie na wzajemnem oddziaływaniu na siebie pól, wytworzonych przez dwie zwojnice: Przez zwojnicę nieruchomą przeprowadzamy zazwyczaj prąd obwodu głównego, wielkość tego prądu stanowi zatem pierwszy czynnik mocy. Przez zwojnicę ruchomą natomiast przeprowadzamy prąd bocznicy, przyłączającej się do obwodu głównego w punktach, których różnica potencjałów ma być drugim czynnikiem tejeż mocy prądu. Łączne oddziaływanie wzajemne pól tych zwojnic na siebie jest nam miarą iloczynu obydwóch, powyżej wspomnianych czynników, a więc miarą mocy prądu. Watniki takie nadają się do mierzenia mocy zarówno sprądów jak i rozprądów wszelakiego rodzaju. Mnożąc wskazania watnika przez cząstki czasu i sumując iloczyny, otrzymamy pracę prądu w przeciągu danego okresu.

II. STADŁA (OGNIWA) GALWANICZNE *).

a. Pierwotne stadła galwaniczne.

1. Stadło wzorcowe Clarc'a.

Elektrodą dodatną jest płytka platynowa, pogrążona w cieście z siarczanu rtęciawego, gotowanego w siarczanie cynkowym i zmieszanego z rtęcią. Elektrodą ujemną jest pręt cynkowy, w dolnej swej części zasypany kryształami siarczanu cynkowego, a ponad warstwą tych kryształów znajduje się roztwór tegoż siarczanu. Napięcie prądowe takiego stadła jest zależne od temperatury t i określa się wzorem:

$$E = 1,434 - 0,001 (t - 15) \text{ V.}$$

2. Zwykle stadła galwaniczne, niewzorcowe, które znajdują jeszcze szersze zastosowanie w technice, zestawiamy w tablicy na str. następną.

b. Stadła wtórne, czyli zasobniki (akumulatory).

1. Działanie i sposób wyrobu zasobników. Gdy zanurzymy dwie płyty ołowiane w roztwór kwasu siarczanego i przepuścimy przez nie sprąd, to płyta, stanowiąca ujemny kraniec obwodu, pozostaje metalicznie czystą, druga natomiast, utleniając się, brunatnieje skutkiem powstającej na niej warstewki tlenku ołowiowego (PbO_2). Gdy następnie odłączymy to stadło płyt od obwodu naprężającego i połączymy te płyty w obwód niezależny od owego źródła prądu, płyty wydawać nam będą sprąd wtórny, o dążności odwrotnej, względnie do sprądu pierwotnego, przyczem powierzchnia płyty metalicznie czystej (a więc dodatny biegun stadła wtórnego) będzie się utleniała na tlenek ołowiany (PbO), podczas gdy tlenek ołowiowy (PbO_2) na płycie bieguna ujemnego będzie się odtleniał na PbO . Działanie tego stadła wtórnego kończy się z chwilą, gdy się wszystkie tlenki ołowiowe odtleni na ołowiany. Przez ponowne naprężenie stadło stanie się znów gotowe do działania.

Takie stadło wtórne jest zatem **zasobnikiem** energii elektrycznej: naprężone bowiem, staje się ono zdolne do powrotnego wydania prądu wchłoniętego. Wchłonność i wydajność takiego zasobnika zależy przede wszystkim od obszaru czynnej powierzchni owych płyt. Przez wielokrotne naprężanie i wyprężanie płyt, powierzchnie

*) Ogniwo (łańcucha) powstało z czasownika oginać: nazwa ta może się stosować do „elementu” galwanicznego tylko przenośnie, t. j. nie w znaczeniu, że „element” ów jest ogięty, lecz że stanowi on jedną cząstkę dłuższego szeregu. Sam w sobie, nie złączony z innymi, nie powinienby się więc zwać ogniwiem. Składa on się z dwóch czynników: galwanicznie silniejszego i słabszego, skojarzonych, np. roztworem soli lub kwasu. Nazwa „stadło galwaniczne” znamionuje zatem lepiej ten przedmiot.

Składniki i napięcie prądowórcze rozmaitych stadel galwanicznych.

Nazwa stada	Elektroda rozczynna	Rozczynnik	Elektroda ostojna	Ciało depolaryzujące	Napięcie prądowórcze V
Daniell'a **)	Cynk nart. *)	Rozczyn kwasu siarcz. 1 : 12	Miedź	Siarczan miedzi	0,95 do 1,05
Daniell'a **)	Cynk nartęc.	Rozczyn kwasu siarcz. 1 : 4	Miedź	Siarczan miedzi	0,95 do 1,05
Daniell'a **)	Cynk nartęc.	Siarczan cynkowy	Miedź	Siarczan miedzi	0,95 do 1,05
Siemens'a	Cynk nartęciony	Ciasto z miazgi papierzanej, zaczynione kwasem siarcz.	Miedź	Siarczan miedzi	0,9 do 1,1
Krüger'a (stosowane przez zarząd telegrafów niemieckich)	Cynk	Rozczyn siarczanu cynku	Płyta ołowian. pomiedziona	Siarczan miedzi	1,008
Meidinger'a	Cynk nartęc.	Rozczyn soli gorzkiej	Ołów	Siarczan miedzi	0,95 do 1,35
Grove'go **)	Cynk nartęc.	Rozczyn kwasu siarcz. 1 : 12	Platyna	Kwas azot. o cięż. właśc. 1,33	1,8
Bunsen'a **)	Cynk	Rozczyn kwasu siarcz. 1 : 12	Węgiel	Kwas azotowy dymiący	1,9
Bunsen'a	Cynk	Rozczyn kwasu siarczanego 1 : 15 do 20	Węgiel	Części na wagę: 12 dwuchromianu potasow. 25 kwasu siarczanego 100 wody	2 do 2,2
Bunsen'a wynurny	Cynk nartęc.	Jak rozczynek depolaryzujący	Węgiel	Części na wagę: 16 dwuchromianu potasow. 37 kwasu siarcz. (czystego) 100 wody	2,3
Leclanché'a	Cynk nartęc.	Rozczyn salmiaku	Węgiel z man-ganiak. szar.	Rozczyn salmiaku	1,47
Lalande'a i Chaperon'a	Cynk	Rozczyn tlenku lub dwuwę-glanu potasowego, 30 do 40%	Żelazo	—	1,0

Stadła suche znajdują obecnie szersze zastosowanie (np. w Zarządzie telegrafów niemieckich); ich napięcie prądowórcze bywa 1,4 do do 1,5 wolt, opór zaś wewnętrzny 0,1 do 0,5 omów, a to zależnie od ich wymiarów.

Do stadel, stosowanych w praktyce, rozczynek kwasu siarczanego bywa zazwyczaj nie mocniejszy niż w stosunku 1 : 20.

*) Według Reynier'a cynk nartęciami najdogodniej przez domieszkę 4% rtęci do cynku roztopionego, z zachowaniem przytem niezbędnej ostrożności.

**) Stadła te mają kubki z wypalanej gliny przesącznej.

ich stają się gąbczastymi, skutkiem czego zwiększa się znacznie ich powierzchnia czynna, t. j. powierzchnia zetknięcia się z roztworem kwasu. Przy wyrobie płyt zasobnikowych sposobem Planté'go, względnie Tudor'a, stosują właśnie takie wielokrotne naprądnianie i wyprądnianie, a płyty w ten sposób wytworzone, są bardzo trwałe i odporne na nagłe wyprądniania; wadą ich jest jednakże znaczny koszt i względnie wielka waga. W stosunku do wagi możemy zwiększyć znacznie powierzchnie czynne przez nakarbowanie powierzchni płyt.

W celu dalszego zwiększenia tej powierzchni czynnej, a więc w celu zmniejszenia względnej wagi zasobnika, stosują obecnie odmienne sposoby wyrobu, zmniejszające jego koszt, ale zarazem i trwałość płyt. Płyty otrzymują różnego rodzaju zagłębienia lub otwory, przekształcają się nawet na rzeszota wytłaczane z płyt ołowianych, a wszystkie te zagłębienia i otwory wypełniamy szczelnie minią ołowiową czystą, albo z domieszką gleyty ołowiowej, poszczególne zaś wytwornie zasobników stosują nadto domieszki z tworzyw utrzymywanych w tajemnicy.

Na płyty dodatne stosują przeważnie płyty o powierzchni zwiększonej przez nabrobowanie lub nakarbowanie, a mianowicie: Tow. akc. Hagen naprądnia te płyty sposobem Planté'go; Pollak w Frankfurcie wypełnia ich zagłębienia ołowiem gąbczastym; a wytwornia w Gelnhausen mieszaniną proszku ołowianego ze spoiwem dziurkowatym. Na płyty odjemne stosują przeważnie płyty kratkowe. Stanecki we Lwowie zwiększa powierzchnię płyt przez wytworzenie na nich poodginanych zadziórów.

Liczba płyt odjemnych w każdym poszczególnym zasobniku (stadle) bywa o jedną większa od liczby płyt dodatnych.

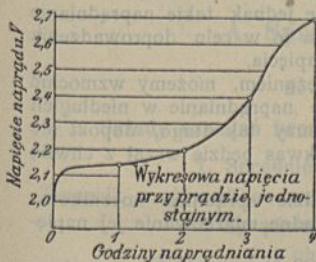
2. Kwas siarczany, używany do zasobników, powinien być niezanieczyszczony, zwłaszcza wolny od kwasu azotowego, chloru i arsenu. W celu jego oczyszczenia, do kwasu siarczanego dodają siarczku barowego. Kwas rozczyniamy wodą możliwie czystą, niezawapnioną, a więc wodą deszczową, a lepiej wodą przekroploną. Ciężkość właściwa (gęstość) roztworu kwasu bywa rozmaita: w zasobniku wyprądnionym średnio 1,14, w naprądnionym natomiast 1,18 do 1,2. Sądzą, że zmniejszenie średniej gęstości kwasu przyczynia się do trwałości płyt zasobnikowych. Chwilowa gęstość kwasu stanowi (na zasadzie uprzednich określeń próbnych) w praktyce jedyną prawie wskazówkę, do jakiego stopnia zasobnik jest naprądniony, względnie wyprądniony. Gęstość zmienia się w przybliżeniu w prostym stosunku do wyprądnienia, mierzonego w amperogodzinach. Ponieważ woda ulatnia się przez parowanie z roztworu, a i część samego roztworu przelewa się i rozbryzguje nieraz podczas wrzenia, więc wypada od czasu do czasu dopełniać roztworu tak, aby pokrywał wierzchy płyt na 10 do 15 mm.

3. Średnie napięcie międzykrańcowe poszczególnego zasobnika zależy od gęstości kwasu i zwiększa się wraz z nią. Wahania napięcia w czasie naprądniania i wyprądniania są znacznie większe, a mianowicie: Na samym początku naprądniania napięcie to bywa około 2 V i wzrasta powoli podczas naprądniania do 2,2 V, następnie zaś szybko do 2,7 V. Przy wyprądnianiu początkowe napię-

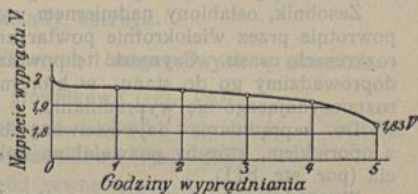
cie międzykrańcowe bywa 2 V, spada szybko na 1,97 V, następnie obniża się powoli do 1,9 V, wreszcie spada znów szybko na 1,83 V. Gdy zasobnik nie wydaje prądu, napięcie międzykrańcowe jest niezależne od chwilowego stanu wyprądnienia płyt i bywa średnio około 2 V; natomiast podczas samego wyprądniania napięcie międzykrańcowe jest zależne i od wielkości prądu, a mianowicie będzie ono tem mniejsze, im większy jest prąd. Napięcie międzykrańcowe nie może zatem służyć za wskazówkę stopnia wyprądnienia, który oceniamy, jak powyżej już omówiono, podług chwilowej gęstości kwasu. Przebieg naprądniania i wyprądniania przedstawiają wykresy w rys. 1199 i 1200.

Aby zasobnik mógł prądować, t. j. wchłaniać, wzgl. wyłaniać z siebie prąd, niezbędnem jest, aby napięcie międzykrańcowe było nieco większe, wzgl. nieco mniejsze od napięcia prądotwórczego

Rys. 1199.



Rys. 1200.



w samym zasobniku. Różnica tych napięć, czyli **napięcie przemagające**, zależy nie tylko od ustroju zasobnika, lecz i od chwilowego stanu jego wyprądniania; trudno zatem określić ogólnie jego wielkość.

4. Wielkość prądu w A na każdy dm^2 płyt bywa średnio 0,6 do 0,9 podczas naprądniania, a 0,9 do 1,2 przy wyprądnianiu zasobników, czyli około 2,4 do 2,9 A na każdy kg płyt, lecz na kg płyt Tudor'owskich tylko 0,7 A. Ta wielkość prądu pozostaje w zależności od wymiarów i ustroju zasobników, a również i od rodzaju ich ożysku.

5. Pojemność zasobnika wyrażamy ilością ampergodzin, jakie z siebie wyłonić on może podczas wyprądniania, a mianowicie przy określonym obniżeniu się napięcia międzykrańcowego, zazwyczaj o 10 do 70%, lecz nie poniżej 1,83 V. Pojemność ta będzie tem większa, im powolniej wyprądniamy zasobnik, a na każdy kg płyt w stadle bywa ona 4 do 8 ampergodzin przy wyprądnianiu szybko, a 12 do 15 ampergodzin przy powolnem.

W celu zmniejszenia wagi zasobników przewoźnych (w tramwajach, samojazdach, pociągach i t. p.) stosujemy do nich płyty o większej pojemności właściwej, chociaż trwałość takich płyt

jest mniejsza. Natomiast w zasobnikach stałych (nieruchomych) stosujemy trwalsze płyty o mniejszej pojemności właściwej.

6. Sprawność zasobników dobrego ustroju bywa 90 do 95% na prąd, a 75 do 85% na pracę.

7. Niezwłocznie po napełnieniu słojuw kwasem należy rozpocząć **pierwsze naprądnianie** i prowadzić je bez przerwy, dopóki kwas nie zgęstnieje z 1,14 do przynajmniej 1,18, a więc dopóki płyty dodatne nie nabiorą barwy ciemno-brunatnej, a płyty odjemne jasno-szarej, co wymaga 16 do 50 godzin naprądniania. Zazwyczaj do naprądniania zasobników stosujemy naprąd stałej wielkości aż do napięcia 2,4 V, dalej zaś naprąd zmniejszającej się wielkości. Przy napięciu międzykrańcowem 2,25 V rozpoczyna się silniejsze wydzielanie gazu, a przy 2,5 do 2,6 V staje się ono tak silnem, że się kwas zaczyna pienieć i burzyć, dochodząc wreszcie do stanu jakoby wrzenia. Z chwilą pojawienia się tego wrzenia należy przerwać dalsze naprądnianie. Nadmierne naprądnienie zasobników szkodzi im na ogół; od czasu do czasu staje się jednak takie naprądnianie całej **rzeszy zasobników** niezbędnem, a to w celu doprowadzenia wszystkich jej stadeł do jednakowego napięcia.

Zasobnik, osłabiony nadmiernem wyteżaniem, możemy wzmocnić powrotnie przez wielokrotnie powtarzane naprądnianie w niedługich rozkresach czasu. Czynność tę powtarzamy tak długo, dopóki nie doprowadzimy go do stanu, w którym kwas będzie wrzał z chwilą rozpoczynającego się wyprądniania.

Do naprądniania najwłaściwszą będzie sprądnica bocznikowa z opornikiem, któryby pozwalał na dokładne miarkowanie jej napięcia (por. str. 811).

Wyprądnianie zasobników poniżej 1,83 V może je łatwo nadweńczyć. Podczas dłuższych przerw zasobniki powinny się znajdować w stanie pełnego naprądnienia, a stan ten należałoby podtrzymywać przez ich doprądnianie w rozkresach nie dłuższych niż dwutygodniowych.

8. Ustawianie zasobników. Zasobniki należy ustawiać w zasobniach przestronnych (aby były łatwo dostępne), należycie przewietrzanych (z powodu wydzielania się gazów) i oświetlonych. Od promieni słonecznych wypada zasłonić okna szkłem omglonem lub przyślonicami. Słoje stawiamy na wspólnej podstawie drewnianej, oddzielając je od niej podkładkami lub nóżkami porcelanowemi. Sama podstawa drewniana, której drzewo należy przesączyć olejem, a przynajmniej powlec mazią, stoi na miseczkach porcelanowych, a w miseczki te nalewamy oleju dla lepszego zosobnienia. Posadzka zasobni bywa ponajczęściej asfaltowa, albo drewniana, pomaziona.

Odstępy między płytami sąsiednimi powinny być jednakowe na całym obszarze płyty. By zapewnić tę jednorodność, a zarazem i niezmiennosc owych odstępów, wstawiamy w nie rurki szklane, stanowiące niejako rozpory między płytami. Na ogół zawieszamy płyty w słoju tak, aby się nie wspierały na jego dnie, a nawet go nie dotykały; spadające bowiem na dno okruchy płyt mogłyby w takim razie wytworzyć między niemi skrót. Z tego też powodu nie

można uznać za właściwy sposób stawiania płyt na szklanych podkładkach trójgraniastych, spoczywających na dnie słoja. Poszczególne zasobniki rzeszy powinny być łatwo dostępne, zwłaszcza też w celu sprawdzania, czy nie ma w nich skrótów lub doziemień, a do takiego sprawdzania posługujemy się zazwyczaj woltnikami, albo galwanometrem, który jednakże wypada złączyć posobnie z oporcem o większym oporze, np. z żarówką.

9. Sposoby łączenia zasobników, oraz ich **ozysku**, opisano poniżej w rozdz. V.

III. PRĄDNICE I PRĄDNIKI *).

A. Sprądnice i sprądniki.

a. Zasady ustroju.

1. Układy uzwojeń twornikowych i magnesowych w obwodzie.

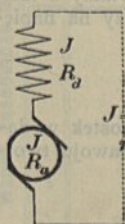
1. Sprądnica głównikowa (rys. 1201):

Twornik — głównik na magnesach — obwód zewnętrzny — twornik.

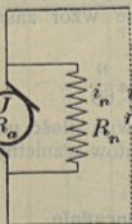
2. Sprądnica bocznikowa (rys. 1202):

Twornik $\left\{ \begin{array}{l} \text{obwód zewnętrzny} \\ \text{bocznik (na magnesach)} \end{array} \right\}$ twornik.

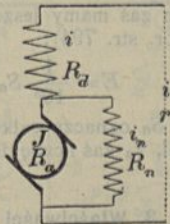
Rys. 1201.



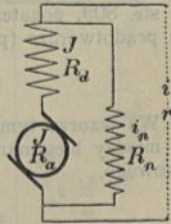
Rys. 1202.



Rys. 1203.



Rys. 1204.



*) Prądnica jest silnicą, napędzaną silnikiem, a wytwarzającą prąd elektryczny. Ogólna nazwa ta dotyczy wszystkich takich silnic, bez względu na rodzaj wydawanego prądu. Stosownie do rodzaju prądów wydawanych (p. wstęp do rozdziału c, str. 787) wyróżniamy też nazwami poszczególne rodzaje prądnic, a więc: sprądnice i rozprądnice. Rozprądnice znów mogą być: jednoprądnicami, dwuprądnicami, trójprądnicami i t. d., zależnie od ilości faz rozprądu wytwarzanego.

Prądnik jest mianem ogólnem silnika napędzanego prądem elektrycznym, a zależnie od rodzaju prądu napędowego wyróżniamy znów sprądniki od rozprądników. Zależnie od ilości faz rozprądu napędowego rozprądniki mogą znów być: jednoprądnikami, dwuprądnikami, trójprądnikami i t. d.

3. Sprężnica sprężona (bocznikowo-głównikowa, rys. 1203):

Twornik $\left\{ \begin{array}{l} \text{głównik — obwód zewnętrzny} \\ \text{bocznik} \end{array} \right\}$ twornik.

4. Sprężnica sprężona (bocznikowo-głównikowa, rys. 1204):

Twornik — głównik $\left\{ \begin{array}{l} \text{obwód zewnętrzny} \\ \text{bocznik} \end{array} \right\}$ twornik.

2. Równania zasadnicze.

Stosować będziemy oznaczenia poniższe:

E napięcie prądowórcze w V ,

J wielkość prądu w tworniku, w A ,

e napięcie międzykrańcowe, w V ,

i wielkość prądu w obwodzie zewnętrznym, w A ,

i_n wielkość prądu, przechodzącego przez bocznik, w A ,

EJ całkowita moc elektryczna, w W (watach),

ei użytkowa moc elektryczna, t. j.: moc prądu w obwodzie zewnętrznym, w W ,

$\eta_e = \frac{ei}{EJ}$ sprawność elektryczna,

$\eta_m = \frac{ei}{736 N_m}$ sprawność pożytkowa *),

R_a opór nawoju twornikowego, w Ω ,

R_d opór głównika, w Ω ,

R_n opór bocznika, w Ω ,

r opór obwodu zewnętrznego, w Ω ,

n ilość obrotów na min.

Wzory, a raczej wynikające z prawa Ohm'a związki między poszczególnymi, powyżej oznaczonymi wielkościami, zestawiamy w tabl. na str. 809, pozatem zaś mamy jeszcze wzór zasadniczy na napięcie prądowórcze (por. str. 794):

$$E = \frac{1}{10^8} S_a z_a \frac{n}{60}.$$

We wzorze tym S_a oznacza całkowitą ilość magnetostek w dążu między biegunami, z_a zaś liczbę drutów wznieonych nawoju twornikowego.

3. Właściwości sprężnic.

1. Prądnice, wzbudzone prądem obcym (obcowzbudne), znajdują chyba wyjątkowo zastosowanie do wytwarzania sprądu. Sprąd wzbudzający i_n , wzrastając od 0 do i_n , wywołuje w magnesach

*) N_m oznacza mechaniczną moc wchłanianą przez prądnicę ze silnika napędzającego, wyrażoną w MK . Sprawność η_m musi zawsze być mniejsza od η_e , a w prądnicach prawidłowego ustroju wartość ta η_m waha się w granicach: $\eta_m = 0,8$ do $0,94$, które odpowiadają wyłoniwi pożytkowemu 590 do 690 watów z każdego wchłoniętego MK .

Wzory zasadnicze dla sprządnic, wynikające z prawa Ohm'a.

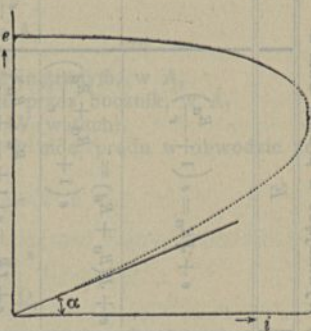
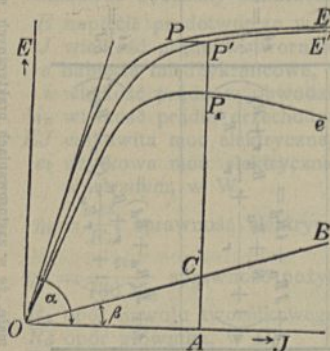
Rodzaj sprządnicy	J	i	i_n	E	η_e	
Sprządnica o magnesach zwykłych, niewzbudzanych i sprządnica wzbudzana prądem obcym (obcowszbudna)	$\frac{E}{R_a + r} = \frac{e}{r} = i$	J	—	$e + JR_a = e \left(1 + \frac{R_a}{r}\right)$	$\frac{e}{E} = \frac{r}{r + R_a}$	
Sprządnica głównikowa, rys. 1201	$\frac{E}{R_a + R_d + r} = \frac{e}{r} = i$	J	—	$e + J(R_a + R_d) = e \left(1 + \frac{R_a + R_d}{r}\right)$	$\frac{e}{E} = \frac{r}{r + R_a + R_d}$	
Sprządnica bocznikowa, rys. 1202	$\frac{E}{R_a + \frac{r R_n}{r + R_n}} = \frac{e}{r} \left(1 + \frac{r}{R_n}\right) = i + \frac{e}{R_n}$	$\frac{e}{r}$	$\frac{e}{R_n}$	$e + JR_a = e \left(1 + \frac{R_a}{R_n} + \frac{R_a}{r}\right)$	$\frac{e i}{E J} = \frac{i^2 r}{i^2 r + i_n^2 R_n + J^2 R_a}$	
Sprządnica sprężona (bocznikowo-głównikowa)	Bocznik leży obocznie względem twornika, rys. 1203	$\frac{E}{R_a + \frac{(r + R_d) R_n}{r + R_d + R_n}} = \frac{e}{r} \left(1 + \frac{r + R_d}{R_n}\right) = i \left(1 + \frac{R_d}{R_n}\right) + \frac{e}{R_n}$	$\frac{e}{r}$	$\frac{e + i R_d}{R_n}$	$e + JR_a + i R_d = e \left(1 + \frac{R_d + R_a}{r} + \frac{R_a}{r} \frac{r + R_d}{R_n}\right)$	$\frac{e i}{E J} = \frac{i^2 r}{i^2 (r + R_d) + i_n^2 R_n + J^2 R_a}$
	Bocznik leży obocznie względem obwodu zewnętrznego, rys. 1204	$\frac{E}{R_a + R_d + \frac{r R_n}{r + R_n}} = \frac{e}{r} \left(1 + \frac{r}{R_n}\right) = i + \frac{e}{R_n}$	$\frac{e}{r}$	$\frac{e}{R_n}$	$e + J(R_a + R_d) = e \left(1 + \frac{r + R_n}{r R_n} (R_a + R_d)\right)$	$\frac{e i}{E J} = \frac{i^2 r}{i^2 r + J^2 (R_a + R_d) + i_n^2 R_n}$

*) Wartości: $\frac{R_a}{R_n}, \frac{R_d}{r}$, a ponajczęściej i $\frac{r}{R_n}$ bywają zazwyczaj tak małe, że w zastosowaniach praktycznych można je zaniedbać w stosunku do wartości: 1.

wzbudzenie B , które wzrasta w przybliżeniu podług wykresowej OPE (rys. 1205). Gdy sprąd wzbudzający i_n nie zmienia swej wielkości, wzbudzenie B będzie wielkością stałą, a natenczas, podczas biegu jałowego, napięcie prądowórcze E pozostaje w prostym stosunku do ilości obrotów, a więc $E = nE_0$, jeżeli przez E_0 oznaczymy napięcie prądowórcze, powstające przy $n = 1$. Przy biegu pracownym, napięcie międzykrańcowe będzie mniejsze, a mianowicie równe napięciu prądowórczemu, zmniejszonemu o stratę napięcia

Rys. 1205.

Rys. 1206.



w tworniku, oraz o stratę wskutek przeciwwzbudzenia twornikowego; czyli napięcie międzykrańcowe ($e = E - JR$) jest zależne od wielkości obdytu prądu (prądu odpływającego), a więc $e = f(i)$. Funkcja ta ma przebieg, wskazany kreską nieprzerywaną w górnej części rysunku 1206.

2. **Sprądnice główkowe** przy niezmienniej ilości obrotów zmieniają swe napięcie prądowórcze w miarę zmieniającej się wielkości prądu. Dopóki wzbudzenie magnesów nie zbliża się ku granicy nasycenia żelaza, napięcie prądowórcze wzrasta w prostym stosunku z wielkością J prądu wzbudzającego; **znamienna statyczna** tego napięcia: $E = f(J)$, jest zatem z początku również prawie prostolinijna, dalej zaś dopiero zagięta (OPE , rys. 1205). Znamienną tę możemy obliczyć (podł. str. 815 i nast.), albo też oznaczyć z doświadczenia, wzbudzając magnesy prądem ze źródła obcego i mierząc napięcia międzykrańcowe obwodu niezamkniętego. Gdy obwód zamkniemy, prąd, płynący przez zwoje twornika, wzbudza w nim magnetyzm o dążności odwrotnej względem pola głównego (p. str. 824). To przeciwwzbudzenie twornikowe, osłabiając natężenie pola, obniża też i napięcie. Chcąc otrzymać napięcie pierwotnej wielkości, trzeba stosownie powiększyć wielkość prądu wzbudzającego. Od punktu P znamiennej statycznej (rys. 1205) odcinamy równoległe do osi odciętych: PP' równe owemu niezbędnemu zwiększeniu prądu

wzbudzającego, a punkt P' będzie punktem **zamiennej dynamicznej** $OP'E'$. Aby otrzymać **zamienną zewnętrzną** należy potrącić napięcie, zużyte na przewyciężenie oporów w przewodach wewnętrznych sprądnicy (twornika i głównika). A że ta strata napięcia, wobec niezmiennego się oporu, pozostaje w prostym stosunku do wielkości prądu, więc w rys. 1205 kreślimy OB z taką pochyłością, aby $\operatorname{tg} \beta = R_a + R_d$, a kresła CA na pionie $P'A$ wyznaczy nam szukaną stratę napięcia: odcinając na tymże pionie $P'A$ kreskę $P'P_1 = CA$, otrzymamy punkt P_1 szukaney znamiennej zewnętrznej OP_1e .

Wzbudzanie w sprądnicach głównikowych pojawia się dopiero po przekroczeniu pewnej ilości obrotów na minutę, zwanej **czczą ilością obrotów**, a zarazem tylko wtenczas, gdy opór całego obwodu nie przekracza wartości $\operatorname{tg} \alpha$ (rys. 1205), a więc:

$$R_a + R_d + r \leq \operatorname{tg} \alpha,$$

przyczem kąt α jest kątem, jaki tworzą w początku znamienne z osią odciętych. Ten rodzaj **oporu obezprądniającego** zwiemy **oporem niezmożnym**. Sprądnice głównikowe nadają się dobrze do przesyłu pracy prądu: gdy bowiem należycie dobierzemy i sprądnicę i sprądnik głównikowy, możemy otrzymać stałą ilość obrotów sprądnika przy niezmienney ilości obrotów sprądnicy. Jeżeli wykresowe w rys. 1205 wykreślimy na zasadzie, że $\operatorname{tg} \beta$ równem będzie całkowitemu oporowi obwodu, a więc obydwóch tworników i główników i obydwóch przewodów, i jeżeli wykresowa $OP'E'$ będzie znamiennej dynamicznej sprądnicy, to krzywa OP_1e będzie wykresową napięć prądochłonnych sprądnika.

3. W prawidłowo zbudowanych **sprądnicach bocznikowych** napięcie wzrasta tylko niewiele, nawet wobec znacznego zwiększenia się wielkości prądu. Znamienne statyczna, $E = f(i_n)$, jest podobna jak w sprądnicy głównikowej. Rys. 1206 przedstawia taką znamiennej zewnętrzną, $e = f(i)$, której część, oznaczona kreską nieprzerwaną, pojawia się podczas prawidłowego biegu, część początkowa zaś, oznaczona linią kropkowaną, wychodząca z punktu O pod kątem α , pojawiłaby się, gdybyśmy sprądnicę taką puszczała zwolna w bieg przy obwodzie zewnętrznym, zamkniętym prawie skrótowno. Sprądnica taka może sama wzbudzić swe magnesy tylko wtenczas, gdy opór obwodu zewnętrznego przekroczy wartość $\operatorname{tg} \alpha$, a więc gdy:

$$r \geq \operatorname{tg} \alpha.$$

Gdy $r < \operatorname{tg} \alpha$, to taki za mały opór staje się **obezprądniającym**, a zwiemy go **oporem pochłonnym**.

Posobnie z bocznikiem wstawiamy opornik miarkujący, tak w celu miarkowania napięcia w ogóle, jako też dla możności obniżenia oporu w obwodzie bocznikowym, gdy się ten opór zwiększy skutkiem zagrzenia bocznika podczas pracy (p. str. 825).

Sprądnice bocznikowe nadają się do oświetlenia i do przesyłu pracy, do celów elektrolizy, wreszcie do naprądniania zasobników, ponieważ przemożenie ich prądu prądem polaryzacyjnym nie odwraca dążności ich wzbudzenia magnetycznego.

4. **Sprądnice sprzężone**, t. j. bocznikowo-głównikowe utrzymują niezmiennie napięcie wobec zmieniającej się wielkości prądu, jeżeli

głównik tak będzie ustosunkowany, aby przyrost powodowanego nim wzbudzenia równoważył wpływy przyrostu przeciwwzbudzenia twornikowego i przyrostu strat napięcia w tworniku. Gdy jednakże chcemy utrzymywać stałe napięcie nie między krańcami samej sprężnicy, lecz między krańcami dłuższych przewodów, za pośrednictwem których przesyłamy pracę w dal, natenczas wypadnie nam głównik tak ustosunkować, aby zrównoważał nie tylko wpływy powyżej już wyszczególnione, lecz dodatkowo i przyrost straty napięcia w owych przewodach, a prądnice takie zwiemy **przegłównionemi**.

Napięcie międzykrańcowe w prawidłowo zbudowanych sprężnicach sprzężonych podlega wahaniu zaledwie 1 do 2⁰/₀, mimo to w Niemczech zastosowanie ich jest dość ograniczone, ponieważ i w sprężnicy bocznikowej, przy bacznej obsłudze, napięcie to daje się dobrze utrzymywać w granicach pożądanых. Sprężnica sprzężona posiada bowiem pewne strony ujemne, a mianowicie: jest ona droższą i trudniejszą do wykonania, przedewszystkiem zaś, podobnie jak w sprężnicy głównikowej, i w niej jest możliwe odwrócenie się biegunowości. Wykonanie ułatwimy sobie znacznie, budując sprężnicę przegliwnioną; zmniejszamy następnie prąd w główniku, przez dodanie do niego połączenia obocznego, którego opór nietrudno będzie umiarkować należyście.

b. Obliczenie sprężnicy.

1. Uzwojenie twornika *).

Oznaczenia te same, jakie podano na str. 808. Przy budowie sprężnicy uważamy zazwyczaj za z góry dane wartości e oraz i , podług których, z uwzględnieniem strat wewnętrznych podczas biegu, oznaczamy wartości E , oraz J (p. str. 829), a wzorując się na podobnych sprężnicach już wykonanych dobieramy stosowną liczbę biegunów i ilość obrotów, przyczem wypada uwzględnić stosunki, podane na str. 815 i nast.

Z kolei należy wybrać rodzaj uzwojenia twornikowego, a mianowicie:

a) **Uzwojenie napierścienne** jest układem najprostszym: jego zwoje postępują w jednym kierunku, nie przeskakując przez inne zwoje, a więc zwój następny leży w bezpośrednim sąsiedztwie poprzedniego. **Poskok** zatem uzwojenia $y = \pm 1$, a podobnie też poskok przerządnika (komutatora) $y_k = \pm 1$. Obwód twornika posiada tyle ($2a$) obocznie ze sobą złączonych działek, ile biegunów ($2p$) ma sprężnica. Liczba s zwójek twornikowych jest równa liczbie k działek przerządnika. A jeżeli każda zwójka składa się z t zwojów, to ilość drutów wznietnych twornika będzie: $z_a = ts$. Uzwojenie czysto posobne i obocznie posobne, jakkolwiek możliwe, nie znajduje tu zastosowania.

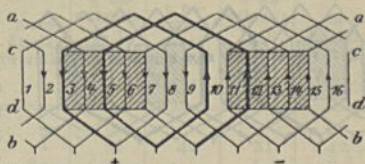
*) Podług: E. Arnold, die Gleichstrommaschine.

β) W uzwojeniu nabębennem stosunki przedstawiają się bardziej zawilo, gdyż s zwójek, z których się składa uzwojenie, możemy ze sobą nawzajem łączyć w sposób przeróżny:

W uzwojeniu pętlicowem, t. j. czysto obocznie łączonem, znamiennym jest poskok zwojów naprzemiany naprzód i wstecz,

Rys. 1207.

skutkiem czego uzwojenie tworzy właśnie szeregi pętlic (p. rys. 1207). Otrzymujemy tu znów tyleż ($2a$) działek obwodu twornika, obocznie łączonych, ile biegunów ($2p$) ma sprądnica, a więc $a = p$. W uzwojeniu w sobie zamkniętem i pojedynczo nawiniętem poskoki składowe naprzód (y_1), względnie wstecz (y_2), będą nieparzystymi liczbami całkowitemi, a poskok wynikowy, czyli właściwy, będzie: $y = y_1 - y_2 = \pm 2$. Jeżeli przez z_a oznaczymy liczbę drutów wzniechnych na tworniku, to $y_2 = \frac{z_a \pm b}{2p}$, w którym wartość b jest względnie dowolna, należy ją jednak dobrać tak, aby jako wynik na y_2 otrzymać całkowitą liczbę nieparzystą.



$$z_a = 16; N = 16; 2p = 2; K = 8;$$

$$y_2 = \frac{16 + 4}{4} = 5; y_k = \frac{y_1 - y_2}{2} = \pm 1; y_1 = 7.$$

Przykład zestawienia na uzwojenie pętlicowe.

Np.	$z_a = 160$	$y_2 = \frac{160 \pm b}{4}$; dobieramy $b = 4$; $y_2 = 41$; $y_1 = 43$.					
		od działki przerząd- nika	przez pręt	w na- wskrosie (t. j. w żłobek lub w dziurę)	z powro- tem przez pręt	w na- wskrosie (t. j. w żłobek lub w dziurę)	do działki przerząd- nika
ilość nawskrosi $N = 80$							
ilość biegunów $2p = 4$							
ilość działek przerząd- nika. . . $K = 80$		1	1	1	44	22	2
		2	3	2	46	23	3
		3	5	3	48	24	4
poskok przerząd- nika:		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$y_k = \frac{y_1 - y_2}{2} = \pm 1$.		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
		79	157	79	40	20	80
		80	159	80	42	21	1
		1	1				

We wielokrotnem uzwojeniu obocznem, stosowanem jednak tylko do sprądnic o wielkim prądzie, wartość a jest wielokrotną wartości p , a więc $a = mp$, przyczem m oznacza liczbę całkowitą. Na-

tenczas będzie: $y = y_1 - y_2 = \pm 2m$; $y_2 = \frac{z_a \pm b}{2p}$, a poskok przerwadnika $y_k = \frac{y_1 - y_2}{2} = \pm m$.

Rys. 1208.



$$z_a = 18; N = 18; 2p = 4; K = 9;$$

$$y = y_1 + y_2 = \frac{18 + 2}{2} = 10; y_1 = 3; y_2 = 7;$$

$$y_k = \frac{9 + 1}{2} = 5.$$

W czystym uzwojeniu posobnem (p. rys. 1208) ilość działek obwodu twornika bywa zawsze $2a = 2$, czyli $a = 1$. Poskoki składowe, y_1 i y_2 , posiadają tu jednakową dążność (uzwojenie posuwa się bowiem falisto naprzód), a wartość ich otrzymamy ze związku:

$$y = y_1 + y_2 = \frac{z_a \pm 2}{p},$$

oraz z warunku, że tak y_1 , jak i y_2 muszą być całkowite-

mi liczbami nieparzystymi, przyczem może być: $y_1 \gtrless y_2$.

Ilość K działek przerwadnika, oraz jego poskok y_k , muszą się wyrazić liczbami całkowitemi, a łączy je nawzajem związek:

$$y_k = \frac{K \pm 1}{p};$$

nadto y_k ma być liczbą pierwotną.

Przykład zestawienia na uzwojenie czysto posobne.

		$y_1 = y_2 = \frac{y}{2} = \frac{150 \pm 2}{2 \cdot 2} = 37; y_k = \frac{75 \pm 1}{2} = 37.$					
Np.:	$z_a = 150$	od działki przerwad- nika	przez pręt	w na- wskrosie (t. j. w żłobek lub w dziurę)	z po- wrotem przez pręt	w na- wskrosie (t. j. w żłobek w dziurę)	do działki przerwad- nika
Ilość nawskrosi $N =$	75						
Ilość biegunów $2p =$	4	I	I	I	38	19	38
		38	75	38	112	56	75
Ilość działek przerwad- nika. . . $K =$	75	75	149	75	36	18	37
		37	73	37	110	55	74
		74	147	74	34	17	36
		36	...	...	...	...	...

W uzwojeniu oboczno-posobnem, układu Arnold'a, a musi być większe od jednostki, dalej:

$$y = y_1 + y_2 = \frac{s \pm 2a}{p}, \text{ oraz } y_k = \frac{K \pm a}{p},$$

przyczem wreszcie dla uzwojenia pojedynczego tak K jak i y_k muszą być liczbami pierwotnymi, a y_1 i y_2 nieparzystymi.

Przykład zestawienia na uzwojenie oboczno-posobne, układu Arnold'a.

Zakładamy $y_1 = y_2$, a otrzymamy, dla:

	od działki przerząd- nika	przez działkę twornika	w na- wskrosie (t. j. w żłobek lub w dziurę)	z po- wrotem przez działkę tw.	w na- wskrosie (t. j. w żłobek lub w dziurę)	do działki przerząd- nika
$s = 334$						
$2a = 6$						
$p = 4$						
$K = 167$						
$y_1 = y_2 = \frac{y}{2} =$						
$\frac{334 \pm 6}{2 \cdot 4} = 41.$						
$y_k = \frac{167 \pm 3}{4} = 41.$						
	I	I	I	42	21	42
	42	83	42	124	62	83
	83	165	83	206	103	124
	124	247	124	288	144	165
	165	329	165	36	18	39
	39	77	39	118	59	80
	80	159	80	200	100	121
	121	241	121	282	141	162
	162	323	162	30	15	36
	36	71	36	112	56	77
	77	153	77	....	...	.. itd.

W uzwojeniach nabębennych mamy zawsze $z_a = 2ts$, jeżeli s oznacza ilość zwójek, każda o t zwojach; a że $s = K$, więc, gdy $t = 1$, $s = K = \frac{z_a}{2}$.

Wielkość prądu i_a w poszczególnych drutach, względnie w prętach twornikowych będzie:

- w uzwojeniu pętlicowem, pojedynczem $i_a = J : 2p$,
- w uzwojeniu pętlicowem, m-krotnem $i_a = J : 2mp$,
- w uzwojeniu posobnem. $i_a = J : 2$,
- w uzwojeniu oboczno-posobnem . . $i_a = J : 2a$.

2. Obliczenie twornika *).

Z danego J i z tak obranego i_a , aby nie przekraczało 150 do 200 A, określamy ilość $2a$ obwodów obocznych na tworniku, podług założonych ilości biegunów $2p$, oraz stosownie do wybranego rodzaju uzwojenia. **Napięcie prądowórcze** w V będzie:

$$E = S_a z_a \frac{n}{60} \frac{p}{a} 10^{-8} \text{ (p. str. 808).}$$

*) G. Kapp, Elektromechanische Konstruktionen; 2 wyd. 1902, Berlin u Springer'a. U tegoż, E. Arnold, Ankerwicklungen u. Ankerkonstruktionen der Gleichstrom-Dynamomaschinen, 3 wyd. 1892. J. Fischer-Hinnen, die Wirkungsweise, Berechnung und Konstruktion elektr. Gleichstrom-Maschinen, 4 wyd., Zyrych 1899.

Oceniając stosownie wartość ε_a , oraz ilość obrotów, możemy, dla pożądanego E , określić potrzebną ilość S_a magnetostek w dążu magnetycznym twornika.

Jeżeli oznaczymy przez:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\tau}, \text{ stosunek: } \frac{\text{łuk połbiczny}}{\text{podziałkę biegunów}},$$

B_l natężenie pola (wzbudzenie) w cieśninie powietrznej,
 D średnicę, a l długość twornika w kierunku osi, w cm,

$$KW \text{ moc sprężadnicy, w kilowatach, } KW = \frac{EJ}{1000},$$

a otrzymamy wzór, nadający się do ocenienia wymiarów, mianowicie:

$$KW = C \left(\frac{D}{100} \right)^2 l \frac{n}{100}.$$

Spółczynnik C tego wzoru określił Arnold na: $C = \frac{\alpha B_l \cdot \overline{SA}}{6 \cdot 10^5}$,

oznaczając przez \overline{AS} wartość: $\overline{AS} = \frac{\varepsilon_a i a}{2\pi D}$, która przedstawia nam niejako ilość amperodrutów na cm b. obwodu twornika. Dawniej stosowano przeważnie wartość $\overline{AS} \leq 200$, obecnie jednak wartość ta dosięga w dużych prądnicach 300, a nawet 350; takie podwyższenie tej wartości wymaga jednak: wielkiego wzbudzenia B_l w cieśninie, oraz B_z w zębach twornika, należytego przewietrzania, wreszcie starannego obmyślenia urządzeń przerządnych. Jeżeli np. dobieramy wartości: $\alpha = 0,6$ do $0,85$, $B_l = 6000$ do 10000 magnetostek na cm^2 , oraz $\overline{AS} = 150$ do 200 , to współczynnik C otrzyma wartość, leżącą w granicach między 1 a 3. Z niego możemy określić wartość $D^2 l$, a nadto pozostaje nieokreśloną jeszcze wielkość λ . Na trzy niewiadome D , l i λ mamy zatem tylko jedno równanie, czyli musimy dobrać dwa stosunki, np. $D:l$ i $D:\lambda$, kierując się li tylko wprawą i doświadczeniem w projektowaniu. W sprężadnicach wykonanych napotyamy często stosunek $l:\lambda = 0,8$ do $1,2$, a dobór tego stosunku w tych granicach i założenie ilości $2p$ biegunów, określającej zarazem stosunek $\lambda:D = \pi:2p$, dozwoli nam oznaczyć wszystkie trzy niewiadome z tych założeń i ze wzoru powyższego.

Doszedłszy w ten sposób do zasadniczych wymiarów projektowanej sprężadnicy, należy sprawdzić: czy pomieścimy na tworniku niezbędny nawój; jakie będą podziałki nawskrosi (t. j. dziur lub żłobków) twornika i działek przerządника; czy napięcie między sąsiednimi jego działkami nie będzie nadmierne; ile prądu wypada na każde nawskrosie; jakie wzbudzenie potrzebne jest w zębach i jakie w rdzeniu twornika; jakie będą straty od żelaza (od jego uporności i od prądów wicherzających); jakie spowodują zagrzanie; wreszcie jakie pojawi się zagrzanie w miedzi skutkiem prądu. Do wszystkich tych sprawdzeń podajemy dane następujące:

W doborze najważniejszej ilości s **zwójek twornika** musimy się kierować względami poniżej wyliczonymi: Napięcie prądotwórcze podlega silnym wahaniom, gdy $s < 30$. Przy małej ilości zwójek, na każdą z nich wypada stosunkowo większa ilość zwojów, pod której wpływem wzmógłoby się samowzniesienie, a więc i iskrzenie (por. też podany poniżej wzór na K). Wielka ilość działek przerzadniczych zwiększa koszt przerzadnika, a przy danej jego średnicy szerokość poszczególnej działki musi się przystosować do wielkości prądu odbieranego. Z drugiej znowu strony napięcie e_k między jego działkami sąsiednimi nie ma przekraczać (podług Arnold'a) 25 V, lepiej 20 V, gdy sprądnica wydaje prąd ponad 100 A, lecz dla sprądnic o mniejszym wyłonie powinno być: $e_k \leq (45 - 0,2J)$ V. Napięcie to w sprądnicy projektowanej określamy ze wzoru: $e_k = \frac{p}{a} E$, podstawiając za wartość $p:a$ większą liczbę całkowitą, najbliższą istotnej wartości $p:a$.

Podług Arnold'a nie należy przez jedno nawskrosie (t. j. żłobek lub dziurę) przeprowadzać więcej niż 900 A prądu, a więc, np. gdy w jednym nawskrosiu układamy cztery pręty, przez każdy z nich nie ma przechodzić więcej niż 225 A. Gdy przez poszczególne pręty ma przechodzić prąd: $i_a < 70$ A, zaleca się już zastąpić pręty drutami, a natenczas na ilość K działek przerzadnika mamy wzór, zaczerpnięty z doświadczenia: $K \geq (0,04 \text{ do } 0,037) z_a \sqrt{i_a}$. Określona w ten sposób wartość K wypada następnie przystosować do obranego rodzaju uzwojenia, zgodnie z wzorami powyżej już podanymi.

Przekrój poszczególnego pręta lub drutu twornikowego oznaczamy ze znanej wielkości prądu (i_a) w ten sposób, aby gęstość prądu w nim nie była nadmierna (2 do 5 A/mm²), aby nie tracić zbyt wiele napięcia (2 do 4^{0/0}), aby wreszcie zagrzanie się drutu nie przekraczało granic omówionych na str. 825. Na małe przekroje stosujemy drut (do 4 mm średnicy), na większe natomiast pręty miedziane, o przekroju prostokątnym, które jednakże zastępujemy nieraz kilku drutami mniejszej średnicy. Podział taki zmniejsza prądy wicherzące, ułatwia nawijanie twornika, wymaga jednak stosunkowo więcej przestrzeni swobodnej na nawój, a to z powodu zwiększenia ogólnego przekroju warstw zosabniających, którymi musimy osłaniać poszczególne druty.

Druty i pręty oplatamy dwukrotnie, a na napięcia wysokie nawet trzykrotnie. Grubość każdego oplotu bywa $\approx 1/8$ mm, tak że drut o średnicy rdzenia d_r , wraz z oplotem podwójnym, będzie miał średnicę zewnętrzną: $d \approx 0,5 + d_r$ mm; jednakże Uppenborn podaje wzór: $d = 0,43 + 1,07 d_r$, a Kapp: $d = 0,26 + 1,12 d_r$.

Wzbudzenie w zębach twornikowych liczymy względnie wysokie, mianowicie średnio: $B_z = 15000$ do 20000 mgst/cm², większe w pniu zęba ($B_{z \max} = 16000$ do 23000 mgst/cm²), mniejsze zaś na obwodzie twornika ($B_{z \min} = 14000$ do 20000 mgst/cm²). Sprawdzamy, czy się w międzyzębiu (żłobku) dogodnie mieszczą niezbędne pręty wraz z odzieżą zosabniającą, wreszcie przeliczamy cały obwód magne-

tyczny, ponieważ przez stosowne zmiany w przekrojach części poszczególnych twornika możemy nieraz osiągnąć znaczne zmniejszenie wagi magniesnicy.

Wzbudzenie w rdzeniu wieńca twornikowego liczymy stosunkowo mniejsze, mianowicie $B_a = 7000$ do 12000 mgst/cm² (mniejsza z tych wartości dotyczy sprądnic wielobiegunowych), przy czym $B_a = S_a : q_a$, jeżeli S_a jest całkowitem wzbudzeniem w tworniku, q_a zaś przekrojem żelaza w rdzeniu twornikowym. Ponieważ dąż magnetyczny rozdziela się na dwa przekroje wieńca twornikowego, więc wysokość przekroju q_a liczymy jako równą $d_a - d_i$, t. j. równą różnicy średnic: obwodu pni zębowych i drąży twornikowej. Szerokość przekroju q_a liczymy znów nie równą długości l twornika, lecz równą tylko 0,83 do 0,9 tejsze długości, przez co uwzględniamy warstewki zosobniające między poszczególnymi blachami, z jakich się składa twornik, i zależnie też od względnej grubości tych warstw dobieramy stosowną wartość między 0,83 a 0,9. Mamy zatem:

$$q_a = (0,83 \text{ do } 0,9) l (d_a - d_i) \text{ cm}^2.$$

Podobnie jak w uzwojeniu twornika, tak i w jego rdzeniu żelaznym, wzniesają się pod wpływem ruchu w polu magnetycznym pewne napięcia prądotwórcze. Gdyby zatem rdzeń ten był jednolity, to owe napięcia wytwarzałyby w tymże rdzeniu prąd wicherzący o znacznej wielkości. Aby te prądy wicherzące zmniejszyć wedle możliwości, rozdzielamy rdzeń twornika na możliwie cienkie warstwy, nawzajem od siebie zosobnione, a mianowicie skuteczniamy podział ten płaszczyznami prostopadłymi do kierunku prądów wzniesanych, a więc prostopadłymi do osi obrotu twornika. Taki cząstkowany rdzeń twornika składa się zatem z wielkiej ilości uzębionych pierścieni, wycinanych z cienkiej blachy, 0,5 do 1 mm, średnio 0,7 mm grubej, a na obustronne pierścienie krańcowe do 2 do 6 mm grubej. Ważną jest możliwa jednolitość tych pierścieni: wycinamy je zatem w całości z pełnego arkusza, co zaleca się jeszcze na pierścienie do 1,2 m średnicy; pierścienie większe wypada już składać z poszczególnych dzwon. Z pierścieni tych, ułożonych nawzajem na sobie, lecz przedzielonych warstewkami zosobniającymi (papier nalepiany szelakiem, powłoka lakieru i t. p.) składamy rdzeń twornika, a przez pozostawione w pierścieniach dziury, wyłożone warstwą zosobniającą, przeciągamy śruby, zespalaające te pierścienie w całość o dostatecznej wytrzymałości. Wytwarzając rdzeń twornika ze zwojów drutu żelaznego, nawzajem od siebie zosobnionych, otrzymalibyśmy podział przekroju rdzenia jeszcze drobniejszy, mimo to jednak ustrój taki mniej się zaleca. Tworniki płaskopierścienne zwijamy natomiast z cienkiego taśmownika żelaznego, rozumie się z przedzielaniem nawijających się na siebie warstw taśmownika warstewkami zosobniającymi. Stosunek przekroju całego rdzenia twornikowego do jego przekroju czynnego, t. j. do przekroju żelaza w rdzeniu, bywa: w ustroju z blach, przedzielonych powłoką lakieru: 1,05 do 1,1, a przedzielonych papierem: 1,1 do 1,2; w ustroju z drutu: 1,3 do 1,5. Tworzywo rdzenia twornikowego powinno od-

znaczać się możliwie małą upornością magnetyczną ($\eta < 0,002$, p. str. 785) i być podatne na wysokie wzbudzenia magnetyczne; stosujemy tu zatem najbardziej doborowe gatunki miękkiego żelaza, uszczernego ze surówki, wytopionej na węglu drzewnym.

Na wzbudzenie B_I w cieśninie powietrznej podaje Kapp wzory ocenne, którymi warunkuje nieiskrzenie prądnicy:

$$\text{dla tworników pierścieniowatych } B_I \geq 2500 \frac{AW_I}{AW_I - AW_q},$$

$$\text{dla tworników bębnowatych } B_I \geq 1500 \frac{AW_I}{AW_I - AW_q}.$$

We wzorach tych AW_q oznacza iloczyn z ilości zwojów twornika, leżących na wprost łbicy jednego bieguna, i z wielkości prądu w zwoju, czyli

$AW_q = z_a \cdot \frac{\lambda}{2\pi D} \cdot i_a$ (jest to zatem poniekąd suma prądów wznieczanych przez jeden biegun), wreszcie $AW_I = 1,6 B_I \cdot \delta$ (por. str. 823).

Arnold natomiast radzi nie zadawać się taką oceną, lecz zbadać ściśle cały przebieg w obwodzie magnetycznym i w obwodzie prądu, a więc uwzględniać kształt łbicy biegunowej, samowznieszenie w zwojach, oraz szerokość zdaw (szczotek).

Opor w nawoju twornika wyraża się wzorem:

$$R_a = \frac{z_a}{(2a)^2} \cdot \frac{L_a(1 + 0,004 T_a)}{57 f_a} \Omega,$$

z którego to oporu obliczamy **stratę napięcia w tworniku**:

$$J R_a = 2 a i_a R_a V.$$

We wzorach tych L_a oznacza długość połowy jednego zwoju w m, a f_a jego przekrój w mm^2 , wreszcie T_a podwyższenie temperatury w zwojach, ponad zwykłą (15°), w stopniach *).

Przyczyną **zagrzewania się twornika** przy prądowaniu jest z jednej strony praca prądu, zużyta na przezwyciężenie oporu w nawoju ($J^2 R_a$), z drugiej zaś strona strata pracy w żelazie twornika, a mianowicie zużytej na przemożenie jego uporności magnetycznej (p. str. 785), oraz na wzniesienie prądów wicherzących. Strata w końcu wspomniana potęguje się: wraz z grubością δ (w mm) blach składowych twornika, z częstotliwością t okresów przemagnesowań całkowitych na sekundę i z natężeniem B pola (w mgst/sek.), a pozostaje w prostym stosunku do objętości G żelaza (wyrażonej w cm^3). Powyższą stratę na mocy określamy w watach wzorem:

$$\sigma \left(\delta \frac{p}{100} \cdot \frac{B}{1000} \right)^2 G W,$$

w którym współczynnik $\sigma \approx 15$ zmienia swą wartość zależnie od dokładności wykonania i t. p. Stratę od prądów wicherzących, dosięgającą zazwyczaj 20 do 40% wartości straty od uporności, należy

*) Zagrzenia dozwolone podano w „Prawidłach, dotyczących oceny i sprawdzania prądnic, przetworników i t. p.” opracowanych przez Związek elektrotechników niemieckich (p. zeszyt dołączony do tomu niniejszego).

obliczać oddzielnie dla rdzenia i oddzielnie dla zębów twornika.

Nadmiernemu zagrzewaniu się twornika zapobiegamy przez jego przewietrzanie: W celu wywołania możliwie ożywionego ruchu powietrza stosujemy płaskie ramiona w kołach pasowych i w tworniku, ustawione ukośnie (działające zatem jak skrzydła przewietrznika śrubowego), oraz przedziurawienia w wieńcu twornikowym, przez które powietrze uchodzi z wnętrza twornika pod wpływem siły odśrodkowej. Przy dostatecznym przewietrzaniu radzi Kapp liczyć po 5 do 10 cm² chłodzonej powietrzem powierzchni zewnętrznej twornika na każdy wat, przeobrażający się na ciepło. Jeżeli w takich warunkach tracimy N_s watów, przemieniających się na ciepło, to zagrożenie w stopniach będzie:

$$\text{podług Kapp'a: } T_a = \frac{550 N_s}{O (1 + 0,1 v)},$$

$$\text{podług Arnold'a: } T_a = \frac{(250 \text{ do } 450) N_s}{O}.$$

We wzorach tych oznaczono przez O zewnętrzną powierzchnię twornika w cm², przez v zaś jego prędkość obwodową w m/sek.

Gdy ilość obrotów n na min. nie jest z góry dana, wypada ją dobrać, wzorując się na sprężnicach wykonanych, bacząc jednakże na to, aby prędkość obwodowa v nie stała się nadmierną. Zazwyczaj nie przekracza ona: w mniejszych twornikach 15 m/sek., w większych 25 m/sek., a jedynie, gdy się twornik sprzęga bezpośrednio z wałem turbiny parowej, osiąga ona 30 m/sek., a nawet przekracza i tę granicę.

Tworniki całkowite, t. j. bez żłobków lub dziur, wychodzą wprawdzie z użycia, jeśli jednak mamy je zastosować, wypada dążyć do możliwego zmniejszenia odstępów między żelazem twornika a biegunami, należy zatem stosować nawój zajmujący jak najmniej grubości na zewnętrznej powierzchni twornika, a więc nawój możliwie cienki w kierunku promienia twornikowego. Nawój ten należy zosobnić od powierzchni twornika, 0,5 do 2 mm grubą warstwą papieru, miki, mikanitu, albo tektury.

Przewód o długości l cm, ułożony na tworniku równoległe do jego osi i poruszający się wraz z nim poprzez pole magnetyczne, o wzbudzeniu B_l mgst/cm², a przeprowadzający przez siebie prąd o wielkości J (w A), podlega sile Z (w kg), która usiłuje ściągnąć go z twornika, a mianowicie sile przeciwdziałającej jego ruchowi, której wartość określamy wzorem:

$$Z = \frac{10^{-6}}{9,81} l B_l J.$$

Aby się pod wpływem tej siły druty nie zesmykały po tworniku całkowitym, wypada je utwierdzić należyście: Na małych twornikach starczy do tego samo tarcie, zwłaszcza wzmożone przez mocne osznurowanie nawoju. W twornikach pierścieniastych ich ramiona

przejmują czynność zabieraków. Do większych tworników stosujemy oddzielne zabieraki z drzewa lub fibry, czasami zaś same pręty miedziane kształtujemy na zabieraki. Na twornikach żłobkowanych lub dziurowanych poszczególne zwoje opierają się wprost o boczne ścianki żłobka, względnie dziury, skutkiem czego dalsze środki zapobiegawcze przeciw zesmykiwaniu się zwojów z twornika są zbyteczne. Przewody wznietne takiego twornika leżą wśród jego żelaza, przez co się znakomicie zmniejsza luz magnetyczny w cieśninie powietrznej, a nadto unika możności powstawania prądów wicherzących nawet w grubych prętach miedzianych.

Aby, pod wpływem siły odśrodkowej, nawój twornika od niego się nie odrywał, opasujemy go **opaskami** z drutu nowosrebrnego lub stalowego, 1 do 2 mm grubymi, a 15 do 30 mm szerokimi. Stykające się ze sobą końce opaski spajamy przez ich zlutowanie, samą zaś opaskę oddzielamy od nawoju paskiem miki 0,3 do 0,6 mm grubej. Luz między temi opaskami a łbicami biegunów bywa zazwyczaj 2 do 5 mm.

Przez możliwie równomierne rozłożenie zwojów na obwodzie twornika zmniejszamy iskrzenie, a przez możliwie symetryczny układ mas twornika względem jego osi obrotu zmniejszamy szkodliwe wpływy sił odśrodkowych na łożyska i na gięcie wała twornikowego.

Zalety i wady poszczególnych ustrojów twornikowych.

Twornik pierścieniasty. Zalety: łatwość i zaufność zosobnienia nawet na wysokie napięcia (do 2000 V), ponieważ różnica napięć między zwojami sąsiednimi jest względnie niewielka; łatwość nawijania i naprawy nawoju; na twornikach całkowitych zaufne wsparcie zwojów o ramiona twornika, co zapobiega ich zesmykiwaniu, a również względna odporność nawoju przeciw siłom odśrodkowym, co razem umożliwia stosowanie względnie większych prędkości obwodowych; prostota przewietrzania wobec wielkich powierzchni ochładzanych; możność zastosowania jednakowych ilości: k działek przerrządnika i z_a zwojów twornika, która to zaleta nabiera większego znaczenia zwłaszcza wtenczas, gdy sama ilość zwojów jest względnie mała. Wady: potrzeba więcej miedzi, ponieważ w częściach zwojów po wewnętrznej stronie pierścienia prąd się nie wznieca; zwiększenie samowznieszenia skutkiem tychże części zwojów, a zarazem utrudnienie przerrządu z tejże przyczyny; wreszcie większe przeciwwzbudzenie twornika.

Twornik bębnowaty. Zalety: większe wzbudzenie B_a w tworniku, ponieważ szlaki magnetyczne nie podlegają w nim tak ostrym zmianom kierunku; zmniejszenie oporu twornika i jego przeciwwzbudzenia, ponieważ długość uzwojenia może być mniejsza (o 15 do 20%); możliwość zastosowania uzwojenia pojedynczego do sprądnic wielobiegunowych, o dwóch tylko zdawach; przedewszystkiem zaś możność wykonywania nawoju podług wzorników (szablonów).

3. Magnesnica.

a. Obliczenie uzwojeń na magnesach *).

Aby dąż magnetyczny (flux) S_a przeniknął poprzez twornik, niezbędną jest określona ilość (AW) amperozwojów, którą oznaczamy podług wzorów, podanych na str. 786 i 793. W tym celu poszczególne części sprądnic, jako to: twornik, cieśninę powietrzną i magnesnicę, rozpatrujemy jako części zamkniętego w sobie obwodu

*) Podług dzieła Kapp'a: Dynamomaschinen, 3 wyd., 1899, Berlin u Springer'a.

magnetycznego, przez który przenika ów dąż magnetyczny, wzbudzony w magnesach.

Dla każdej takiej poszczególnej części tego obwodu ważnym jest wzór 2), podany na str. 787, a mianowicie:

$$F = SR'.$$

Wzór końcowy ustępu b., na str. 794, dotyczy układu cgs; a że $\text{amper} = 10^{-1} \text{ c}^{1/2} \text{ g}^{1/2} \text{ s}^{-1}$, więc chcąc wyrazić prąd J w amperach, przekształcamy ów wzór na:

$$F = 0,4 \pi z J = 0,4 \pi \overline{AW}.$$

Podstawiając wartość F (w g) z pierwszego ze wzorów powyższych w drugi, otrzymamy:

$$\overline{AW} = \frac{SR'}{0,4 \pi} = \infty 0,8 SR'.$$

Jeżeli przez l oznaczymy w cm długość średnią szlaków magnetycznych w badanej części obwodu, a przez q przekrój tejże części w cm^2 , to ilość amperozwojów \overline{AW} , niezbędna na wywołanie dążu S w rozpatrywanej części obwodu, będzie:

dla **powietrza**: $\overline{AW} = 0,8 Bl$, a dla **żelaza**: $\overline{AW} = 0,8 Hl$.

We wzorach tych $B = S : q$, a $H = B : \mu$; dla powietrza bowiem $\mu = 1$.

Podług zaprojektowanego twornika i podług tymczasowo ocennie nakreślonej magneśnicy (p. str. 825), wreszcie na mocy wzorów już podanych, znamy wielkości: S , B , q i l . Stosownie do potrzebnego wzbudzenia B w żelazie, określamy przynależne natężenie H pola, posiłkując się w tym celu wykresową wzbudzenia dla danego gatunku żelaza. Jeżeli sami nie oznaczamy wykresowej wzbudzenia dla danego gatunku żelaza, to możemy zastąpić ją średnimi danymi, zestawionymi w tablicy na str. 823, która podaje jednakże nie wartości H , lecz wprost $0,8 H = H'$, przeciwstawiając je wartościom B . Wzór poprzedni możemy w tym celu przekształcić na:

Rys. 1209.

$$\overline{AW} = H'l,$$

w którym H' będzie zatem ilością amperozwojów, niezbędną na przewycięzenie oporu w 1 cm bieżącym obwodzie magnetycznego, a mianowicie oporu, stawianego dążowi B , który podług tablicy odpowiada wartości H' .

Jako **przykład** podajemy poniżej sposób obliczenia obwodu magnetycznego dla sprężnicy, przedstawionej w rys. 1209.

Przypuszczamy, że obliczyliśmy już cały twornik i że, w przystosowaniu do niego, naszkicowaliśmy zarys magneśnicy. Cały obwód rozdzielamy w obliczeniu na trzy oddzielne części, a mianowicie: rdzeń twornikowy, cieśninę powietrzną i magneśnicę, oznaczając ich wymiary w cm.



Tablica wzbudzeń B w żelazie *).

B	Ilość amperozwojów na 1 cm b. średniego szlaku magnetycznego (obwodu)				B	Ilość amperozwojów na 1 cm b. średniego szlaku magnetycznego (obwodu)		
	Żelazna blacha twornikowa	Żelazo zlewne	Żelazo zlipne	Żeliwo		Żelazna blacha twornikowa	Żelazo zlewne	Żelazo zlipne
2000	0,36	0,46	0,55	2,00	11500	3,35	4,22	5,89
3000	0,54	0,69	0,78	3,50	12000	3,80	4,75	6,18
4000	0,72	0,91	1,07	5,45	12500	4,33	5,95	7,53
5000	0,90	1,14	1,36	8,20	13000	5,05	6,30	8,95
6000	1,10	1,37	1,64	13,65	13500	5,90	7,45	11,30
7000	1,34	1,65	1,97	26,75	14000	7,00	9,25	13,75
8000	1,62	2,00	2,42	50,25	14500	8,80	12,45	21,5
9000	2,00	2,43	2,91	81,25	15000	12,0	17,85	29,0
9500	2,17	2,70	3,26	98,75	15500	18,1	26,1	46,0
10000	2,42	3,00	3,63	118,0	16000	35,0	51,0	65,0
10500	2,68	3,35	4,13	136,5	17000	79,0	96,0	112,0
11000	3,00	3,75	4,64	160,0	18000	135,0	156,0	173,0

1. **Rdzeń twornikowy.** Znamy wartości: S_a , q_a , B_a , a z rysunku (1209) odmierzymy długość l_a średniego szlaku magnetycznego, poczem oznaczamy ilość amperozwojów dla tej części obwodu, podług wzoru:

$$\overline{AW}_a = H'_a l_a,$$

do którego wartość H'_a zaczerpujemy z powyższej tablicy, dla danej wartości B_a .

Gdy twornik jest żłobkowy lub dziurowany, trzeba jego zęby obliczyć oddzielnie, zważając na to, że dąż musi przeniknąć zęby dwukrotnie, t. j. przy każdym z biegunów. Podług przekroju q_z (przystosowanego do wzbudzeń B_z , podanych na str. 817) tej ilości zębów, jaka stoi na wprost łbicy, obliczamy ich wzbudzenie B_z , wyszukujemy z tablicy przynależne H'_z , a oznaczając przez l_z wysokość zęba, otrzymamy ilość amperozwojów, niezbędną na przewyższenie oporu w zębach:

$$\overline{AW}_z = H'_z \cdot 2 l_z.$$

2. **Cieśniny powietrzne.** Jeżeli przez δ oznaczymy odstęp między łbicą bieguna a żelazem twornika, to długość obydwóch średnich szlaków w obu stronnych cieśninach będzie: $2\delta = l_l$. Czynna powierzchnia łbicy biegunowej będzie λb , jeżeli λ oznacza długość łuku, obejmowanego przez łbicę, a b jej szerokość (w kierunku osi obrotu twornika). Wzbudzenie w cieśninie powinno być zatem: $B_l = S_l : \lambda b$ (a $S_l = S_a$); przynależną zaś ilość amperozwojów otrzymamy ze wzoru:

$$\overline{AW}_l = 0,8 B_l \cdot 2\delta = 1,6 B_l \delta.$$

*) Podług dzieła Kapp'a: Elektromechanische Konstruktionen, 2 wyd. 1902, Berlin, u Springer'a.

3. **Magneśnica.** Z ogólnej ilości magnetostek, wzbudzonych w magnesach, tracimy pewną część bez pożytku wskutek **usmyku** magnetycznego, ponieważ nie wszystkie szlaki magnetyczne, wychodzące z biegunów, przechodzą przez rdzeń twornika, część ich bowiem usmyka się z niego w bok. Usmyk, t. j. ilość magnetostek usmykających się poza twornik, zależy i od ustroju sprężnicy i od wielkości wzbudzenia; przez usmyk tracimy 10 do 30% ilości magnetostek, wzbudzonych w magnesach, a niekiedy nawet jeszcze więcej. Jeżeli usmyk będzie S_s , to niezbędna ilość S_m magnetostek, jaką wzbudzić musimy w magnesach, będzie:

$$S_m = S_a + S_s.$$

Ze wzbudzenia B_m , dobrego podług danych na str. 826, i ze znanej już wartości S_m , obliczamy niezbędny przekrój $q_m = S_m : B'_m$ dla magneśnicy, długość zaś l_m jej średniego szlaku odmierzamy z rysunku. Podług ostatecznie zaprojektowanego przekroju q_m określamy niezbędne wzbudzenie $B_m = S'_m : q_m$, wyszukujemy z tablicy przeciwstawioną wartość H'_m , a ilość amperozwojów, niezbędną na tę część obwodu, otrzymamy ze wzoru:

$$\overline{AW}_m = H'_m \cdot l_m.$$

Jeżeli magneśnica składa się z części o niejednakowych przekrojach, albo z tworzyw rozmaitych, to powyższe obliczenie amperozwojów należy przeprowadzić oddzielnie dla każdej takiej części i zesumować te wyniki poszczególne.

Suma wszystkich wyników \overline{AW} dla całego obwodu określa nam ilość amperozwojów, niezbędną na wzniesienie pożądanego napięcia prądowórczego; w istocie jednak starczy ona tylko, dopóki twornik nie prąduje. Gdy jednakże prąd pojawi się w uzwojeniu twornika, wzbudza on dodatkowe pole, przeciwdziałające pierwotnemu, i aby zrównoważyć to **przeciwwzbudzenie twornika**, należy stosownie zwiększyć obliczoną ilość amperozwojów, a mianowicie średnio o 7 do 15% (p. str. 829 i nast.). Ilość amperozwojów \overline{AW}_g , niezbędnych na zrównoważenie przeciwwzbudzenia, możemy też obliczyć ze wzoru:

$$\overline{AW}_g \approx z_a J \frac{g}{\pi(D + 2\delta)}.$$

We wzorze tym, podanym przez Kapp'a, z_a oznacza ilość drutów na tworniku, podlegających wzniesieniu, J wielkość prądu, g odstęp między krańcami łbic biegunów przynależnych, D zewnętrzną średnicę twornika, δ wreszcie luz w cieśninie. Ostatecznie otrzymujemy niezbędną ilość amperozwojów jako sumę wszystkich wyników poszczególnych, a więc:

$$\overline{AW} = \overline{AW}_a + \overline{AW}_l + \overline{AW}_m + \overline{AW}_g = i_m z_m.$$

Przeprowadzając szereg takich obliczeń dla stopniowo wzrastających wzbudzeń w obwodzie magnetycznym, otrzymamy szereg wyników, z których możemy wykreślić znamioną sprężnicę projektowanej (p. str. 810 i nast.).

Dla sprządnic głównikowych znamy wartość i_m , jako równą albo całej wielkości prądu J , albo też określonej jego części w przypadku, gdy część prądu głównego przeprowadzamy przez opornik, złączony obocznie z głównikiem. W sprządnicach bocznikowych wielkość i_m prądu, zużywanego na wzbudzenie, określamy podług odsetki, jaką na ten cel stracić zamierzamy (por. str. 829). Znając zaś wartość i_m , oraz \overline{AW} , obliczymy z łatwością ilość z_m zwojów wzbudzających. Oceniamy średnią długość L_m (w m) jednego zwoju, czyli długość $z_m L_m$ całego uzwojenia, i zakładamy stosowną wartość e_m na stratę napięcia w nawojach wzbudzających, licząc w bocznikach tylko $e_m = 0,6$ do $0,8 e$, a więc pozostawiając resztę na stratę napięcia w oporniku. Dozwolony opór r_m tego uzwojenia będzie:

$$r_m = e_m : i_m .$$

Przy przewodności miedzi 55 A/mm^2 i na m b., nawój o długości $z_m L_m$ i oporze r_m ma przeprowadzić prąd i_m , przekrój zatem jego powinien być:

$$qd = \frac{1}{55} \frac{z_m L_m}{r_m} .$$

Przekrój ten możemy też oznaczyć bezpośrednio z obliczonej ilości amperozwojów, podług wzoru:

$$qd = \frac{1}{55} \cdot \frac{L_m}{e_m} \overline{AW} .$$

Na mm^2 przekroju nie powinno wypadać więcej niż po 2 A, a nawet przy takiej gęstości prądu należy jeszcze sprawdzić stopień zagrzewania się, które nie powinno przekraczać 50 do 60°.

Zagrzewanie się zależy od wielu okoliczności, jako to: od stopnia przewietrzania twornika, od miejsca ustawienia sprządnicy i t. p., a podług Kapp'a wypada liczyć na każdy wat, tracony na zagrzanie, 10 do 16 cm^2 zewnętrznej powierzchni zwojownicy. Jeżeli przez O oznaczymy w cm^2 powierzchnię zwojownicy, a przez N_s moc w niej traconą w W, to podwyższenie T temperatury skutkiem zagrzania liczyć można:

$$T = \frac{280 N_s}{O} \text{ do } \frac{320 N_s}{O} .$$

Zagrzanie się zwojnic wzbudzających może być o 10° większe niż nawoju twornikowego, a więc 60 do 70°. Wypada pamiętać i o tem, że zagrzanie miedzi o każdy stopień zmniejsza jej przewodność w przybliżeniu o 0,4% (p. str. 789).

β. Ustrój magniesnicy.

Kształt magniesnicy powinien zapewniać dostępnosc wszystkich części, oraz ułatwić przenikanie dązu magnetycznego. Zalecają się zatem: krótkie, przysadziste pieńki magnesowe, z poszerzonymi łbicami; wielkie przekroje oprawy; zmniejszenie ilości spoin i dokładne przyleganie powierzchni, w nich się ze sobą stykających; możliwie

łagodne zakrzywienia szlaków magnetycznych, a w miarę możliwości i ich zlewanie się z kierunkiem włókien żelaza.

Aczkolwiek żeliwo, jako trudnowzbudalne, nie jest tworzywem stosownem na magneśnice, jego zastosowanie zwiększa bowiem bardzo znacznie wagę i samej magneśnicy i miedzi w jej nawojach, mimo to odlewamy z żeliwa w całości (wraz z ramionami podłożyskowemi) magneśnice sprądnic mniejszych, do 15 KW, w których tem zwiększeniem wagi warto okupić prostotę wykonania. W prądnicach większych atoli koszta i niedogodności, wynikające ze zwiększonych wag, zyskują taką przewagę, że zmuszają nas do stosowania innych tworzyw. W oprawę żeliwną wstawiamy pieńki magnezowe, złożone z blach żelaznych, albo też odlewamy całą magneśnicę z miękkiej stali, z żelaza zlewne, lub wreszcie z żeliwa nagliniowego; żeliwo bowiem przez domieszkę glinu zyskuje na wzbudzalności. Często wstawiamy też w oprawę żeliwną zlewne lub stalowe pieńki z takiemiż łbicami, albo wreszcie odlewamy ze stali magneśnicę z pieńkami w całości, a na te pieńki nasadzamy łbice składane z blach. Dla danego przekroju pieńka, długość drutu na nawój, a więc i waga tego drutu będzie najmniejsza, gdy przekrój pieńka jest kołowy.

Aby sobie ułatwić miarkowanie napięcia w sprądnicy, a zwłaszcza aby pozostawić jeszcze możliwość jego podwyższania przy naprądnianiu zasobników, zaleca się obliczać pieńki magnezowe na wzbudzenie nienadmierne, t. j. pozwalające się jeszcze podwyższyć, a więc w żeliwie wzbudzenie $B_m = 5000$ do 10000 mgstk/cm², a w żelazie zlewne i stali $B_m = 10000$ do 16000 mgstk/cm². Przy takim wzbudzeniu pieńki żeliwne lub stalowe otrzymają przekrój 1,3 do 1,5 razy większy od twornikowego.

Ponieważ ostre końce i krawędzie przyczyniają się do zwiększenia usmyku magnetycznego, więc należy ich unikać, zwłaszcza na biegunach. Z tego samego też powodu właściwem będzie umieszczanie nawojów wzbudzających jaknajbliżej łbicy biegunowej.

Iskrzeniu sprądnicy (p. str. 819) zapobiegamy najsmadniej, usuwając jego główną przyczynę, t. j. zwichnięcie pola. W tym celu poszerzamy luz δ cieśniny powietrznej, od środka ku obydwom końcom łbicy, przez mimośrodkowe wytoczenie jej powierzchni czynnej, albo też nacinamy rowki poobwodowe w tejże powierzchni, albo wreszcie stawiamy samą łbicę ukośnie względem kierunku obrotu twornika. Gdy te środki zaradcze okażą się niewystarczającymi, możemy zapobiedz zwichnięciu pola przez dodanie oddzielnych biegunów, odwichniających pole zwichnięte, ustawionych w strefie objętej, a wzbudzanych głównikowo. Ustrój taki jest jednak zawyły i przedstawia znaczne trudności w obliczeniu, w prawidłowem zaprojektowaniu i we wykonaniu; stosuje się on zatem przeważnie tylko do sprądnic sprzęgniętych wprost z osią turbiny parowej.

W łbicach biegunowych, jednolitych powstają prądy wicherzące pod wpływem przesuwanego się wzdłuż ich powierzchni twornika, a dosięgają one znacznej wielkości zwłaszcza przy twornikach żłobkowanych, skutkiem większych zmian kolejnych natężenia pola przed

zębami, wzgl. rowkami twornika. Aby zapobiedz tym prądom wi-
chrzącym, a przynajmniej je zmniejszyć, wytaczamy w czynnej po-
wierzchni łbicy rowki poobwodowe, albo też składamy całą łbicę
z szeregu cienkich blach, wzorując się na ustroju twornika.

Nawijanie drutu wprost na pieńki biegunowe jest robotą bardzo
zmuDNA, lecz możemy sobie znacznie ułatwić wykonanie, nasuwając
na pieńki zwojnice gotowe, których nawój nawijamy na cewki mo-
siężne lub tekturowe 1,5 do 3 mm grube, posiłkując się do tego
swoistemi nawijarkami lub zwykłymi tokarkami.

Wagę całej magneśnicy możemy w przybliżeniu liczyć po 40 do
80 kg na każdy kilowat mocy.

4. Przerządник (komutator, kolektor) i zdawy (szczotki).

1. **Przerządnik** składa się: z tulei, nasadzanej na wał twornika
(dającej się zatem zdejmować z niego bez trudności), z dwóch pier-
ścieni z wewnętrznym wytoczeniem stożkowatym i z większej liczby
działek, 6 do 10 mm grubych, o przekroju wycinków pierścienia,
dociśniętych do tulei owymi dwoma pierścieniami. Działki wycinamy
z odlewu brązu niefosforzonego, ponajczęściej jednak przycinamy je
z wyciąganych prętów twardej miedzi, posiadających przekrój pożą-
dany. Każda poszczególna działka musi być należycie zosobniona,
w którym to celu rozdzielamy sąsiednie działki nawzajem od siebie
płytkami miki lub mikanitu 0,6 do 1 mm grubymi, a to w zależno-
ści od napięcia; zastępują też niekiedy mikę tekturką, lecz tylko
na bardzo małe napięcia. Sąsiednie końce przyległych dwóch zwó-
jek twornikowych przylączamy spólnym drutem do przynależnej
działki przerządnika, a łączące to dla małych prądów może być na
śrubę, dla większych natomiast koniecznie lutowane. W dużych,
a wolno wirujących prądnicach o zewnętrznej stalce twornikowej,
a wewnętrznej magneśnicy wirującej, zdawy wirują wraz z nią,
smykając się po zewnętrznej, walcowatej powierzchni stalki, która
zastępuje zarazem przerządnik. Na każde 100 A prądu liczymy po
3 cm długości użytkowej przerządnika pod miedziane zdawy szczo-
tkowate, a 4,5 do 6 cm pod zdawy węglane.

2. **Zdawy** powinny być z tworzywa bardziej miękkiego niż dział-
ki przerządnika, aby same się scierały, nie niszcząc przerządnika.
Zdawy wyrabiamy z miękkiego drutu miedzianego w postaci szczo-
tek lub plecionek, albo z cienkich blach miedzianych, obecnie jednak
coraz to szersze znajdują zastosowanie zdawy węglane, skierowane
popromiennie, a są one prawie niezbędne do prądnic o biegu na-
wrotnym. Zdawa powinna się dociskać do powierzchni przerządni-
ka silnie, lecz sprężyste, w tym celu osadzamy ją w grabkach, do-
ciskanych sprężyną, a osadzonych w przegubie pierścienia pokręt-
nego na osi, który stanowi oprawę zdawową, a ustrój taki dozwa-
la na przesuwanie zdaw przez stosowne pokręcenie całego zeskładu
zdawowego. Przynajmniej po dwie zdawy powinny działać obocz-
nie, aby jedna z nich przejmowała cały prąd, podczas gdy wymie-
niamy drugą, niezatrzymując sprądnicy. Przyłgowa powierzchnia

zdaw, na każdego A zdawanego, bywa: 3,5 do 4,5 mm² w zdawach miedzianych, 5 do 7 mm² w mosiężnych, a 12 do 25 mm² we węglanych; większe z tych powierzchni wypada stosować pod małe napięcia. Zdawa metalowa przekrywa zazwyczaj 1 do 2¹/₂, węglana zaś 2 do 3¹/₂ działek przerządniczych, a szerokość jej bywa 30 do 50 mm.

Zeskład zdawowy należy tak nastawić przez pokręcanie, aby **iskwienie** stało się możliwie jak najmniejsze: średnica przechodząca przez punkty przylgowe zdaw w tem położeniu tworzy w sprądnicy dwubiegunowej pewien kąt ze średnicą obojętną pola magnetycznego. Ten kąt obeziskrzający zwiemy **kątem beziskiernym**, a posiada on dążność tę samą, co obrót twornika w sprądnicach, dążność zaś odwrotną w sprądnikach. Punkty beziskierne na przerządniku są w przybliżeniu punktami największego napięcia. Zagrzanie się przerządника niema przekraczać 60° (ponad temperaturę otoczenia).

5. Ustrój części mechanicznych.

1. **Wał twornikowy** powinien być grubszy niż w innych silnicach, wystawionych na siły podobne, a to w celu zapewnienia spokojnego biegu, zapobieżenia wszelkim drganiom i uginaniom wała, których nieodzownym skutkiem byłoby iskrzenie, a nawet rozspojenie złączy twornikowych. Zależnie od rozpiętości między łożyskami można średnicę d wała dobierać w granicach:

$$d = 16 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad \text{do} \quad 23 \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad \dots \text{ cm.}$$

We wzorach tych N oznacza moc sprądnicy w MK , n natomiast ilość obrotów na min.

Średnica czopów, spoczywających w łożyskach, może być nieco mniejsza, lecz nader ważnem jest właśnie niewzruszalne ułożenie tych czopów w łożyskach i dostatne, a zaufne ich smarowanie ze względu na znaczną zazwyczaj prędkość obrotową. Długość l czopa bywa 2 do 4 d , a mianowicie w mniejszych sprądnicach stosunkowo większa, w dużych względnie mniejsza. Na każde 350 mm długości czopa niezbędnym jest przynajmniej jeden pierścień smarowniczy. Łożyska kulkowe (gałkowe) nieczęste znajdują zastosowanie. Trwale osadzenie twornika pod uzwojenie pierścieniowate zapewniają tuleje spiżowe. Małe tworniki bębnowate osadzamy, zaklinając bezpośrednio ich pełne tarcze krafcowe na wale, większe natomiast osadzamy za pośrednictwem żeliwnej piasty z ramionami, gwiazdziście się z niej rozchodzącymi. Tworniki płaskopierścienne wychodzą wprawdzie z użycia; w razie ich zastosowania jednak wypada wał ułożyć w nastawnych łożyskach grzebieniastych, zapobiegających przesunięciom poosiowym pod wpływem siły magnetycznej, a pozwalających zarazem ustawić twornik tak, aby się jego płaszczyzna symetrii ziała z taką płaszczyzną magnesnicy.

2. **Koła pasowe**, podobnie jak i same pasy, powinny być szerokie a gładkie, aby nie powodowały uderzeń i drgań. Dlatego też stosujemy przeważnie pasy klejone, a nie szyte. Prędkość obiegowa pasa bywa 4 do 10 m/sek. na prądnicach małych, a do 28 m/sek. na dużych. Dalsze szczegóły p. T. I str. 469 i nast. W celu doprężania pasa, nawet podczas biegu, stawiamy prądnicę przesuwnie na płozach. Do napędu prądnic stosujemy wedle możliwości silniki o biegu jak najbardziej jednostajnym, a ich niejednostajność nie powinna przekraczać 1⁰/₀ na oświetlenie żarówkowe, a 4⁰/₀ na łukówkowe.

Do zapewnienia niezbędnej jednostajności biegu, zwłaszcza silników tłokowych, niezbędnem jest stosowne powiększenie wirujących mas rozpędowych (p. T. I str. 615 i nast.).

Gdy prężność w kotłach parowych podlega silniejszym wahaniom z powodu jednoczesnego zużytkowania ich pary na cele postronne, może się okazać nawet potrzeba ustawienia oddzielnych kotłów dla silników, napędzających prądnice, które zasilają oświetlenie.

6. Straty w sprądnicach.

1. Straty elektromagnetyczne:

α) Straty nieuchronne:

a) od ciepła prądowania w tworniku (2 do 4⁰/₀),

b) od ciepła prądowania wzbudzającego (1,5 do 4⁰/₀),

c) od uporności magnetycznej i prądów wichrzących (1 do 2¹/₂⁰/₀)
p. str. 785 i 819,

d) od samowzniesienia w zwójkach złączonych skrótowo poprzez zdawy, oraz od przeciwwzbudzania w tworniku. Ta część straty jest sama w sobie niezbyt znaczna, jednakże przeciwwzbudzanie twornika i zwichnięcie pola wymaga o 7 do 15⁰/₀ większego wzbudzenia, na które znów zużywamy pewną ilość pracy, objętej już stratami pod b), nadto p. str. 824.

β) Straty wskutek wadliwego ustroju:

a) Wadliwe lub niedostateczne zosobnienie powoduje nietylko straty, lecz doprowadza zazwyczaj w krótkim czasie całą prądnicę do zniszczenia, zwłaszcza wśród otoczenia wilgotnego.

b) Skrót magnetyczny, t. j. usmyk szlaków magnetycznych przez sąsiadujące części żelazne.

2. Straty mechaniczne:

Tarcie czopów w łożyskach i zdaw na przerzadniku, oraz opór powietrza względem części wirujących powodują razem stratę 3 do 10⁰/₀. Suma strat mechanicznych wraz ze stratą od uporności magnetycznej i prądów wichrzących bywa w małych sprądnicach w przybliżeniu równą sumie strat od prądowania (w tworniku i w uzwojeniu wzbudzającym), natomiast w sprądnicach dużych bywa ona niekiedy względnie większa.

Całkowita stratność, względnie do mocy napędnej, dosięga w dużych sprądnicach wartości 10⁰/₀, w małych 20⁰/₀.

7. Wymiary i wagi sprądnic.

Przy jednakowych wagach miedzi w nawoju moc rozmaitych sprądnic będzie w przybliżeniu jednakowa: dłuższy bowiem, a zato cieńszy nawój da nam wprowadzić wyższe napięcie, lecz mniejszy prąd i odwrotnie. Jednakże na nawojach z cieńszego drutu warstwy zosobniające posiadają względnie większą objętość, co staje się przyczyną, że przy tej samej objętości nawoju i przy cieńszym uzwojeniu moc prądnic będzie stosunkowo mniejsza.

Zmieniając grubość drutu w uzwojeniu twornikowym, bez zmiany jego objętości, wypada jednocześnie przystosować i uzwojenie magnesów do odmiennego napięcia, jakie się pojawi skutkiem takiej zmiany.

Jeżeli mamy dwie sprądnicę, których wymiary liniowe stoją we wzajemnym stosunku $1:m$, i jeżeli prędkość obwodowa i zagranie w obydwóch sprądnicach będą jednakowe, to (podług Kapp'a) wzajemny stosunek mocy tych dwóch sprądnic będzie w przybliżeniu jak $1:m^{2,5}$. Ponieważ jednak większej z tych sprądnic możemy nadać większą prędkość obwodową, więc w rzeczywistości moc jej może być jeszcze większa. Sprądnicę wielobiegunową (budowaną jednak zazwyczaj na moc niemniejszą niż 5 kilowatów), przy jednakowych pozostałych warunkach, będą posiadały mniejszą wagę i mniejszą prędkość obwodową niż sprądnicę dwubiegunową, jednakowej mocy.

Na wagę G w kg sprądnicę podaje Fischer-Hinnen wzór:

$$G = 175 K^{2/3},$$

w którym K oznacza moc właściwą danej sprądnicę, t. j. moc w kilowatach, jakaby wydawała przy tysiącu obrotów na min. Wzór ten jednakże dla małych sprądnic daje wyniki z uchybieniem $\pm 30\%$. Z całkowitej wagi G sprądnicę, można liczyć, że $1/3$ wypada na sam twornik.

c. Sprądnicę.

1. Ustrój sprądnicę nie różni się zasadniczo od ustroju sprądnicę, przystosowujemy go jednakże do warunków, w jakich ma pracować, a dotyczy to zwłaszcza sprądnicę mniejszych, w których zadawaliśmy się często niższą sprawnością, zwłaszcza gdy pracują dorywczo (np. do dźwigów osobowych), zyskując w zamian inne ich zalety, jak małe wymiary i wagę. A że sprądnicę takie pracują ponajczęściej bez zaufnego nadzoru, więc wykształcamy często ich magneśnicę na oponę, która otacza wszystkie części ruchome, wypuszczając z siebie na zewnątrz tylko koniec wała napędowego. Opona taka, mimo utrudnionego dostępu do części wewnętrznych sprądnicę, ma tę nieraz wysoce ważną zaletę, że chroni owe części od uszkodzeń zewnętrznych.

2. Obliczenie. Napięcie prądochłonne sprądnika wyraża się tym samym wzorem, co napięcie prądowórcze sprądnicy (p. str. 815), a więc:

$$E = S_a z_a \frac{n p}{60 a} 10^{-8} V.$$

Napięcie międzykrańcowe sprądnicy, podł. str. 810 jest: $e = E - J R$, w sprądniku natomiast będzie ono:

$$e = E + J R.$$

Gdy **sprądnik bocznikowy** przyłączymy do sieci o napięciu niemiennem, to całkowite wzbudzenie S_a będzie w przybliżeniu stałe; podlega ono bowiem względnie nieznacznym tylko wahaniom, wynikającym ze zmiennych wartości: usmyku szlaków, oraz przeciwwzbudzenia twornikowego. Ilość obrotów takiego sprądnika otrzymamy ze wzoru:

$$n = \frac{10^8 (e - J R_a) 60}{S_a z_a}.$$

Ponieważ strata napięcia $J R_a$ wskutek oporu twornika na przepływ prądu, względnie do stałego napięcia międzykrańcowego e , była nieznaczną, więc zmiany w ilościach obrotów przy różnych obciążeniach takiego sprądnika będą również nieznaczące, a w stosunku do ilości obrotów biegu jałowego, zmienność ta wyraża się w odsetkach wartością: $(100 J R_a : e) \%$. Jeżeli natomiast zmniejszymy wzbudzenie S_a , np. za pomocą opornika, wstawionego w obwód bocznikowy, to ilość obrotów wzrośnie. Jeżeli naodwrot wstawimy opornik w obwód główny i zmniejszymy nim napięcie, działające na twornik, czyli zwiększymy opór R_a twornika, to zmniejszymy przez to ilość obrotów prądnika bocznikowego. Związki te są bezpośrednimi wnioskami ze wzorów powyżej podanych.

Moment obrotczy twornika wyrazi się wzorem:

$$M_d = \frac{J z_a S_a}{9,81 \cdot 2\pi} = \frac{J z_a S_a}{61,6} \text{ kgm},$$

wskazującym jasno, że moment ten wzrasta wraz z wielkością prądu i wzbudzenia. Przy rozruszaniu sprądnika wypada zatem zwiększyć wedle możliwości wzbudzenie S_a , by otrzymać niezbędny moment obrotczy przy możliwie małym prądzie J .

W **silnikach głównikowych** wzbudzenie S_a jest funkcją $f(J)$ prądu. Sprądnik taki zwiększa swą prędkość w miarę jak się wzbudzenie S_a zmniejsza, czyli naodwrot wzbudzenie S_a zmniejsza się w miarę zwiększającej się prędkości sprądnika. Gdy zatem napięcie międzykrańcowe pozostaje niezmiennie, to sprądnik niedostatecznie obciążony, a zwłaszcza w swym biegu jałowym, posiada dążność do nabierania coraz to większej prędkości, czyli do **rozbiegania się**. Gdy jednak niema obawy takiego rozbiegania się, a więc gdy opór obciążenia wzrasta wraz z prędkością, np. w tramwajach elektrycznych, przewietrznikach osadzonych na wale twornikowym, albo gdy sprądnik znajduje się stale pod dozorem zaufnym, np. przy zóra-

wiach elektrycznie napędzanych, sprądniki głównikowe zalecają się przed bocznikowymi, odznaczają się one bowiem względnie wielkim momentem obrotczym przy rozruszaniu, a więc właściwością nader cenną zwłaszcza w zastosowaniu do tramwajów, samojazdów i t. p. wozideł.

Moment obrotczy M_d wyraża się tym samym wzorem, jaki podaliśmy powyżej dla silników bocznikowych. We wzorze tym $S_a = f(J)$, a funkcja ta dla niskiego wzbudzenia, jakie zachodzi przy rozruszaniu, jest prawie prostolinijna (p. rys. 1205 str. 810), czyli $S_a \propto kJ$, co podstawivszy we wzór powyższy na M_d , otrzymamy moment rozruszny:

$$M_d = \frac{kz_a}{61,6} \cdot J^2 = k' z_a J^2,$$

który pozostaje zatem w prostym stosunku do kwadratu wielkości prądu, podczas gdy w sprądniku bocznikowym wzrasta on tylko w prostym stosunku do samej wielkości prądu.

Gdy urządzamy przesył pracy ze sprądnicy wyłącznie do tego przeznaczonej i zasilającej tylko jeden sprądnik, natenczas ustrój głównikowy dla sprądnicy i sprądnika będzie często wskazany, albowiem w takim przypadku prędkość sprądnika będzie się zmieniała w prostym stosunku do prędkości sprądnicy (p. str. 810).

Dane, dotyczące dozwolonego zagrzewania się sprądnic i sprądników, oraz oznaczania ich sprawności podano w „Prawidłach, dotyczących oceny i sprawdzania prądnic przetworników i t. p.“, Związku elektrotechników niemieckich, p. zeszyt dołączony do niniejszego tomu Technika.

3. Rozruszniki (oporniki rozruszne). Rozruszenie sprądnika bocznikowego uskuteczniamy, puszczając pełen prąd w bocznik, a w twornik zrazu możliwie mało prądu, i zwiększając następnie stopniowo ten prąd, w którym to celu w obwód twornikowy należy wstawić stosowny opornik. Przy zatrzymywaniu sprądnika postępujemy odwrotnie, zmniejszając nasamprzód prąd w tworniku powoli aż do zera, poczem dopiero wyłączamy z bocznika prąd wzbudający. Najwłaściwiej będzie złączyć nastawianie opornika twornikowego i włącznika bocznikowego w ten sposób, aby się powyżej opisane przełączania dopełniały samoczynnie i w należyтым porządku kolejnym, za pokręceniem nastawiaka opornikowego; urządzenie takie wyklucza możliwość błędnej kolejności poszczególnych przełączeń. W rozrusznikach na duże sprądniki bocznikowe, mające ruszać pod obciążeniem, oporce metalowe byłyby zbyt ciężkie, a więc i zbyt kosztowne, dlatego też zastępujemy je oporcami ciekłymi. Sprądniki głównikowe są na ogół mniej wrażliwe przy rozruszaniu; ich oporniki mogą zatem posiadać mniejsze opory, a starczy nawet swoiste przełączanie ich główników, który to sposób znajduje szerokie zastosowanie w nastawnicach do tramwajów elektrycznych.

B. Rozprądnicę i rozprądniki.

a. Wiadomości zasadnicze o rozprądach.

Okres czasu między kolejnym pojawieniem się wartości zerowych (napięcia, wzgl. prądu) zwiemy **przemianką**, samo zaś zjawisko pojawiające się w takim punkcie zerowym, t. j. zmianę z $+$ na $-$, zwiemy **przemianą**. Podwójny okres przemianki zwiemy jedną **drgawką**, a przebieg zjawiska w tym okresie: jednym **drgnięciem**. Rys. 1210 przedstawia jedną falę rozprądu, a więc przebieg jednego drgnięcia podczas jednej drgawki, czyli w ciągu dwóch przemianek.

Do oświetlenia ustaliła się dość ogólnie częstotliwość drgawek 50 na sek., podczas gdy do przesyłu pracy stosujemy i mniejsze częstotliwości, zazwyczaj 25 na sek.

Ponieważ w rozprądzie zachodzą najczęściej fale, określające się funkcją wstawy, wzgl. dostawy, najdogodniej zatem będzie, za miarę czasu brać kąty, wzgl. ich łuki, zakładając, że jedna przemianka $= \pi$, a jedna drgawka $= 2\pi = 360^\circ$. Taki sposób oznaczania czasu w drgawkach rozprądów znalazł powszechne zastosowanie.

W przewodach bez samowznietności: opór w przewodzie, **chwilowe** napięcie, oraz **chwilowa** wielkość prądu podlegają tym samym prawom, jak w sprądach. Zmienne napięcia w czasie jednej przemianki możemy zastąpić stałą wartością **napięcia zastępczego**, t. j. takiego, którego skutek dynamiczny i ciepłikowy w ciągu całej przemianki byłby ten sam, co zmiennych napięć, rzeczywiście się pojawiających w poszczególnych jej chwilach. Wartość napięcia zastępczego E nie będzie zatem średnią arytmetyczną napięć chwilowych e , lecz pierwiastkiem kwadratowym ze średniej arytmetycznej kwadratów tychże napięć chwilowych, t. j. pojawiających się w poszczególnych chwilach t , a więc:

$$E = \sqrt{\frac{\int e^2 dt}{t}}$$

Gdy fala napięć przebiega podług sinusoidy, co zazwyczaj zakładamy w obliczeniach, chociaż przebieg istotny bywa często nieco odmienny, natenczas napięcie zastępcze rozprądu o takim przebiegu będzie:

$$E = \frac{e_{\max}}{\sqrt{2}} = 0,707 e_{\max};$$

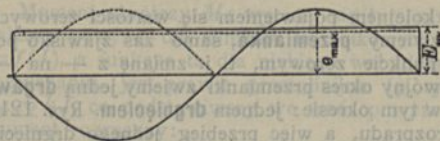
podczas gdy średnia arytmetyczna napięć chwilowych byłaby tylko:

$$E_{\text{śred}} = \int \frac{e dt}{t} = \frac{2}{\pi} e_{\max} = 0,637 e_{\max}.$$

We wzorach tych e_{\max} oznacza największość napięcia, a więc w przebiegu sinusoidalnym lub w ogóle w przebiegu symetrycznym

e_{\max} będzie napięciem w środkowej chwili przemianki. Stosunek $E : E_{\text{śred.}} = f$ zwiemy **spółczynnikiem przebiegu** (fali), a dla przebiegu sinusoidalnego jego wartość będzie: $f = 1,11$.

Rys. 1210.



W sposób podobny określamy i zastępczą wielkość prądu:

$$J = \sqrt{\frac{\int i^2 dt}{t}}$$

W rys. 1210 zaznaczono poziomą kreską nieprzerywaną napięcie zastępcze E , a podobną kreską kropkowaną napięcie średnie (arytmetyczne).

Gdy rozprąd, o przebiegu wskazanym w rys. 1210, przepływa przez przewód, nie posiadający samowzniećności, np. przez żarówkę, to jego skutek będzie ten sam, jak sprądu o napięciu E . A zatem żarówka, przysposobiona na sprąd o danym napięciu, nadaje się równie dobrze na rozprąd o takim samym napięciu zastępczym. Podobnie też możemy wzorcować wołtniki na rozprąd podług wskazań przyrządu z oporcem zagrzewczym, który uwzorcowaliśmy uprzednio sprądem.

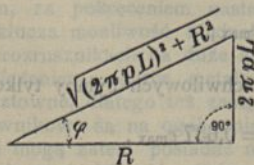
Gdy rozprądnica zasila lampki żarowe, lub inne przyrządy, nie podlegające samowzniećności, to do jej prądu możemy stosować **prawo Ohm'a** (p. str. 788): $E = JR$, podstawiając jednakże zamiast E , wzgl. J , zastępcze wartości napięcia, wzgl. wielkości prądu. W przewodach bez samowzniećności chwilowa wielkość prądu pozostaje w prostym stosunku do chwilowego napięcia, a więc dosięga ona jednocześnie z nim swej największości, wzgl. najmniejszości, i również jednocześnie z nim staje się zerem.

Gdy jednakże rozprąd przepływa przez obwód samowzniećny (np. przez rozprądniki, łukówki, przetworniki jałowo pracujące itp.), natenczas drgawka prądu przesuwana się (co do czasu) względem drgawki napięcia, czyli następuje **rozsuw fal**.

Jeżeli chwilowe wartości spólczesne napięcia, względnie wielkości prądu, oznaczmy przez e , wzgl. i , a przez L spólczynnik samowzniećności danego obwodu (p. str. 795), to w danej chwili t będzie:

Rys. 1211.

$$e = L \frac{di}{dt} + iR$$



Gdy fale napięć i prądu są sinusoidalne i o częstotliwości p , natenczas między ich napięciem zastępczym E i zastępczą wielkością prądu J panuje związek, określający się wzorem:

$$J = \frac{E}{\sqrt{(2\pi pL)^2 + R^2}} = \frac{E}{R'}$$

Wzór ten możemy niejako uważać za rozszerzenie prawa Ohm'a, jeżeli w niem zwykły opór R przewodu zastąpimy przez opór pod-

niecony, t. j. przez wartość pierwiastka we wzorze powyższym, którą oznaczamy przez R' . W rys. 1211 przedstawiono sposób wykreślenia tego **oporu podnieconego** R' (impedance) z omicznego oporu R obwodu i z jego **oporu wznieconego** (reactance), wyrażającego się wartością: $2\pi pL$. Jeżeli każdy z boków tego trójkąta pomnożymy przez wielkość J prądu, to otrzymane iloczyny będą stratami napięcia, a mianowicie: RJ stratą omiczną napięcia; $J(2\pi pL)$ przeciwnapięciem, jakie powstaje pod wpływem samowzniesienia, a które zwiemy przeciwnapięciem samowzniesionem; wreszcie JR' będzie przeciwnapięciem podnieconem, które jest równe całkowitemu napięciu czynnemu. Jeżeli w wykresie (rys. 1211) kierunek prądu J liczyć będziemy w kierunku i z dążnością JR , to przeciwnapięcie samowzniesione podąży o 90° za prądem, a skierowana odwrotnie składowa napięcia, niezbędna na przemożenie tego przeciwnapięcia, będzie zatem przodowała prądowi o 90° , wreszcie całkowite napięcie czynne musi przodować prądowi o kąt φ , określony w wykresie kierunkiem wynikowej R' , albo też określony wzorem:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2\pi pL}{R}.$$

Ten kąt przodowania φ , t. j. przodowania napięcia przed prądem, odgrywa bardzo ważną rolę w technice rozprądów w ogóle.

Stosunek $\frac{\varphi}{2\pi}$ jest, ściśle biorąc, stosunkiem okresu czasu, o jaki napięcie przoduje prądowi, do okresu czasu jednej całej drgawki. Gdy wartość kąta φ stanie się ujemną, napięcie nie przoduje prądowi, lecz podąży za nim. Całe wywody powyższe stosują się ściśle tylko do sinusoidalnych przebiegów napięcia i prądu; w zastosowaniach technicznych jednakże przebiegi są zazwyczaj tylko przybliżenie sinusoidalne, mimo to obliczamy je podług tych samych zasad, które dają nam na ogół wyniki bardzo zgodne z rzeczywistością. Jeżeli w dowolnej chwili ($t = \alpha$), napięcie:

$$e = e_{\max} \sin \alpha,$$

to, przy przodowaniu (φ) napięcia prądowi, wielkość prądu w tejże samej chwili będzie:

$$i = i_{\max} \sin(\alpha - \varphi),$$

a chwilowa moc prądu:

$$N' = ie = e_{\max} i_{\max} \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\alpha - \varphi).$$

Średnia moc całej drgawki wyrazi się wzorem:

$$N = \frac{\int_0^{2\pi} N' d\alpha}{2\pi} = EJ \cos \varphi \text{ watów.}$$

Spółczynnik $\cos \varphi$ wzoru powyższego otrzymał nazwę **spółczynnika mocy** rozprądów.

Mierniki mocy, czyli watniki, wskazują bezpośrednio istotną moc rozprądu. Mnożąc natomiast przez siebie wskazania woltnika i am-

prownika, nie uwzględniamy rozsuwu fal napięcia i prądu i dlatego iloczyn ten przedstawi nam tylko **moc pozorną** EJ prądu w wolt-ampierach, czyli w watach, którą należałoby pomnożyć jeszcze przez $\cos \varphi$, aby otrzymać **moc rzeczywistą**. Wartość współczynnika ($\cos \varphi$) mocy możemy zatem otrzymać, dzieląc wskazania watnika przez iloczyn wskazań ampernika i woltnika. Wartość ta ($\cos \varphi$) nawet dla rozprądów niesinusoidalnych nie może być nigdy większą od jednostki. I dla prądów niesinusoidalnych współczynnik mocy, określony w sposób powyższy, jest zgodny z rzeczywistością, lecz dla takich prądów nie przedstawia on tożsamości z rzeczywistą wartością $\cos \varphi$ rozsuwu φ . Do określenia rozsuwu φ służą też swowiste **wskazniki rozsuwu**, polegające na pomiarze bezmocnej składowej prądu, t. j. jego wartości: $J \sin \varphi$.

Zagrzanie rozprądnic pozostaje w zależności nie od mocy rzeczywistej prądu, lecz od jego mocy pozornej, a jeżeli nadto rozprądnica pracuje na obwód samowzniećny (rozprądniki, przetworniki, łukówki i t. p.), to przeciwnapięcie samowzniecone w takim obwodzie i powodowane nim prądy bezmocne, osłabiając wzbudzenie magnetyczne, powiększają straty napięcia. Te wszystkie okoliczności wypadają uwzględnić przy określaniu silnika, napędzającego rozprądnicę, oceniając zawczasu spodziewany rozsuw fal. Wprawdzie niezbadana moc silnika napędzonego pozostaje przybliżenie w prostym stosunku do rzeczywistej mocy prądu, a nie do jego mocy pozornej, lecz wskutek rozsuwu fal, stratność w rozprądnicy zwiększa się z powodów powyżej wyliczonych, czyli zmniejsza się jej sprawność η , co nie pozostaje bez wpływu na nieodzowną moc napędu rozprądnicy, określaną się wzorem:

$$N = \frac{EJ \cos \varphi}{736 \eta} MK.$$

Weszło w zwyczaj, mianować moc rozprądnic i nadążnych rozprądników podług mocy, którą wyłonić mogą, pracując na sieć, pozabawioną samowzniećności. Gdy zatem sieć podlega samowzniećnieniu, wypada, albo dla danej rozprądnicy dobrać słabszy silnik napędny, albo, gdy oznaczoną jest moc pochłaniana przez sieć, dobrać rozprądnicę o większej mocy mianowanej.

Powyższe okoliczności skłoniły do rozróżniania mocy rozprądnic, podawanej na wypadek ich pracy w sieci niesamowzniećnej, od mocy rzeczywistej, jaką wydadają w sieci, podlegającej samowzniećnieniu: pierwszy z tych rodzajów mocy oznaczamy w kilowolt-ampierach (KVA), drugi natomiast w kilowatach (KW).

Wartość współczynnika mocy ($\cos \varphi$) sieci na rozprąd zależy od jej odbytu do przyrządów samowzniećnych, zwłaszcza rozprądników, lecz wartość ta podlega zmianom, w zależności od zmieniającego się obciążenia rozprądników i t. p. Słabe obciążenie mocnego rozprądnika wpływa bardziej na zmniejszenie wartości $\cos \varphi$, aniżeli obciążenie tej samej wielkości, przewyciężane przez rozprądnik słabszy, lecz pełno obciążony. Nadto wartość współczynnika $\cos \varphi$ zmienia się, w zależności od chwilowego stosunku odbytu prądu na rozprądniki i odbytu na oświetlenie. W sieciach miejskich, o ile w nich względna ilość rozprądników nie jest nadzwyczaj wielka, wartość $\cos \varphi$ bywa średnio: 0,9 wieczorem, gdy wpływ oświetlenia przeważa, lecz

$\cos \varphi = 0,7$, a nawet mniejsze, za dnia, gdy prawie cały prąd wchłaniają w siebie rozprądniki.

Zagrzewanie się przewodów sieci, a również, jak już wspomniano, i nawojów samej rozprądnicy, pozostaje w prostym stosunku do pozornej mocy prądu, która znów wzrasta w stosunku kwadratu wielkości prądu ($E = J^2 R$). Straty od zagrzewania się przewodów, a więc straty od oporu sieci, wzrastają zatem w stosunku: $\frac{1}{\cos^2 \varphi}$,

przy jednakowym odbyciu mocy rzeczywistej.

Gdy rozprąd działa na pojemnik, a jest nim i zwykły kabel (p. str. 793), natenczas ów pojemnik staje się również przyczyną rozsuwu fal, lecz rozsuwu o dążności odwrotnej, względnie do wywołanego przez samowzniesienie: Gdy w tej samej sieci mamy i pojemniki i przewody samowznietne, to wywołane przez nie rozsuwy znoszą się nawzajem częściowo, a w przypadku szczególnym mogłyby się nawet znieść zupełnie. Jeżeli rozprąd naprądnia wyłącznie pojemniki (np. kable o rozłączonych końcach), i jeżeli przewody są wolne od samowznietności, a ich opór omiczny tak mały, że go możemy zaniedbać, to fala prądu przesunie się względem fali napięcia o 90° , wartość $\cos \varphi$ stanie się zerem, czyli prąd będzie bezmocnym, a prąd ten oddziaływa wzbudzająco na rozprądnice. Gdy pojemniki takie posiadają znaczną pojemność, np. gdy kable są bardzo długie, to wielkość tego prądu bezmocnego dosięga nieraz znacznych wartości, zwłaszcza przy wysokim napięciu, a chwilowa wielkość takiego prądu określa się wzorem:

$$i = C \frac{de}{dt} 10^{-6} \text{ A,}$$

w którym C oznacza pojemność w mikrofaradach.

Zastępcza wielkość tego naprądu będzie:

$$J = 2 \pi p C E 10^{-6} \text{ A.}$$

We wzorze tym p oznacza częstotliwość drgawek na sek., E zaś napięcie zastępcze.

Przy należytem doborze wzajemnego ustosunkowania: pojemności C , współczynnika L samowznietności, wreszcie częstotliwości p drgawek, można osiągnąć zupełne zjednoczenie fal, czyli wartość $\cos \varphi = 1$, a przy ustosunkowaniu odmiennem może w pewnych warunkach pojawić się **podskok napięcia** w pojemniku (zjawisko Ferranti'ego). Taki podskok napięcia, pojawiający się w pojemniku przy nagłem wyłączeniu prądu, zwłaszcza przechodzącego przez przewód o małym oporze, może dosięgnąć tak znacznych wartości, że spowoduje przebiecie się prądu przez zosobnienie przewodów, przyrządów, a nawet samej rozprądnicy.

Oznaczając opór omiczny przez R , pozostałe zaś wielkości w sposób co dopiero podany, otrzymamy napięcie zastępcze:

$$E = J \sqrt{R^2 + \left(L 2 \pi p - \frac{1}{C 2 \pi p} \right)^2} \quad (1)$$

a napięcie w pojemniku:

$$V = J : C 2 \pi p \dots \dots \dots 2)$$

Z pierwszego ze wzorów powyższych widzimy, że się fale napięcia i wielkości prądu zjednoczą, t. j. że $\cos \varphi$ będzie = 1, gdy wartość pierwiastka stanie się równą R , a nastąpi to, gdy: $L 2 \pi p = 1 : C 2 \pi p$.

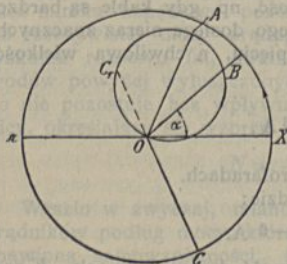
Zjawisko Ferranti'ego, t. j. podskok napięcia ponad napięcie zastępcze (które ze wzoru str. 834 określa się na: $E_0 = J \sqrt{R^2 + (2 \pi p L)^2}$), staje się możliwym, gdy wartość pierwiastka we wzorze 1) stanie się większą od wartości pierwiastka we wzorze co dopiero podanym na E_0 , czyli gdy:

$$\left(L 2 \pi p - \frac{1}{C 2 \pi p} \right)^2 > (2 \pi p L)^2, \text{ a więc gdy:} \\ (2 \pi p)^2 (2 C L) < 1.$$

b. Wieloprądy (prądy wielofazowe).

Sposób wykresny. W technice rozprądów, a więc i wieloprądów, do przedstawienia przebiegu fali napięć (względnie wielkości prądu) zamiast prostokątnego układu spólrzędnych (rys. 1210 i 1214) dogodniejszym będzie układ biegunowy (rys. 1212). Czas oznaczamy w nim kątem (np. α) promienia wodzącego względem osi układu, licząc czas jednej drgawki za jeden pełny obrót promienia wodzącego, a więc jako równy 2π . Chwilową wartość napięcia (względnie wielkości prądu), odcinamy na promieniu wodzącym od bieguna układu. Natenczas przebieg sinusoidalny przedstawi się obwodem koła, przechodzącym przez biegun układu. W rys. 1212 jest to mniejsze koło: jego średnica OA , przechodząca przez biegun, określa swą długością największość chwilowego napięcia, a swym kierunkiem, czyli kątem, jaki tworzy z osią OX okre-

Rys. 1212.

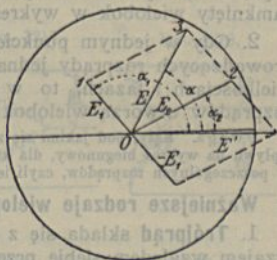


śla ona chwilę, w której pojawia się owa największa wartość napięcia. Gdy napięcie jest odjemne, odcinamy je nie na samym promieniu wodzącym, lecz na jego przedłużeniu po drugiej stronie bieguna, np. OC_1 . Ponieważ czas do początku drgawki, wzgl. fazę, niekoniecznie liczyć musimy od chwili, w której napięcie jest zerem (wykresowa byłaby wtedy kołem stycznym do osi OX), albo od chwili, w której pojawia się największość napięcia (wykresowa byłaby natenczas kołem, którego środek leży na osi OX), lecz liczyć je możemy od chwili dowolnej, więc naogół wykresowa będzie kołem, przechodzącym przez biegun. Średnica tego koła, wychodząca z tegoż bieguna, czyli średnica główna, swą długością i swym kierunkiem określa nam dostatecznie cały przebieg, gdyż określa ona ściśle koło, jakie nad nią, jako średnicą, zatoczyć możemy. Dlatego też, przy wykresnym składaniu przebiegów sinusoidalnych w takież przebiegi wynikowe, przedstawiamy je kresami o długości, położeniu i kierunku owych średnic głównych, które są wielkościami wektoro-

wemi; składamy je zatem ze sobą jak wszelkie wektory, a więc w sposób zupełnie podobny, jak siły w statyce wykreslnej.

W rys. 1213 kąt α_1 średnicy głównej $O1$, napięcia E_1 , oznacza fazę przebiegu tego napięcia, czyli czas, w którym napięcie chwilowe tego przebiegu dochodzi do swej wartości największej. Podobnie kąt α_2 oznacza fazę napięcia E_2 , a obydwie napięcia E_1 i E_2 dają

wynikową E , której wielkość określa nam kresła OB , fazę zaś jej kąt α . Jeżeli w dwóch rozprądach **jednakowej częstotliwości** chwilowe pojawiania się największych wartości napięcia (względnie prądu) są te same, to dwa te prądy mają jednakowe fazy, a więc i jednakowe kąty α . Gdy jednak jeden z tych prądów posiadać będzie fazę α_1 , drugi zaś fazę α_2 , natenczas prądy te będą co do fazy względem siebie przesunięte o kąt (czas): $\alpha_1 - \alpha_2$. Jeżeli np. złączymy dwie zwojnice posobnie za sobą w obwód i w jednej z nich wznieść będziemy prąd o napięciu E_1 i fazie α_1 (rys. 1213), w drugiej zaś prąd tejże samej częstotliwości, lecz o napięciu E_2 i fazie α_2 , to prąd wynikowy posiadać będzie napięcie E i fazę α . Ich wielkości otrzymamy przez złożenie napięć E_1 i E_2 we



Rys. 1213.

wynikową E za pomocą równoległoboku ($O132$) napięć, podlegającego prawom równoległoboku sił; kierunkiem tej wynikowej określamy zarazem kąt α , czyli fazę napięcia wynikowego. Jeżeli naodwrot chodzi nam nie o złożenie dwóch prądów składowych w jeden wynikowy, lecz o różnicę napięć, z jaką działać będą takie dwa prądy, np. na włączoną między ich przewody żarówkę, to napięcie E_2 jednego z prądów składamy z odjemną wartością $-E_1$ drugiego prądu, a wynikowa E' swą wielkością i kierunkiem oznaczy nam szukaną różnicę napięć (p. rys. 1213).

Jak już wspomnieliśmy, oznaczamy we wykresie poszczególne napięcia (wzgl. wielkości prądów) wielkością i położeniem średnic obwodów kołowych, przedstawiających przynależne przebiegi sinusoidalne, lecz średnic wychodzących z bieguna, określających zatem największe chwilowe wartości napięcia, wzgl. wielkości prądu. Obwodów, przedstawiających przebiegi sinusoidalne, zazwyczaj nie wkreślamy wcale, gdyż i bez nich same średnice określają ściśle cały przebieg. Zamiast tych średnic, przedstawiających największe wartości chwilowe, możemy też odcinać na tych samych kierunkach kresy, których długość odpowiadałaby wartościom zastępczym chwilowych napięć, wzgl. chwilowych wielkości prądu, i te wartości zastępcze składać ze sobą na zasadzie równoległoboku sił. Równoległoboku tego nie potrzebujemy jednakże wykreslać w całości, lecz możemy z poszczególnych tych wektorów składać od razu całe wieloboki, na wzór wieloboków sił w statyce wykreslnej.

Opór omiczny W w przewodzie powoduje stratę napięcia JW , którą możemy uważać poniekąd za napięcie prądochłonne, a więc odwrotnie skierowane, a spólfalowe z przebiegiem prądu, i możemy składać je z napięciami pozostałymi.

Rozszerzenie praw Kirchhoff'a na rozprądy jednakowej częstotliwości.

1. W każdym obwodzie, na który działają dowolne, przemienne napięcia prądotwórcze jednakowej częstotliwości, lecz o fazach dowolnie względem siebie przesuniętych, tworzą one, wraz z przeciwnapięciami, wywołanymi przez opory omiczne i opory wzniecone, zamknięty wielobok w wykresie biegunowym.

2. Gdy w jednym punkcie zbiega się dowolna ilość przewodów, prowadzących rozprądy jednakowej częstotliwości, lecz o dowolnych wielkościach i fazach, to w wykresie biegunowym wielkości tych rozprądów utworzą wielobok zamknięty.

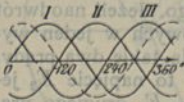
Uwaga. Kąty, pod jakimi się zbiegają przewody w danym punkcie, pozostają bez wpływu na wykres biegunowy, dla którego ważnymi są tylko kąty, przedstawiające fazy poszczególnych rozprądów, czyli ich przesuwy co do czasu.

Ważniejsze rodzaje wieloprądów, t. j. rozprądów wielofazowych.

1. **Trójprąd** składa się z trzech rozprądów, których fazy są nawzajem względem siebie przesunięte o 120° (p. rys. 1214).

Fala II przoduje fali III o 120° , a podąża o tyleż za falą I.

Rys. 1214.



Jeżeli falę II odwrócimy, np. przez odwrotne połączenie przynależnych zwódek twornikowych, otrzymamy falę, przedstawioną w rys. 1214 linią przerywaną, a taką odwróconą falę przoduje fali I o 60° , i o tyleż podąża za falą III.

Gdybyśmy trzy prądy składowe trójprądu rozprowadzali w zupełnej wzajemnej niezależności, a więc bez wszelakiego ich skojarzenia, każdy z tych prądów wymagałby dwóch niezależnych przewodów, czyli ogółem potrzebowalibyśmy 6 takich przewodów. Możemy jednakże trzy te prądy skojarzyć ze sobą w ten sposób, że wszystkie trzy ich przewody powrotne zleją się niejako w jeden spólny **przewód obojętny**. Przez ten przewód wszystkie trzy prądy powracają łącznie do trójprądnicy, znosząc się nawzajem poczęści, a przy zupełnie jednakowym odbyciu z trzech skojarzonych **przewodów skrajnych**, nawet zupełnie, o ile zaniedbamy **prądy pochodne**, powstające wskutek wzajemnego przenikania się fal owych trzech prądów. Trzy fale bowiem, przesunięte względem siebie o 120° , przenikając się nawzajem, mogą wytworzyć przedewszystkiem prąd pochodny o trzy razy większej częstotliwości, a nawet i dalsze prądy pochodne, jeszcze bardziej uczęstotliwione. Przewód obojętny musi odprowadzać wszystkie takie prądy pochodne. Często stosujemy odmienny układ na rozstawienie przyrządów oświetlających, a odmienny na rozprądniki: mianowicie wstawiamy pierwsze z nich między przewód obojętny, a poszczególne przewody skrajne, drugie zaś wyłącznie tylko w poszczególne pary przewodów skrajnych, albo też odwrotnie, przyczem je-

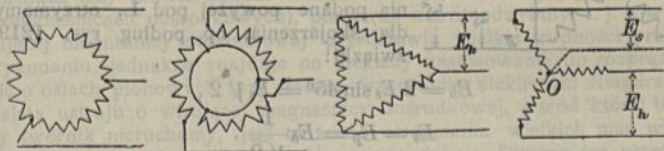
dnak zawsze należy się starać o możliwie jednakowe odbyty z poszczególnych przewodów skrajnych. Przewód obojętny nie jest wszakże nieodzowny i ponajczęściej obywamy się bez niego. Trzy poszczególnie prądy trójprądu (lub wogóle prądy wieloprądów) możemy ze sobą kojarzyć w sposób dwojaki, a mianowicie: **poobwodowo** (rys. 1215), albo **dośrodkowo** (rys. 1216). Przy kojarzeniu poobwodowym zwójki twornika stanowią obwód w sobie zamknięty, z którego trzech punktów wyprowadzamy na zewnątrz trzy prądy skojarzone, w sposób wskazany w rys. 1215, w którym (podobnie jak i w trzech następnych) każda linia łamana w zakosy oznacza

Rys. 1215.

Rys. 1216.

Rys. 1217.

Rys. 1218.



cały szereg zwójek twornikowych tej samej fazy, złączonych ze sobą posobnie; zwójki faz niejednakowych łączą się ze sobą tylko w obwód twornikowy, który jest zarazem poniekąd przewodem kojarzącym. Przy kojarzeniu dośrodkowym (rys. 1216) obwód twornika nie jest sam w sobie zamknięty: z jednego końca szeregu posobnie złączonych zwójek każdej fazy wychodzi na zewnątrz przewód skrajny tejże fazy, podczas gdy drugi koniec szeregu zwójek tejże fazy łączy się dośrodkowo z takimiż końcami szeregów zwójek faz pozostałych, a to za pośrednictwem oddzielnych przewodów kojarzących, od których wychodzi też na zewnątrz przewód obojętny, o ile go wogóle stosujemy (p. rys. 1218). Dwa te układy kojarzenia, przedstawione w rys. 1215 i 1216, szkicujemy ponajczęściej w sposób uproszczony, wskazany w rys. 1217 i 1218, przedstawiając obwód twornika w postaci trójkąta, względnie gwiazdy trójpromiennej, z której środka może wychodzić ów przewód obojętny.

Jeżeli oznaczymy przez:

- E_s napięcie zwójkowe, t. j. napięcie między końcami szeregu zwójek twornikowych tej samej fazy,
- E_h napięcie międzyfazowe, t. j. napięcie między dwoma przewodami skrajnymi, o różnych fazach,
- E_p napięcie fazy, t. j. napięcie między jednym z przewodów skrajnych a przewodem obojętnym, bądź to istniejącym w sieci, bądź też tylko pomyślanym (gdy sieć jest bez niego), to otrzymamy poniższe związki:

a) w skojarzeniu poobwodowym:

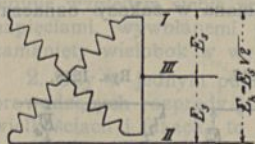
$$E_s = E_h = 2 E_p \sin 60^\circ = E_p \sqrt{3},$$

b) w skojarzeniu dośrodkowym:

$$E_s = E_p = E_h \frac{1}{2 \sin 60^\circ} = E_h \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

2. Dwuprąd składa się z dwóch rozprądów, których fazy są nawzajem przesunięte o 90° . Prądy te możemy wyprowadzać z dwuprądnicy bez ich skojarzenia, a natenczas każdy z nich wymaga

Rys. 1219.



dwa przewodów, czyli ogółem potrzebujemy czterech przewodów. Możemy jednak prądy te skojarzyć ze sobą, jednocząc obydwa ich przewody powrotne w spólny przewód obojętny, jak to przedstawiono w rys. 1219. Stosując oznaczenia podane powyżej pod 1., otrzymamy dla skojarzenia, np. podług rys. 1219, związku:

$$E_h = 2 E_s \sin 45^\circ = E_s \sqrt{2},$$

$$E_s = E_p = E_h \frac{1}{\sqrt{2}}.$$

Przyrządy oświetlające stawiamy zazwyczaj między przewodnik obojętny III a przewód skrajny I, wzgl. II. Przewodnik obojętny prowadzi natenczas prądy powrotne z obydwóch skrajnych przewodów skojarzonych, czyli prowadzi on prąd o wielkości $J\sqrt{2}$, jeżeli przez J oznaczymy wielkość prądu w jednym z przewodów skrajnych. Przewód obojętny musi zatem być stosunkowo grubszy. Możemy jednak przyrządy oświetlające stawiać i między obydwa przewody skrajne, posiłkując się natenczas zazwyczaj przetwornikiem jednofazowym, a układ taki stosujemy zwłaszcza w przypadku, gdy sieć równocześnie zasila większą ilość dwuprądników, które przyłączamy do wszystkich trzech przewodów.

Podobnym do układu co dopiero opisanego jest układ, wychodzący dziś już z użycia, lecz dawniej szeroko stosowany w Ameryce północnej i znany tam pod nazwą „monocycle system”. Jest to układ poniekąd jednofazowy, o napięciu E , do którego dodano jednakże fazę pomocniczą, o napięciu $\frac{E}{2}\sqrt{3}$, a przesuniętą o 90° względem fazy głównej. Przyrządy oświetlenia działają jako jednofazowe; do prądnic natomiast doprowadza się i faza pomocnicza, z pomocą której rozruch prądnic odbywa się w sposób podobny jak trójprądnic, dalszy bieg jego zaś może być albo trójprądnicowy, albo też, po wyłączeniu fazy pomocniczej, prądnik iść może dalej jako zwykły jednaprądnik.

c. Ustrój rozprądnic, t. j. jednaprądnic i wieloprądnic.

Rozprądnice niskonapięte budujemy często w ustroju podobnym do sprądnic, t. j. z magniesnicą jako stałą, a z wirnikiem twornic-

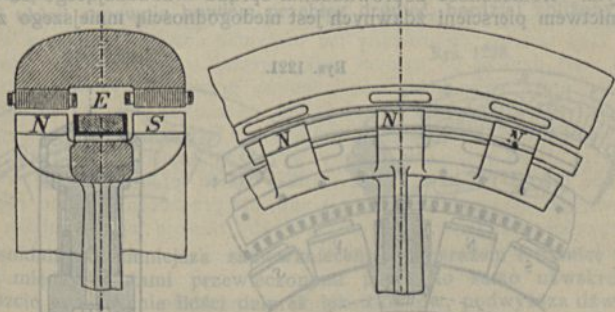
kowym. Przerządник zastępujemy natenczas jednolitymi pierścieniami zdawnymi, dwoma dla jednoprdnic, a trzema dla trójprzrdnic.

Rozprzrdnice wysokonapięte natomiast miewają zazwyczaj ustrój odwrotny: stalkę jest w nich twornik, wirnikiem zaś magneśnica. Taki ustrój zabezpiecza lepiej prawidłowe zosobnienie wysokonapiętych nawojów na tworniku nieruchomym i ułatwia odprowadzenie z niego wysokonapiętych rozprzrdów, nie wymagając na ten cel pośrednictwa zdaw i pierścieni zdawnych lub tym podobnych przrzrdów ruchomych, które znajdują tu natomiast zastosowanie tylko do wprowadzenia niskonapiętego sprzrdu w nawoje magneśnicy wirującej. Ustrój ten nadaje się jednak równie dobrze i do rozprzrdnic nizkiego napięcia. W rozprzrdnicach o osiach poziomych magneśnica wirująca leży prawie zawsze wśród stalki twornikowej (rozprzrdnice o magneśnicach odśrodkowych), ponieważ ustrój odwrotny, t. j. o wirującej magneśnicy dośrodkowej przedstawia wielkie trudności przy wykonaniu, jednakże znajduje on niekiedy zastosowanie do rozprzrdnic o osiach pionowych (np. starsze rozprzrdnice elektrowni Niagara). Zaletą ustroju o wirującej magneśnicy dośrodkowej, wśród której leży twornik nieruchomy, jest możność otrzymania wielkich mas wirujących, które ujednostajniają bieg rozprzrdnicy. Dlatego też ustrój ten znajduje zastosowanie do rozprzrdnic nawet o osi poziomej, napędzanych silnikami o większej niejednostajności biegu, np. silnikami spalinowymi. O niezbędnej mocy silnika napędnego p. str. 836.

Rozprzrdnice ze stalką twornikową, a magneśnicą wirującą, budujemy dwojakiego ustroju, mianowicie albo ustroju naprzeciwnobiegunowego, albo naprzemiannobiegunowego.

1) **Rozprzrdnica naprzeciwnobiegunowa** (rys. 1220) posiada magneśnicę wirującą, która stanowi w swej całości jeden tylko elektromagnes, wzbudzany jedną zwojnicą E , okalającą obwód całej magneś-

Rys. 1220.



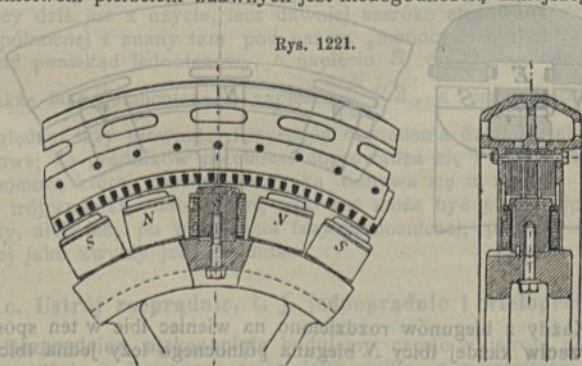
nicy. Każdy z biegunów rozdzielono na wieniec łbic w ten sposób, że **naprzeciw** każdej łbicy N bieguna północnego leży jedna łbica S z wieńca bieguna południowego. Powierzchnie czynne łbic leżą

w powierzchni walcowej (rys. 1220), a natenczas dąż magnetyczny z łbicy północnej ma kierunek popromienny odśrodkowy, wraca zaś do łbicy południowej popromiennie dośrodkowo; szlaki magnetyczne w tworniku muszą zatem zakrzywić się o 180° . Można jednak czynne powierzchnie łbic ustawić w płaszczyznach prostopadłych do osi, wprost naprzeciw siebie tak, aby dąż magnetyczny przebiegał przez rdzenie zwójek twornikowych po szlakach prostych, równoległych do osi; urządzenie takie jest jednak bardziej złożony. Zwojnicy wzbudzającą możemy osadzić na samej magneśnicy wirującej, a natenczas obraca się ona wraz z magneśnicą, a sprąd wzbudzający musimy doprowadzać za pośrednictwem zdaw i pierścieni zdawnych. Możemy jednak ową zwojnicę wzbudzającą przytwierdzić do nieruchomego twornika, zamiast do magneśnicy wirującej; natenczas magneśnica wiruje luźno wśród owej ją okalającej zwojnicy, sprąd zaś wzbudzający możemy doprowadzać bez pośrednictwa ruchomych pierścieni zdawnych.

Dąż magnetyczny w tworniku posiada zawsze tę samą dążność kierunkową, t. j. od strony wieńca łbic północnych w stronę wieńca łbic południowych; rdzeń dowolnej zwójki twornika nie podlega zatem przemagnesowaniu, lecz dąż magnetyczny w nim dochodzi do swej największości w chwili, gdy dwie naprzeciwne łbice znajdują się nawprost niego, a spada prawie do zera, gdy środek odstępów międzyłbicowego nasunie się nawprost niego. Wyzyskujemy zatem tylko połowicznie wzbudzenie, jakie osiągamy w magneśnicy, a nadto rozprądnice takie wymagają wiele żelaza, są ciężkie i posiadają znaczny usmyk magnetyczny. Dlatego też urządzenie ten znajduje mniej zastosowania do rozprądnic o wielkiej mocy, natomiast do rozprądnic mniejszych zaleca się on tak swą prostotą, jako też oszczędnością na prądzie wzbudzającym.

2) **Rozprądnica naprzemiannobiegunowa** (rys. 1221), o stałej twornikowej a wirniku magneśnicowym, jest urządzeniem najczęściej stosowanym. Konieczność doprowadzania sprądu wzbudzającego za pośrednictwem pierścieni zdawnych jest niedogodnością mniejszego zna-

Rys. 1221.



czenia wobec innych zalet tego ustroju. Na obwodzie magnesnicy stoją wieńcem, popromiennie skierowane pieńki z łbicami i nawojami wzbudzającymi, naprzemiennie północne i południowe. Jeżeli pieńki te są stale osadzone na magnesnicy, to stałka twornikowa bywa poosiowo przesuwana, aby, po jej odsunięciu, mieć swobodny dostęp w celu naprawy nawojów tak twornikowych jak i wzbudzających. Jeżeli natomiast stałka twornikowa jest nieprzesuwana, to pieńki biegunowe należy osadzić na obwodzie magnesnicy w taki sposób, aby była możliwość wyjmowania w kierunku poosiowym każdego poszczególnego pieńka wraz z przynależną łbicą i zwojnicą. Natenczas dla naprawy poszczególniej zwojnicy wzbudzającej wyjmujemy ją wraz z pieńkiem i łbicą, a do naprawy uszkodzonej części nawoju twornikowego wyjmujemy kilka takich pieńków sąsiednich z przynależnościami, aby udostępnić sobie nawój twornikowy od strony wewnętrznej, pokręcając magnesnicę tak, aby szczyrba, powstała przez wyjęcie pieńków, stawała nawprost tej części nawoju twornikowego, którą naprawiamy. Stałka twornikowa otrzymuje w stosownych miejscach otwory lub dziury nawskrośne, mające ułatwiać należyte przewietrzanie.

Uzwojenie rozprądnic.

Tworniki na rozprąd są prawie zawsze dziurowane albo żłobkowane i otrzymują przeważnie nawój bębnowaty. W rys. 1222 przedstawiono najprostsze uzwojenie dziurowanego twornika na jednoprąd: na każdą **połówkę** zwojki przypada tu tylko jedno nawskrosie (dziura lub żłobek), a uzwojenie tego rodzaju zwiemy **dwuwskrośnem**, ponieważ na każdą zwojkę przypadają po dwa nawskrosia. Właściwszem jednak będzie uzwojenie wielowskrośne (przynajmniej czwór- lub sześciowskrośne), t. j. takie, w którym na każdą zwojkę, czyli na każdy biegun i na każdą fazę, mamy w tworniku po dwie lub więcej par nawskrosi, przez które przewlekamy druty danej zwojki. Taki układ zapewnia bowiem przebieg drgnięć, bardziej zbliżony do

Rys. 1222.

Rys. 1223.



sinusoidalnego, zmniejsza samowznieszenie, a zarazem i różnicę napięć między drutami przewleczonymi przez to samo nawskrosie; wreszcie zwiększenie ilości dziurek lub żłobków, podwyższa dźwięk, jaki wydawać może rozprądnica podczas biegu, czyli zapobiega ono jej buczeniu.

Rys. 1222 przedstawia uzwojenie dwuwskrośne twornika na jednoprąd, o **zwojkach przyleżnych**, t. j. przylegających do bocznych

powierzchni twornika. Kierunki prądów, wznieczanych w chwilowem położeniu magniesnicy podczas jej obrotu, oznaczonego w rysunku strzałką większą, wskazano strzałkami mniejszemi. Nadto wysowno tu jeden drut międyzwojkowy, mianowicie nad biegunem S, podczas gdy innych takich drutów nie wysowno, by rysunek nie tracił na przejrzystości. (W rys. 1223 opuszczono również te druty międyzwojkowe).

Uzwojenie o zwójkach przyleżnych jest wprawdzie możliwe i w trójprądnicach, do których jednakże zalecają się bardziej **zwójki odstajne**: naprzemiany płaskie i odgięte. W rys. 1223 przedstawiono właśnie takie uzwojenie, lecz tylko dwuwskrośne, aby się rysunek nie stał zbyt zawiłym, chociaż, jak już wspomniano, stosujemy zazwyczaj uzwojenia wielowskrośne, t. j. o wielu parach nawskrosi dla każdego bieguna i dla każdej fazy. W rys. oznaczono cyframi 1, 2 i 3 zwójki przynależne do poszczególnych faz: musimy zatem łączyć zawsze posobnie zwójkę płaską z drugą z rzędu zwójką odgiętą. W trójprądnicach ilość biegunów równa się $\frac{2}{3}$ ilości zwójek.

Jeżelibyśmy w rys. 1223 wszystkie zwójki płaskie złączyli posobnie ze sobą i to samo uczynili ze zwójkami odgiętymi, to otrzymalibyśmy uzwojenie czwórskrośne **dwuprądniczy**, w której jednakże ilość biegunów musiałaby się równać połowie ilości zwójek.

Wykonanie nawojów. Twornik dziurowany, gdy na każdy biegun i fazę przypada po kilka par nawskrosi, posiada przedewszystkiem tę zaletę, że przebieg napięcia jest prawie ściśle sinusoidalny; nadto twornik dziurowany powoduje mniej szumu. Wykonanie nawoju na nim przedstawia jednak pewne trudności, jeżeli przez poszczególne dziury musimy przewlekać po kilka drutów, a to w celu otrzymania wyższego napięcia. Mimo te trudności tworniki dziurowane znajdują najszersze zastosowanie; często jednakże wycinamy na obwodzie aż do dziury szparę, która umożliwia nam, przewlekanie drutu przez dziurę zastąpić prostem jego wkładaniem. Twornik tego rodzaju, ściśle biorąc, przestaje być twornikiem dziurowanym, a jest raczej żłobkowym, o żłobkach spodem się rozszerzających.

Gdy twornik dziurowany ma otrzymać nawój z prętów, a w każdej swej dziurze po jednym tylko pręcie, to przesuujemy poszczególne pręty wraz z ich zosobnieniem przez dziury, wystające zaś końce prętów łączymy w należytem porządku, po dwa ze sobą za pośrednictwem dolutowanych pałaków. Nawój pręciany zaleca się zawsze przed drucianym, a przy wyższych napięciach możemy przez każdą dziurę przewlekać i po kilka takich prętów. Jeżeli w elektrowni zamierzamy podwyższać napięcie przetwornikami, to napięcia rozprądnic należałoby dobrać takie, aby nawoje ich tworników dały się jeszcze wykonać jako pręciane.

d. Obliczanie rozprądnic.

W jedno- lub wieloprądniczy ilość biegunów P określamy wzorem:

$$P = \frac{120 p}{n},$$

w którym p oznacza częstotliwość drgań na sekundę, n zaś ilość obrotów wirnika na min. W magnęnicach naprzeciwobiegunowych ich bieguny tworzą dwa wieńce, leżące nie w tej samej płaszczyźnie prostopadłej do osi; w magnęnicach o biegunach naprzemiennych natomiast bieguny te tworzą jeden tylko wieńiec, leżący w jednej płaszczyźnie prostopadłej do osi wirowania.

Zastępcze napięcie prądowórcze, wzniecane w jednym zwoju twornikowym, wyraża się w V wzorami:
w rozprądnicę naprzeciwobiegunowej (rys. 1220):

$$E = 10^{-8} q_a B_a p k, \\ = 10^{-8} S_a p k;$$

a w rozprądnicę naprzemiannobiegunowej (rys. 1221):

$$E = 2 \cdot 10^{-8} S_a p k.$$

We wzorach tych oznacza:

$q_a B_a = S_a$ ilość magnetostek, przedążających wśród zwójki w najkorzystniejszym jej położeniu nawprost bieguna; czyli, gdy zwójka obejmuje obszar należyty, i gdy zaniedbamy usmyk magnetyczny, będzie to całkowita ilość magnetostek w dążu magnetycznym jednego bieguna;

p (zazwyczaj = 50) częstotliwość drgań na sek; wreszcie

k współczynnik przebiegu drgnięcia, zależny od rodzaju przebiegu, posiadający wartość wahającą się w granicach od 1,9 do 2,8, a dla przebiegów sinusoidalnych będzie $k = 2,2$.

Jeżeli w każdej fazie łączymy posobnie z zwójek za sobą, z których każda posiada t zwojów, również posobnie za sobą idących, to całkowite, zastępcze napięcie prądowórcze w każdej fazie będzie: $\Sigma E = 10^{-8} S_a p k z t$ V, w rozprądnicach naprzeciwobiegunowych, a $\Sigma E = 2 \cdot 10^{-8} S_a p k z t$ V, w rozprądnicach naprzemiannobiegunowych.

Ponieważ w rozprądnicę naprzeciwobiegunowej (podł. rys. 1220) mamy dwa wieńce zwojek, z których każdy zawiera po $\frac{P}{2}$ zwójek,

więc będzie tu $z = 2 \frac{P}{2} = P$. W rozprądnicę naprzemiannobiegunowej natomiast będzie $z = \frac{P}{2}$.

Wprowadzając te wartości na z we wzory powyższe, otrzymamy dla obydwóch tych ustrojów spólny wzór:

$$\Sigma E = 10^{-8} P t S_a p k V.$$

W uzwojeniu napięściennem ilość przewodów wzniečných jest dwa razy mniejsza, wypada zatem dla takiego uzwojenia prawe strony wzorów powyższych podzielić przez 2.

Proste sumowanie napięć prądowórczych z poszczególnych zwojów daje wynik ścisły tylko w przypadku, gdy napięcie ma we wszystkich zwojach dokładnie tę samą fazę. A że warunku tego w rzeczywistości nie dopełniamy, zwłaszcza w twornikach wielowskość-

nych, więc podane powyżej wartości ε , ważne dla poszczególnego zwoju, należy odpowiednio zmniejszyć dla wzorów na całkowite napięcie prądowórcze. Z tej też przyczyny zwójki w jednoprądnicach, jako względnie wąskie, nie wypełniają całego miejsca swobodnego na tworniku, które to miejsce we wieloprądnicach możemy zająć przez zwójki faz innych. Dlatego też takie wieloprądnice, przy jednakowej wadze, posiadają moc znacznie większą niż jednoprądnice. Do wieloprądnic o prądach nieskojarzonych stosują się również wzory powyższe, określają nam one jednak napięcie prądowórcze poszczególnego prądu nieskojarzonego.

Względnie do napięcia prądowórczego, przy danem wzbudzeniu magnesnicy rozprądnic, napięcie międzykrańcowe zmniejsza się pod wpływem następujących czynników: oporu omicznego w obwodzie wewnętrznym, prądów wicherzających, samowznecania w zwojach twornikowych, wreszcie pod wpływem przeciwwzbudzania twornikowego, osłabiającego wzbudzenie biegunów, a występującego tem silniej, im większym będzie odbył samowznietny rozprądnicy. Gdy rozsuw fal napięcia i prądu, t. j. kąt φ , pod wpływem takiego odbytu przybierze znaczniejszą wartość, czyli gdy $\cos \varphi$ stanie się względnie małym, wpływ przeciwwzbudzania twornika osłabia napięcie bardzo znacznie. Dlatego też, projektując rozprądnice, które mają pracować łącznie i na oświetlenie i na rozprądniki, należy starać się wpływ ten wedle możności zmniejszyć.

W rys. 1224 przedstawiamy wykres (podług Kapp'a), który wykazuje wpływ rozsuwu fal na napięcie międzykrańcowe, przy niezmienniej wielkości prądu wzbudzającego: Około dowolnego punktu O , jako środka, zataczamy koło promieniem OA , równającym się napięciu międzykrańcowemu podczas biegu jałowego. Poziomo z punktu O odcinamy kresę OC , równą największej stracie napięcia od przeciwwzbudzania twornika, czyli dla $\varphi = 90^\circ$, a $\cos \varphi = 0$. Stan taki nastąpiłby przy skrótowaniu rozprądnicy. Z końca C tej kresy odcinamy prostopadle do niej kresę CD , równą stracie napięcia od oporu omicznego i od prądów wicherzających. Około punktu D , jako środka, zataczamy koło promieniem $DB = OA$, a dla dowolnego kąta φ , na promieniu OF obydwie koła odcinają nam dwie kresy: FG przedstawia stratę napięcia międzykrańcowego, OF natomiast samo napięcie międzykrańcowe, a więc zmniejszone już o ową stratę.

Obydwa te przypadki skrajne odbytu rozprądnicy, a mianowicie przy biegu jałowym i przy skrócie, dostarczają nam danych, znamionujących poniekąd samą rozprądnicę, a mianowicie dostarczają one wartości miarodajnych: OA i OC (rys. 1224).

Znamienną biegu jałowego, t. j. wykresową oE_k w rys. 1225, otrzymamy, biorąc wielkości sprądu wzbudzającego za odcięte,

z takiego założenia, pozostaje bez dotkliwego wpływu na wynik, t. j. na wartość OD , ponieważ kąt $\varepsilon = COD$ bywa zazwyczaj mały, bo podług Arnold'a, średnio około 10° .

Znając wartość kąta ε , bądź to z doświadczenia powyżej opisanego, bądź też jako z góry założoną, możemy wykreślić spąd napięcia dla dowolnego kąta rozsuwu φ , posilując się do tego znamiennej biegu jałowego i znamiennej skrótowej. W rys. 1225 podano to wykreślenie tylko dla wartości $\varphi = 0$, a $J = J_1$.

Około punktu o , jako środka, zataczamy koło promieniem i_2 , t. j. o wielkości sprądu wzbudzającego, niezbędnego na wzniesienie prądu J_1 podczas skrótów twornika. Z punktu o kreślimy promienie: oa , oa_1 , $oa_2 \dots$ pod kątami $(\varepsilon + \varphi)$ względem osi rzędnej OY , a to dla tych wartości φ , dla których przeprowadzamy wykreślenia, a więc np. oa dla wartości $\varphi = 0$. Z punktu a (wzgl. a_1 , $a_2 \dots$) zataczamy łuk koła promieniem $ab = i_1$, przecinający oś odciętych oX w punkcie b , przyczem i_1 oznacza sprąd wzbudzający oO dla napięcia $OF = OA$ biegu jałowego. Kresła ob przedstawia nam *) wynikową wielkość sprądu wzbudzającego, natomiast rzędna $be'_1 = Oe_1 = e_1$, przynależne napięcie międzykrajcowe. Można jednak **) wykreślić prostą oF' , która na rzędnej be'_1 wyznaczy punkt przecięcia e'_2 , i uważać kresła $be'_2 = Oe_2 = e_2$ jako napięcie międzykrajcowe.

Pierwszy z wyników, t. j. e_1 , bywa zazwyczaj większy, drugi zaś, t. j. e_2 , zazwyczaj mniejszy od napięcia istotnie się pojawiającego, które będzie zatem posiadało ponajczęściej wartość pośrednią między e_1 i e_2 . Tę wartość pośrednią, przybliżenie zgodną z rzeczywistością otrzymamy, zataczając w rys. 1225, podobnie jak to uczyniliśmy w rys. 1224, dwa koła promieniem OF' , około punktów O i D jako środków. Drugie z tych kół, zatoczone około środka D , odcina nam na rzędnej OF' kresła OG , która przedstawia właśnie szukane napięcie międzykrajcowe dla rozprądu J_1 , o rozsuwie $\varphi = 0$.

Jeżeli rozprąd J_1 , na zasadzie którego wykreślaliśmy wartość OC , nie był wielkości normalnej, to wypada zmienić otrzymaną z wykresu wartość OC w prostym stosunku z wielkością tych rozprądów.

Skrót w sprądnicy grozi zazwyczaj spalaniem jej nawoju, w rozprądnicy natomiast, nawet przy pełnym jej wzbudzaniu, bywa on na ogół mniej groźny; albowiem wraz z wielkością rozprądu wzniesionego wzrasta jego rozsuw φ , a to skutkiem skrótów; wzrasta zatem też bardzo znacznie i przeciwwzbudzenie twornikowe, które, osłabiając wzbudzenie magneśnicy, pozbawia wzniesiony rozprąd dążności do bezgranicznego zwiększania swej wielkości. Mimo to dobrze będzie zwiększać ustrojowo spąd napięcia w takich rozprądnicach, które, z powodu rodzaju swej pracy, podlegają częściej skrótom, a więc np. w rozprądnicach na wyrób węgla wapniowego (karbidu) i t. p.

*) Podług Rotert'a i Arnold'a, sposób składania usiłowań magnetycznych.

**) Podług Behn-Eschenburg'a, sposób składania napięć prądowórzyczych.

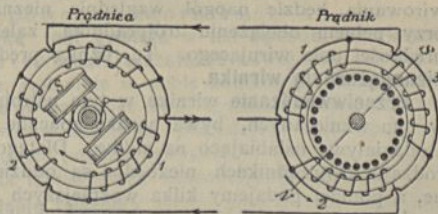
e. Trójprądniki, oraz ich pole wirujące.

Gdy przez zwojnicę elektromagnesu przechodzi rozprąd, wzbudza on pole przemienne, t. j. pole, którego natężenie posiada przebieg podobny do przebiegu wielkości rozprądu. Dwa lub więcej takich elektromagnesów wytwarzają swą łączną działalnością pewne pole wynikowe, którego natężenie zmienia się w zależności od zmian natężenia w poszczególnych polach składowych. Jeżeli fazy rozprądów, wzbudzających poszczególne magnesy, będą nawzajem względem siebie przesunięte, to największości (wzgl. najmniejszości) natężeń w poszczególnych polach składowych pojawiać się będą niejednocześnie: przebieg natężenia w polu wynikowym musi z konieczności odzwierciedlić tę niejednoczesność. Jeżeli nadto osie poszczególnych elektromagnesów nie będą do siebie równoległe, lecz względem siebie pochylone, to natężenie pola wynikowego podczas każdej drgawki rozprądu będzie zmieniało nie tylko swą wielkość, lecz i kierunek.

We wieloprądnikach należy dążyć do takiego układu magnesów, aby pole wynikowe posiadało natężenie możliwie niezmiennie wielkości, i aby kierunek jego wirował z możliwie jednostajną prędkością kątową, a pole takie zwiemy **polem wirującym**; możemy zaś je otrzymać zarówno z dwuprądu, trójprądu, jak i w ogóle z wieloprądów.

Rys. 1226 wyobraża elektryczny przesył pracy, a mianowicie: po lewej stronie prądnicę, po prawej zaś prądnik. Prądnicę, przedstawioną w rys. 1226, jest

Rys. 1226.



trójprądnicą o dwubiegunowej magnesnicy wirującej i stałce twornikowej, której uzwojenie kojarzy się dośrodkowo, a skojarzenie to wysowno na zewnątrz twornika, by nie zaciemniać rysunku. Gdybyśmy zamiast trójprądnika, przedstawionego po prawej stronie rysunku, ustawili trójprądnik z wirnikiem, podobnym do przedstawionego w trójprądnicę po stronie lewej, a więc również wzbudzany przez sprąd obcy, to otrzymalibyśmy **trójprądnik nadający**. Trójprąd, dochodzący do pierścieniowatej stalki takiego trójprądnika wzbudzałby w niej pole wirujące: w położeniu, przedstawionem w rys. 1226, rozprąd fazy 1 dochodzi właśnie do swej największości, pole wynikowe w trójprądniku będzie zatem chwilowo miało kierunek, wskazany linią *NS* po prawej stronie rysunku. Magnesnica prądnika, wzbudzana prądem obcym, miałaby dążność ustawiania się w kierunku pola. A że pole to wiruje, więc magnesnica miałaby dążność podążania za niem z tą samą prędkością, a podążałaby w istocie, gdybyśmy ją

rozruszyli, gdyż tego rodzaju trójprądniki nadążne nie rozruszają się samoczynnie.

Z powodu w końcu wspomnianej wady trójprądnic nadążnych, a również z powodu potrzeby obcego prądu do ich wzbudzenia, trójprądniki te mniej znajdują zastosowania, albowiem **trójprądniki nienadążne** wad tych nie posiadają: rozruszają się one samoczynnie ze siłą dość znaczną, nie wymagają prądu obcego do wzbudzenia, nie wymagają nawet wogóle doprowadzania jakiegobądź prądu do swego wirnika. Po prawej stronie rys. 1226 przedstawiamy taki trójprądnik najprostszego ustroju. Wirnik posiada rdzeń z cienkich blach żelaznych, a nawój z prętów równoległych do osi, oznaczonych w rys. kółkami zaczerpionymi. Końce tych prętów, wystające poza rdzeń twornika, złączono po każdej jego stronie skrótowo za pośrednictwem pierścienia, przylutowanego do wszystkich końców prętów tejże strony. Pole wirujące, wzbudzone w stałe przez trójprąd, wzniesie wielkie prądy w tych prętach wirnika, które, pod wpływem elektromagnetycznego oddziaływania trójprądu stałki, napędzają rdzeń twornika, nadając mu ruch wirowy.

Gdyby wirnik wirował z taką samą prędkością kątową, jak wirujące pole magnetyczne, natenczas pole to nie mogłoby wzniesić żadnych prądów w nawoju wirnika. Do takiego wzniesienia prądów niezbędnym bowiem jest, aby poszczególne pręty wirnika przecinały kolejno dąż magnetyczny pola wirującego, czyli niezbędną będzie pewna względna prędkość kątowa pola wirującego względem wirnika. Wobec nieznacznego oporu omicznego w skrótowanych prętach twornika, owa względna prędkość kątowa, czyli różnica prędkości wirowania, będzie naogół względnie nieznaczna, dosięga bowiem, przy pełnym obciążeniu trójprądnika, zaledwie wartości 3 do 6^o/_o prędkości pola wirującego. Tę różnicę prędkości wirowania zwiemy **nienadążnością wirnika**.

Przeciwwbudzanie wirnika w tym ustroju, pod wpływem prądów w nim wzniesionych, bywa bardzo znaczne podczas jego rozruchu i oddziaływa osłabiająco na stałkę. Dlatego też przy wielkich tego rodzaju trójprądnikach niezbędne są oddzielne urządzenia rozruszne, a poniżej podajemy kilka ważniejszych takich ustrojów:

1. Rozruszanie bez urządzeń dodatkowych.

Najprostszym urządzeniem rozrusznym będzie **zwykły włącznik trójprądowy**, za pomocą którego, przestawiając jego rączkę, włączamy odrazu pełen trójprąd w nawoje magnesnicy trójprądnika, będącej zazwyczaj stałką (aczkolwiek i układ odwrotny jest możliwy). Takie nagłe wprowadzenie pełnego trójprądu w nawoje trójprądnika powoduje znaczne wahania napięcia w sieci, a również silne szarpania wirnika podczas jego rozruchu. Ustrój taki stosujemy zatem tylko do bardzo małych trójprądnic, a i w nich nawet staramy się złagodzić wadliwość ich rozruchu, stosując nawój twornika o większym oporze, nie bacząc na zmniejszenie się skutkiem tego sprawności.

2) Oporniki rozruszne.

a) Opornik stawiamy w przewody prowadzące trójprąd do magnesnicy, w której wzbudzamy zatem w samym początku rozruchu pole

względnie słabe. W ten sposób unikamy wprowadzić wadliwości powyżej opisanej, otrzymujemy natomiast względnie małą siłę rozruszną; dla tego też trójprądniki z takim urządzeniem mało znajdują zastosowania, jako niezdolne do rozruchu pod pełnym obciążeniem. Skutek podobny możemy otrzymać i przez zastosowanie przetworników trójprądowych, które znajdują dość szerokie zastosowanie do większych nawet trójprądnic, rozruszanych jałowo, albo pod obciążeniem zwolna tylko wzrastającym, a więc do napędzających np. pompy odśrodkowe, przewietrzniki i t. p. Nawój przetwornika składa się z szeregu działek, które włączamy stopniowo posobnie, zwiększając w ten sposób stopniowo napięcie trójprądu aż do pełnej jego wysokości. Przyrządy rozruszne powyżej wspomniane umożliwiają rozruszenie trójprądnika zdala, np. ze samej elektrowni, nie wymagając w tym celu przewodów dodatkowych.

β) Opornik rozruszny włączamy w obwód nawoju twornikowego, a natenczas rozruch silnika następuje przy względnie znacznym oporze, który zmniejszamy stopniowo, w miarę jak wirnik nabiera prędkości. Moment rozruszny jest tu dość znaczny, tak że trójprądnik rusza z łatwością pod pełnym obciążeniem; w miarę zwiększającej się prędkości, moment obrotowy wprowadzie słabnie, lecz możemy zwiększać go ponownie, przez dalsze, stopniowe zmniejszanie oporu obwodu.

3) Przerządники w obwodzie magneśnicy.

Uzwojenie magneśnicy posiada taki układ, że za pomocą oddzielnego przerzadnika możemy kojarzyć zwójki trzech jej faz w sposób dwojaki: raz poobwodowo, drugi raz dośrodkowo. W ten sposób możemy otrzymać dwa odmienne napięcia o wzajemnym stosunku $\sqrt{3}$ (por. str. 841), a do rozruchu stosujemy mniejsze z tych napięć.

4) Przerzadnik w obwodzie twornika.

α) **Uzwojenie twornika jest dwoiste** w ten sposób, że twornik posiada dwa nawzajem **od siebie niezależne** uzwojenia, z których jedno, o wielkim oporze, jest stale w sobie zamknięte i działa samo podczas rozruszania, nie przerywając swej czynności i podczas pełnego biegu; drugie uzwojenie natomiast, posiadające mały opór, zostaje w sobie niezamknięte podczas rozruchu, a zamyka się skrótowno dopiero, gdy wirnik nabierze już znaczniejszej prędkości.

β) **Przełączne uzwojenie twornika** składa się z dwóch obwodów, które łączymy ze sobą **posobnie** w sposób dwojaki: podczas rozruchu tak, aby uzwojenie rozruszne przeciwdziało uzwojeniu głównemu; na pełny bieg natomiast odwracamy kierunkowość przyłączenia wzajemnego tych dwóch uzwojeń, czyli łączymy uzwojenie rozruszne również posobnie z uzwojeniem głównym, lecz w taki sposób, aby obydwie te uzwojenia współdziałały sobie w napędzie wirnika. Tak przełączone uzwojenia nie przeciwdziałają sobie, a więc nie działają różnicą swych momentów obrotowych, jak podczas rozruchu, lecz ich sumą, czyli pomagają one sobie nawzajem w napędzaniu wirnika. W ten sposób możemy rozruszać trójprądniki do 10 MK, nawet pełno obciążone, a przynajmniej pod obciążeniem 75% pełnego; większe trójprądniki natomiast wypada rozruszać pod obciąż-

zeniem względnie mniejszem, aby uniknąć podskoków napięcia. Urządzenie takie działa prawie równie dobrze, jak przerządник w obwodzie twornika, a nadaje się ono nawet do trójprądników o 80 do 100 MK z warunkiem, aby ich rozruch odbywał się bez obciążenia.

Spółczynnik ($\cos \varphi$) mocy trójprądników nienadążnych bywa przy pełnem obciążeniu rzadko większy od 0,9, a podczas biegu jałowego wartość jego spada na 0,3 do 0,2. Dlatego też trójprądniki takie oddziałują znacznie na rozsuv fal napięcia i prądu w sieci, która je zasilą. Gdy zatem w przypadkach szczególnych zależy na uniknięciu takiego rozsuvu, trzeba trójprądniki nienadążne zastąpić nadążnymi, które można budować na wartość $\cos \varphi = 1$, które jednakże posiadają w zamian liczne niedogodności, jako to: zupełne zatrzymywanie się w razie przeciążenia, możność rozruchu tylko bez obciążenia, konieczność dodatkowego ich zasilania sprądem obcym, wreszcie niezbędność złożonych przyrządów rozrusznych.

Dążność (kierunek) obrotu pola wirującego zmieniamy w trójprądniku, zamieniając dwie z trzech faz nawzajem ze sobą, a skuteczniamy to za pośrednictwem stosownego przełącznika. Przez taką zmianę dążności wirowania pola zmienia się samoczynnie i dążność obrotu wirnika w silnikach nienadążnych.

O dozwolonym nagrzewaniu się, sprawdzaniu działania i sprawności rozprądnic i rozprądników por. odnośne prawidła Związku Elektrotechników niemieckich (dołączone w oddzielnym zeszycie do tomu II Technika).

IV. PRZETWORNICE I PRZETWORNIKI.

1. Przetwornice.

Przetwornica, której zadaniem jest przetworzyć dany prąd lub pewną jego część na sprąd odmiennego napięcia, składa się zazwyczaj z prądника, napędzanego danym prądem i ze sprądnicy otrzymującej swój napęd od owego prądника, a wytwarzającej sprąd pożądanego napięcia. Ponajczęściej osie prądника i sprądnicy są ze sobą bezpośrednio sprzęgnięte sprzęgłem, albo też nawet osadzamy obydwie tworniki na wspólnej osi, kształtując w ten sposób całą przetwornicę na jeden przyrząd nierozdzielny. Tego rodzaju przetwornice zwiemy **dwutwornikowymi**. Jeżeli natomiast dwa te tworniki łączymy w jeden, w którym się dany sprąd lub rozprąd przetwarza na sprąd pożądanego napięcia, otrzymamy przetwornicę **jednotwornikową**.

W przypadku, gdy mamy ze sieci sprądowej o danem napięciu otrzymać sprąd napięcia zmniejszonego, zaleca się **przetwornica niedochłonna**, t. j. o sprądniku takim, który pochłania tylko różnicę napięcia pierwotnego i przetworzonego. Sprądnik i sieć niskiego napięcia łączą się posobnie z krańcami sprądnicy pierwotnej, sama zaś sieć niskiego napięcia przyłącza się nadto swymi końcami do krańców sprądnicy przetwornicznej.

2. Przetworniki *).

Przetwornik, którego zadaniem jest przetworzenie danego **rozprądu** (jedno- albo wieloprądu) na rozprąd niższego lub wyższego napięcia, składa się z uzwojenia pierwotnego, z uzwojenia wtórnego i ze wspólnego dla obydwóch rdzenia żelaznego. Rdzeń ten bywa zazwyczaj nie jednolity, lecz cząstkowany, a to w celu uniknięcia prądów wихrzających. Składamy go zazwyczaj z blach 0,35 do 0,5 mm grubych, porozdzielanych nawzajem od siebie warstewkami zosobniającymi, a nadajemy mu taki ustrój, aby opór magnetyczny w obwodach szlaków był możliwie jak najmniejszy. Odstępujemy jednakże poniekąd od tej zasady, stosując rdzenie rozjemne, a to w celu możności nakładania na nie gotowych zwojnic. Wynikająca z tej rozjemności konieczność styku na złączach części rdzenia zwiększa nieco opór magnetyczny, a pod tym względem zetknia prosta, aczkolwiek dogodniejsza w ustroju, bywa mniej korzystna od zetkni na zakładkę. Zetknia taka znajduje też prawie wyłącznie zastosowanie w przetwornikach garnkowatych, posiadających naogół mniejszy opór magnetyczny, albowiem wobec tego, względnie niewielkiego oporu, opór zetkni prostej pogarszałby już dotkliwie przenikalność magnetyczną całego obwodu.

Pod względem ustroju rozróżniamy dwa rodzaje przetworników, a mianowicie **garnkowane** i **jarzmowane**, które różnią się nawzajem od siebie tylko kształtem zewnętrznej części, stanowiącej połączenie magnetyczne między obydwu biegunami rdzenia właściwego, czyli pieńka. W przetworniku jarzmowatym pieńek wraz ze swym połączeniem ma postać podobną do jarzma dwoistego, w przetworniku garnkowatym natomiast postać części stanowiącej połączenie, zbliża się raczej do garnka z pokrywą, w którym sterczy w pośrodku pieńek, łączący dno garnka z pokrywą. Aby wedle możności zmniejszyć długość pieńka, a więc w celu skrócenia obwodu magnetycznego, stosujemy, zwłaszcza w przetwornikach garnkowatych, zwojnice poosiowo możliwie krótkie, a natomiast szersze.

Wieloprąd możemy przetwarzać zasadniczo w sposób dwojaki: Stawiamy w obwód każdej fazy po jednym przetworniku zwykłym, a otrzymane fazy wtórne kojarzymy ponownie ze sobą. Zamiast tego możemy też stosować swoiste przetworniki wieloprądowe, których rdzenie kojarzą się nawzajem ze sobą w sposób właściwy. Zwłaszcza na przetworniki większe stosujemy dogodniej pierwszy z powyżej wspomnianych ustrojów, jako w zasadzie prostszy, a zapewniający nadto w razie uszkodzenia jednej z faz, możliwość pracowania pozostałymi.

Napięcie prądowórcze E przetwornika wyrażamy w woltach, dla sinusoidalnego przebiegu prądu, wzorem:

$$E = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} \frac{1}{10^8} B q t p,$$

*) G. Kapp, Transformatoren für Wechselstrom und Drehstrom; Berlin u J. Springer'a.

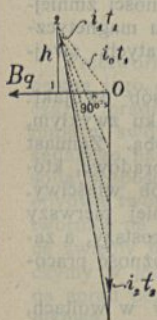
w którym t oznacza ilość zwojów w uzwojeniu pierwotnym, względnie we wtórnym, zależnie od tego, które z tych napięć wzór ma określić; pozostałe zaś oznaczenia wzoru powyższego są te same, jakie podaliśmy na str. 847. Wzbudzenie, wywołujące dąż magnetyczny Bq , jest wynikiem dwóch wzbudzeń, t. j. wzbudzenia od prądu pierwotnego i od prądu wtórnego. Dwa te wzbudzenia są nawzajem względem siebie rozsunięte prawie o 180° przy pełnym wyłonie przetwornika, a o przeszło 90° nawet podczas pracy jałowej. Dwie ilości amperozwojów, wiodących rozprądę (względem siebie przesunięte), składamy ze sobą podług wskazówek, podanych na str. 838 i nast.

Jeżeli zaniedbamy uporność żelaza i usmyk magnetyczny, oraz jeżeli fale napięcia i wielkości prądu wtórnego będą nierozsunięte, to możemy przedstawić przebieg przetwarzania w sposób podany w rys. 1227, w którym i_1 oznacza wielkość prądu pierwotnego, i_2 zaś wtórnego, przy pełnym wyłonie, a t_1 ilość zwojów pierwotnych, t_2 wtórnych. Napięcie prądowórcze, co do swej fali, jest o 90° przesunięte względem pola wzbudzonego. A ponieważ założyliśmy nadto, że wielkość prądu wtórnego zlewa się swą falą z falą napięcia wtórnego, czyli wznieconego przez pole, więc w wykresie musi być i_2 , a zatem też $t_2 i_2$, prostopadłe do dązu magnetycznego Bq . Znając w ten sposób obydwie kierunki Bq i $t_2 i_2$, składamy ze sobą, na zasadzie równoległoboku sił, znane co do swej wielkości amperozwoje $t_2 i_2$ i $t_1 i_1$, z uwzględnieniem tak ich wielkości jak i kierunku. Ich wynikowa $O1$ starczy do oznaczenia wzbudzenia B ,

Rys. 1227.



Rys. 1228.



które, a więc i wartość Bq , bez względu na odbyty, pozostaje niezmiennie, dopóki nie zmienimy międzykrańcowego napięcia pierwotnego. Linie kropkowane w rys. 1227 przedstawiają zatem ilość amperozwojów rozprądy pierwotnego, przynależną do poszczególnych wyłonów i_2 , odciętych z O na $i_2 t_2$, lecz w postaci amperozwojów. Wielkość $O1$, jako przynależna do wartości $t_2 i_2 = 0$, przedstawia zatem ilość amperozwojów pierwotnych podczas pracy jałowej.

Wskutek uporności żelaza fala jego wzbudzenia przesuwa się, względnie do natężenia pola, a uwzględniając tę uporność, otrzymamy wykres przedstawiony w rys. 1228. Wynikową ilość amperozwojów $O1$ możemy rozłożyć na dwie składowe, z których $O1$ wzbudza pole, druga zaś, (t. j. $h = 1 - 2$), przewycięża uporność magnetyczną żelaza. Wymiarkę, w której mierzyć mamy uporność h , należy tak dobrać, aby stosunek $h : i_2 t_2$ był równy stratności przetwornika od uporności przy pełnym wyłonie, t. j. równy stosunkowi mocy straconej wskutek uporności i całkowitej mocy, wydawa-

nej przez przetwornik, przyczem moce te najdogodniej wyrażać w watach.

Przy zaniedbaniu usmyku magnetycznego ważnym jest prawo: Napięcia prądowórcze w uzwojeniu pierwotnym i wtórnym stoją do siebie w prostym stosunku ilości zwojów w tychże uzwojeniach, czyli

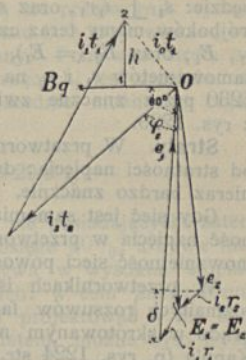
$$E_1 : E_2 = t_1 : t_2.$$

Gdy się fale prądu wtórnego i jego napięcia prądowórczego ze siebie rozsuną o kąt φ_2 , natenczas do określenia wzajemnych stosunków posłużymy nam wykres przedstawiony w rys. 1229. Wbrew dotychczasowym znakowaniom, oznaczamy obecnie będziemy przez: E_1, E_2 napięcia prądowórcze; e_1, e_2 napięcia międzykrańcowe; r_1, r_2 opory omiczne; a wszystkie te wartości liczone dla **jednego** tylko zwoju pierwotnego, wzgl. wtórnego. Natenczas $E_1 = E_2$, gdyż napięcia prądowórcze w poszczególnym zwoju pierwotnym i wtórnym muszą być sobie równe i posiadać jednakowy kierunek i dążność, albowiem powstają one obydwie pod wpływem zmian jednego i tego samego pola magnetycznego. Część wykresu: $i_1 t_1, i_2 t_2, OI, h, i_0 t_1$ jest zgodna z rys. 1228, z tą jedynie różnicą, że kresę $i_2 t_2$ odcinamy nie na pionie, lecz na pochyłej, odpowiadającej kątowi rozsuwu φ_2 .

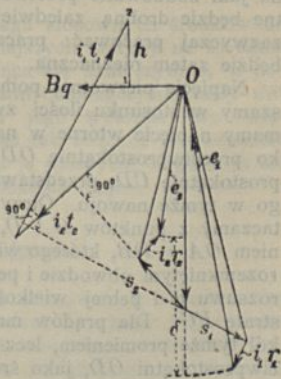
Pierwotne napięcie międzykrańcowe e_1 musi przewyższyć dwa napięcia, t.j. prądowórcze E_1 i napięcie $i_1 r_1$, pochłaniane przez opór r_1 , a posiadające falę spóczesną z prądem i_1 ; w wykresie będzie zatem $i_1 r_1 \parallel i_1 t_1$. Trzy te napięcia: $e_1, i_1 r_1$, oraz E_1 muszą tworzyć w wykresie trójbok zamknięty. Podobnie i dla prądu wtórnego otrzymamy trójbok zamknięty z napięciami: $E_2 (= E_1), i_2 r_2$ ($\parallel i_2 t_2$), oraz e_2 .

Wymiarka na amperozwoje: $i_1 t_1, i_2 t_2, i_0 t_1, h$ i OI (w górnej części rys. 1229) może być inna niż wymiarka napięć (dolna część tegoż rys.), lecz kresy $i_1 r_1$ oraz $i_2 r_2$, musimy odciąć w wymiarce napięć. Zataczając około O , jako środka, łuk koła promieniem e_2 , odetniemy na e_1 różnicę $e_1 - e_2 = \delta$, czyli stratę napięcia w przetworniku; w dobrych urządzeniach prądochłonne napięcia $i_1 r_1$, wzgl. $i_2 r_2$, bywają tylko 0,5 do 1,5% międzykrańcowego napięcia pierwotnego, wzgl. wtórnego.

Rys. 1229.



Rys. 1230.



W rys. 1229 nie uwzględniono jeszcze dwóch czynników, a mianowicie usmyku magnetycznego i samowznieciu. Usmyk magnetyczny przyczynia się bardzo do zwiększenia stratności napięcia (5 do 10%), zwłaszcza przy wyłonie samowznieciem, lecz nie da się on uniknąć.

W rys. 1230 przedstawiono dodatkowy wpływ samowznieciu: pierwotnego s_1 i wtórnego s_2 . Ponieważ napięcie samowzniecne musi być o 90° przesunięte względem prądu, który je wznieca, więc będzie: $s_1 \perp i_1 r_1$, oraz $s_2 \perp i_2 r_2$. W wykresie zamiast poprzednich trójboków mamy teraz czworoboki zamknięte, a mianowicie: $e_1, i_1 r_1, s_1, E_1$, oraz $E_2 (= E_1), s_2, i_2 r_2, e_2$. Dotkliwy wpływ znacznie większych samowznieci s_1 i s_2 na stratę napięcia uwydatnia się jasno w rys. 1230 przez znaczne zwiększenie straty δ , wzgl. do takiejże straty z rys. 1229.

Straty. W przetwornikach wypada rozróżniać stratność mocy od stratności napięcia: dwie te wartości bowiem różnią się od siebie nieraz bardzo znacznie.

Gdy sieć jest samomiarkowna, a pozbawiona samowznieciu, stratność napięcia w przetworniku nie powinna przekraczać 2%. Samowzniecność sieci powoduje znaczne zwiększenie tej stratności.

W przetwornikach istniejących możemy stratność napięcia dla rozmaitych rozsuwów fal i wyłonów określić ze znanej wielkości prądu w skrótowanym nawoju wtórnym, posługując się wykresem Kapp'a (p. rys. 1224 str. 848): W skrót nawoju wtórnego włączamy ampernik, poczem zwiększamy stopniowo napięcie pierwotne tak długo, dopóki ampernik nie wskaże nam pełnej wielkości prądu, na jaki zbudowano przetwornik. Niezbędne do tego napięcie pierwotne będzie drobną zaledwie częścią tego, jakim przetwornik ma zazwyczaj pracować: praca elektryczna, zużyta na doświadczenie, będzie zatem nieznaczna.

Napięcie pierwotne, pomierzone podczas doświadczenia, zmniejszamy w stosunku ilości zwojów wtórnych i pierwotnych, a otrzymamy napięcie wtórne w nawoju skrótowanym, które odcinamy jako przeciwprostokątnię OD (rys. 1224), dostawiając do niej przyprostokątnię CD , przedstawiającą stratę napięcia od oporu omicznego w tymże nawoju. Otrzymawszy w ten sposób trójkąt ODC , zataczamy z punktów O i D , jako środków, dwa łuki koła promieniem $OA = DB$, którego wielkość równa się napięciu wtórnemu przy rozemkniętym obwodzie i pełnym napięciu pierwotnym. Dla dowolnego rozsuwu φ i pełnej wielkości prądu wykres daje nam przynależną stratę FG . Dla prądów mniejszych możemy zakreślić podobne łuki kół tymże promieniem, lecz z punktów pośrednich, leżących na przeciwprostokątnej OD , jako środków.

Strata na mocy, a więc i strata na pracy, składa się ze strat od uporności żelaza (str. 785), od prądów wicherzających (str. 819), wreszcie ze strat na zagrzewanie pod wpływem oporu omicznego.

Sprawność dobrych przetworników, przy pełnym wyłonie, waha się w granicach 93 do 98%, a to w zależności od ich mocy (5 do 200 KW). Ze stratności ogólnej, mianowicie z 2 do 7%, przy-

pada na straty od żelaza, a więc na łączne straty od uporności i od prądów wicherzających 1 do 2^o/_o, pozostałe zaś 1 do 5^o/_o wynikają z oporu omicznego. W miarę zmniejszania się wyłonu z przetworników, ich sprawność staje się względnie coraz to gorsza. Dlatego też **średnia, całoroczna sprawność** przetworników w sieciach oświetlenia bywa względnie bardzo mała, albowiem w tego rodzaju sieciach przetworniki pracują na pełen odbyt zaledwie po kilka godzin do roku.

W takich sieciach można średnio liczyć, że przetwornik wydaje rocznie ilość kilowatgodzin liczbowo zaledwie 600 razy większą od tej ilości kilowatów, na jaką jest zbudowany. Ponieważ strata od żelaza, a więc od uporności i prądów wicherzających, jest zupełnie niezależna od odbytu i dosięga 2^o/_o, więc średnio można tę część stratności liczyć rocznie:

$$2\% \cdot \frac{365 \text{ dni} \cdot 24 \text{ godzin}}{600 \text{ godzin}} = 29,2\%$$

W elektrowniach świeżo zakładanych, nie posiadających zatem jeszcze pełnego odbytu, strata od żelaza dosięga 40^o/_o, a bywa niekiedy nawet wyższa. Okoliczność ta wpływa w wysokim stopniu na ilość zużywanego paliwa w elektrowniach: w celu zmniejszenia tych strat od żelaza należałoby zatem sieć projektować w ten sposób, aby na czas mniejszego odbytu, np. latem, można było wyłączyć część przetworników ze sieci pierwotnej.

Niezbędna moc silników w elektrowni zależy jednak nie od średniej sprawności całorocznej, lecz od sprawności przy pełnym odbycie ze sieci wtórnej.

Zagrzewanie się przetworników wymaga stosownych środków do ich ochładzania. W przetwornikach mniejszych starczy na to sama ich powierzchnia zewnętrzna, ochładzająca się samoczynnie, a potrzeba po 20 do 25 cm² takiej powierzchni chłodzącej na każdy wat tracony w przetworniku, przy pełnym jego wyłonie. We większych przetwornikach nie łatwo osiągnąć tak znaczne powierzchnie chłodzące i dlatego wypada przewietrzać je należycie, a gdy i to nie starczy, uciekamy się zazwyczaj do chłodzenia olejem.

3. Przetwornice trójprądu.

Do przetwarzania trójprądu na sprąd stosujemy w zasadzie trzy sposoby: 1) trójprądnik napędza sprądnicę; 2) wirnik trójprądnika oprócz swego właściwego uzwojenia posiada jeszcze uzwojenie drugie, a prądy, wzniecane w tem uzwojeniu dodatkowym, sprądnią dodany przerządник; 3) samo uzwojenie na wirniku trójprądnika nądążnego jest zarazem niejako i uzwojeniem sprądnicowem (przetwornica jednotwornikowa). W tym przypadku stałka jest magneśnicą wzbudzaną sprądem, wirnik zaś jest twornikiem trójprądnika, zasilanym przez trójprąd, który doprowadzamy do niego za pośrednictwem trzech pierścieni zdawnych, odprowadzamy zaś przez przerządnik

w postaci sprądu. Przetwornice podobnego rodzaju możnaby też przystosować do sprądniania jednoprądów lub dwuprądów.

Takie przetwornice zyskują coraz to szersze zastosowanie, a to z powodu swej dobrej sprawności i niewielkich wymiarów. Przy większym napięciu sprądu jednakże częstotliwość rozprądu nie powinna być nadmierna, zmuszałaby ona bowiem do nadmiernego zbliżania wzajemnego zdaw przerządnikowych odwrotnej biegunowości, co znów mogłoby się stać powodem przebijania się sprądu między zdawami. Przy napięciu sprądu na 500 V, częstotliwość drgawek rozprądu nie powinna przekraczać znacznie liczby 25, czyli 50 przemian na sek.; przy napięciu sprądu 250 V natomiast zwykła częstotliwość drgawek, t. j. 50 na sek., czyli 100 przemian na sek., okazała się zupełnie odpowiednią.

Napięcie sprądu, wyłanianego z takiej przetwornicy, stoi w pewnym, dość ciasno ograniczonym stosunku do napięcia rozprądu, przez nią wchłanianego, a stosunek ten pozostaje w zależności od jej ustroju. W zastosowaniu do trójprądu stosunek ten napięcia trójprądu wchłanianego do napięcia sprądu wyłanianego bywa 0,65 do 0,71.

Wzbudzanie tego rodzaju przetwornic musi być miarkowne, aby móżdż je zmieniać stosownie do rozsuhu fal trójprądu, a to w celu zupełnego zesunięcia tych fal tak, aby było $\cos \varphi = 1$.

Gdy chodzi o otrzymanie sprądu o napięciu, dającym się zmieniać w szerokich granicach, to albo ustawiamy przetworniki dodatkowe, za pomocą których zmieniamy napięcie trójprądu doprowadzanego do przetwornicy, albo też w obwód wyłanianego z niej sprądu włączamy posobnie prądnicę wzmożną lub przetwornicę, w celu podwyższenia napięcia. Możemy jednak i z jednej przetwornicy otrzymywać kolejno różne napięcia sprądu wyłanianego i to w sposób dwojaki: Na magnęśnicę nakładamy dodatkowo uzwojenie głównikowe, wytwarzając przez to wzbudzenie sprzężone, a sposób ten stosują zwłaszcza do tramwajów. Zamiast tego możemy też włączać oporce samowzniećne w obwody trójprądu, doprowadzanego do przetwornicy jednotwornikowej, a to w celu stworzenia w nim rozsuhu: natenczas prądy bezmocne, powodując przeciwwzbudzenie twornikowe, osłabiają wzbudzenie w magnęśnicy. Wyższe napięcie sprądu otrzymamy, wzmagając wzbudzenie, niższe zaś przez zmniejszenie wzbudzenia magnęśnicy.

W przetwornicach trójprądnicowo-sprądnicowych możemy trójprądnik napędzać nawet wysokiem napięciem, które natomiast wypada stosownie zmniejszyć przetwornikami, w razie zastosowania co dopiero opisanych przetwornic jednotwornikowych.

O dozwolonem zagrzewaniu się, oraz o sposobach sprawdzania przetwornic p. „Prawidła, dotyczące oceny i sprawdzania prądnic i przetworników”, zawarte w oddzielnym zeszycie, dołączonym do tomu II Technika.

V. PRZYŁĄCZANIE PRĄDNIC DO SIECI, ORAZ ICH MIARKOWANIE.

Uwaga wstępna. W rysunkach rozdziału niniejszego, t. j. rys. 1231 do 1242, powpisywano skrócone oznaczenia poszczególnych przyrządów, a znaczenia tych powpisów i znaków są następujące:

- Wł* — włącznik,
- Wł. s* — wyłącznik samoczynny (niedomiarowy),
- W* — watnik (wskaźnik mocy),
- Bzp* — bezpiecznik (topniakowy),
- V* — woltnik (wskaźnik napięcia),
- R. n* — rozdzielnik napięcia,
- Pł* — przełącznik,
- A* — ampernik (wskaźnik wielkości prądu),
- $\times A$ — ampernik ze wskazówką, odchylającą się na obydwie strony,
- . — przyłączy woltnika,
- Pj* — doprzęgarka zasobników, pojedyncza,
- Pd* — doprzęgarka zasobników, podwójna,
- Op* — opornik: *gł* = głównikowy, *bocz* = bocznikowy.

a. Normalne układy sprądowe.

1. Układy dwuprzewodowe.

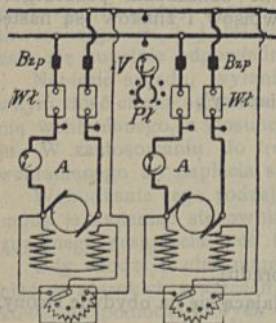
W rys. 1231 przedstawiamy układ połączeń ze siecią dwóch sprądnic bocznikowych, obocznie przyłączonych, z woltnikiem do porównywania napięć, t. j. wskaźnikiem ich różności. W celu szybszego wzbudzenia sprądnicy dołączanej, jako też, by zapobiedz odwróceniu się jej biegunowości, zaleca się przyłączenie boczników jednymi ich krańcami do prętów zbiornych, jak to wskazano w rys. 1231 i w następnych. Natenczas trzeba jednak, zamiast jednego włącznika dwutorowego przy każdej sprądnicy, ustawić po dwa włączniki jednotorowe, albowiem jeden z nich, mianowicie prawy w rys. 1231, możemy wyłączyć dopiero po uprzednim, stopniowym wyłączeniu i skrótowaniu bocznika, aby tenże bocznik zabezpieczyć od groźnych dla niego prądów samowzniejących, powstających w nim przy nagłym wyłączeniu.

Rys. 1232 przedstawia układ obocznego przyłączenia dwóch sprądnic sprzężonych. Niezbędnym jest tu przewód wyrównawczy między

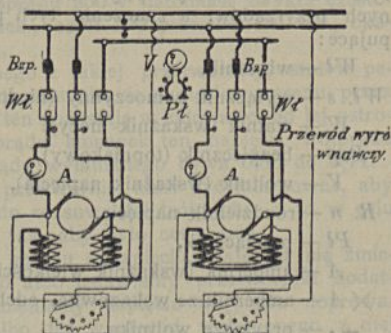
obydwoma głównnikami, którego opór musi być mniejszy od sumy oporów tychże głównników, mianowicie aby uniemożliwić odwrócenie się biegunowości, oraz w celu należytego rozłożenia obdytu na obydwie sprądnice. Podobny przewód wyrównawczy jest tak samo niezbędny, gdy przyłączamy obocznie dwie sprądnice głównnikowe.

W razie przyłączenia i **rzeszy zasobników** układ zależy przede wszystkim od sposobu ich naprądniania, który zasadniczo może być trojaki:

Rys. 1231.



Rys. 1232.



a) powiększamy napięcie sprądnicy;

b) utrzymujemy w sprądnicy głównej napięcie sieciowe bez zmiany, a zwiększamy napięcie naprądu dla zasobników przez posobne włączenie sprądnicy wzmożnej w ich obwód;

γ) nie zmieniając napięcia sprądnicy, naprądniamy rzeszę zasobnikową w dwóch szeregach, na jakie ją w tym celu dzielimy.

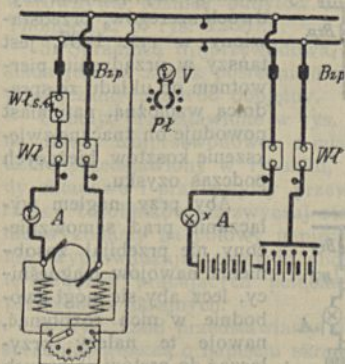
α. Podwyższenie napięcia w sprądnicy, przez zwiększenie bądź to jej wzbudzenia, bądź też jej ilości obrotów.

Układ (rys. 1233, por. też str. 868) z doprzęgarką pojedynczą zaleca się jej prostotą, oraz małą ilością zasobników odprężnych. Natomiast układ taki nadaje się jedynie do zładów, które wyłaniają z siebie prąd tylko wieczorem na oświetlenie, a więc zwłaszcza do zładów mniejszych. Przy tym układzie nie możemy bowiem zasilać sieci podczas naprądniania zasobników, i w tym okresie nie mogą one też stanowić tak zwanego zapasu doraźnego. Stosując natomiast doprzęgarkę podwójną, możemy i podczas naprądniania zasobników zasilać sieć ze sprądnicy; a nadto zasobniki, o ile tylko napięcie ich wyprądu równa się napięciu sprądnicy, będą stanowiły pełny zapas doraźny. Układ taki, lecz z zasobnikami zasilanymi z przetwornic trójprądnych, przedstawiamy np. w rys. 1242 (na str. 871). Gdy jednak wielkość wyprądu zasobników nie dorównywa wielkości prądu sprądnicy, a raczej wielkości obdytu prądu, to, na wypadek

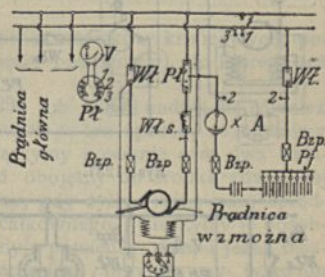
zepsucia się sprądnicy, należałoby dodać przewód zapasowy, za pośrednictwem którego moglibyśmy zasilać tylko tę ilość najniezbędniejszych wchłonników prądu (lamp i t. p.), na jakie starczy wielkość wyprądu zasobników.

Przy takim układzie największa, bezpieczna wielkość naprądu, jaką zasobniki znieść mogą, powinnyby dorównywać wyłonowi sprądnicy; w przeciwnym bowiem razie podczas naprądniania, nawet przy znacznym odbycie do sieci, należyte wyzyskanie mocy sprądnicy i napędzającego ją silnika byłoby niemożliwe, a to ze względu na stała zasobnikowe, leżące między naprądnikiem i wyprądnikiem doprzęgarki.

Rys. 1233.



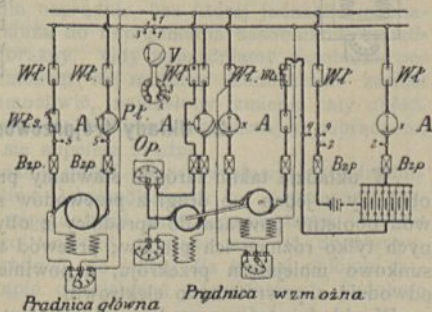
Rys. 1234.



β. Podwyższenie napięcia naprądu za pomocą oddzielnej sprądnicy wzmożnej.

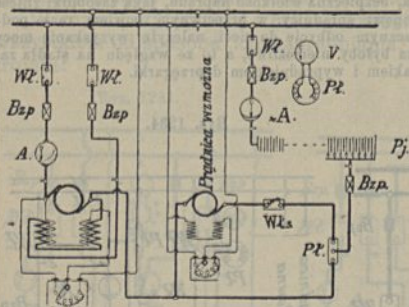
Rys. 1235.

Gdy sprądnica główna pracuje napięciem niezmiennym, podwyższamy napięcie naprądu przez posobne włączenie sprądnicy wzmożnej, napędzanej oddzielnym silnikiem zwykłym, zazwyczaj jednak sprądnikiem, który, wraz z ową sprądnicą wzmożną, tworzy przetwornicę (p. rys. 1234 i 1235). Stosując doprzęgarkę pojedynczą (rys. 1234), możemy wprawdzie zasilać sieć ze sprądnicy, nawet podczas naprądniania zasobników, które jednakże w tym okresie nie stanowią zapasu doraźnego. Chcąc posiadać taki zapas i podczas naprądniania, wypada zastosować doprzęgarkę podwójną (rys. 1235).



W rys. 1236 przedstawiono układ dla sprężnicy sprzężonej, pracującej obocześnie z rzeszą zasobników. Tylko jeden z krańców rzeszy przyłączamy do pręta zbiornego, drugi natomiast do sprężnicy głównej, a mianowicie do tego jej krańca, z którym łączy się jej głównik.

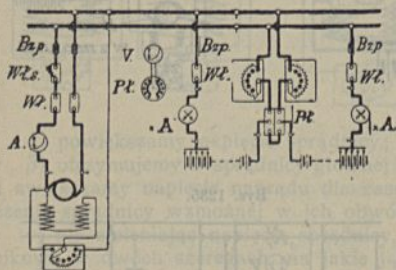
Rys. 1236.



7. Naprężanie rzeszy zasobników, rozdzielonej na dwa szeregi.

Układ taki, dla jednoczesnego naprężania obydwóch szeregów, przedstawiony w rys. 1237, jest tańszy w urządzeniu pierwotnym od układu ze sprężnicą wzmożną, natomiast powoduje on znaczne zwiększenie kosztów bieżących podczas ozysku.

Rys. 1237.



Aby przy nagłym wyłączeniu prąd samowzniecony nie przebiegał zosobnienia nawojów magniesnicy, lecz aby się mógł swobodnie w nich rozplynać, nawoje te nalezy przyłączac do prętów zbiornych w taki sposob, iżby pozostawaly w sobie zamknięte, nawet wtenczas, gdy wyłącznik samoczynny odłączy sprężnicę od sieci.

2. Układy trójprzewodowe.

W układzie takim żarówki stawiamy przeważnie między przewód obojętny a jeden lub drugi z przewodów skrajnych. Przez ów przewód obojętny powraca do sprężnicy z obydwóch przewodów skrajnych tylko różnica ich prądów; przewód ten może być zatem o stosunkowo mniejszym przekroju, a powinien on ową różnicę prądu odwozić z powrotem do elektrowni.

W układzie trójprzewodowym, jeśli sprężnica pracuje całym napięciem, jakie panuje między przewodami skrajnymi, to, stawiając zasobniki, możemy przewód obojętny przyłączyć tylko do środka ich rzeszy, a mimo to obejść się jeszcze od biedy bez swoistych środków wyrównawczych. Natenczas trzeba jednak baczyć pilnie na to, aby odbył do obydwóch połówek sieci był przynajmniej średnio jednokowy (choćby nie w każdej chwili), a osiągamy to przez stosow-

ne przełączanie poszczególnych odnóg połówki dodatniej do odjemnej lub naodwrot.

Aby zapobiedz konieczności takich ustawicznych, a zmuszonych przełączeń, wypadaloby zastosować odpowiednie środki wyrównawcze, które w sieciach bez zasobników są nawet nieodzowne, a bywają one trojakiego rodzaju:

1. Dwie sprądnice, napędzane zazwyczaj od tego samego silnika, pracują posobnie, a między nie przyłączamy przewód obojętny (sposób Hopkinson'a).

2. Sprądnica główna pracuje pełnem napięciem, równajacem się napięciu między przewodami skrajnymi, a sprądnica wyrównawcza wyrównywa różnicę odbytów do obydwóch połówek sieci (sposób Thomson'a, p. rys. 1238).

3. Sprądnica trójprzewodowa, oprócz zacisków krańcowych, posiada jeszcze zacisk pośredni (o napięciu pośrednim), do którego też przyłączamy przewód obojętny.

Układy, przedstawione w rys. 1235 lub 1237, nadają się również na układy trójprzewodowe, a mianowicie w ten sposób, że zdwoimy układ przedstawiony w rysunku, złączymy posobnie owe dwa układy składowe i przyłączymy przewód obojętny do środka zdwojonej rzeszy zasobników. Zazwyczaj starczy, gdy tylko jedną parę sprądnic wykonamy na połowy napięcia całkowitego i złączymy je posobnie, wyprowadzając przewód obojętny z pomiędzy nich, i jeżeli resztę sprądnic, pracujących pełnem napięciem, przyłączymy tylko do przewodów skrajnych.

W rys. 1238 przedstawiamy układ trójprzewodowy, posiadający: sprądnicę główną o napięciu skrajnem; dwie naprądnice, każda z nich na połowę tegoż napięcia; dwie sprądnice wyrównawcze, bezpośrednio ze sobą sprzęgnięte; wreszcie sprądnicę wzmożną, która stanowi zarazem niejako i zapas dla naprądnic, bez której jednakże można by się obyć. Naprądnice służą do naprądniania zasobników, a nadto stanowią one i zapas doraźny. Gdy naprądniamy zasobniki, posiłkując się sprądnicą wzmożną, nie możemy jednocześnie zasilać z nich sieci, a chcąc to umożliwić, należałoby zmienić cały układ, wzorując się na układzie rysunku 1235, t. j. opuszczając naprądnice, które w takim razie stają się zupełnie zbędne.

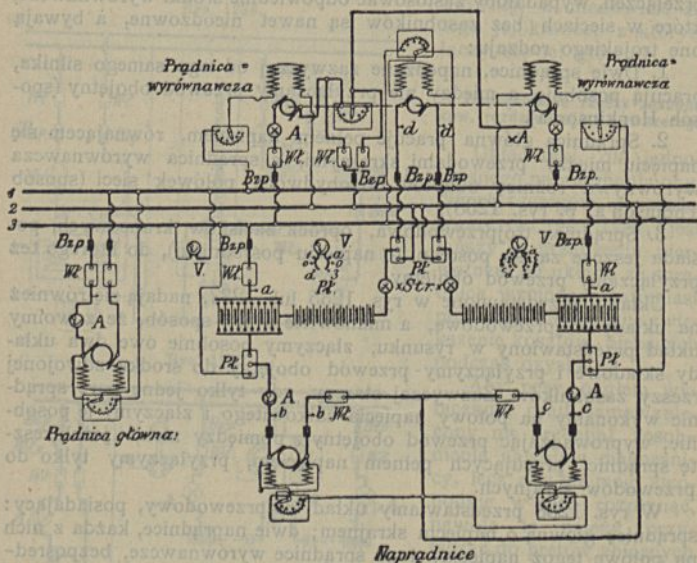
W rys. 1239 przedstawiamy układ trójprzewodowy z rozdzielnikiem napięcia (ustroju Doliwo-Dobrowolskiego) i z doprzęgarką podwójną zasobników. Do naprądniania należy podwyższyć napięcie w sprądnicy, a chcąc tego uniknąć, wypada ustawić dodatkowo sprądnice wzmożne, najdogodniej po jednej dla każdej połówki sieci, albo też można je zastąpić oddzielnymi naprądnicami, podobnie jak w rys. 1238.

Jeżeli do sieci, chwilowo już zasilanej z innego źródła, mamy włączyć sprądnice lub rzesze zasobnikowe, **obocznie** względem owych źródeł ze siecią się łączące, to powinniśmy uprzednio doprowadzić je do napięcia, jakie panuje w sieci. Naodwrot przy wyłączaniu sprądnicy należałoby uprzednio doprowadzić wielkość jej prądu możliwie do granic zera.

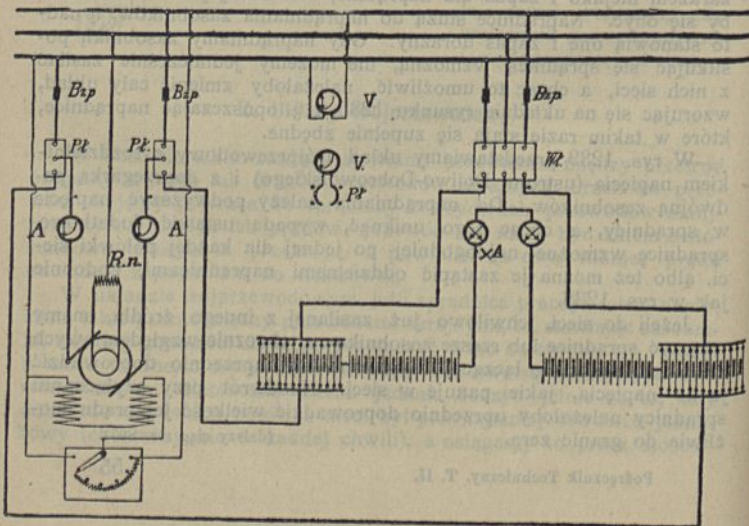
(dalszy ciąg str. 867).

Rys. 1238.

Prądnicą wzmożną



Rys. 1239.



b. Miarkowanie sprądnic.

1. Miarkowanie prądu wzbudzającego opornikiem od ręki. W sprądnicach bocznikowych opornik leży posobnie z uzwojeniem wzbudzającym. Przy wyłączaniu sprądnicy uzwojenie wzbudzające powinno już być samo w sobie skrótoowo zamknięte, aby prądy samowznietne, jakie w niem powstają wskutek przerwania prądu głównego, mogły się w niem spokojnie rozplynać, nie przebijając zosobnienia (por. rys. 1231 do 1239). Sposób powyżej opisany znajduje prawie ogólne zastosowanie. W sprądnicach głównikowych opornik stawia się obocznie do głównika.

2. Uzwojenia samomiarkujące (w sprądnicach sprzężonych) wychodzą obecnie już z użycia w zładach oświetlających, gdyż skutkiem zagrzenia zmienia się z czasem napięcie, co znów i tak wymagałoby domiarkowania opornika od ręki. Natomiast sprądnice sprzężone, a więc z samomiarkownym uzwojeniem wzbudzającym, są wskazane w urządzeniach, które podlegają częstym, a nagłym wahaniom napięcia, np. w mniejszych i średnich elektrowniach tramwajowych, nie zaopatrzonych w zasobniki miarkujące.

3. Samoczynne nastawianie opornika miarkującego. Nastawiak opornika napędzamy małym sprądnikiem, który znów wprowadza się w bieg naprzędni lub wsteczny, względnie w stan bezruchu, zależnie od chwilowej wysokości napięcia. Pośrednikiem jest tu oddzielny przekaznik (relais, wychwyty), działający na rozrusznik prądnic, a posiadający nawój, który pozostaje pod wpływem napięcia, jakie mamy miarkować. Urządzenie to zaleca się do zładów, podlegających silnym wahaniom napięcia, niemiarkowanego przez rzeszę zasobników.

4. Miarkowanie przez zmianę ilości obrotów bądźto samoczynne, bądźteż od ręki.

c. Nastawianie zasobników.

(Por. także str. 802 i nast.).

W urządzeniach, nie wymagających wielkiej jednostajności napięcia, rzeszę zasobników, która ma tylko wyrównywać chwilowe wahania napięcia, włączamy zazwyczaj do sieci obocznie ze sprądnicami bocznikowymi, nie dodając nawet doprzęgarki (por. też ustęp 4 str. 869).

Do zładów oświetlających, w których większa jednostajność napięcia jest nieodzowna, doprzęgarki przy rzeszach zasobników są prawie niezbędne, a nastawiają się one bądźto samoczynnie, bądźteż od ręki, mianowicie w sposób podobny do podanego powyżej pod 3.

1. Ogólna ilość stadeł zasobników. W założeniu, że poszczególne stado zasobnikowe wyprądnia się z napięciem nie mniejszym niż 1,83 V, niezbędną ilość z stadeł otrzymamy ze wzoru:

$$z = \frac{E + e_{\max}}{1,83},$$

w którym E oznacza napięcie prądochłonne przyrządów zasilanych przez sieć, e_{\max} natomiast największą stratę napięcia, jaka się w sieci pojawia.

W elektrowniach miejskich, w których rzesza zasobników w czasie swego wyprądniania pracuje obocznie ze sprądnicami, chwila największego odbytu przypada zazwyczaj naówczas, gdy zasobniki są jeszcze dalekie od zupełnego wyprądniania. Licząc, że zasobniki posiadać wówczas jeszcze będą 1,87 V na każde stadło, niezbędna ich ilość możemy określić na zasadzie wzoru:

$$z = \frac{E + e_{\max}}{1,87},$$

a to tem bardziej, że w chwili zupełnego wyprądniania zasobników, t. j. gdy ich napięcie spadnie do 1,83 V, odbyty z elektrowni będzie względnie już nie wielki, a więc zmniejszy się strata e_{\max} napięcia w sieci.

2. Ilość stadeł odprężnych otrzymamy:

1. Przy **doprzągarce pojedynczej** (por. rys. 1233, 1234 i 1236) miarodajnem będzie największe napięcie wyprądu stadła poszczególnego, które to napięcie można średnio liczyć 2,2 V, a natenczas będzie:

ilość z_1 stadeł nieodprężnych: | ilość z_s stadeł odprężnych:

$$z_1 = \frac{E + e_{\min}}{2,2}, \quad | \quad z_s = z - z_1.$$

We wzorach tych e_{\min} oznacza najmniejszą stratę napięcia w sieci; znaczenia zaś wartości z i E objaśniono już powyżej pod 1.

2. Przy zastosowaniu **doprzągarki podwójnej** (por. rys. 1235, 1238 i 1239), rzesza zasobników ma zasilac sieć nawet podczas swego naprądniania, miarodajnem będzie tu zatem największe napięcie poszczególnego zasobnika, a wartość tego napięcia można liczyć 2,7 V, natenczas będzie:

$$z_1 = \frac{E + e_{\min}}{2,7}, \quad \text{a} \quad z_s = z - z_1.$$

Ilość stadeł odprężnych będzie zatem przy doprzągarce podwójnej znacznie większa niż przy pojedynczej.

Jeżeli nie znamy wartości e_{\min} , to bezpieczniej będzie, założyć ją równą: 0 do 1% wartości E , przy takim bowiem założeniu nie będziemy krępowani co do czasu naprądniania.

Liczba przewodów doprzągowych jest zawsze o 1 większa od liczby stadeł odprężnych, względnie od liczby zespołów takich stadeł.

Wzory powyższe stosują się i do układu trójprzewodowego, z tem jednakże omówieniem, że wartości z , z_1 i z_s dotyczą tylko jednej połówki sieci.

Ilość styczników w doprzągarce, tak pojedynczej jak i podwójnej, może być o połowę mniejsza od ilości stadeł odprężnych wtenczas, gdy sieć znosi bez uszczerbku wahania napięcia do 4 V, a więc np. w sieciach fabrycznych, albo w sieciach o napięciu 220 V lub wię-

cej; w takim bowiem przypadku możemy zespałać posobnie po dwa stadła odprężne, parami, w zespoły odprężne.

3. Napięcie napędu i napięcie wzmożne. Ponieważ największe napięcie napędu na poszczególny zasobnik jest 2,7 V, więc całkowite napięcie tegoż napędu na całą rzeszę zasobników będzie:

$$E_1 = 2,7 z V.$$

Tak wysokiego napięcia napędu potrzebujemy jednak tylko podczas wstępnego naprądniania rzeszy, a radzić tu sobie możemy w sposób dwojaki, mianowicie bądźto napędzając sprądnicę wyjątkowo z prędkością przekraczającą jej normę, bądźteż naprądniając dwie obocznie złączone połówki rzeszy.

Podczas prawidłowego ozysku niezbędne największe napięcie napędu będzie mniejsze od powyżej określonego, albowiem stadła odprężne, jako krócej pracujące podczas wyprądniania, a więc jako mniej wyprądniające, dochodzą wcześniej do stanu pełnego naprądnienia; możemy je zatem już odłączyć od napędu, zanim stadła nieodprężne dojdą do stanu, który wymaga największego napięcia napędu na poszczególne stadło, t. j. do 2,7 V. W zwykłych okolicznościach można liczyć, że już 15⁰/₀ ogólnej ilości zasobników w rzeszy będzie odłączonych od napędu, zanim pozostałe wymagać będą owej największości napięcia. Istotnie potrzebne, całkowite napięcie napędu wyrazi się zatem wzorem:

$$E_1 = 0,85 \cdot 2,7 z.$$

Gdy do naprądniania posilkujemy się sprądnicą wzmożną, a zasobniki mają zasilać sieć i w czasie swego naprądniania, natenczas napięcie e_z sprądnicy wzmożonej powinno być:

$$e_z = E_1 - (E + e_{min}).$$

4. Przyłączenie wyrównawczej rzeszy zasobników. Rzeszę włączamy obocznie ze sprądnicą bocznikową, często nawet bez dopręgarki. Rzesza zasobników prąduje w sieć, gdy napięcie sprądnicy obniży się o pewną wartość. Doskonalszym jednak jest układ pomysłu Pirani'ego, polegający na tem, że obocznie ze sprądnicą główną urządzamy bocznicę, a w nią wstawiamy posobnie i rzeszę zasobników i dodatkową sprądnicę, która stosownie do potrzeby wzmacnia lub zwęźla napięcie całkowite w tej bocznicy. Dodatkową tę sprądnicę napędzamy zazwyczaj sprądnikiem, a wzbudzamy ją dwoma nawojami, nawzajem sobie przeciwdziałającymi. Przez nawój pierwszy przechodzi całkowity prąd, idący do sieci, przez drugi nawój zaś idzie w kierunku odwrotnym prąd od odjemnego krańca rzeszy przez opornik do dodatniego pręta zbiornego. Stosownie do tego, które z tych dwóch wzbudzeń przeważa, sprądnica dodatkowa wzmacnia lub zwęźla napięcie całkowite w bocznicy zasobników, czyli wzmacnia ona bądźto napięcie prądu sieci dla naprądniania zasobników, bądźteż przeciwdziała jemu, w celu umożliwienia wyprądu ze zasobników, z których napięciem natenczas spółdziała. Układ ten nadaje się do sieci, podlegających częstym i silnym wahaniom napięcia, a więc zwłaszcza do sieci tramwajowych, do napędu ciągnarek kopalnianych, żórawi i t. p.

d. Układy trójprądowe.

Rys. 1240 przedstawia układ połączeń dla jednej trójprądnicy samotnej.

Rys. 1241 przedstawia podobny układ dla kilku trójprądnic, obocznie do sieci przyłączonych.

Sprąd, niezbędny do wzbudzania trójprądnic, wytwarzamy w oddzielnych sprądnicach, które mogą albo być osadzone na osi trójprądnic, albo też otrzymywać napęd niezależny. Jeżeli każda trójprądnica ma otrzymać swą własną sprądnicę wzbudzającą, której sprądu nie zamierzamy używać na cele postronne, to najwłaściwiej będzie uzwoić ją głównikowo, albo sprzężnie, natenczas bowiem oporniki miarkowne będą mniejsze i mniejsze też będą w nich straty (por. rys. 1240 i 1241).

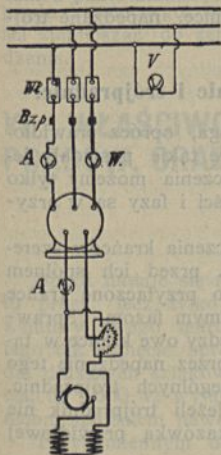
W elektrowniach wielkich stosownem będzie na każde dwie lub trzy trójprądnice stawiać oddzielną sprądnicę wzbudzającą, napędzaną trójprądnikiem, któraby jednocześnie dostarczała sprądu na oświetlanie samej elektrowni i budynków przynależnych. Do wzbudzenia wstępnego, przy pierwszym rozruchu elektrowni, oraz przy ponownym rozruchu, po przerwie w jej pracy, niezbędnem jest niezależne od trójprądnic źródło sprądu, a więc albo oddzielna sprądnica napędzania silnikiem niezależnym od trójprądu elektrowni, albo też rzesza zasobników, która zaleca się nadto w celu wyrównywania napięć i jako zapas dla oświetlenia.

W elektrowniach, pracujących wysokiem napięciem, nie należy takiego napięcia doprowadzać wogóle do rozrządnicy (tablicy rozrządnej), na której znajdować się powinny wyłączniki przyrządy dla prądu przetworzonego na niższe napięcie, podczas gdy przyrządy i wskaźniki prądu o wysokiem napięciu należałoby ustawiać w miejscu oddzielnem, nie ogólnie przystępnem, np. w piwnicy pod samą rozrządnicą.

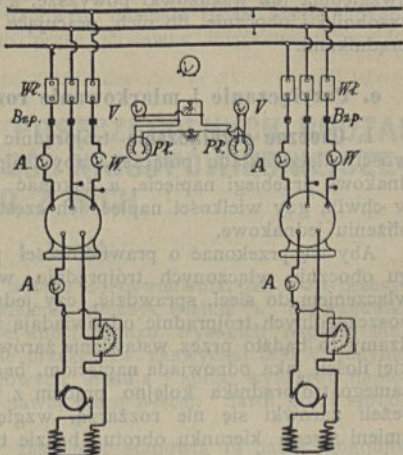
Woltniki, amperniki i watniki przyłączamy do krańcy małych oddzielnych przetworników, wyłączniki główne natomiast, ustawione w piwnicy, łączymy za pośrednictwem drążków z dźwigniami albo z kółkami pokrętczemi (pokrętłami), mieszczącemi się na rozrządnicy. Aby nie przerywać działania elektrowni podczas wydarzających się napraw na rozrządnicy, wskazanym jest taki układ przyłączeń poszczególnych trójprądnic do prętów zbiornych, aby, przy wyłączeniu jednej lub kilku z nich, pozostałe mogły pracować bezpiecznie. Zaleca się tu bardzo zastosowanie rozłączek, wyjemnych bezpiecznie z przewodów pod napięciem, a mianowicie albo rozłączek na okrężnych prętach zbiornych, jak w rys. 1242, albo też na przewodach przyłącznych od poszczególnych trójprądnic, jak to warunkowo wskazano w tymże rysunku. W przypadku pierwszym przez wyjęcie trzech par rozłączek oddzielamy od napięcia trzy przynależne działki prętów zbiornych, wraz z przyłączoną do nich trójprądnicą, w przypadku drugim wyjęcie trzech rozłączek starczy do zupełnego oddzielenia jednej trójprądnicy. Układ, przedstawiony w rys. 1242,

(Ciąg dalszy str. 872).

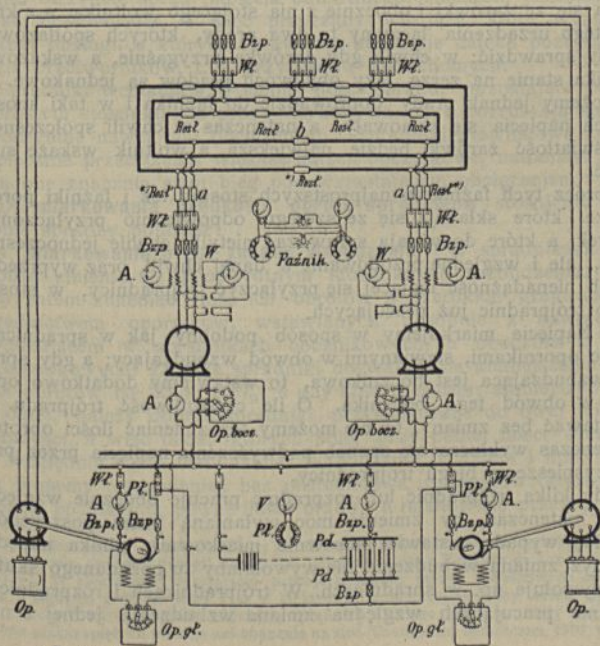
Rys. 1240.



Rys. 1241.



Rys. 1242.



* Rozłączki albo przy a a
albo przy b

uwzględnia już wskazówki powyższe, a do wzbudzenia służą w nim zasobniki i obocznie do nich pracujące sprężnice, napędzane trójprądnikami.

e. Przyłączanie i miarkowanie rozprądnic i trójprądnic.

1. **Oboczne przyłączanie** trójprądnic wymaga, oprócz prawidłowości całego układu połączeń, aby trójprądnice takie posiadały jednakowe przebiegi napięcia, a dokonać przyłączenia możemy tylko w chwili, gdy wielkości napięć, ich częstotliwości i fazy są w przybliżeniu jednakowe.

Aby się przekonać o prawidłowości przyłączenia krańców szeregu obocznie włączonych trójprądnic, wypada, przed ich wspólnym włączeniem do sieci, sprawdzić, czy jednakowo przyłączone krańce poszczególnych trójprądnic odpowiadają tym samym fazom. Sprawdzamy to bądźto przez wstawienie żarówek między owe krańce w takiej ilości, jaka odpowiada napięciom, bądź też przez napędzanie tego samego trójprądnika kolejno prądem z poszczególnych trójprądnic. Jeżeli żarówki się nie rozżarzą, względnie jeżeli trójprądnik nie zmieni swego kierunku obrotu, będzie to wskazówką prawidłowej kolejności przyłączeń.

Fażnik najprostszego ustroju (przyrząd wskazujący spólfazowość) składa się ze żarówki i obocznie z nią stojącego woltnika, a z krańcami tego urządzenia łączymy te dwa prądy, których spólfazowość chcemy sprawdzić: w chwili gdy żarówka przygaśnie, a wskazówka woltnika stanie na zerze, fazy obydwóch prądów są jednakowe.

Możemy jednak prądy doprowadzić do fażnika i w taki sposób, aby ich napięcia się sumowały, a natenczas w chwili spólcześnieści fazy światłość żarówki będzie największa, a woltnik wskaże sumę napięć.

Oprócz tych fażników najprostszych stosują też i fażniki porównawcze, które składają się ze szeregu odpowiednio przyłączonych żarówek, a które pozwalają sprawdzać nie tylko chwilę jednoczesności faz, ale i względne przodowanie w danej chwili, oraz wyprzedzanie lub nienadążność mającej się przyłączyć trójprądnicy, w stosunku do trójprądnic już pracujących.

2. Napięcie miarkujemy w sposób podobny jak w sprężnicach, a więc opornikami, stawianymi w obwód wzbudzający; a gdy sprężnica wzbudzająca jest bocznikowa, to wstawiamy dodatkowo opornik i w obwód tego bocznika. O ile częstotliwość trójprądu ma pozostawać bez zmiany, to nie możemy też zmieniać ilości obrotów, a natenczas wyklucza się sposób podwyższenia napięcia przez proste przyspieszenie biegu trójprądnicy.

Gdy kilka trójprądnic lub rozprądnic pracuje obocznie względem siebie, natenczas, by zmienić moc wylanianą przez poszczególną prądnicę, wypada nastawić stosownie miarkownik silnika napędnego, gdyż zmiana wzbudzenia nie wywołałaby tu pożądanego skutku, jaki wywołuje np. w sprężnicach. W trójprądnicach i rozprądnicach obocznie pracujących względna zmiana wzbudzenia jednej z nich,

a więc względna zmiana natężenia jej pola, zmienia tylko wielkość prądu bezmocnego, któryby naodwrot należało raczej wedle możliwości zmniejszać do zera, a to przez stosowne miarkowanie wzbudzenia.

VI. WŁAŚCIWOŚCI POSZCZEGÓLNYCH RODZAI PRĄDÓW, ORAZ WYBÓR NAJODPOWIEDNIEJSZEGO Z NICH.

1. Sprąd.

Sprąd nadaje się równie dobrze do oświetlenia, jak i do przesyłu pracy, lecz tylko na oddalenia niezbyt wielkie*). Przerządник, z natury swego ustroju, nie znosi bardzo wysokich napięć; dlatego też napięcie sprądu nie przekracza zazwyczaj 500 V, jedynie dla dłuższych szlaków kolejowych stosują i sprąd wyższego napięcia, do 1000 V; wyjątkowo nawet nieco więcej. Skrót grozi sprądnicom spalaniem nawojów.

Przy zmiennym odbycie zasobniki stanowią tu nader dogodny i skuteczny środek wyrównania tych wahań odbytu. By z danego sprądu otrzymać sprąd napięcia odmiennego, zmuszeni jesteśmy stosować przetwornice, a więc przyrządy wirujące, które wymagają bacznej obsługi, a których sprawność pozostaje daleko poza sprawnością przetworników, t. j. przyrządów nieruchomych.

Sprądniki wchłaniają w siebie ilości sprądu, pozostające prawie w prostym stosunku do pracy wykonywanej, a rozruszają się one samoczynnie nawet pod obciążeniem. Sprądniki głównikowe znoszą bezpiecznie przeciążenia większe aniżeli bocznikowe, natomiast zwalniają one znacznie swój bieg pod wzrastającym obciążeniem.

Do miarkowania prędkości obrotu sprądników stosujemy przeważnie sposoby poniższe:

a. **Miarkowanie przez zmianę wzbudzenia.** W sprądnikach ilość obrotów zmienia się w odwrotnym stosunku do wzbudzenia. Możemy zatem zmieniać ilość ich obrotów w szerokich granicach, za pośrednictwem oporników, wstawianych posobnie z uzwojeniem wzbudzającym w sprądnikach bocznikowych, a obocznie z niem w głównikowych. Zwykle sprądniki pozwalają na zmniejszenie swej ilości obrotów na 20 do 30%, a gdy ilość tę chcemy zmniejszyć jeszcze dalej, należy dobrać sprądniki przystosowane do owej wielkiej zmienności, a więc takie, których pole, przy pełnej ilości obrotów, jest względnie słabo wzbudzone. Wzbudzenie, a zatem i ilość obrotów, możemy też zmieniać bez pośrednictwa oporników (które bądź co bądź pochłaniają pewne ilości prądu), a mianowicie przez podział

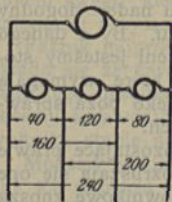
*) Nader prosty układ R. Thury'go pozwala jednak stosować wysokie napięcia sprądu, w celu przesyłu energii na wielkie odległości (np. z Moutiers do Lyonu 180 km, 58000 V). W elektrowni wysyłającej pracuje posobnie szereg jednakowych sprądnic, każda o napięciu 2000 do 4000 V, a w elektrowni odbiorczej podobny szereg sprądników, z których każdy napędza oddzielną sprądnicę niskiego napięcia. Cały ten szereg sprądnic niskonapiętych pracuje zaś obocznie na sieć (Czasopismo techniczne, 1907, Nr. 15).

uzwojenia wzbudzającego na pewien szereg działek, a następnie przez stopniowe wyłączanie lub włączanie poszczególnych takich działek, oraz przez ich przełączanie bądźto posobne, bądźże oboczne.

b. Miarkowanie przez wyłączanie poszczególnych par biegunów. Sposób ten pozwala tylko na kilka stopniowań prędkości, o ile nie zastosujemy dodatkowo i sposobu opisanego już powyżej (pod a.). Ponieważ nadto sprądniki tego ustroju wypadają stosunkowo drożej, więc sposób ten naogół mało znajduje zastosowania.

c. Miarkowanie przez zmiany napięcia w tworniku sprądnikowym, za pośrednictwem sieci wieloprzewodowej. Gdy ze sieci mamy zasilać znaczną ilość sprądników, których ilości obrotów mają być zmienne w bardzo szerokich granicach, opłaci się często wykonywać sieć w układzie trój- lub wieloprzewodowym, dzieląc napięcie skrajne na kilka stopni, a to przez ustawienie oddzielnej sprądnicy między każde dwa przewody sąsiednie. Przyłączając natenczas sprądnik w miarę potrzeby to do jednych, to do drugich przewodów, otrzymać w nim możemy kilka napięć zasadniczych, dających nam

Rys. 1243.



tyleż prędkości zasadniczych sprądnika, a każdą z nich możemy znów dalej miarkować sposobem podanym pod a. W rys. 1243 przedstawiamy podobny układ czteroprzewodowy, o napięciu skrajnym 240 V, pozwalający (przez stosowne przełączania) działać na sprądnik sześciu rozmaitemi napięciami, a mianowicie: 40, 80, 120, 160, 200 i 240 V.

d. Miarkowanie sposobem Leonard'a. Sposób amerykańczy Leonard'a polega na tej samej zasadzie co sposób pod c., t. j. na zmianie napięcia, działającego na sprądnik, lecz na zmianie dowolnie stopniowanej w granicach od zera aż do napięcia skrajnego. Zmianę w tak szerokich granicach i z bardzo drobnym stopniowaniem otrzymujemy przez to, że do zasilania każdego ze sprądników stawiamy oddzielną sprądnicę, której napięcie zmieniamy w granicach powyżej określonych, przez stosowną zmianę jej wzbudzenia, za pośrednictwem opornika w jej obwodzie bocznikowym. Gdy chodzi o przesył pracy ze sprądnicy do jednego tylko sprądnika, celowość tego sposobu uwydatnia się aż nazbyt dobitnie. Gdy jednak mamy napędzać liczne sprądniki z danej sieci, musimy dla każdego poszczególnego sprądnika ustawić oddzielną przetwornicę (a więc zespół sprądnika pracującego napięciem sieci i napędzanej przez niego sprądnicy), której napięcie miarkujemy dopiero wedle potrzeby i z której dopiero zasilamy sprądnik właściwy. Mimo swą złożoność sposób ten posiada wysokie zalety wielce drobnego stopniowania prędkości obrotowej i możności elektrycznego hamowania mas wirujących prawie aż do prędkości zera, a to z odzyskaniem przynależnej pracy mechanicznej w postaci prądu, wyłanianego z powrotem do sieci, rozumie się ze stratami nieodzownymi przy tego rodzaju przetwarzaniu energii. Sposób ten znajduje szerokie zasto-

sowanie, zwłaszcza do napędu wyciągarek kopalnianych, walcarek, w papierniach i t. p.

e. **Miarkowanie opornikiem w obwodzie twornikowym sprężnika.** Jest to sposób o względnie najmniejszej sprawności, gdyż w oporniku tracimy całą różnicę pracy między biegiem z pełną prędkością, a biegiem z prędkością zmiarkowaną, o ile moment obrotowy prądu przytem się nie zmniejsza. Gdy się bowiem moment ten zmniejsza wraz z prędkością, natenczas zmniejsza się i wielkość prądu niezbędnego, a zatem względnie mniejszą będzie też i strata w oporniku. Z powodu tego naogół marnotrawnego ozysku, a zarazem z powodu wielkich wymiarów opornika, a więc i znacznych jego kosztów, sposób ten zaleca się chyba wyjątkowo, np. do napędu przewietrzników, pomp odśrodkowych i t. p. urządzeń, dla których napędu moment obrotowy zmniejsza się bardzo znacznie wraz z prędkością. Wreszcie, z powodu swej prostoty, sposób ten znajduje szersze zastosowanie i do miarkowania sprężników drobnych, których straty bieżące, podczas ich ozysku, mniej są dotkliwie.

2. Trójprąd.

Trójprąd nadaje się równie dobrze do oświetlenia jak i do przesyłu pracy, a dogodnym jest on zwłaszcza przy przesyłce na znaczne odległości. Otrzymanie bezpośrednio z trójprądnic prądów wysoko napiętych nie przedstawia znacznych trudności, a przetwarzanie napięcia w sprawnych przetwornikach nieruchomych odbywa się z łatwością, bez strat nadmiernych i nie wymaga ustawicznego dozoru lub obsługi. Łukówki, promieniując swe światło jednakowo w górę i w dół, wymagają wprawdzie odblaszników (reflektorów), pozwalają się natomiast nader dogodnie zasilać, gdyż możemy wstawiać je bądźto w znacznej ilości posobnie w obwód wyższego napięcia, bądź też obocznie w obwód o stosownie przetworzonym napięciu niskim, a nawet możemy poszczególną lukówkę zasilać oddzielnie z małego przetwornika.

Trójprądniki nienadające możemy rozruszać pod pełnym obciążeniem (p. str. 851 i nast.), a znoszą one bezpiecznie dość znaczne przeciążenie. Ilość ich obrotów zmieniamy jednym ze sposobów poniższych:

a. **Zmiana częstotliwości drgawek**, spowodowana celową zmianą ilości obrotów trójprądnicy, zmieni też i prędkość obrotową trójprądnika w dowolnie szerokich granicach, a to bez strat w opornikach. Sposób ten, aczkolwiek bardzo prosty, dogodny i sprawny, może jednakże znaleźć zastosowanie tylko w tym przypadku, gdy dany trójprądnik (lub kilka trójprądnic, wymagających spójniejszej i jednokątowej zmiany prędkości) zasila się z oddzielnej trójprądnicy, wyłączonej dla niego przeznaczonej.

b. **Wyłączenie pewnej części biegunów trójprądnika** zmienia prędkość kątową pola wirującego, a więc i prędkość samego trójprądnika. Sposób ten pozwala jednakże tylko na kilka stopniowań prędkości, a nadto zwiększa on względny koszt samego trójprądnika.

c. **Trójprądnik zespolony** posiada dwa wirniki na wspólnym wale i dwie stałki: Pierwszy z wirników pod wpływem pola wirującego wytwarza również trójprąd, lecz trójprąd mniej częstotliwy, a to z powodu nienadążności tego wirnika, który nie jest skrócony. Od jego pierścieni zdawnych prowadzimy ten trójprąd mniej częstotliwy przez uzwojenie wzbudzające drugiej stałki. Mamy zatem niejako dwa trójprądniki, z których każdy wzbudza się trójprądem innej częstotliwości, a każdej częstotliwości odpowiada przynależna ilość obrotów wirnika. W układzie tym możemy otrzymać trzy stopniowania prędkości, a mianowicie: po jednym z każdego trójprądnika oddzielnie włączonego, trzecie zaś, włączając obydwie prądniki posobnie. Najmniejsza z tych prędkości jest taka, jakąby posiadał jeden trójprądnik o liczbie biegunów, równej sumie liczb biegunów w obydwóch prądnicach. Dodatkowe stopniowanie możemy otrzymać jeszcze przez zastosowanie wyłączania pewnych części z ogólnej ilości biegunów, w sposób podobny, jak powyżej pod b. Trójprądniki tego rodzaju są również bardzo kosztowne.

d. **Opornik w obwodzie wirnika** jest urządzeniem miarkującym prędkość, najszerzej stosowanym, aczkolwiek sprawność jego jest podobna, jak opornika, opisanego na str. 875 pod e., a włączanego w obwód twornikowy sprądnic. I tu bowiem, dopóki się niezbędny moment obrotowy nie zmniejszy, przechodzić będzie przez opornik prąd pełnej wielkości, a więc straty będą bardzo znaczne. Przy zmniejszającym się momencie obrotowym zmniejsza się i tu wielkość prądu, a zatem i strata. Mimo tych strat, tak z powodu swej prostoty, jak i swej podatności do trójprądników zwykłego ustroju, sposób ten znajduje szerokie zastosowanie.

3. Jednoprąd (rozprąd jednofazowy).

Ten rodzaj rozprądu pod względem wysokości możliwego napięcia, pod względem dogodnego przetwarzania w nieruchomych przetwornikach znacznej sprawności, wreszcie w zastosowaniu do łukówek, nie ustępuje w niczem trójprądowi, zaleca się nawet przed nim większą prostotą urządzeń.

Natomiast do przesyłu pracy trójprąd jest bardziej odpowiedni, ponieważ nie mamy jeszcze dotychczas jednoprądników (rozprądników jednofazowych) równie doskonałych jak trójprądniki. Nawet nienadające jednoprądniki nie są zdolne do samoczynnego rozruchu, chyba że zaopatrzymy je w swoiste urządzenia rozruszne, np. w urządzenia, któreby podczas rozruchu wytwarzały pole wirujące, a to za pośrednictwem zwojnic samowzniejących. Lecz rozruszony w ten lub inny sposób jednoprądnik przystanie, gdy tylko obciążenie jego przekroczy określoną granicę. Wprawdzie w czasach najnowszych pojawiły się ustroje jednoprądników z przerzadnikami, nie posiadające tych wad, skutkiem czego znajdują one zastosowanie nawet do napędu tramwajów. Należałoby jednak odczekać jeszcze wyników ozysku, by móc ocenić zaufność ich pracy.

4. Wybór rodzaju prądu.

1. **Sprąd** zaleca się do nienadmiernie długich sieci, zasilających wyłącznie oświetlenie, a więc pracujących przeważnie tylko wieczorem i nocą, albowiem dodanie zasobników umożliwia jednostajną pracę za dnia i wieczorem, a również i jej przerwę nocą. Do mniejszych zładów oświetlenia nadaje się sprąd nawet bez zasobników, a to z powodu względnej prostoty urządzeń przynależnych. Dalej zastosowanie sprądu jest zupełnie właściwe do napędu prądników w wytwornicach nie nazbyt rozległych, zwłaszcza przy jednoczesnym zasilaniu oświetlenia. Następnie możność wyrównywania wahań odbytu zasobnikami czyni sprąd nader podatnym do napędu przyrządów, podlegających takim właśnie wahanom, a więc do napędu żorawi, tramwajów miejskich i t. p. Niemniej właściwym będzie sprąd do napędu zamiejskich kolei elektrycznych, chyba że nadmierna długość szlaku przechyli szalę na korzyść rozprądu wyższego napięcia. Możność dogodnego przystosowania ilości obrotów sprądnika do chwilowej potrzeby czyni zastosowanie sprądów wskazaniem w tych gałęziach przemysłu, które takich zmian prędkości wymagają, a więc w papierniach, drukarniach i t. p. Wreszcie w niektórych zastosowaniach elektrochemicznych, np. w galwanoplastyce i t. p., sprąd nieda się wogóle zastąpić rozprądem, chyba gdybyśmy go uprzednio sprądniiali, np. za pomocą sprądniarek.

Wybór napięcia sprądu: W małych sieciach na oświetlenie 110 V; w bardziej rozległych lepszym będzie układ trójprzewodowy 2×110 V, a nawet dwuprzewodowy 220 V; wreszcie w sieciach bardzo rozległych zaleca się układ trójprzewodowy 2×220 V.

Na przesył pracy napięcie zależy przede wszystkim od odległości, a stosujemy przeważnie napięcia od 110 do 500 V, wyjątkowo tylko wyższe *).

2. **Trójprąd** nadaje się do przesyłu znacznych ilości energii na dowolne, nawet bardzo wielkie odległości i do urządzeń wszelakiego rodzaju, a więc do rozległych sieci na oświetlenie i przesył pracy. Ponieważ trójprądniki mogą się obejść bez pierścieni i t. p. przyrządów zdawnych, a więc ponieważ nie iskrują, i ponieważ wszystkie części przewodzące prąd mogą w nich być osłonięte odzieżą zosobniającą, więc można je bezpiecznie stawiać i w przestrzeniach wilgotnych (w kopalniach, cukrowniach i t. p.), oraz w miejscach, w których gromadzą się tworzywa wzbuchliwe (gazy kopalniane, proch i t. p.). Wreszcie trójprądniki zwykle, o wirnikach skrótowanych, można pozostawiać prawie bez dozoru.

Wybór napięcia trójprądowego:

1) Nizkie napięcia 120 do 220 V, bez przetworników, są wskazane w mniej rozległych sieciach, pracujących przeważnie na oświetlenie.

2) Średnie napięcie około 500 V, tak w trójprądnicach, jak i w miejscach odbytu zalecałoby się do sieci średniej rozległości.

3) Wysokie napięcie pierwotne, a wtórne bądźto również wysokie, bądźżeż przetworzone w miejscach odbytu przetwornikami na

*) Por. dopisek na str. 873.

niższe, zaleca się na wielkie odległości, przyczem przetwarzamy nieraz napięcie do oświetlenia na względnie niższe, a do trójprądników na mniej obniżone. W rozległych sieciach miejskich napięcie pierwotne bywa 3000 do 5000 V, a do przesyłu pracy na znaczniejsze odległości 10000 V, a nawet wyżej do 60000 V.

3. **Jednoprąd** (rozprąd jednofazowy) nadaje się do rozległych sieci na oświetlenie, a również do przesyłu pracy na większe odległości, zwłaszcza do dłuższych szlaków kolei elektrycznych. Ponajczęściej jednak, z wyjątkiem zastosowania w końcu wspomnianego, sprąd lub trójprąd okaże się bardziej dogodnym.

Wybór napięcia jednoprądu podlega warunkom, omówionym powyżej dla trójprądu.

VII. PRZEWODY.

A. Względy ogólne, wpływające na wybór przekroju.

1. Oznaczając przekroje przewodów należy uwzględnić: **koszta nakładowe i ozyskowe, najważniejszą stratę napięcia, bezpieczne granice zagrzewania się przewodów, wreszcie przewidywane na przyszłość rozszerzenie sieci.**

Najoszczędniejsze będą takie przewody, dla których suma odsetek rocznych i umorzenia od ich kosztów, wraz z rocznymi kosztami ozysku, będzie możliwie jak najmniejsza. Do kosztów ozysku, oprócz wydatków bieżących na paliwo, obsługę, zarząd i t. p., należy doliczyć jeszcze odsetki i umorzenie od tej sumy, jaką wydać trzeba na zwiększenie mocy elektrowni w celu pokrycia strat w przewodach. W urządzeniach czasowych wypada odliczać na umorzenie odsetki stosunkowo większe.

Najdogodniej będzie dla różnych przekrojów zestawić w tablicy lub w wykresie koszta roczne, wynikające z przeprowadzania prądu przez przewody, a zazwyczaj starczy tu uwzględnienie przekrojów ustanowionych przez Związek elektrotechników niemieckich. Ze zestawienia tego przekonamy się ponajczęściej, iż pod względem oszczędności kilka przekrojów daje w przybliżeniu te same wyniki; z pomiędzy nich wypada więc wybrać ten, który najlepiej czyni zadość pozostałym warunkom.

Istotną wartość może mieć tego rodzaju obliczenie tylko wtenczas, gdy znamy z góry, lub możemy przewidzieć z dostateczną dokładnością warunki, w jakich sieć będzie pracowała, zwłaszcza koszt wytwarzania prądu, średnie odbyty przez przewody, wreszcie coroczną ilość godzin pracy podczas całego okresu umarzenia. Często jednak warunków tych nie znamy, a natenczas powyżej podane obliczenie może dać wyniki bardzo dalekie od rzeczywistych. W podobnych przypadkach lepiej nawet zupełnie zaniechać owych bezce-

lowych obliczeń, ograniczając się do wyboru takich przewodów, w których **straty energii** nie byłyby nadmierne, i które dawałyby jeszcze możliwość rozszerzenia sieci w przyszłości.

Jeżeli przewody obliczamy na zasadzie **dozwolonej straty napięcia**, to powinniśmy uwzględnić największą wielkość prądu, przewidywaną w przyszłości, i przy takim prądzie otrzymać w miejscach jego odbytu jeszcze napięcie nie mniejsze od niezbędnego dla zasilania wchłonników prądu.

Ze względu na **dozwolone zagrzewanie się przewodów**, przez dany przekrój można przeprowadzać nie więcej jak tylko pewną określoną wielkość prądu, zależną jednak poniekąd również i od warunków postronnych, jako to: od czasu pozostawiania pod tym prądem największym, od rodzaju osobnienia przewodu, od sposobu i miejsca jego ułożenia i t. p. Przepisy Związku elektrotechników niemieckich z r. 1907 ustalają dla poszczególnych rodzajów przewodów i poszczególnych ich przekrojów największe prądy dozwolone, a mianowicie:

1. Przewody odziane, z wyjątkiem kabli podziemnych.

Przekrój mm ²	Największy prąd: A	Przekrój mm ²	Największy prąd: A	Przekrój mm ²	Największy prąd: A	Przekrój mm ²	Największy prąd: A
0,75	9	10	43	95	240	400	640
1	11	16	45	120	280	500	766
1,5	14	25	100	150	325	625	880
2,5	20	35	125	185	380	800	1050
4	25	50	160	240	450	1000	1250
6	31	70	200	310	540		

2. Podziemne kable jednotorowe na sprąd do 700 V, bez drutu dozorczoego *).

Przekrój mm ²	Największy prąd: A	Przekrój mm ²	Największy prąd: A	Przekrój mm ²	Największy prąd: A	Przekrój mm ²	Największy prąd: A
1,0	24	16	130	120	450	500	1035
1,5	31	25	170	150	510	625	1190
2,5	41	35	210	185	575	800	1380
4	55	50	260	240	670	1000	1585
6	70	70	320	310	785		
10	95	95	385	400	910		

*) Kablem jednotorowym zwiemy kabel przeznaczony na przewód dla jednego prądu; dwutorowym dla dwóch prądów, np. wysyłanego z elektrowni i powracającego do niej; trójtorowym dla trzech prądów, np. dla trzech faz trójprądu. Każdy taki tor może się jednak składać z dowolnej ilości drutów, a nawet żył.

3. Podziemne kable wielotorowe.

Przekrój mm ²	Największy prąd w A na napięcia do 3000 V; kable					Przekrój mm ²	Największy prąd w A na napięcia od 3000 do 10000 V; kable		
	o torach niespółosiowych			o torach spółosiowych			o torach niespółosiowych		
	2-toro- we	3-toro- we	4-toro- we	2-toro- we	3-toro- we		2-toro- we	3-toro- we	4-toro- we
4	42	37	34	—	—	4	—	—	—
6	53	47	43	—	—	6	—	—	—
10	70	65	57	70	55	10	65	60	55
16	95	85	75	90	75	16	90	80	70
25	125	110	100	120	100	25	115	105	95
35	150	135	120	145	120	35	140	125	115
50	190	165	150	180	150	50	175	155	140
70	230	200	185	220	185	70	215	190	170
95	275	240	220	270	220	95	255	225	205
120	315	280	250	310	255	120	290	260	240
150	360	315	290	360	290	150	335	300	275
185	405	360	330	405	330	185	380	340	310
240	470	420	385	470	385	240	—	—	—
310	545	490	445	550	455	310	—	—	—
400	635	570	—	645	530	400	—	—	—

W przewodach o bardzo zmiennej wielkości prądu chwilowa jego wielkość może przekraczać granice, określone w tablicach (np. w przewodach do wyciągarek kopalnianych, do walcarek i t. p.). Tablice dla kabli podziemnych liczone w założeniu zagrzania się o 25° C, a głębokości ułożenia 0,7 m pod powierzchnią ziemi, wreszcie w założeniu, że w spólnym rowie leżą co najwyżej obok siebie dwa kable i oddzielny przewód obojętny. Układając więcej kabli w spólnym rowie, lub układając kable w kanałach, należałoby stosować wielkości prądu, zmniejszone do $\frac{3}{4}$ wartości podanych w tablicy. Kable wielokrotne znajdują szersze zastosowanie do przesyłu pracy niż kable jednoprzewodowe.

2. Który z podanych na wstępie trzech względów ma być rozstrzygającym przy doborze przekroju sieci, zależy przede wszystkim od jej rodzaju:

W sieciach na **wyłączny przesył pracy** wahania napięć są mniej szkodliwe: należy przeto obliczyć przekroje sieci w ten sposób, aby dała możliwie jak największe oszczędności, o ile posiadamy dostateczne dane, niezbędne do takiego obliczenia; w przeciwnym zaś razie obliczamy sieć tak, aby stracona w niej energia była możliwie względnie mała. Sieć, obliczoną w jeden lub drugi ze sposobów powyższych, należy jeszcze sprawdzić na jej zagrzewanie się.

W sieciach na **oświetlenie**, a mianowicie wyłącznie na oświetlenie, albo na oświetlenie i na przesył pracy łącznie, należy przede wszystkim wyróżnić przewody dosyłowe od rozsyłowych.

Przez przewody dosyłowe dosyłamy prąd z elektrowni do pewnej ilości punktów dosyłowych, z których bierze początek sieć rozsyłowa, rozprawdzająca dalej prąd od punktów dosyłowych do poszczególnych miejsc odbytu prądu. Ta część sieci powinna posiadać możliwie układ okrężny, t. j. taki, aby każdy odbiorca mógł otrzymywać prąd z dwóch stron sieci, a więc aby nie był pozbawiony prądu na wypadek przerwania się sieci po jednej stronie, a zarazem, aby zmiany odbytu w poszczególnych miejscach lepiej się wyrównywały w sieci. Straty napięcia w przewodach dosyłowych mogą być względnie większe, gdyż przy mniejszym odbycie, a więc przy mniejszych stratach napięcia, możemy mimo to otrzymywać dość jednostajne napięcie w punktach dosyłowych, mianowicie przez stosowne obniżanie napięcia w elektrowni. W sieci rozsyłowej natomiast spadek napięcia powinien być względnie mały, aby przy niezmiennem napięciu w punktach dosyłowych, wahania napięcia u wchłonników prądu były możliwie nieznaczne, bez względu na chwilową wielkość odbytu. Przewody dosyłowe, obliczone z wyłącznem uwzględnieniem oszczędności, posiadałyby przekroje tak małe, że wobec niejednakowych zmian odbytu z poszczególnych punktów dosyłowych, pojawiałyby się w nich musiały wahania napięcia, przekraczające już granice dozwolone. Przewody dosyłowe wypada zatem obliczać na zasadzie założonych strat napięcia, a sprawdzać na ich zagrzewanie się. Wyłącznie względami oszczędności możemy się kierować tylko w tym przypadku, gdy za pośrednictwem oddzielnych oporników będziemy mogli utrzymywać napięcie w przybliżeniu niezmienne w każdym z poszczególnych punktów dosyłowych.

Straty napięcia w sieci rozsyłowej należałoby tak dobrać, aby wahania napięcia u krańców żarówek nie przekraczały 1,5⁰/₀; łukówki natomiast znoszą większe wahania, z czego można skorzystać w ich sieciach lub przewodach, do których się żarówki nie przyłączają.

B. Obliczanie przekrojów przewodowych.

Opór R i waga G na 1000 m przewodu miedzianego.

q mm ²	R omów Ω	G kg	q mm ²	R omów Ω	G kg	q mm ²	R omów Ω	G kg
0,75	23,33	6,7	25	0,700	225	240	0,0729	2160
1,0	17,50	9,0	35	0,500	315	310	0,0565	2790
1,5	11,67	13,5	50	0,350	450	400	0,0438	3600
2,5	7,00	22,5	70	0,250	630	500	0,0350	4500
4	4,38	36	95	0,184	855	625	0,0280	5625
6	2,92	54	120	0,146	1080	800	0,0219	7200
10	1,75	90	150	0,117	1350	900	0,0194	8100
16	1,09	144	185	0,095	1665	1000	0,0175	9000

W tablicy powyższej przewody (z wyjątkiem 900 mm² przekroju) zestawiono podług norm przepisanych przez Związek, opór zaś obliczono na zasadzie oporności właściwej $c = 0,0175 = 1 : 57$, przy 15° C (por. str. 789), wreszcie wagę przewodów oznaczono na zasadzie ciężkości właściwej drutu miedzianego 9,0.

We wzorach poniższych stosujemy znakowanie:

E_1 — napięcie w V na początku, a

E_2 — na końcu linii, mierzone między dwoma przewodami,

N_1 — moc, wyrażona w watach, przy napięciu E_1 ,

N_2 — także moc przy napięciu E_2 ,

R — opór w omach jednego całego przewodu, t. j. o długości pojedynczej, od początku do końca linii,

J — wielkość prądu w amperach,

q — przekrój jednego przewodu, w mm²,

l — długość jednego przewodu, w m,

δ — spadek napięcia w jednym przewodzie, w V,

x — stratność na mocy we wszystkich przewodach, wyrażona w % odbytu mocy z końca linii,

φ_1 — rozszew prądu względem napięcia na początku linii rozprądowej,

φ_2 — także rozszew na końcu tejże linii.

1. Przewody na odbytu prądu wyłącznie z końca linii.

Przypadek ten zachodzi, np. w przewodach dosyłowych, albo też przy przesyłce prądu, gdy każdy prądnik otrzymuje prąd z elektrowni przez oddzielny przewód. Zasady obliczenia dla poszczególnych rodzajów prądów podajemy poniżej:

α. Sprąd.

Strata napięcia wyraża się wzorem:

$$E_1 - E_2 = 2JR.$$

Strata mocy będzie:

$$N_1 - N_2 = 2J^2R.$$

Przekrój przewodu miedzianego otrzymamy:

Dla danego spadku δ napięcia:

$$q = \frac{Jl}{57\delta},$$

a dla danej stratności na mocy:

$$q = \frac{N_2 \cdot 2l \cdot 100}{57 \cdot x E_2^2} \text{ *) (dla miedzi).}$$

*) Dla zwykłych żarówek, wchłaniających po 55 watów, można wzór powyższy zastąpić poniższym, w którym n oznacza liczbę takich żarówek zasilanych:

$$q = \frac{55n \cdot 2l \cdot 100}{57 \cdot x E_2^2} = 193 \frac{n \cdot l}{x E_2^2}, \text{ w mm}^2.$$

β. Jednoprąd i trójprąd.

Gdy ani przewód, ani wchłonnik prądu nie posiada samowzniety, można przewody jednoprądowe obliczać podług wzorów, podanych powyżej dla sprądu. Natomiast przy samowznietcie, powodującej rozsuw φ_2 , obliczamy przekrój przewodu, na zasadzie stratności x , ze wzorów:

$$\text{a) dla jednoprądu: } q = \frac{N_2 2l 100}{57 x E_2^2 \cos^2 \varphi_2} \quad (\text{dla miedzi}),$$

$$\text{b) dla trójprądu: } q = \frac{N_2 l 100}{57 x E_2^2 \cos^2 \varphi_2} \quad (\text{dla miedzi}).$$

Wzory powyższe wykazują, że w trzech przewodach trójprądu (na przesył danej ilości energii, przy jednakowych: stratności, rozsuwie i odległości) zużyjemy tylko $^{3/2} \cdot ^{1/2} = ^{3/4}$ tej ilości miedzi, jakiej wymagają dwa przewody jednoprądu.

Moc rozprądów wyraża się wzorami:

dla jednoprądu:

$$N_1 = E_1 J \cos \varphi_1,$$

$$N_2 = E_2 J \cos \varphi_2,$$

dla trójprądu:

$$N_1 = E_1 J \cos \varphi_1 \sqrt{3},$$

$$N_2 = E_2 J \cos \varphi_2 \sqrt{3},$$

Wartość $\cos \varphi_2$ pozostaje w zależności od rodzaju odbytu: dla żarówek $\cos \varphi_2 = 1$; dla łukówek wartość ta jest tylko nieco mniejsza; natomiast w pełnoobciążonych rozprądnikach nienadających $\cos \varphi_2 = 0,9$ do $0,6$, w nieobciążonych jeszcze mniejsza.

Strata N_s mocy we wszystkich przewodach wyraża się wzorami:

$$\text{dla jednoprądu: } N_s = 2 J^2 R, \quad \text{dla trójprądu: } N_s = 3 J^2 R.$$

Strata $E_1 - E_2$ napięcia rozprądów składa się ze strat od oporu omicznego, oraz ze strat od samowzniety, która jednakże, zmniejszając napięcie, nie powoduje strat na mocy.

Strata δ_0 napięcia od oporu omicznego wyraża się wzorami:

$$\text{dla jednoprądu: } \delta_0 = 2 J R \quad (\text{jak dla sprądu}),$$

$$\text{dla trójprądu: } \delta_0 = J R \sqrt{3},$$

w których R oznacza opór jednego przewodu.

Gdy kabel zawiera w sobie obydwa przewody jednoprądu, wzgl. wszystkie trzy (a nawet cztery, t. j. wraz z obojętnym) przewody trójprądu, natenczas można zaniedbać jego samowznietność. Gdy naodwrot kabel opancerzony taśmą żelazną zawiera w sobie tylko jeden przewód, to jego samowznietna jest tak wielka, że tego rodzaju kable jednotorowe stają się wprost niezdatnymi na przewody rozprądu.

Strata e_s napięcia od samowzniety posiada względnie do prądu przesuw 90° , a otrzymamy ją dla **jednego przewodu** ze wzoru:

$$e_s = k p l J,$$

którym l oznacza długość przewodu w **km**, p częstotliwość drgawek (na sek.), wreszcie k współczynnik zależny od przekroju i wzajemnego położenia przewodów.

Wartości współczynnika k samowznietności dla przewodów miedzianych.

Przekrój przewodu w mm ²	Spółczynnik k , gdy przewody leżą w odstępie wzajemnym:	
	50 cm	100 cm
10	0,00645	0,0073
16	0,00622	0,0071
25	0,00595	0,0068
35	0,00573	0,0066
50	0,00551	0,0064
70	0,0053	0,0062
95	0,0051	0,0061
120	0,00495	0,0059

Całkowita strata napięcia we wszystkich przewodach, spowodowana samowznietą, będzie:

$$\text{dla jednopądu: } E_s = 2 k p l J,$$

$$\text{dla trójprądu: } E_s = \sqrt{3} k p l J.$$

Pojemność elektryczna przewodów, a zwłaszcza kabli, zwiększa wprawdzie nieco napięcie w ich końcach, wpływ jej można jednak naogół zaniedbać w sieciach na oświetlenie lub przesył pracy. Natomiast należy go bacznie uwzględniać, np. w długich kablach telegraficznych i telefonowych, a również przy przesyłce na bardzo wielkie odległości i z bardzo wysokim napięciem.

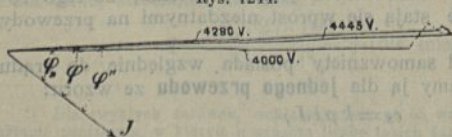
Z warunków zadania znamy zazwyczaj N_2 , oraz $\cos \varphi_2$, a wypada dobrać stosownie wartości E_1 , wzgl. E_2 . Ponajczęściej dogodnie będzie założyć wartość E_2 i podług niej obliczyć niezbędną wielkość prądu, następnie przekrój potrzebny, wreszcie stratę napięcia, a z niej E_1 .

W sieci napowietrznej z przetwornikami całkowita strata napięcia składa się zatem:

1. ze straty napięcia od oporu omicznego i od samowznietu w przewodach;
2. ze straty napięcia od oporu omicznego i od samowznietu w przetwornikach.

Straty napięć możemy też obliczać wykreślnie, a sposób ten objaśniamy na przykładzie poniższym:

Przykład obliczenia zładu trójprądowego. Z elektrowni mamy zasilać na odległość 10 km 50-ma kilowatami oświetlenie ($\cos \varphi_2 = 1$), a na 3 km dalej dostarczać jeszcze 300 kilowatów trójprądnikiem ($\cos \varphi_2 = 0,8$). W



miejscach odbytu stawiamy przetworniki, w których przetwarzając będziemy wysokie napięcie linii na niższe napięcia odbytowe, a mianowicie 120 V dla oświetlenia, a 500 V dla prądników. Napięcie pierwotne w przetworniku końcowym ma być 4000 V + straty w samym przetworniku, a napięcie to ma w elektrowni wytwarzać bezpośrednio trójprądnicą, o częstotliwości drgań $p = 50$ na sek.

Podług obliczenia wstępnego oceniamy, że przekroje w pierwszej, 10-kilometrowej działce będą: 3 po 50 mm², w drugiej zaś 3 po 35 mm².

W rys. 1244 kreślimy (w dowolnej wymiarce) pierwotne napięcie przetwornika: 4000 V, a pod kątem φ_2 , którego $\cos \varphi_2 = 0,8$, kreślimy kierunek prądu J . Z końca napięcia pierwotnego odcinamy strated napięcia od samowzniety przetwornika, t. j. 8% od 4000, czyli 320 V, jako kresę w kierunku prostopadłym do J , a z końca tej kresy odcinamy omiczną strated napięcia w przetworniku, o wartości 3% od 4000, czyli 120 V, jako kresę w kierunku równoległym do J . Napięcie wynikowe przedstawi się bokiem zamykającym wielobok, a więc łączącym koniec ostatniej kresy z początkiem napięcia pierwotnego, a będzie ono (podług wymiararki) 4280 V. Dołączamy straty w przewodzie, a mianowicie w sposób następujący: Zakładając sprawność przetwornika na 0,96, a rozsuw: $\cos \varphi' = 0,77$, otrzymamy wielkość prądu, niezbędną na wydanie 300 KW ze wzoru:

$$N = \eta \cdot EJ \cos \varphi \sqrt{3}, \text{ czyli:}$$

$$J = \frac{N}{\eta E \cos \varphi \sqrt{3}} = \frac{300000}{0,96 \cdot 4280 \cdot 0,77 \cdot 1,7321} = 54,7 \text{ A.}$$

Mamy trzy przewody po 35 mm² przekroju i po 3 km długie, czyli o oporze omicznym (podług tablicy ze str. 881) po 3 km \times 0,5 = 1,5 Ω , a więc obliczamy strated napięcia ze wzoru:

$$JR \sqrt{3} = 54,7 \cdot 1,5 \cdot 1,732 = \infty 142 \text{ V.}$$

Zakładając nadto, że przewody leżą w odstępie wzajemnym po 50 cm, otrzymamy z tabl. str. 884 współczynnik samowznietności $k = 0,00573$.

Przynależną strated napięcia otrzymamy ze wzoru:

$$E_s = \sqrt{3} \cdot k p I J = 1,732 \cdot 0,00573 \cdot 50 \cdot 3 \cdot 54,7 = 82 \text{ V.}$$

Składamy dalej wielobok, dostawiając do końca otrzymanej poprzednio wynikowej (4280 V) wyniki obliczeń powyższych, a mianowicie: 82 V \perp J , a następnie 142 \parallel J poczem otrzymamy bok zamykający: 4445 V, oraz rozsuw φ'' .

Całkowitzą strated mocy obliczamy ze wzoru (str. 883):

$$N_s = 3J^2 R = 3 \cdot 54,7^2 \cdot 1,5 = 13464 \text{ W,}$$

a z zapasem liczyć będziemy 13,6 KW.

W przetworniku na oświetlenie liczymy znów 8% straty napięcia od samowzniety, a 3% od oporu omicznego, a to względnie do nieznanego nam jeszcze napięcia prądowtwórczego w tymże przetworniku.

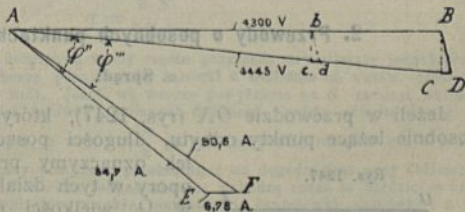
Rys. 1245 przedstawia wykres wartości przy przetworniku na światło, t. j. między obydwoma działkami linii: W dowolnej, większej wymiarce kreślimy poziomą $ab = 100$,

Rys. 1245.

rys. 1245 przedstawia wykres wartości przy przetworniku na światło, t. j. między obydwoma działkami linii: W dowolnej, większej wymiarce kreślimy poziomą $ab = 100$, pionową $bc = 8$ (8% straty napięcia od samowzniety w przetworniku), następnie poziomą $cd = 3$ (3% straty napięcia od oporu omicznego w przetworniku), wreszcie na prostej ad odcinamy we wymiarce napięć: $AD = 4445$ V, t. j. znane już z poprzedniego wykresu napięcie w początku drugiej działki przewodu, będące zarazem napięciem międzykrajcowym przetwornika. Kreślimy $DB \parallel ab$, a otrzymamy $AB = 4300$ V jako napięcie prądowtwórcze przetwornika. Całkowitzą strated DB możemy uważać za złożoną z omicznej CD i samowznietnej BD . Stosunek przetwarzania w przetworniku na oświetlenie będzie zatem 4300:120.

Następnie kreślimy $AE = J = 54,7$ A, t. j. znaną już z poprzedniego obliczenia wielkość prądu w trzykilometrowej, drugiej działce, a mianowicie pod kątem $DAE = \varphi''$, którego wartość otrzymaliśmy już z wykresu rys. 1244. Sprawność mocy przetwornika na oświetlenie liczymy znów 0,96, a otrzymamy wielkość prądu pierwotnego, niezbędnego na wydanie 50 KW prądu wtórnego, ze wzoru:

$$J_2 = \frac{50 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 4445 \cdot 0,96} = 6,78 \text{ A.}$$

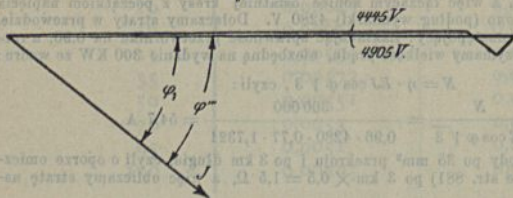


Wielkość tę odcinamy z E , jako kresę równoległą do napięcia prądowórczego (bo oświetlenie nie powoduje rozsuwu), a bok zamykający trójkąt wielkości prądów, t. j. $AF = 60,6$ A, przedstawia nam całkowitą wielkość prądu w działce pierwszej, kąt φ''' zaś przynależny rozsuw w końcu tejże działki.

W rys. 1246 przedstawiamy wreszcie wykres, dotyczący tej pierwszej działki przewodów o przekroju po 50 mm^2 , a długości po 10 km . W tablicy na str. 881 opór na

1 km przewodów 50 mm^2 podano na $0,35 \Omega$, na 10 km będzie zatem $3,5 \Omega$, a strata omiczna: $JR\sqrt{3} = 60,6 \cdot 3,5 \cdot 1,732 = 366 \text{ V}$. Gdy przewody i w tej działce są ułożone w odstępach wzajemnych po 50 cm , natenczas otrzymamy z tablicy (str. 884) wartość $k =$

Rys. 1246.



$= 0,00551$, a stratę napięcia od samowzniety:

$$E_s = \sqrt{3} k p I J = 1,732 \cdot 0,00551 \cdot 50 \cdot 10 \cdot 60,6 = 294 \text{ V.}$$

W rys. 1246 określmy napięcie w końcu działki, t. j. 4445 V , a prąd J pod kątem φ''' , wziętym z rysunku poprzedniego. Z końca napięcia 4445 V kreślimy: stratę omiczną $366 \text{ V} \parallel J$, dalej stratę od samowzniety, t. j. $294 \text{ V} \perp J$, a bok zamykający w tym czworoboku określi nam napięcie na początku linii, a więc w elektrowni: $E_1 = 4905 \text{ V}$, oraz jego rozsuw φ_1 , względem prądu J , którego wielkość obliczyliśmy już powyżej $60,6 \text{ A}$.

Strata mocy w tym przewodzie będzie:

$$N_s = 37^2 R = 3 \cdot 60,6^2 \cdot 3,5 = 38560 \text{ W} = 38,6 \text{ KW.}$$

Uwaga. Gdy napięcie początkowe E_1 jest z góry dane, np. w razie przyłączeń do istniejącej sieci wysokiego napięcia, natenczas przeprowadzamy obliczenie dwukrotnie, a mianowicie: w obliczeniu wstępnym zakładamy napięcie E_2 w końcu, oceniając do różnie spadek napięcia sieci, i podług niego oznaczamy przybliżoną wielkość prądu pierwotnego i jego rozsuw w poszczególnych przetwornikach. Podług tych znanych wielkości obliczamy istotną stratę napięcia sieci i powtarzamy obliczenie przetworników.

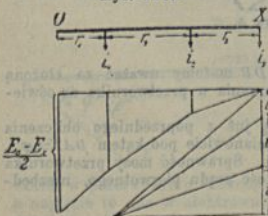
2. Przewody o posobnych punktach odbytu.

a. Sprąd.

Jeżeli w przewodzie OX (rys. 1247), który zasila poszczególne, posobnie leżące punkty odbytu, długości poszczególnych jego działek oznaczmy przez $l_1, l_2 \dots$ w m, opory w tych działkach przez $r_1, r_2 \dots$ w Ω , wielkości prądów wyłanianych z poszczególnych punktów odbytu przez $i_1, i_2 \dots$ w A, to spadek δ napięcia od punktu początkowego O , aż do końca X pary takich przewodów równoległych, wyrazi się wzorem:

$$\delta = E_o - E_x = 2 [(i_1 + i_2 + i_3) r_1 + (i_2 + i_3) r_2 + i_3 r_3]$$

Rys. 1247.



$$\frac{\delta}{2} = \frac{E_0 - E_x}{2} = [i_1 r_1 + i_2 (r_1 + r_2) + i_3 (r_1 + r_2 + r_3)].$$

Postać wzoru powyższego jest zupełnie podobna do postaci wzoru na moment statyczny odbytów i_1, i_2, \dots , względem punktu początkowego O . Spad napięcia możemy zatem wykreślać w sposób zupełnie podobny, jak wykreślamy momenty statyczne, a więc posilując się wielobokiem sił i wielobokiem sznurowym (p. T. I str. 164), a dogodny sposób doboru wymiarek podano w uwadze odsyłaczej na str. 888.

Gdy przewód posiada przekrój niezmienny, natenczas opory r poszczególnych działek pozostają w prostym stosunku do długości tychże działek. W takim przypadku całkowity spad napięcia, aż do końca przewodu jest taki sam, jakiby się pojawił, gdyby prąd całej wielkości przepływał od początku przewodu aż do środka ciężkości odbytów, obliczonego dla przewodu, który wyobrażamy sobie jako rozciągnięty po linii prostej. Jeżeli zatem punkty odbytu leżą na przewodzie w jednakowych odstępach wzajemnych, a wielkości poszczególnych odbytów są jednakowe i przekrój przewodu się nie zmienia, to całkowity spad napięcia będzie równy temu, jakiby się pojawił, gdyby prąd równy sumie odbytów płynął od początku aż do punktu połowiącego przewód. Jeżeli w przewodzie miedzianym, o niezmiennym przekroju q i przewodności 57, moment statyczny odbytu i_1, i_2, \dots oznaczymy przez S , a więc:

$$S = i_1 l_1 + i_2 (l_1 + l_2) + i_3 (l_1 + l_2 + l_3) \dots,$$

to całkowity spad napięcia w parze takich przewodów będzie:

$$\delta = \frac{2S}{57q},$$

a na odwrót dla danego spadu δ niezbędny przekrój przewodu będzie:

$$q = \frac{2S}{57\delta}.$$

Uwaga. W zładach domowych mamy często przyrządy oświetlające jednakowego rodzaju i wielkości, dotychczas ponajczęściej żarówki o wchłonie 55 watów, czyli pół ampera, przy napięciu 110 volt. Jeżeli we wzorze powyższym na S , zamiast wartości i_1, i_2, \dots , podstawimy ilości żarówek zasilanych z danego punktu odbytu, licząc po dwie żarówki na każdy amper, a więc $i = \frac{n}{2}$ (n oznacza ilość żarówek w danym punkcie odbytu), to możemy wzory powyższe przekształcić na dogodniejsze przy obliczaniu takich zładów domowych. Ponieważ jednak obecnie wchodzą coraz to bardziej w użycie żarówki przeróżnych rodzajów (zwykłe, nernstówki, tantalówki, osmówki i t. p.) i wchłonów, więc nie podajemy wzorów w ten sposób przekształconych, gdyż czytelnik dla znanego wchłonu danych żarówek, sam łatwo skutecznie niezbędne podstawienia.

β . Jednoprąd i trójprąd.

Wzory powyższe można zastosować i do obliczenia przewodów rozprądowych, uwzględniając jednakże właściwości rozprądów, podane na str. 833 i nast. Rozsuw $\cos \varphi$ można zastąpić często średnią jego wartością, co ułatwi nieraz obliczenie. Przewody trójprądowe obliczamy zazwyczaj w założeniu jednakowego odbytu z po-

szczególnych faz i przy projektowaniu należy też dążyć do tego, aby odbył istotnie rozkładał się możliwie równomiernie na wszystkie trzy fazy.

3. Przewody w sobie zamknięte.

a. Sprąd.

a) **Napięcie możliwie jednakowe we wszystkich punktach odbytu** (stosowane zazwyczaj w sieciach oświetlenia).

Przewody dosyłowe obliczamy podług danych powyżej pod 1.

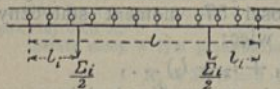
Przewody rozsyłowe, leżące między punktami dosyłowymi, obliczamy natomiast w sposób następujący:

Jeżeli odnogi (względnie żarówki i t. p.) są równomiernie rozłożone na długość l przewodu, to największy spadek napięcia (w założeniu, że w obydwóch końcach tego przewodu panuje jednakowe napięcie) wyrazi się wzorem:

$$\Delta e = 2 \frac{\sum i r}{2} \frac{r}{4},$$

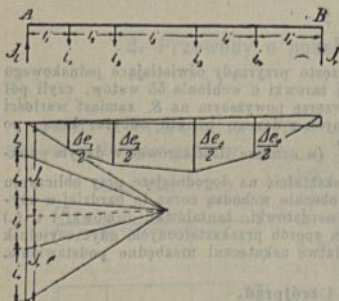
w którym $\sum i$ oznacza sumę odbytów prądu wzdłuż całego przewodu o długości l , r zaś jego opór (p. rys. 1248).

Rys. 1248.



Wykreślamy wielobok sił, biorąc poszczególne odbyty prądu za siły, a z niego i z danych odstępów między punktami odbytu, wyrażonych w jednostkach oporu zamiast długości, kreślimy wielobok sznurowy (por. T. I str. 164).

Rys. 1249.



Gdy się odbył prądu rozkłada nierównomiernie wzdłuż przewodu, natenczas największy spadek napięcia oznaczmy najdogodniej sposobem wykreślnym (p. rys. 1249).

Rzędne tego wieloboku, mierzone od boku zamykającego, przedstawiają nam wielkość spadku napięcia w przynależnych punktach przewodu. Odstęp biegunowy powinien być równy jednostce oporu, a gdyby taki odstępn był niedogodny dla wykresu, to bierzemy dogodną wielokrotność tej jednostki, w takim razie jednak wypada i rzędne tyleż razy pomnożyć dla otrzymania istotnych spadków. Jeżeli odstępn r_1 , $r_2 \dots$ obliczyliśmy podług oporu jednego tylko przewodu, np. doprowadzającego, to spadek z uwzględnieniem obydwóch przewodów będzie dwa razy większy od otrzymanego we wykresie *).

* Jeżeli dobierzemy wymiarki: $1 \text{ A} = 0,5 \text{ mm}$, $1 \Omega = 100 \text{ mm}$, odstępn biegunowy zaś, jako równy połowie jednostki oporu czyli 50 mm , to wymiarka rzędnych będzie: $1 \text{ V} = \frac{100 \cdot 0,5}{50} = 1 \text{ mm}$. Jeżeli odstępn wykreśliliśmy podług oporów jednego tylko z pary przewodów, to każdy mm rzędnej przedstawiać będzie: spadek 2 V dla sprądu i jednoprądu, a $\sqrt{3} \text{ V} = 1,732 \text{ V}$ dla trójprądu.

Kreśląc przez biegun wieloboku sił (wielkości prądów) równoległą do boku zamykającego wielobok sznurowy (linia przerywana w rys. 1249), otrzymamy dwie kresy J_r i J_l , przedstawiające nam wielkości prądu, jakie dopływają z jednego, względnie z drugiego końca przewodu.

Przy projektowaniu **sieci elektrowni miejskich** *) trudno z góry przewidzieć, jak się w istocie rozdadzą wielkości odbytów wzdłuż przewodów, wobec czego najwłaściwszem, a zarazem najprostszem będzie założenie, że odbyt rozkłada się równomiernie na całą długość danego przewodu, a natenczas możemy obliczać przewody, t. j. ich przekroje, wzgl. spady napięcia, podług wzoru powyżej podanego, bez potrzeby uciekania się do sposobów wykreślnych. Natomiast wykreślanie spadów napięcia zaleca się w tym przypadku, gdy z danego przewodu przewidujemy w przyszłości dalsze odgałęzienia sieci, albo w przypadku, gdy z góry przewidzieć możemy, że w pewnych punktach danego przewodu będzie odbyt znaczniejszy, np. do teatru i t. p.

β) Napięcia niejednakowe w poszczególnych punktach dosyłowych (co stosuje się zazwyczaj w sieciach na przesył pracy).

Przy obliczaniu takich sieci zaleca się postępowanie następujące: Odbyty między każdą parą sąsiednich punktów dosyłowych rozdzielamy w sposób właściwy na te dwa punkty, otrzymując w ten sposób ostatecznie odbyt prądu w każdym poszczególnym punkcie dosyłowym. Następnie zestawiamy kolejno tyle wykazów prądów, ile mamy punktów dosyłowych, a to w założeniu, że zawsze tylko jeden z tych punktów ma swój pełen odbyt, pozostałe zaś są nieczynne. Sumując wyniki tych poszczególnych wykazów prądów, otrzymamy wykaz wynikowy dla całej sieci i dla danych odbytów z poszczególnych punktów dosyłowych. Sposób ten zaleca się przede wszystkim swą prostotą, a również i łatwością sprawdzania poszczególnych składowych wykazów prądowych, których wynikowe otrzymujemy przez proste sumowanie.

Przykład: Mamy obliczyć sieć przedstawioną w rys. 1250, o trzech punktach dosyłowych A , B , C , połączonych przewodami o oporach w_1 , w_2 , w_3 . Z każdego z tych przewodów mamy po jednym odbycie: i_1 , i_2 , i_3 w punktach, które dzielą opór w_1 , w_2 , wzgl. w_3 na części: w_{1a} , w_{1b} ; w_{2b} , w_{2c} ; w_{3c} , w_{3a} . Odbyty i_1 , i_2 , i_3 rozdzielamy między sąsiednie punkty dosyłowe, a mianowicie w ilościach:

$$\text{z odbytu } i_1 \text{ na } A \text{ ilość: } i_1 \frac{w_{1b}}{w_1}, \text{ na } B \text{ ilość: } i_1 \frac{w_{1a}}{w_1};$$

$$\text{z odbytu } i_2 \text{ na } B \text{ ilość: } i_2 \frac{w_{2c}}{w_2}, \text{ na } C \text{ ilość: } i_2 \frac{w_{2b}}{w_2};$$

$$\text{z odbytu } i_3 \text{ na } C \text{ ilość: } i_3 \frac{w_{3a}}{w_3}, \text{ na } A \text{ ilość: } i_3 \frac{w_{3c}}{w_3}.$$

*) Por. Przegląd Techn. 1905, № 16 i 21. Z. Berson, Obliczanie sieci elektrycznych w praktyce.

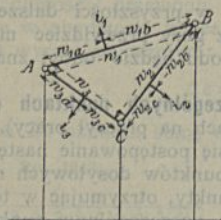
Odbyty J_A, J_B, J_C z punktów dosyłowych A, B, C otrzymamy przez proste sumowanie ilości na nie przypadających, a więc:

$$J_A = i_1 \cdot \frac{w_1 b}{w_1} + i_3 \frac{w_3 c}{w_3};$$

$$J_B = i_2 \cdot \frac{w_2 c}{w_2} + i_1 \frac{w_1 a}{w_1};$$

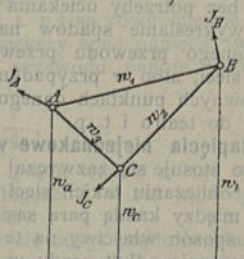
$$J_C = i_3 \cdot \frac{w_3 a}{w_3} + i_2 \frac{w_2 b}{w_2}.$$

Rys. 1250



Elektrownia

Rys. 1251.



Elektrownia

Gdy założymy, że czasowo $J_B = 0, J_C = 0$, a tylko J_A ma swą pełną wartość powyżej podaną, to prąd J_A (p. rys. 1251) dopływa z elektrowni do punktu A trzema drogami:

1) przez w_a ; 2) przez w_b , rozszczepiając się następnie na dwie drogi: w_1 , oraz $(w_2 + w_3)$; 3) przez w_c , rozszczepiając się następnie na dwie drogi: w_3 , oraz $(w_2 + w_1)$.

Prąd J_A dopływa zatem z elektrowni do punktu A , rozdzielając się na te drogi, co do wielkości prądu, w stosunku:

$$\frac{1}{w_a} : \frac{1}{w_b + \frac{1}{\frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2 + w_3}}} : \frac{1}{w_c + \frac{1}{\frac{1}{w_3} + \frac{1}{w_1 + w_2}}}.$$

W sposób zupełnie podobny przeliczamy wykaz prądów dla przypadków, gdy tylko J_B ma swą pełną wartość, a $J_A = 0$ i $J_C = 0$, wreszcie dla przypadku gdy J_C ma swą pełną wartość, a $J_B = 0$ i $J_A = 0$.

Gdy sieć posiada n punktów dosyłowych, otrzymamy w ten sposób n^2 składowych wielkości prądu, z których zawsze n wielkości przypada na każdy poszczególny przewód dosyłowy. Znając zatem wielkość prądu w każdym z przewodów dosyłowych, możemy sprawdzić, czy założona wartość jego oporu w_n jest właściwa, a w razie potrzeby wprowadzić stosowną poprawkę. Ułatwiamy sobie obliczenie, zestawiając poszczególne obliczenia w tabelicę, lub też sumując

je wykreślić przez odcinanie kres odpowiedniej długości na linii danego przewodu.

b. Jednoprąd i trójprąd.

I tu można stosować zasady podane pod 2. β.

C. Wykonanie sieci i miarkowanie w nich napięcia.

a. Wykonanie sieci.

1. Przewody napowietrzne. Przekrój takich przewodów nie przekracza zazwyczaj 95 mm², w wyjątkowych zaś przypadkach dosięga 120 mm². Słupy drewniane wypada nasycać przeciw gniciu, zwłaszcza w częściach odziemnych (p. str. 109). Słupy stawiamy zazwyczaj w odstępach około 40 m, w krzywych gęściej. Ze względu na to, że pod wpływem wiatru druty bardziej zwisające, podlegają silnym bujanom, utrzymanie pewnych granic tego zwisu jest pożądane. Nie należałoby jednak przesadzać w ograniczeniu zwisu, gdyż zwiększałoby to siły wyprężające drut, powodując nawet jego zerwanie. Nadto siły tak zwiększone oddziaływałyby szkodliwie na słupy, zwłaszcza na ustawione w krzywych, a raczej na załomach.

Jeżeli oznaczymy przez:

f — zwis drutu, w m,

g — wagę drutu, w kg/mb.,

l — rozstęp słupów, w m,

to otrzymamy składową poziomą siły ciągnącej ze wzoru:

$$H = \frac{gl^2}{8f}.$$

Wyprężając drut podczas układania przewodów, wypada uwzględnić chwilową temperaturę powietrza, a w tablicy poniższej zestawiamy w **cm** najmniejsze **zvisy** drutów miedzianych, jakie przy danej temperaturze i danych rozstępach międzysłupowych należy przynajmniej zachować, jeżeli podczas mrozów — 20° C (z uwzględnieniem obciążenia śronem) naprężenie w drucie ma nieprzekraczać 400 kg/cm².

Roz- stęp l m	Temperatura podczas rozpinania drutu						Roz- stęp l m	Temperatura podczas rozpinania drutu					
	- 20°	- 10°	0°	+ 10°	+ 20°	+ 30°		- 20°	- 10°	0°	+ 10°	+ 20°	+ 30°
20	11	15	20	23	27	32	40	44	51	58	66	72	78
30	25	30	37	43	48	53	50	68	77	84	92	98	105

Słupy, stawiane w krzywych lub na załomach, należy obliczać i na gięcie, a zakładamy natenczas zazwyczaj gięcie bezpieczne w drzewie 70 kg/cm², w żelazie 800 do 1000 kg/cm². Wobec tych, dość niskich naprężeń bezpiecznych, obliczamy zazwyczaj słupy takie bez uwzględnienia dodatkowego obciążenia drutów śronem, licząc na to, że przy takim obciążeniu dodatkowym stosunkowo niskie

wartości naprężeń bezpiecznych osiągną zaledwie granicy sprężystości tworzywa. Podług przepisów Związku elektrotechników niemieckich, parcie wiatru na słupy i przewody należy liczyć po 125 kg/m^2 . Gdy słupy posiadają przekrój niejednakowej wytrzymałości we wszystkich kierunkach, np. przekrój dwuteownikowy w słupach żelaznych, natenczas na szlaku prostym należy słupy takie stawiać w ten sposób, iżby kierunek największej wytrzymałości przekroju leżał prostopadle do szlaku. Słupy zagłębiamy na 1,5 do 2 m w ziemię na szlaku prostym, w krzywych natomiast stosujemy jeszcze dodatkowo: obrzut kamienny, przyciągi, zastrzały i uwięzie; wreszcie słupy żelazne osadzamy często w posadach betonowych. Słupy drewniane, nawet na szlaku prostym, powinny u wierzchołka być przynajmniej 12 cm grube (por. str. 113).

2. Kable w ołowiu i opancerzone układamy zazwyczaj wprost w ziemię, na głębokości 0,7 do 1 m, a gdy grunt jest kamienisty, układamy je na podsypce z piasku i obsypujemy również piaskiem. W celu ich ochrony od uderzeń oskardami i tym podobnymi narzędziami kopaczemi, pokrywamy niekiedy kable ceglami lub płytami betonowymi, albo kamiennymi. Pod ulicami miejskimi najwłaściwszem miejscem dla kabli będzie przestrzeń pod chodnikiem, po wewnętrznej stronie jego obrzeżnicy. Jeżeli kable poduliczne układamy pod jezdnią, wypada je pokryć ceglami i t. p. Kładąc je pod chodnikami, należałoby na przejściach w poprzek jezdni (na skrzyżowaniach się ulic) przeciągać kable poprzez rury żelazne lub żeliwne, ułożone pod jezdnią, a to w celu uniknięcia w przyszłości jej rozkopywania dla naprawy kabla.

b. Miarkowanie napięcia sieci.

1. Ryczałtowe miarkowanie napięcia sieci. Gdy przewody dosyłowe posiadają przekroje dostateczne, czyli gdy przy pełnym odbycie spąd w nich nie jest zbyt wielki, a gdy i przewody rozsyłowe mają przekroje właściwe (p. str. 888), można przy mniejszym odbycie podtrzymywać dość jednostajne napięcie w sieci przez stosowne obniżenie napięcia w elektrowni. Poprzez druty dozorowe otrzymujemy w elektrowni wskazania o wahaniach napięcia w poszczególnych punktach dosyłowych i zgodnie z temi wskazaniem obniżamy lub podwyższamy ryczałtowo napięcie w elektrowni. Druty dozorowe mieszczą się zazwyczaj we wnętrzu kabla głównego, a przeprowadzają do elektrowni napięcie, jakie się w danej chwili pojawia w punkcie dosyłowym.

W sieciach sprądowych jeden koniec każdego z drutów dozorowych przyłączamy do przynależnego przewodu dosyłowego w samym punkcie dosyłowym, drugi zaś w elektrowni, poprzez stosowne oporce, do dwóch dozorowych prętów zbiornych*). Między te dwa pręty, wspólne dla wszystkich drutów dozorowych danej sieci, wstawiamy woltnik, który wskazywać nam będzie średnie napięcie wszyst-

*) Przegląd techniczny 25 maja 1905 r.

kich punktów dosyłowych. Podług tych wskazań podwyższamy lub obniżamy napięcie sprądnic i zasobników elektrowni tak, aby średnie napięcie w punktach dosyłowych utrzymywało się na pożądaney wysokości. Napięcie prądu w elektrowni musi być większe od napięcia w punktach dosyłowych, a mianowicie większe o wartość spadu napięcia w samych przewodach dosyłowych.

W sieciach rozprądowych (jedno- lub trójprądowych) jedne końce drutów dozorowych przyłączamy w punktach dosyłowych, poza przetwornikami, do przewodu nizkiego napięcia, drugie zaś w elektrowni do prętów zbiornych, spólnych dla wszystkich drutów dozorowych: mierzymy zatem napięcie w punktach dosyłowych już z uwzględnieniem spadu napięcia w samych przetwornikach.

W sieciach rozprądowych wysokiego napięcia koszt drutów dozorowych zwiększa się niepomiernie skutkiem tego, że niebezpiecznem byłoby pomieszczać owe druty w kablu z przewodami wysokiego napięcia, a więc trzebaby je ułożyć w oddzielnym kablu. Dlatego też, w celu uniknięcia tych kosztów, w sieciach takich obywamy się często bez drutów dozorowych, zadawałając się oceną spadu napięcia na zasadzie chwilowej wielkości odbytu prądu i zmieniając napięcie główne w elektrowni w przystosowaniu się do tak ocenionego spadu.

2. Dzielnicowe miarkowanie napięcia. Miarkowanie ryczałtowe, wymagające samoczynnego wyrównywania się napięć w sieci, można dogodnie stosować do sieci nizkiego napięcia tylko wtenczas, gdy sieć jest okrężna i obliczona na nieznaczne spady napięcia, oraz gdy i w przewodach dosyłowych spadek jest również niewielki. Ponieważ miarkowanie ryczałtowe upraszcza znacznie urządzenia w elektrowni i ułatwia ich obsługę, należałoby zatem zawsze dążyć do tego, aby takie miarkowanie stało się możliwem, co jednakże niezawsze da się urzeczywistnić. Gdy chodzi o zasilanie dzielnic bardziej odległych, których sieć nie łączy się okrężnie i z dostatecznie małym oporem z siecią pozostałą, natenczas w celu zaoszczędzenia kosztów na długim kablu dosyłowym, wypada zmniejszyć w nim przekrój przewodów, a więc zwiększyć w nim spadek napięcia. Gdy w takiej dzielnicy mamy utrzymać to samo napięcie jak w sieci pozostałej, wskazaniem będzie miarkowanie dzielnicowe. W tym celu wstawiamy w samej elektrowni w przewód dosyłowy owej dzielnicy sprądnicę wzmożną (a w układzie trójprzewodowym dwie takie sprądnice), która wzmagą napięcie dla danej dzielnicy. Sprądnice te mogą być bocznikowe, dogodniejszymi jednak będą głównikowe, gdyż w nich, przy właściwym doborze uzwojenia głównikowego, niezbędne napięcie wzmożne da się miarkować samoczynnie wielkością prądu, płynącego do danej dzielnicy, podczas gdy w takiejże sprądnicy bocznikowej napięcie to musielibyśmy miarkować opornikiem na boczniku.

Dlatego też głównikowe sprądnice wzmożne znajdują szerokie zastosowanie w przewodach dosyłowych, zasilających szlaki podmiejskie, a więc szlaki nietylko bardziej oddalone od elektrowni, lecz zarazem i takie, na których jazda odbywa się z większą prędkość-

cią. Celem tej sprężnicy wzmożonej jest tu zatem nietylko zrównoważenie spadku napięcia w długim przewodzie dosyłowym, lecz i dalsze wzmożenie tego napięcia w samym końcu przewodu dosyłowego i w przewodach zdawnych szlaku, niezbędne dla przyspieszenia biegu sprężników.

W przypadku, gdy odbył w dzielnicy odległej jest naogół niewielki, zaleca się zastosowanie w tej dzielnicy napięcia stosownie obniżonego, a więc i żarówek na takie niskie napięcie, które ustalamy na to napięcie, jakie się w sieci pojawia podczas największego odbytu. Gdy odbył jest mniejszy, zmniejszamy napięcie w elektrowni opornikiem, wstawionym w przewód dosyłowy owej dzielnicy.

W sieciach bardzo rozległych połączenie punktów dosyłowych przewodami wyrównawczymi spowodowałoby nadmierne koszty dodatkowe, lecz i w tym przypadku można ponajczęściej obyć się bez miarkowania dzielnicowego, gdyż w tak rozległych sieciach stosujemy zazwyczaj wysokie napięcie, a w przewodach na takie napięcie jego spadek w stosunku do napięcia całkowitego bywa nieznaczny, a więc nieznaczne też i wahania napięcia w niskonapiętej sieci wtórnej.

VIII. OŚWIETLENIE.

A. Określenie światłości niezbędnej.

Zestawienie niezbędnych ilości godzin oświetlania w poszczególnych miesiącach i w ciągu całego roku, jako też bliższe szczegóły o różnego rodzaju światłostkach (jednostkach światłości) podano w dziale XVII, „Gazownictwo“. W dziale niniejszym jako jednostkę światłości stosować będziemy wyłącznie światłostkę obrotową, którą zwać będziemy poprostu światłostką (śwł.).

Aby z żarówek otrzymać odpowiednią jasność w przestrzeniach zamkniętych, a więc wewnątrz budynków, wypada na 1 m² podłogi liczyć średnio światłostek:

w widowniach, salach koncertowych i balowych	9 do 14 śwł.
w salach zebrań, szkolnych, wykładowych i odczytowych	5 „ 9 „
w bawialniach (świetlicach), sklepach i biurach	4 „ 7 „
w pokojach mieszkalnych i hotelowych	2 „ 3,5 „
w sypialniach, w pokojach podrzędnych, na korytarzach i schodniach, oraz w towarowniach	1,5 „ 2,5 „
w salach dla chorych i w koszarach	1 „ 2 „

Do oświetlenia ulicznego żarówkami można stosować te same zasady jak dla oświetlenia gazowego (p. dział XVII „Gazownictwo“), zastępując zwykły palnik żarowy, żarówką o 35 śwł.

Jedna łukówka na 8 A sprądu, wydająca 400 do 500 światłostek, a zawieszona na wysokości 6 do 15 m, starczy na oświetlenie poniżej podanych powierzchni:

w kuźnicach	800 do 1500 m ²
na stacjach kolejowych	300 " 500 "
w żeliwniarniach (oświetlenie ogólne).	500 " 600 "
" " (w miejscach pracy).	200 " 230 "
we wyciarniach silnic	150 " 200 "
w przedziałniach i tkalniach	średnio 200 "

Przy oświetlaniu torów kolejowych można się kierować wskazówkami poniższymi:

Łukówka na sprąd amperów	10	12	15
Takaż na rozprąd (z odblaszniakiem) amperów.	15	20	25
Wzniesiona ponad tor m	12	15	18
Oświetla krąg o średnicy w m	60	80	100

W wyciarniach wszelakiego rodzaju poza oświetleniem ogólnym, oświetlamy jeszcze poszczególne miejsca pracy, dodając, np. na każdą obrabiarkę, zależnie od jej wielkości, po jednej do dwóch żarówek o światłości 16 do 25 śwł.

B. Żarówki.

Zwykle żarówki węglowe zużywają średnio po 3 do 3,5 W na światłostkę, a takież żarówki sprawności wysokiej nawet tylko 2 W, lecz taką wyższą sprawność okupujemy ponajczęściej zmniejszeniem się ich trwałości, która w zwykłych żarówkach dosięga 800 do 1000 godzin palenia, w tak zwanych zaś żarówkach wysokiej sprawności spada na 100 do 150 godzin. Przez żarówki zwykłe, a również przez zwykłe żarówki wysokiej sprawności, należy rozumieć żarówki, w których żarzywem jest włókno węglone, a to w przeciwstawieniu do osmówek, tantalówek i t. p., w których żarzywem jest włókno metalowe, a więc osmowe, tantalowe i t. p., a wszystkie te żarzywa żarzą się w próżni. Zasadniczo odmiennym rodzajem żarówek są żarówki bezpróżniowe, do których żarzywa powietrze ma dostęp swobodny.

W zależności od ceny prądu i żarówek zaleca się dobranie takiego ich rodzaju, aby suma kosztów na godzinę była możliwie mała. W obliczeniu tem należałoby uwzględnić i tę okoliczność, że światłość żarówki z czasem się zmniejsza, a więc uwzględnić i stopień i czas tego zmniejszania się, oceniając światłość danej żarówki podług jej światłości średniej dla całego okresu jej trwania.

Żarówka zwykłej sprawności, gdy pracuje napięciem podwyższonym, zwiększa swą światłość i staje się sprawniejszą, lecz zato mniej trwałą.

Po pewnym czasie palenia się, żarówka zwykła posiada **światłość** λ , wyrażoną w światłostkach, a określającą się wzorami:

$$\lambda = C_1 e^{6,8}, \text{ oraz } \lambda = C_2 (ei)^3,$$

w których e oznacza napięcie w V. i zaś wielkość prądu w A, wreszcie C_1 , C_2 spólczynniki, stałe dla chwilowego stanu żarówki, zmniejszające się jednak w miarę czasu, przez jaki się już żarówka paliła.

Wchłon właściwy, wyrażony w W/śwtł., a więc wchłon na każdą wyłanianą światłostkę, określa się dla żarówek zwykłych wzorem:

$$\frac{ei}{\lambda} = \left(\frac{C_2}{C_1}\right)^{2/3} \frac{1}{e^{4,5}}$$

Ze wzoru na światłość żarówki: $\lambda = C_1 e^{6,8}$, widzimy, że światłość zmienia się w stosunku 6,8-ej potęgi napięcia, czyli że małe nawet wahania napięcia powodować muszą silne wahanie się światłości, a mianowicie w przybliżeniu 7 razy większe od wahań napięcia, jak to uwidoczni poniższe zestawienie:

Wahanie napięcia w %	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Wahanie światłości w %	3,5	7	10,6	14,4	18,3	22,3

Szybko po sobie następujące wahania napięć rozprądów stają się w swych skutkach na światłość żarówki niepochwytnymi dla oka, dopóki częstotliwość drgań nie będzie mniejsza niż 35 na sek., a to z dwóch przyczyn: 1) pod wpływem pojemności cieplikowej włókna świetlnego w żarówce, wahania jej światłości są mniejsze niż wahania napięcia; 2) oko ludzkie na pochycenie wrażenia potrzebuje pewnego, aczkolwiek bardzo małego okresu czasu, a wrażenie odbierane przez siatkówkę posiada również pewną, aczkolwiek bardzo krótką trwałość, skutkiem czego oko nie dostrzega zmian, następujących po sobie w bardzo krótkich odstępach czasu (działanie kinematografu). Przy zwykłej częstotliwości drgań w rozprądach, t. j. 50 na sek. oko niezdolne jest wogóle pochycić wrażenia jakiegokolwiek migotania światła, a granicę, do której zejść można z częstotliwością bez pogorszenia niezbędnej jednostajności światła, będą: dla oświetlenia biur 35, a dla oświetlenia zewnętrznego lub w wytwornicach 25 do 30 na sek.

Mimo całej staranności przy wyrobie żarówek, jest prawie niemożliwym, otrzymać towar bezwzględnie jednakowy. Należy zatem przebrać starannie żarówki gotowe, rozdzielając je na partie możliwie jednakowego napięcia i oporu. Ważnem bowiem jest, aby w tym samym zładzie elektrycznym wszystkie żarówki były na jednakowe napięcie, a jednakowość ich oporu staje się jeszcze ważniejszą, gdy żarówki pracują posobnie: natenczas bowiem żarówka o większym oporze wchłaniałaby w siebie więcej napięcia kosztem drugiej, posobnie z nią włączonej. Pierwsza z nich świeciłaby wprawdzie z większą światłością, lecz przepaliłaby się względnie prędko; druga zaś paliłaby się nie dość jasno. To samo dotyczy i żarówek o dwóch włóknach posobnie wstawionych.

Żarówka zmniejsza z czasem swą światłość z dwóch mianowicie powodów: sama światłość żarzącego się włókna staje się mniejsza, a nadto powierzchnia wewnętrzna bańki szklanej pokrywa się cienką warstewką ulatniającego się tworzywa włóknianego (np. węgla),

tracąc skutkiem tego na przezroczystości. Doświadczenia wykazały zmniejszenie się światłości o 20, wzgl. 50%, po liczbie godzin palenia się, zestawionych w tablicy poniższej dla rozmaitych żarówek:

Wchłon właściwy w W/śwtl.	2	2,5	3	3,5	4
20% zmniejszenia światłości następuje po godz.	100	150	300	450	600
50% zmniejszenia światłości następuje po godz.	170	270	675	1300	—
Średnia trwałość godzin palenia się	300	360	700	1370	—

Wchłon bezwzględny żarówki zmniejsza się z czasem w miarę jej palenia, natomiast jej wchłon właściwy, t. j. na światłość wyłanianą, zwiększa się. Ze względów oszczędności lepiej będzie nie czekać aż do przepalenia się żarówki, lecz wymienić ją wcześniej, a więc zanim się jej wchłon właściwy nadmiernie powiększy.

Sprawdzanie żarówek. Nierównomierności włókna węglanego spostrzegamy, wystawiając żarówkę w ciemnym pokoju na powoli się zwiększające napięcie: miejsca cieńsze lub osłabione we włóknie węglanem rozżarzają się wcześniej i są świetlejsze. Niedostateczność próżni wykażą nam względnie prędkie ustawiania drgań włókna, wywołanych przez potrząśnienie żarówką; obecność powietrza hamuje bowiem owe drgania, a to pod wpływem tarcia się włókna o powietrze. Dokładniej sprawdzić możemy próżnię, posiłkując się iskiernikiem, czyli przetwornikiem iskier, układu Rhumkorf'a, wydającym iskry 1 do 2 cm długie: jeden biegun tego przetwornika doziemiamy, do drugiego zaś przytykamy jeden kraniec żarówki, trzymanej w palcach za szkło w ten sposób, aby palcami nie dotykać trzonka. Gdy próżnia jest należyta, pojawi się słaba fosforescencya (świećlikowanie) na szkłe pod palcami; gdy zaś próżnia jest niedostateczna, dostrzeżemy zjawisko podobne, jak w rurkach geislerowskich.

Żarówka nernstowska jest żarówką bezpróżniową, a więc do jej żarzywa powietrze ma dostęp swobodny. Żarzywo składa się tu z tlenków magnezu i t. p. metali, które to tlenki w stanie niezagrzanym nie posiadają prawie wcale przewodności elektrycznej, a nabierają jej dopiero przez uprzednie zagrzanie. Żarówki tego rodzaju, po włączeniu w obwód prądu, nie zapalałyby się zatem samorzutnie, potrzeba je uprzednio zagrzać. W tym celu obocznie z właściwym żarzywem wstawiają mały oporzec z dobrego przewodnika elektrycznego, który, po włączeniu w obwód prądu, rozżarza się niezwłocznie i zagrzewa żarzywo, złożone z owych tlenków, torując w ten sposób drogę dla prądu poprzez owe żarzywo. Żarówki takie zapalają się same po włączeniu w obwód. Wchłon właściwy bywa w żarówkach nernstowskich 1,6 do 2 W/śwtl., a ich trwałość 200 do 300 godzin świecenia, skutkiem czego, mimo swą dobrą sprawność, żarówki te nie dają takiej oszczędności, jaką im rokowano, zwłaszcza że i koszt samej żarówki jest jeszcze względnie znaczny. Żarówkę nernstowską wyrabiają przeważnie w czterech wielkościach,

a mianowicie o światłości: 25, 50, 65 i 130 śwł., a o wchłonnach: 40, 80, 100, wzgl. 200 W.

Żarówki o żarzywie metalowem. W latach ostatnich skierowano usiłowania ku zastąpieniu włókna węglanego w żarówkach drucikami z metali, zwłaszcza z metali grupy platynowej i ziem rzadkich, a więc drucikami z irydu, osmu, tantalu, wolframu, cyrkonu i t. p. Żarówki takie odznaczają się przed zwykłymi sprawnością 2 do $3\frac{1}{2}$ razy większą; nie wszystkie jednak z tych metali zapewniają dostateczną trwałość żarówek. I te żarówki obniżają swą sprawność po dłuższem paleniu, lecz stosunkowo nie tak znacznie jak zwykle, bo tylko o 5 do 10⁰/₀, względnie do swej sprawności początkowej.

α) **Żarówka osmowa** (osmówka), pomysłu Auer'a, różni się od zwykłych jedynie tem, że włókno zwęglone zastąpiono drucikiem z osmu, żarzącym się również w próżni. Zużywa ona na światłostkę tylko około 1,5 W; szerszemu jej zastosowaniu stała jednak na przeszkodzie ta okoliczność, że nie udawało się do niedawna otrzymać takich żarówek o ogólnie stosowanej światłości i na naprężenie wyższe niż 36 wolt, skutkiem czego w zładach istniejących, pracujących ponajczęściej na 110 V, trzeba było trzy takie jednakowe żarówki włączać posobnie w obwód. W sieciach rozprądowych radzono sobie w ten sposób, że do każdej żarówki dodawano oddzielny maleńki przetwornik, który przetwarzał napięcie sieci na napięcie wtórne 36 V, dla bezpośredniego zasilania żarówki. W ostatnich jednak czasach udało się otrzymać żarówki osmowe, zwykłej światłości, na napięcia wyższe, a mianowicie na 55, a nawet na 110 V. Jednakże żarówki osmowe są nader czułe na wstrząśnienia, a drucik osmowy jest w nich wogóle tak wątki, że, w razie palenia się żarówki w położeniu pochylem, ugina się on, a nawet łamie; dlatego też żarówki te można ustawiać tylko pionowo.

β) **Żarówki tantalowe** (tantalówki) są w zasadzie podobne do osmówek, drucik osmowy zastąpiono jedynie drucikiem tantalowym. Zużywają one 1,25 do 1,4 W/śwł., a sprawność początkowa obniża się tylko nieznacznie nawet po dłuższem paleniu. Żarówki te są mniej czułe na wahania napięcia, a wyrabiają je przeważnie na światłość 25 śwł. i na napięcia 110 V.

γ) **Żarówki cyrkonowo-wolframowe**, wyrabiane i u nas w kraju przez Tow. akc. warszawskiej fabryki lamp elektrycznych, posiadają sprawność wysoką, wchłaniają bowiem tylko około 1 W na światłostkę, a i znaczną trwałość, średnio 800 godzin palenia. Wyrabiają je zazwyczaj na napięcia 110 V.

C. Łukówki (lampy łukowe).

1. Ustrój i sposób działania łukówek.

Światłość łukówki jest rozmaita w różnych kierunkach i zależy nie tylko od ustroju łukówki, ale przeważnie i od rodzaju prądu, jakim ją zasilamy. W wykresach rys. 1252, wzgl. rys. 1253, przedstawiamy światłość łukówki sprądowej, wzgl. rozprądowej, w ten spo-

sób, że na promieniu każdego kierunku odcięto kresę, przedstawiającą światłość, jaką łukówka wyłania w tymże kierunku: krzywe, łączące końce tych kres, są wykresowemi światłości. Wykresy te przedstawiają rozłożenie światłości w poszczególnych kierunkach przy zastosowaniu kloszy zupełnie przezroczystych; osłaniając łuk kloszami omglonymi lub z tworzyw tylko przeświecających, możemy wprawdzie złagodzić w wysokim stopniu te niejednorodności światła w różnych kierunkach, tracimy natomiast znaczną część światłości całkowitej. W łukówkach sprądowych koniec węgla dodatnego upala się w taki sposób, że nabiera postaci krateru, którego powierzchnia promieniuje około 85% całkowitego światła, wydawanego przez taką łukówkę. Dlatego też przy oświetleniu bezpośredniem stawiamy węgiel dodatni zawsze górą, t. j. tak, aby jego krater kierował się w dół. Z laski węgla dodatniego spala się dwa razy więcej niż z laski odjemnego, która bywa zatem zazwyczaj bądźto krótszą, bądź też o mniejszej średnicy. Na laski odjemne stosujemy węgle jednolite, natomiast na laski dodatne używamy zazwyczaj **węgli urdzenionych**.

Największą światłość wydaje łukówka sprądowa w kierunku odchylonym od poziomu w dół o 40° (rys. 1252). Jeżeli światłość tę oznaczmy przez S_m , światłość zaś wydawaną w kierunku poziomym przez S_p , to średnia światłość S wszystkich kierunków będzie w przybliżeniu:

$$S = \frac{1}{4} S_m + \frac{1}{2} S_p.$$

W łukówkach rozprądowych (rys. 1253) obydwie węgle upalają się stożkowato i prawie jednakowo; prawie jednakową jest też wydawana z nich światłość. W łukówce takiej kierunki największej światłości są odchylone względem poziomu o 40° w górę, względnie w dół. Aby w takiej łukówce wyzyskać i promienie światła kierujące się w górę, stawiamy tuż nad łukiem mały odbłaśnik, który odbija te promienie w dół, skutkiem czego rozkład światłości zbliża się do przedstawionego w wykresie rys. 1252, dla łukówki sprądowej. Odbłaśnik ten, hamując przepływ powietrza ku węglowi górnemu, powoduje nadto zmniejszenie jego zgaru (upalania się).

Ostaniając nieprzenikalnie dla powietrza taką łukówkę, zmniejszamy znacznie zgar węgla i otrzymujemy tak zwane łukówki trwałopalne (małozgarowe). W łukówkach tych, tak sprądowych jak i rozprądowych, końce spalających się węgli są spłaszczone i rzucają największą światłość w kierunku prawie poziomym, jak to wskazano w wykresie rys. 1254.

Wskutek utrudnionego dostępu powietrza, zgar węgla jest znacznie powolniejszy, a mianowicie zgar węgla dodatniego 1 do 2 mm, odjemnego zaś 0,25 do 0,5 mm na godzinę, a więc

Rys. 1252.



Rys. 1253.



Rys. 1254.



cztery razy mniejszy. Sprawność łukówki trwałopalnej (mało-zgarowej) jest mniejsza niż zwykłej, czyli że na tę samą światłość zużywamy większą ilość watów. Sprawność tę pogarsza jeszcze okoliczność, że nieprzenikalna osłona szklana staje się niebawem mniej przezroczystą, a to skutkiem drobnego pyłku węglanego, osadzającego się na jej powierzchni wewnętrznej. Ponieważ koniec węgla spala się w tych łukówkach gładko, bez wydrążenia w postaci krateru, więc położenie łuku nie jest tak ustalone jak w łukówkach zwykłych i łuk krąży wzdłuż obrzeży końcy węgla, co powoduje pewną niejednostajność światła. Dlatego też łukówki te nie nadają się do oświetlenia, od którego wymagamy zupełnej jednostajności.

Zmniejszyć zgar węgla (przy uniknięciu wad łukówki trwałopalnej) możemy do pewnego stopnia i w zwykłych łukówkach, ustawiając tuż nad łukiem mały krążek poziomy, przez którego otwór przechodzi węgiel górny, w sposób podobny jak przez odblasznik łukówek rozprądowych. W sposób też podobny krążek ten hamuje przepływ powietrza wzdłuż węgla, powodując przez to zmniejszenie ich zgaru o 40%. Łukówki dotychczas omówione miewają laski węglane, wyrabiane z możliwie czystego węgla, przez jego stłaczenie. W ostatnich czasach stosują jednak coraz to szerzej i węgle z domieszką pewnych soli metalowych, które zabarwiają łuk na barwę zależną od rodzaju metali. Pierwsze tego rodzaju **łukówki barwne**, wprowadzone przez Bremer'a, posiadały we węglach domieszkę, która zabarwiała łuk na żółto, obecnie jednak otrzymujemy przez stosowne domieszki do węgla łuk bądźto o świetle czysto białym, bądźto zaróżowionem, bądźto zażółtawionem, bądź też w innych odcieniach barwy. Laski węglowe w łukówkach barwnych nie stoją poosiowo naprzeciw siebie, lecz stawiają się ukośnie do siebie, a pochyło względem pionu, t. j. tak, aby łuk między ku dołowi skierowanymi końcami lasek przebiegał w kierunku przybliżenia poziomym. Łukówki barwne wydzielają z siebie podczas palenia spalinę zdrowiu szkodliwą i z tego powodu nienadają się one do oświetlenia wnętrza budynku.

Długość i grubość lasek węglanych pozostaje w zależności i od ustroju łukówki i od jakości węgla. W poniższych tablicach zestawiamy dane dla węgla doborowego gatunku:

1. Łukówki sprądowe.

Wielkość prądu w A	4	6	8	10	12	15	20
Napięcie międzykrańcowe łukówki . . . V	40	40	40	41	42	43	44
Średnica górnego węgla urdzenionego. mm	12	14	16	18	20	21	23
„ dolnego węgla jednolitego	9	10	12	13	15	16	17
Długość węgla w mm	300	400	500	650	starczy na godzin palenia		
	8,5	8,5	8,5	9	13	13	13
	17	17	17	18	13,5	14,5	13
	—	22	22	23	18	19,5	17
	—	—	—	—	23	26	23
	—	—	—	—	23	23	23

2. Łukówki rozprądowe (z odblasznikiem).

Wielkość prądu w A	4	6	8	10	12	15	20	25
Średnica górnego węgla urdzenionego. mm	7	8	9	10	11	13	15	16
„ dolnego węgla jednolitego	8	9	10	12	13	15	17	19

Długość węgla = 400 mm	{	Napięcie międzykrańco- we V	28	28	28	29	29	30	31	31
		palą się godzin	8	8	8	8	8,5	8,5	8,5	8
Długość węgla = 500 mm	{	Napięcie międzykrańco- we V	—	29	29	30	30	31	32	32
		palą się godzin	—	10,5	10,5	10,5	11	11	11	10,5
Długość węgla = 650 mm	{	Napięcie międzykrańco- we V	—	—	—	31	31	32	33	33
		palą się godzin	—	—	—	14,5	15	15	15	14,5

Napięcie międzykrańcowe łukówek zwykłych podano w zestawieniu powyższem. Przekonywamy się z niego, że przy napięciu sieci 110 V wypada wstawiać po dwie takie łukówki posobnie, a więc i palić je spólcześnie, w sieciach zaś o 220 V napięcia nawet po 4 do 5 takich łukówek. Okoliczność ta powoduje nieraz pewne niedogodności, których możemy uniknąć przez zastosowanie łukówek trwało-palnych, posiadających większe napięcie międzykrańcowe, a mianowicie średnio 70 V na rozprąd, a 80 V na sprąd. Stawiając posobnie z taką łukówką oporzęc domierny na 40, wzgl. 30 V, możemy palić łukówki poszczególne w sieciach o napięciu 110 V, a po dwie takie łukówki w sieciach o napięciu 220 V.

Sprawność.

Wchłon na jedną światłostkę średniej światłości na półkuli dolnej bywa: w łukówkach **sprądowych** (na 6 do 20 A) po 0,5 W, w mniejszych natomiast do 1 W (liczby te dotyczą łukówek bez krążków, hamujących przepływ powietrza, i nie obejmują strat w oporach domiernych); dla łukówek **rozprądowych** zaś podajemy zestawienie poniższe:

Wielkość rozprądu w A	4	6	8	10	12	15	20	25
wchłon W/śwtł.	1,35	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5

2. Miarkowanie łuku i sposób włączania łukówek.

Jeżeli światłość łukówki niema podlegać znaczniejszym wahaniom, to długość łuku powinna pozostawać możliwie niezmienną mimo zgaru węgla. Sposoby utrzymywania niezmiennego odstępu między końcami węgla polegają bądźto na wyzyskaniu tej okoliczności, że wraz z odstępem międzywęglowym zmienia się wielkość przepływającego prądu, bądźteż na wyzyskaniu zmiany napięcia międzykrańcowego, które również pozostaje w zależności od odstępu między końcami węgla, bądźteż wreszcie na łącznem zastosowaniu obydwóch tych czynników, a więc zmian napięcia i wielkości prądu, do miarkowania odstępu międzywęglowego. Zależnie od tego, którym z trzech powyższych sposobów posilujemy się do miarkowania długości łuku, rozróżniamy trzy zasadnicze ustroje łukówek, a mianowicie:

a. Łukówka głównikowa (rys. 1255).

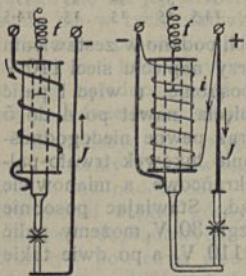
Przez zwojnicę elektromagnesu miarkującego przepływa cały prąd, idący do węgla; im większym będzie zatem ten prąd, tem silniej bę-

dzie zwojnica wciągała w siebie rdzeń elektromagnesu, którego ciężar znosimy częściowo sprężyną f w ten sposób, aby się jeszcze pozostała pewna przewaga G tego ciężaru, określona wzorem:

Rys. 1255.

Rys. 1256.

$$G = kzJ, \text{ czyli } J = \frac{G}{kz} = \text{stałej.}$$



We wzorach tych k oznacza pewien współczynnik stały, z ilość zwojów głównika, a J wielkość prądu w A , która to wielkość ma być stała, aby i odstęp międzywęglowy pozostawał niezmienny, a więc w ustroju tym łukówkę miarkujemy poniekąd na stałą wielkość prądu. Łukówki głównikowe nie nadają się wcale do posobnego ustawiania w obwodzie, znajdują przeto zastosowanie tylko w tych przypadkach, gdy działają samotnie, np. w najświetnicach i t. p.

β. Łukówka bocznikowa (rys. 1256).

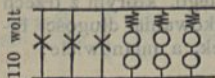
Zwojnica elektromagnesu jest bocznikiem, i jeżeli oznaczymy przez G przewagę ciężaru jej rdzenia nad działaniem sprężyny f , przez k_1 współczynnik o pewnej wartości stałej, przez z_1 ilość zwojów bocznika, a przez r_1 jego opór, wreszcie przez e napięcie międzykrańcowe, a przez i wielkość prądu w A , wywołanego w boczniku przez owo napięcie, to ważnym będzie wzór:

$$G = k_1 z_1 i = \frac{k_1 z_1 e}{r_1}, \text{ czyli } e = \frac{Gr_1}{k_1 z_1} = \text{stałej.}$$

Łukówka bocznikowa utrzymuje zatem w sobie niezmiennie napięcie międzykrańcowe, a więc nadaje się dobrze do posobnego ustawiania w obwodzie, jednakże nie w ilości zbyt wielkiej. Łukówka ta nadaje się równie dobrze do obocznego włączania w sieć, której napięcie nie podlega znacznym wahaniom.

W jednym i drugim przypadku dla zapobieżenia migotaniu światła niezbędnym jest ustawienie w obwód łukówek oporca domiernego, stosownej wielkości, a przy posobnym ustawianiu takich łukówek oporec może być spólny dla całego szeregu łukówek posobnych, natenczas jednak powinien on znosić około 30% sumy napięć międzykrańcowych całego szeregu łukówek posobnie włączonych.

Rys. 1257.



Z uwzględnieniem podanych już poprzednio napięć międzykrańcowych w poszczególnego rodzaju łukówkach wynika z powyższego, że w sieć o najczęściej stosowanym napięciu 110 V możemy wstawiać posobnie nie więcej jak po dwie łukówki. W rys. 1257 przedstawiono szkic takiego włączenia, oznaczając łukówki kółkami, żarówki zaś krzyżykami.

γ. Łukówka różnicowa, czyli sprzężona (rys. 1258).

Jest to łukówka bocznikowo-głównikowa, w której bocznik przeciwdziała głównikowi w ten sposób, aby się dwa te działania ze sobą równoważyły. Stosując zatem znakowania poprzednie, z pod α i β , otrzymamy warunek:

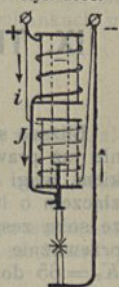
$$kzJ = k_1 z_1 i = \frac{k_1 z_1 e}{r_1}, \text{ czyli } \frac{e}{J} = \frac{kz r_1}{k_1 z_1} = \text{stałej,}$$

a więc łukówka miarkuje się w ten sposób, aby jej **opór chwilowy**, t. j. $e:J$, pozostawał niezmiennym. Łukówka różnicowa (sprzężona) nadaje się równie dobrze do włączeń posobnych jak i obocznych, a przed łukówką bocznikową ma tę wysoką zaletę, że nie wymaga tak wielkich oporców domiernych. Starczy tu bowiem, jeśli ten oporzec znosić będzie 25% sumy napięć międzykrańcowych danego szeregu łukówek posobnych, a nawet 15%, lecz tylko w tym przypadku, gdy szereg łukówek włączamy poprzez rozrusznik. Natenczas można się nawet obyć bez oporca domiernego, a więc, np. w sieć o napięciu 110 V wstawiać posobnie trzy łukówki o napięciu międzykrańcowym po 35 V, co powoduje znaczne oszczędności na pracy traconej w oporcach. Jednakże łukówki tak niskiego napięcia są same w sobie mniej sprawne, czyli wchłaniają więcej watów na każdą wyłanianą światłostkę, skutkiem czego ogólna oszczędność energii we wyżej pomienionym układzie nie jest znów tak znaczna, jakby się na pierwszy rzut oka zdawać mogło. Układ taki, a więc rozdział napięcia 110 V na trzy łukówki posobne, będzie zatem odpowiedni tylko wtenczas, gdy chodzi nam jednocześnie o możliwe daleko posunięte rozdzielanie źródeł światła na danej przestrzeni.

Ponieważ łukówki różnicowe (sprzężone) możemy łączyć posobnie w ilości prawie nieograniczonej, więc nadają się one nawet do bezpośredniego, posobnego włączania w obwody wysokiego napięcia. W takim jednak przypadku, ze względu bezpieczeństwa obsługi, należy łukówkę tak urządzić, aby przy jej opuszczaniu, w celu wymiany węgla lub czyszczenia, łukówka się samoczynnie wyłączała z obwodu wysokiego napięcia i samoczynnie się też doziemiała. Gdy łukówki stawiamy posobnie, zwłaszcza we większej ilości, powinny one posiadać urządzenie, któreby na wypadek zgaśnięcia łuku samoczynnie dawało obejście dla prądu przez czasowe włączenie oporca zastępczego. Nie poślednią też zaletą łukówek różnicowych (sprzężonych) tak przed bocznikowemi jak i przed głównikowemi, jest spokojniejsze ich światło.

Napięcie sieci rozprądowej powinno być przynajmniej o 15% większe od sumy napięć międzykrańcowych w szeregu łukówek posobnie w nią wstawionych. Zamiast oporca domiernego, bez samowznietności, zaleca się tu raczej oporzec w postaci zwojnicy, o znacznej samowznietności, czyli tak zwana tłumica, która sprawniej przy-

Rys. 1358.



tłumia migotania światła, a więc mniej zużywa energii, powodując jednak rozsuw fali napięcia od fali prądu, co wypada uwzględnić należycie. Łukówki rozprądowe możemy przyłączać samotnie nawet do sieci dowolnego napięcia, za pośrednictwem oddzielnego małego przetwornika, któryby przetwarzał napięcie sieci na napięcie nie większe niż to, przy jakim łukówka palić się może bez migotania.

IX. TRAMWAJE I KOLEJKI ELEKTRYCZNE.

a. Tory.

Bliższe szczegóły p. str. 450 i nast. W Europie znajdują obecnie już prawie wyłącznie zastosowanie szyny bezpodkładowe z rowkiem, wagi 40 do 45 kg/m b., łączone przeważnie na wciós, albo złączem o łubce na wciós, a obydwie toki toru łączą się nawzajem ze sobą zesporami (p. rys. 1033 i 1034 str. 453). Szyny te bywają przeważnie zlewne, a od ich tworzywa wymagamy wytrzymałości $K_s = 65$ do 70 kg/mm², przy rozciągnięciu $\varphi = 12$ do 15% . Szyny układamy bez podkładów wprost na warstwie betonu 150 do 200 mm grubej, albo na warstwie tłucznia (szabru) 200 do 250 mm grubej. Warstwa ta jest bądźto całkowita pod obydwu tokami, bądź też rozdzielona na dwa pasy, po 500 mm szerokie, a mianowicie po jednym pod każdy taki tok. Warstwy te tłucznia układamy albo wprost na dnie wykopu, albo na układance kamiennej. Pod tory średniej szerokości (1435 mm) warstwy podtorowe bywają około 1700 mm szerokie, a odstęp między osiami takich torów bywa 2500 do 2700 mm przy szerokości wagonu 2100 do 2200 mm.

W Stanach Zjednocz. stosują przeważnie szyny teownikowe, bez rowków, na podkładach drewnianych, układanych dotykaniem jeden tuż przy drugim.

O szerokościach toru i jego promieniach krzywości p. str. 450 i nast.

Największa stromość toru, pod jaką podjeżdżać mają same wagony silnikowe, bez wagonów doprzężnych i o ile pracują tylko czepnością, nie powinna przekraczać 1:12.

Złącza szynowe w tokach, służących do odprowadzania prądu, otrzymują dodatkowe przełączniki miedziane z taśmownikami, drutów lub lin drucianych, o przekroju 50 do 100 mm², a to w celu polepszenia przewodności poprzez złącze. Powierzchnia styku między stycznikami tego przełącznika a szyną bywa 10 do 12 razy większa od przekroju samego przełącznika, a styczniki te bywają bądźto miedziane, bądź też żelazne, lecz natenczas cynowane. Podobne przełączniki zakładamy też między obu tokami w odstępach około 200 m. Dokonywano licznych prób, aby złącza szyn, oraz ich przełączniki elektryczne, zastąpić zlipieniem samych sterców szyn sąsiednich, np. spo-

sobem elektrycznym Falk'a, albo też sposobem Goldschmidt'a, przy zastosowaniu termitu, jednakże próby te nie dały dotychczas jeszcze wyników pożądaných.

Opor omiczny jednego toku składa się z dwóch części zasadniczych, a mianowicie: z oporu samych szyn, który liczymy dla całkowitej długości danego toku, oraz ze sumy oporów poszczególnych przełączy miedzianych przy złączach szynowych, których przewodność zaniedbujemy. Opor właściwy tworzywa szyn, a więc żelaza zlewne, bywa $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{6}$.

Przystanki rozmieszczamy zazwyczaj przed skrzyżowaniami się z ulicami poprzecznymi lub z innym szlakiem. O wymiarkach p. str. 452.

b. Elektrownia.

Oznaczając przez:

P — średni odbyt energii, mierzonej w elektrowni, w watogodzinach na 1 tkm,

G — średnią wagę roboczą wagonu, w t, a więc jego wagę własną i połowę obciążenia największego,

v — średnią prędkość jazdy, w km/godz., łącznie z przystankami,

a — ilość wagonów, znajdujących się jednocześnie na sieci torów,

otrzymamy moc L średniego odbytu elektrowni, w KW:

$$L = PGva : 1000.$$

W zależności od stanu torów, częstości łuków, ich promieni krzywosci, odstępów między przystankami i t. p., doprowadzając prąd przez zwykły **przewód zdawny**, bądźto napowietrzny, bądź też podziemny, możemy wartość współczynnika P liczyć średnio na 50 do 70 W. godz./tkm, a w warunkach mniej korzystnych nawet 90 do 100 W. godz./tkm. Wartości te nie uwzględniają jeszcze pracy, niezbędnej na przewyciężenie większych stromości na długich wzniesieniach, którą to pracę wypada uwzględnić dodatkowo, jako iloczyn ze wzniosu i wagi wagonu podjeżdżającego, w założeniu, że sprawność między elektrownią a osią napędną wagonów bywa średnio 0,6 do 0,65. Natomiast wypada również uwzględnić, że na spadkach ponad 11 do 12⁰/₀₀ wagony staczają się samą siłą ciężarzenia, i że potrzeba tu dodawać tylko tę część pracy, jaką wymaga przyspieszenie ruchu wagonów, zwłaszcza przy ruszaniu z przystanków. Śnieg lub liście, pokrywające tor, zwiększają czasowo odbyt elektrowni o 20 do 25⁰/₀. Do odbytu, niezbędnego na poruszanie wagonów, należy dodać i odbyt potrzebny na ich oświetlanie i ogrzewanie.

Wagi własne wagonów.

	Wagony silnikowe			Wagony doprężne
Ilość osi	2	2	4	2
„ siadów	16	20	28	16
„ stani (miejsce dla stojących)	16	14	12	14
Waga w stanie roboczym ∞ t	8,3	9	16,5	{ 4—4,5 ościenne 2,5—3 bezścienne

Prędkość jazdy bywa: na ulicach miejskich 10 do 15, na mało-ludnych nawet do 20, a na drogach podmiejskich do 30 km/godz.

Rys. 1259.



zasilanych jednocześnie z danej elektrowni (por. rys. 1259).

Do wyrównywania tych wahań najdogodniej będzie ustawić dodatkowo **wyrównawczą rzeszę** zasobników, a natenczas prądnice potrzebują dostarczać tylko prąd o wielkości, przystosowanej do odbytu średniego podczas najbardziej ożywionego ruchu.

Taka rzesza zasobników przedstawia nadto pewien zapas czasowy na wypadek przerwy w działaniu prądnic, wreszcie pozwala ona skrócić czas ozysku codziennego w elektrowni, gdyż możemy z niej zasilać pierwsze poranne i ostatnie wieczorne wagony, a również i oświetlenie nocne samej elektrowni, a nawet prądniki jej naprawiarni.

Ilość stadeł w rzeszy zasobników wyraża się liczbą $E : e$, jeżeli przez E oznaczymy napięcie między prętami zbiornymi (ponajczęściej $E = 550$ do 600 V), a przez e napięcie międzykrajcowe poszczególnego stadła, zależne od rodzaju płyt. Wartość e waha się zazwyczaj w granicach 2 do 2,1 V, a średnio można ją liczyć po 2,07 V na stadło.

Rzeszę tę naprądniamy najdogodniej, posiłkując się prądnicami wzmożnemi.

Wielkość poszczególnych prądnic należy dobrać z uwzględnieniem niejednostajności odbytu (powodowanej zmienną gęstością ruchu w różnych porach dnia i roku), oraz z uwzględnieniem oczekiwanego rozwoju ruchu w przyszłości, a przy doborze tym wypadają do otrzymania możliwie wielkich, a jednakowych prądnic.

Położenie elektrowni należałoby właściwie tak dobrać, aby leżała jak najbliżej środka ciężkości odbytu. Ze względu jednak na cenność gruntu w śródmieściu i na trudności w dostawie paliwa i dostarczeniu taniej wody, większe elektrownie tramwajów miejskich leżą najczęściej na krańcach miast, a nawet w okolicach podmiejskich. W takim przypadku stosujemy zazwyczaj trójprąd wysokiego napięcia, doprowadzamy go do poszczególnych przetworni, roz-

rzuconych wzdłuż sieci toru, w których przetwarzamy trójprąd wysokiego napięcia, przetwornicami na sprąd o napięciu 550 do 600 V.

c. Doprowadzanie prądu.

1. **Przewody napowietrzne** znajdują najszersze zastosowanie do zdawania prądu wagonom, albowiem tego rodzaju przewody zdawne są nie tylko najtańsze co do kosztów urządzenia, lecz są zarazem i najbardziej zaufane pod względem działania. Drut zdawny na szlakach prostych podwieszamy sprężysto w odstępach 35 do 40 m, za pośrednictwem podwójnego zosobnienia, bądźto u wysięgników, bądź też u drutów poprzecznych, a mianowicie zazwyczaj ponad osią toru. Jednakże przy zastosowaniu krążka zdawnego, obmyślonego przez Dickinson'a, drut zdawny leży nad przytorzem. Drut zdawny leży zazwyczaj na 5 do 6 m, wyjątkowo tylko do 7,5 m ponad torem, a przekrój tego drutu bywa 50 do 100 mm², zazwyczaj kołowy, 8 do 9 mm średnicy, czasami jednak stosujemy i przekroje ósemkowe (8). Tworzywem drutu bywa zazwyczaj miedź twardo wyciągana, o wytrzymałości na zerwanie: $K_z = 3800$ do 4000 kg/cm², a o przewodności 96 do 97% względnie do miedzi szczerzej. Drut zdawny podwieszamy u osobniaków za pośrednictwem zacisków. Cały przewód zdawny dzielimy zazwyczaj zosobniającymi złączkami międzodziółkowymi na poszczególne działki, około 500 m długie. Przyległe końce działek sąsiednich przyłączamy do rozłącznika międzodziółkowego, za pośrednictwem którego możemy każdą działkę zosobnić od sąsiedniej, a w razie potrzeby możemy, rozłączając ją do stanu bez napięcia. W czasie ożysku kilka takich działek łączymy ze sobą w jeden dział przewodu zdawnego, pozostawiając rozłączniki między takimi działkami otwarte, czyli dzieląc cały przewód na pewną liczbę działów, nawzajem od siebie zosobnionych. Do każdego działu dosyłamy oddzielnie prąd od dodatniego pręta zbiornego z elektrowni lub z przetworni, a to za pośrednictwem oddzielnego przewodu dosyłowego, który w miastach układamy zazwyczaj pod chodnikami w postaci kabla opancerzonego, przy drogach podmiejskich natomiast prowadzimy go w postaci przewodu gołego, po słupach, na kołpakach porcelanowych.

Każdy przewód dosyłowy posiada w elektrowni (względnie w przetworni) swój włącznik, a nadto zabezpiecza się on wyłącznikiem samoczynnym, który go wyłącza w razie nadmiaru prądu, jakiby się mógł pojawić skutkiem skrótu lub t. p.

Zdawanie prądu. Z przewodu zdawnego zdajemy prąd do wagonu będącego w ruchu, za pośrednictwem: bądźto krążka zdawnego z obrzeżami, obchwytyjącymi ów przewód, bądź też pałaka zdawnego, który w łukach nie wykoleja się tak łatwo z przewodu jak krążek, i dlatego w Europie znajduje szersze zastosowanie, podczas gdy w Stanach Zjednoczonych naodwrot krążek więcej się rozpowszechnił.

Każdą działkę przewodu zdawnego wypada zabezpieczyć od błyskawic i piorunów za pomocą odgromników, a mianowicie bądźto rozłkowych, bądź też z magnetycznym gaszeniem iskier.

Gdy nad przewodem zdawnym, albo nad gołym przewodem dosyłowym przechodzi drut inny, wąłoprądny, np. telegraficzny lub telefonowy, natenczas, w razie zerwania się takiego drutu, jego zetknięcie się z przewodem wysokiego napięcia grozi poważnym niebezpieczeństwem i przechodniom, na których taki drut spadnie, i miejscom, do których prowadzi, gdyż mógłby tam wzniecić pożar. Dlatego należy owe druty nietylko zaopatrzyć w bezpieczniki, któreby wykluczały możliwość wzniesienia pożaru, lecz nadto zabezpieczyć wogóle od zetknięcia się z przewodami wysokiego napięcia. W tym celu osłaniamy w takich miejscach przewody w końcu wspomniane po ich wierzchu listwami drewnianymi lub z innego tworzywa nieprzewodnego, albo rozpinamy ponad nimi, w odstępnie 0,75 m, doziemione: bądźto druty ochronne, bądź też siatki.

Przewodem powrotnym dla prądu bywają najczęściej same szyny toru (p. powyżej pod a.), na które prąd przechodzi z prądnika wagonowego poprzez osie i koła wagonu. Sposób ten, jakkolwiek najtańszy, nie jest jednakże bez wad, z których najwybitniejszą jest przechodzenie prądów z toru do ziemi i ich wałęsanie się w niej. Takie **prądy wałęsające się** szukają sobie drogi powrotnej o najmniejszym oporze, a więc przechodzą przeważnie na metalowe przewody podziemne, jako to na rury gazowe i wodociągowe, na pancerze kabli i t. p. Przy przejściu na nie, o ile wielkość takiego prądu jest dość znaczna, rozkłada on elektrolitycznie metalowe tworzywo tych przewodów *). Aby temu zapobiedz, należy wedle możliwości zmniejszać wielkość owych prądów wałęsających się, czyli utrudniać przejście prądu z szyn do ziemi. W tym celu trzeba prądowi ułatwiać drogę powrotną do elektrowni poprzez szyny, zmniejszając wedle możliwości ich opór elektryczny, a mianowicie przynajmniej do tego stopnia, aby największy spadek napięcia w szynach nie przekraczał wartości 5 do 7 V. Gdy rozległość sieci jest bardzo znaczna, pojawia się nieraz konieczność odprowadzania prądu powrotnego przez oddzielne przewody zosobnione do elektrowni (wzgl. przetworni), a czasami nawet konieczność wstawiania w koniec takiego przewodu oddzielnej prądnicy prądochłonnej, która, obniżając napięcie, kieruje prąd ku sobie, odprądniając niejako ów przewód.

Aby zupełnie zapobiedz prądom wałęsającym się (co jest niezbędne, np. w bliskości naukowych pracowni fizykalnych, aby nie zamącać ich doświadczeń i spostrzeżeń), oddajemy prąd powrotny wagonu drugiemu przewodowi zdawnemu, również zosobnionemu, a czynimy to za pośrednictwem drugiego krążka lub pałaka zdawnego.

W warunkach odpowiednich zaleca się też układ trójprzewodowy, między którego zosobnionymi przewodami skrajnymi panuje

*) Przepisy, dotyczące zapobiegania szkodliwości prądów wałęsających się, opracowane przez Związek niemieckich gazowników i wodociągarzy, p. Przegląd techniczny 1907.

napięcie 2×550 lub 2×600 V, a którego przewodem obojętnym są szyny torowe. Z powodu dwa razy większego napięcia układ ten jest sprawniejszy, a straty napięcia w przewodzie obojętnym są względnie małe, powodują zatem mniej prądów wałęsających się.

2. Przewody podziemne. Zdawne przewody podziemne pomieszczamy zazwyczaj w kanale betonowym, a to w postaci pretów teowników lub łożysk, ułożonych na osobniakach. Kanał posiada w swym stropie pionową szczelinę nawskrośną, 25 do 30 mm szeroką, wzdłuż całego toru, przez którą przechodzi ramię zdawne. Ramię to, przytwierdzone do wagonu, sięga poprzez szczelinę w kanał, a koniec jego, wykształcony w przyrząd zdawny, ślizga się po przewodzie zdawnym. Gdy naprężanie wagonów jest różnorodne, a więc na jednych oddziałach szlaku z przewodów podziemnych, na innych zaś z napowietrznych lub ze zasobników, natenczas owó ramię zdawne urządza się w ten sposób, aby je można było wysuwać ze szczeliny w górę. Jeżeli urządza się ów kanał podziemny, to zaleca się ułożyć w nim przewód powrotny, a natenczas z pod wagonu sięgają poprzez szczelinę w kanał dwa takie ramiona zdawne. Szczelinę podłużną rozmieszczamy bądźto na śródtorzu, bądźże na przytorzu, a najlepiej w jednym z toków (na szlakach dwutorowych we wewnętrznym), a mianowicie w ten sposób, aby tworzyła zarazem rowek na obrzeże kół tramwajowych, przez co unikamy trzeciego rozcięcia powierzchni ulicy na każdy tor, utrudniając sobie wzajem ustrój rozjazdów. Pretы zdawne miewają takie same długości jak szyny torowe, a przy każdym ich złączeniu urządza się włącz do kanału dla jego oczyszczania; wodę opadową odprowadzamy podziemnie w odstępach 40 do 50 m. Zdawne przewody podziemne nie szpecą ulic miejskich i to jest ich główną zaletą przed napowietrznymi, natomiast są one w urządzeniu droższe, a w ożysku i droższe i mniej zaufane. Pierwszy taki tramwaj w Europie zbudowano w Budapeszcie.

3. Tramwaje o stykach rozstawnych. Wzdłuż toru, bądźto śród niego, bądźże zawieszony u słupów, rozmieszczamy w pewnych odstępach niezbyt wielkich oddzielne styczniki zasilane prądem. Ze zdawnych tych styczników prąd przechodzi na drugi pret, po nich się ślizgający, a przytwierdzony do wagonu. Styczniki na słupach mogą być stale pod prądem, natomiast styczniki w śródtorzu powinny być pod prądem tylko wtenczas, gdy nad nimi znajduje się wagon, który w ten sposób broni niejako przechodniom dostępu do tych styczników, chroni ich zatem od porażenia prądem. Mimo liczne pomysły, mające udoskonalić ten rodzaj tramwajów, nie znalazł on dotychczas szerszego zastosowania.

4. Tramwaje zasobnikowe. Każdy wagon silnikowy otrzymuje swą oddzielną rzeszę zasobników, która może starczyć na odbyty całodzienny, albo też napręża się podczas przerw jazdy, zazwyczaj na przystankach krańcowych. Tramwaje takie nie szpecą ulic, są jednakże mniej dogodne w ożysku z dwóch mianowicie powodów: wielkiej wagi zasobników i czasu traconego na ich naprężanie. Obecnie waga rzeszy zasobników na wagon dosięga 3,5 t, wymaga

zatem silniejszej budowy i samego wagonu i toru, a nadto przyczynia się do szybszego ich zużycia. By zmniejszyć wedle możliwości wagę zasobników, stosujemy względnie wysoki wyprąd na jednostkę powierzchni płyt, zmniejszając przez to ich trwałość, która cierpi również wskutek ustawicznych wstrząśnień i uderzeń, nieuniknionych podczas jazdy. Sprawność zasobników jest względnie mała, co zwiększa koszty prądu. Zaufność działania jest mniejsza aniżeli przy zastosowaniu zdawnych przewodów napowietrznych. Zwłaszcza gdy śnieg pokryje tory, moc zasobników staje się często niedostateczną. Wreszcie zasobniki wydzielają zaduchy kwasu, których dotychczas nie udało się jeszcze usunąć w zupełności, a które nie mogą być przyjemne dla jadących.

5. Zasilanie naprzemienne z przewodu napowietrznego i ze zasobników. Przewody napowietrzne prowadzimy tylko ponad ulicami, z których oszpeceniem łatwiej się nam pogodzić, a więc ponad ulicami przedmieść i ponad drogami podmiejskimi. Wagon, jadąc temi ulicami, czerpie prąd z przewodu zdawnego tak do napędu prądników, jak i do naprądniania zasobników, których wyprądem napędzamy następnie prądniki podczas jazdy przez ulice śródmieścia, nie oszpeczonego napowietrznymi przewodami zdawnymi. Ponieważ zasobniki naprądniamy tu częściej, a wyprądniamy przez okresy krótsze, aniżeli w układzie z pod 4., więc waga zasobników będzie tu znacznie mniejsza.

6. Zasilanie naprzemienne z przewodu napowietrznego i podziemnego. W miastach, nie podlegających nadmiernemu zaśnieżeniu, będzie to może sposób najwłaściwszy, gdy niektórych części nie chcemy oszpecać przewodami napowietrznymi.

d. Wagony i prądniki.

W celu należytego wyzyskania wagi wagonu na otrzymanie możliwie wielkiej czepności, napędzamy zazwyczaj obydwie jego osie, a mianowicie każdą z nich oddzielnym prądnikiem. Każdy z tych prądników może bez nadmiernego zagrzenia się *) wyłaniać ze siebie przez godzinę bez przerwy moc 25 do 30 MK, doraźnie zaś, przez czas krótki, do 50 MK. Stopniowania mocy silników dokonywamy w ten sposób, że włączamy je naprzód obydwa, wraz z opornikiem posobnie; następnie zmniejszamy stopniowo opór w oporniku, a gdy ten opór dojdzie do zera, wzmagamy dalej moc wyłanianą, włączając obydwa prądniki obocznie względem siebie, lecz posobnie z opornikiem; wreszcie przez stopniowe zmniejszanie oporu w oporniku do zera otrzymujemy największą moc, jaką prądniki wyłonić mogą. **Nastawnice** budujemy zazwyczaj na 7 do 8 stopniowań mocy; z nich jednakże tylko dwa stopniowania są przeznaczone na pracę przez dłuższe okresy czasu, a mianowicie te dwa stopniowania, jedno posobne i jedno oboczne, przy których opornik po-

*) P. prawidła, dotyczące oceny i sprawdzania prądnic i t. d., podane w zeszycie oddzielnym, dołączonym do niniejszego tomu Technika.

zostaje zupełnie wyłączony z obwodu. Nastawnicę zaopatrujemy w magnetyczny gaszak iskier, a na każdym podścienu wagonu, t. j. na przednim i tylnym, stawiamy oddzielną nastawnicę dla danego kierunku jazdy: naprzód, względnie wstecz. Prądniki bywają zazwyczaj czterobiegunowe, a mieszczą się one w stalowych oponach szczelnych, t. j. nieprzenikalnych na kurz i wodę. Oprawa prądnika spoczywa jednym końcem na łożyskach, obchwytyjących osł wagonu, drugim końcem zaś na sprężystym podwieszeniu u ostoi wagonu, może się zatem z lekka pokręcać około osi wagonu w miarę sprężynowania jego ostoi. Siłę w prądnicach przenosimy na osł wagonową za pośrednictwem stadła kół zębatach, o przełożeniu 1:3 do 1:5,5. Zębniak bywa ze stali Siemens-Martynowskiej, a koło większe, osadzone na osi wagonowej, stalowe i z dwóch półkręgów złożone. Taki prądnik o mocy 35 MK waży, wraz z kołami zębatymi, około 900 kg, cały zład elektryczny jednego wagonu, t. j. dwa prądniki i dwie nastawnice z przynależnościami, około 2400 kg. Do tramwajów stosujemy prawie wyłącznie sprądniki głównikowe, jako posiadające wielki moment rozruszny, a zarazem jako miarkujące swą prędkość samoczynnie, w zależności od mocy wyłanianej (p. rys. 1260). Sprądniki boczniowe znajdują zastosowanie prawie wyłącznie tylko naszlakach zębnicowych, a to w celu odzyskiwania z nich prądu podczas jazdy w dół.

Każdy wagon silnikowy otrzymuje nadto: dzwonek ostrzegawczy, piasecznicę, odgromnik i wyłącznik samoczynny na prąd wysokiego napięcia. Do oświetlenia wagonu stawiamy zazwyczaj 10 żarówek w dwóch oddzielnych obwodach obocznych, a mianowicie w każdym z nich po 5 posobnie włączonych żarówek.

Hamowanie bywa trojakiemu rodzaju:

1. Hamowanie ręczne przez dociskania 4-ech lub 8-u klocków hamulcowych do obręczy kół, a to za pośrednictwem wrzeczona śrubowego.

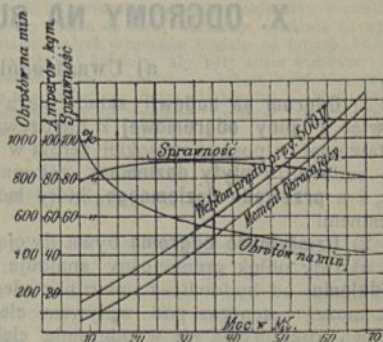
2. Hamowanie elektryczne odbywa się:

a. przeciwprądem, t. j. prądnik nastawiamy na bieg wsteczny; sposób ten stosujemy jednak tylko w razie niebezpieczeństwa;

b. skrótem, t. j. prądnik działa jako sprądnica, której prąd pochłaniamy opornikiem;

c. za pośrednictwem elektromagnetyzmu, a mianowicie:

Rys. 1260.



α) hamulec tarczowy składa się z dwóch tarczy, dociskanych do siebie elektromagnetycznie: jedna z tych tarczy siedzi niepokretnie na osi wagonu, druga zaś jest złączona z jego ostoją;

β) zwykle klocki hamulcowe dociskamy za pośrednictwem rdzenia żelaznego, wciąganego elektromagnetycznie w zwojnicę;

γ) hamując wagon elektromagnetycznie o szyny.

Przy hamowaniu z pod b. i c prądu hamującego dostarcza nam sprądnik, działający jako sprądnica, napędzana rozpędem wagonu.

3. Hamowanie powietrzne. Hamulce są ustroju podobnego jak w pociągach kolejowych, sprzężarkę napędzamy jednak od osi wagonu.

Przy hamowaniu elektrycznym lub powietrznym silniczy ze swego stanowiska może obsługiwać wszystkie przyrządy hamujące i to nie tylko u wagonu silnikowego, lecz i u doprzęgniętego.

X. ODGROMY NA BUDOWLACH.

a) Uwagi ogólne.

1) **Odgrom na budowli** składa się z trzech części zasadniczych, a więc z **iglicy odgromowej** z nierdzewiejącym **śpicem metalowym**, ustawionej w postaci wysokiej żerdzi w możliwie najwyższym punkcie budowli, z **plyty doziemnej**, zakopanej głęboko w grunt wilgotny, i z **przewodu doziemnego**, który łączy śpic iglicy z płytami doziemnymi.

2) **Działalność odgromu** bywa dwojakiego rodzaju:

a) Gdy obłok gromonośny znajduje się jeszcze w tak **znacznym oddaleniu** od budowli, że piorun z niego na odgrom przeskoczyć nie może, natenczas pod wpływem elektryczności obłoku, np. dodatniej, rozszczepia się w odgromie elektryczność w ten sposób, że odjemna zbiera się na śpicu odgromowym, podczas gdy odczepiona od niej elektryczność dodatnia odplywa do ziemi. Pod wpływem wytwarzającego się znacznego napięcia, elektryczność odjemna wypływa ze śpica na obłok, a łącząc się na niem z jednakową ilością elektryczności dodatniej, osłabia nabój elektryczny obłoku gromonośnego, czyli zmniejsza jego groźność na wypadek, jeżeli z niego następnie piorun istotnie wypadnie na budowlę.

b) Gdy obłok gromonośny **zbliży się** do budowli na tyle, że zosobniająca warstwa powietrza między obłokiem a budowlą, skutkiem zmniejszonej swej grubości, stanie się już niezdolną do nieprzepuszczenia iskry elektrycznej pod danem napięciem, natenczas piorun wypada z obłoku na budowlę, kierując się drogą najmniejszego oporu do ziemi. Prawidłowo zbudowany odgrom stanowi właśnie ową drogę najmniejszego oporu, i dlatego piorun uderza w śpic odgromu i po jego przewodzie spływa do ziemi, bez szkody dla budowli.

3) **Groźność piorunów** dla danego rodzaju budowli wyraża się liczbą budowli, corocznie uszkodzonych od pioruna, w stosunku do jednego miliona istniejących takich budowli. Statystyka wykazała w Niemczech zwiększenie się tej groźności w trójnasób w okresie trzydziestoletnim od r. 1850 do r. 1880, a średnia groźność piorunów dla budynków w okresie od r. 1874 do r. 1877 wyraziła się tam liczbą 188. Jednakże w bardziej górzystych Niemczech południowych, gdzie szczyty gór i wzgórza są niejako naturalnymi odgromami dla budynków, stawianych przeważnie w dolinach, groźność roczna w tymże okresie czasu wyraziła się liczbą 77, podczas gdy jednocześnie w równinnych Niemczech północnych dosięgała 277. W równinie bowiem budynek stanowi wywyższenie ponad teren, bardziej zbliżone do chmury gromonośnej; zosobniająca warstwa powietrza między nim a obłokiem jest zatem cieńsza i piorun łatwiej ją przebiję, aniżeli grubszą warstwę między obłokiem a samą ziemią.

Budowle wiejskie, stojące we wielkich wzajemnych odstępach, są znacznie więcej narażone na pioruny, aniżeli w zwartych szeregach stojące budynki miejskie. Niektóre rodzaje budowli są pod tym względem bardziej zagrożone od innych, a wogóle z pośród budynków wiatraki i kościoły wyróżniają się stosunkowo wielką ilością uszkodzeń od piorunów i to tak dalece, że dla nich groźność pioruna bywa 10 do 100 razy większa, aniżeli dla budynków zwykłych. Zjawisko to nietrudno objaśnić: wiatraki, ze względu na możliwie swobodny dostęp wiatru do nich, stawiamy możliwie na wyniosłościach terenu, a więc na szczytach małych wzgórków i zdala od innych budowli, aby one nie przesłaniały wiatru; podobnie i kościoły, aby były zdala widoczne, stoją często na miejscach bardziej wyniosłych, a nadto znaczna wysokość kościołów, zwłaszcza ich wież, sprawia, że stają się one najkrótszą drogą dla pioruna z obłoku do ziemi. Z przyczyn podobnych groźność pioruna dla wysokich kominów fabrycznych jest również stosunkowo bardzo znaczna.

b) Ustrój odgromów.

1) **Iglice odgromowe** są to przeważnie żerdzie żelazne, cynkowe lub cynowane, 2 do 4 m długie, o przekroju przynajmniej 0,7, lepiej jednak przynajmniej 1,5 cm². Na koniec iglicy nasadza się śpic miedziany, trwale pozłocony, aby nie rdzewiał. By uniknąć nadmiernych wysokości iglic, które wyjątkowo tylko przekraczają 5 m, wypada na budowlach rozleglejszych stawiać nieraz po kilka takich iglic. Jako przestrzeń ochronioną przez iglicę odgromową uważamy zazwyczaj przestrzeń, objętą prostym stożkiem kołowym o osi pionowej, którego wierzchołek leży w śpicu iglicy, a połówka β kąta wierzchołkowego ma wartości poniższe:

a) dla najwyższych narożników budowli $\beta = 45^\circ$ do 55° , dla narożników niżej położonych natomiast $\beta = 68^\circ$;

b) dla najwyższych krawędzi budowli $\beta = 65^\circ$, dla niżej leżących $\beta = 71^\circ$;

c) dla wszelakich części dachu najwyższego $\beta = 71^\circ$, a jeżeli części te otrzymają ochronę dodatkową przez przewody napowietrzne, to $\beta = 76^\circ$;

d) wszelkie części budowli, występujące poza te stożki, należy ochronić iglicami dodatkowymi, przynajmniej 25 cm długimi, licząc dla nich kąt stożka ochronionego $\beta = 45^\circ$.

Stałe proporce pod chorągwie mogą spełniać dodatkowo i czynność iglicy, jeżeli zaopatrzymy je w śpice prawidłowe, należycie połączone z przewodem ogromnym.

2) **Przewody napowietrzne** bywają bądźto żelazne, a natenczas cynkowane lub cynowane, bądźteż miedziane; stosujemy je zaś w postaci prętów, albo też w postaci lin drucianych. Przekrój przewodu żelaznego, nierozgałęzionego ma być przynajmniej 100 mm², a odnóg przynajmniej 50 mm². W przewodach miedzianych starczą przekroje dwa razy mniejsze, w cynkowych 1½ razy większe, a w ołowianych 3 razy większe od powyżej podanych dla żelaza. Na złączach niezlipianych lub niezlutowanych metaliczna powierzchnia styku powinna być nie mniejsza niż 10 cm². Przewód między śpicem a płytą doziemną wypada prowadzić drogą najkrótszą a przytwierdzać go bez zosobniania i niezakleszczając go w trzymakach; ważną jest dogodność jego sprawdzania. Gdy ustawiamy kilka iglic, należy je wszystkie wzajemnie połączyć ze sobą oddzielnym przewodem. Wszelkie większe części metalowe budowli, jako to krychy metalowe, więzary i schody żelazne, rury wodociągowe, gazowe i ściekowe, należy zaufnie poprzyłączać do przewodów ogromnych.

3) **Przewody podziemne** bywają miedziane cynowane, albo żelazne cynkowane, a kończą się one płytami doziemnymi, albo w ich zastępstwie taśmami, prętami, rurami lub wreszcie siatkami drucianymi, ułożonemi pod wodą zaskorną (np. w studniach), albo nawet we wodzie stawów, jezior lub rzek. Płyty żelazne bywają 5 mm grube, miedziane zaś 2 mm, o powierzchni 1 m². Pręty i rury doziemne powinny zagłębiać się we wodę zaskorną przynajmniej na 5 m. Gdy wody zaskornej niełatwo osiągnąć, natenczas stosujemy płyty doziemne 2 m² pow., ułożone w warstwie koksu rozdrobnionego, albo też stosujemy kilka przewodów i płyt doziemnych ogólnej powierzchni przynajmniej 2 m², a wszystkie te płyty należy dobrze nawzajem ze sobą połączyć.

4) **Złącza** powinny posiadać przewodność nie mniejszą niż w samym przewodzie i powinny być trwale zlutowane. Corocznie, najlepiej na wiosnę, należy całość obejrzeć (np. lunetą) i sprawdzić, przedewszystkiem zaś śpice iglic.

DZIAŁ SIĘDMNASTY.

GAZOWNICTWO.

Uwaga wstępna. Gaz świetlny wytwarzamy przeważnie przez wygazowanie (suchą dystalację) węgla kamiennego, a mianowicie jego gatunków bardziej gazowych. Wszelkie usiłowania dotychczasowe, skierowane ku wyszukaniu lepszemu sposobu na wytwarzanie gazu świetlnego, nie dały wyniku pożądanego. Gaz wodny i wodnoczadowy, aczkolwiek stały się podatne do oświetlania przez zastosowanie i do nich palników żarowych (auerowskich), nie zdołały jednak wyprzeć zwykłego gazu świetlnego, który w tychże palnikach żarowych znalazł silną broń do spózwadnictwa z oświetleniem elektrycznym. I acetylenowi, mimo jego dobrego światła i wielu wynalazków, dotyczących tego rodzaju oświetlenia, nie można rokować zbyt szerokiego pola zastosowania.

A. Surowce, oraz ich wydajność.

1. Ilość gazu świetlnego, jaką możemy otrzymać z jednostki danego węgla, zależy przedewszystkiem od zawartości w nim wodoru w nadmiarze, t. j. ponad tę ilość, jaka wytwarza wodę, łącząc się z tlenem we węglu zawartym.

2. Uzysk gazu i koksu z węgla *).

Gatunek węgla	1 hl węgla waży kg	Uzysk gazu ze 100 kg węgla m ³	Uzysk koksu		1 hl koksu waży kg	Właściwości otrzymanego koksu
			na objętość %	na wagę %		
Westfalski . . .	80—86	27,0—30,4	130—140	60—69	39—42	ściśły, gruby.
Saarbrücken . .	72—80	26,5—29,1	120—130	57—65	36—40	dość ściśły, średnio gruby.
Dolnośląski . .	82—87	25,0—27,3	125—135	65—72	41—47	dziurkowany, dość gruby.
Górnośląski . .	76—80	27,4—28,4	118—122	62—70	41—45	ściśły, drobny.
Zwikau	77—80	24,9—26,6	105—115	50—60	38—42	dziurkowany, drobny.
Pilzeński, czarny	73—80	24—27	120—130	50—60	33—37	dziurkowany, drobny.
„ łupkowy	65—70	31—34	95—100	51	33—37	łupkowy, drobny, lichey.
Falkenau, brunatny	62—67	31—33,4	50—55	33	40—45	łupkow., drobny, b. lichey.

3. Uzysk mazi pogazowej, względnie do wagi węgla bywa:

z węgla angielskich i westfalskich. 4,25%

z węgla śląskich i saskich 4,75%.

4. Wody pogazowej otrzymujemy na ogół 10⁰%, względnie do wagi węgla, a mianowicie o gęstości 2,5⁰ Baume'go, ze śląskich węgla jednakże tylko 8⁰% wody pogazowej, o gęstości 1,5 do 2⁰ B.

*) N. H. Schilling, Handbuch für Steinkohlengas-Beleuchtung, 3 wyd. str. 81.

5. Składniki gazu.

1. Składnikami **światłodajnymi** są: benzol C_6H_6 , naftalin $C_{10}H_8$, etylen C_2H_4 , butylen C_4H_8 , acetylen C_2H_2 , propylen C_3H_6 i t. p.

2. Składnikami **obojętymi** pod względem świetliwości, lecz ciepłodajnymi, a więc pożytecznymi w palnikach żarowych, są: gaz błotny CH_4 , wodór H_2 , oraz czad (tlenek węgla) CO .

3. Składnikami **zanieczyszczającymi** są: bezwodnik węglowy CO_2 , amoniak NH_3 , siarkowodór H_2S , węglowodory nasiarcone, dwusiarczek węgla CS_2 , cjan $(CN)_2$, siarkocyan, czyli rodan CNS , azot N .

Np. Bunsen znalazł w gazie świetliwym gazowni w Heidelbergu w odsetkach na objętość: etylenu 2,55, propylenu 1,21, pary benzolowej 1,33, wodoru 46,20, gazu błotnego 34,02, czadu (tlenku węgla) 8,88, bezwodnika węglowego 3,01, azotu 2,15, tlenu 0,65.

6. Uzysk gazu w poszczególnych okresach wygazowania.

W danym przypadku, przy ogólnym uzysku $27 m^3$ gazu ze 100 kg węgla westfalskiego, otrzymano:

Składników w % na objętość	w 1-iej godz.	w 2-iej godz.	w 3-iej godz.	w 4-aj godz.
Bezwodnika węglowego.	0,50	0,50	0,50	0,00
Węglowodorów ciężkich.	8,65	4,46	1,51	1,11
Czadu (tlenku węgla)	3,37	4,27	2,46	1,69
Gazu błotnego	73,92	51,17	43,94	34,13
Wodoru	13,56	39,60	51,59	63,07
Ciężkość właściwa, wzgl. do powietrza	0,540	0,400	0,320	0,260

7. Ciężkość właściwa gazu świetliwnego bywa 0,34 do 0,45 średnio 0,4, w stosunku do powietrza.

8. Mieszanki gazu z powietrzem są **wzbuchliwe**, wzgl. jeszcze **zapalne**, dopóki stosunek objętości gazu do powietrza w mieszance pozostaje w granicach 1:4 do 1:14.

Podług doświadczeń Clerk'a *) , mieszanki gazowo-powietrzne w naczyniu objętości 5,19 l dawały poniższe prędkości po wzbuchu:

Stosunek objętości gazu do powietrza	1:14	1:13	1:12	1:11	1:9	1:7	1:6	1:5	1:4
Prędkość po wzbuchu	2,72	3,50	4,08	4,15	5,31	5,92	6,12	6,19	5,44 kg/cm ²

9. Wartość opałowa (cieplikowa) $1 m^3$ gazu świetliwnego bywa 4500 do 7000 cpl. (p. str. 936), a do jej oznaczania służy, np. kalorymetr Junker'a.

10. Wartość świetliwną gazu określamy, oznaczając **światłość** jego płomienia przez porównanie ze **światłostką**, czyli z jednostką świetliwości, przyczem gaz ma się palić w palniku wzorcowym i w warunkach ściśle ustalonych.

Jako **palnik wzorcowy** na gaz znajduje jeszcze szerokie zastosowanie zwykły palnik szczelinowy lub dwudziurkowy, które dają płomień motylkowy, a mają zużywać po 142 l (5 ang. stóp sześć.)

*) The gas engine by Dugald Clerk, London 1886.

gazu na godz. W Londynie wzorcem jest palnik Argand'a, zużywający taką samą ilość gazu, w Berlinie zaś podobny palnik Argand'a, lecz zużywający 150 l gazu na godz. Średnia światłość tych palników wzorcowych bywa około 15 do 16-u światłostek olbrotowych.

Światłostką zwiemy jednostkę, służącą za miarę światłości źródeł światła. Jednostki te bywają rozmaite:

1) **Światłostka paryska**, określająca się światłością lampy Carcel'a.

2) **Światłostka olbrotowa**, stosowana pierwotnie w Anglii, a następnie i w Niemczech pod nazwą „Normalkerze“ (NK), znajduje i u nas najszerokie zastosowanie. Jest to światłość płomienia świecy olbrotowej, 44,5 mm wysokiego, a spalającego 7,77 g olbrotu na godz.

Stosując w dalszym ciągu wyrażenie „światłostka“ bez określenia jej rodzaju, oznaczać przez nie będziemy światłostkę olbrotową, jako najbardziej rozpowszechnioną.

3) **Światłostka parafinowa**, stosowana do r. 1890 przez Związek niemieckich Zawodowców Gazowych i Wodociągowych, jest światłością 50 mm wysokiego płomienia świecy parafinowej, o średnicy 20 mm.

4) **Światłostka octano-amyłowa**, inaczej **światłostką Hefnerowską** zwana, jest światłością 40 mm wysokiego płomienia lampy octano-amyłowej, o średnicy kłota 8 mm. Związek niemieckich Zawodowców Gazowych i Wodociągowych uznał tę światłostkę za obowiązującą dla siebie, zamiast dawniej stosowanej światłostki parafinowej, a i Związek Elektrotechników niemieckich uchwalił w r. 1897 jej stosowanie pod nazwą niewłaściwą „Hefnerkerze“ (oznaczenie: HK, dawniejsze zaś HE), gdyż nie jest to światłość świecy, lecz lampy Hefner'a.

Tablica porównawcza rozmaitych światłostek.

Światłostka Carcel'a	Światłostka olbrotowa	Światłostka parafinowa	Światłostka Hefner'a
1,000	8,578	8,767	10,525
0,117	1,000	1,023	1,228
0,114	0,977	1,000	1,200
0,095	0,815	0,833	1,000

Jednostką jasności powierzchni oświetlonej jest jasnostka, zazwyczaj metrowa:

Jasnostka metrowa jest jasnością, jaką **jedna światłostka** wytwarza na **białej** powierzchni, **prostopadlej** do padających na nią promieni, a ustawionej w odległości **jednego metra** od źródła światła. Zależnie od rodzaju światłostki, podług której oznaczamy jasnostkę metrową, wypadałoby rozróżniać jasnostki: Carcel'owo-metrową, olbrotowo-metrową, parafinowo-metrową, Hefnerowsko-metrową i t. p.

Przez jednostkę bez przymiotnika wyróżniającego rozumieć będziemy jasność najwięcej rozpowszechnioną, a więc metrowo-olbrotową.

Podług prof. Cohn'a z Wrocławia: przy jasności 50 jasnośtek czyta się tak dobrze jak przy świetle dziennem: do zwykłej pracy potrzeba około 10 jasnośtek; oświetlenie uliczne należy liczyć przynajmniej na 0,1 jasnośtki, a dla ulic pierwszorzędnych 1 jasność lub więcej.

Światłość danego źródła światła oznaczamy przez jego porównanie ze źródłem wzorcowem, a mianowicie na zasadzie prawa:

Wzajemny stosunek światłości dwóch źródeł światła, dających jednakowe jasności w pewnym punkcie (np. na przeponie fotometru), jest równy stosunkowi kwadratów odległości tegoż punktu od owych źródeł światła, rozumie się z zastrzeżeniem, że światło każdego ze źródeł pada prostopadle na powierzchnię, w której punkcie badamy jasność.

Do porównywania światłości dwóch źródeł światła, na zasadzie prawa powyższego, służą przyrządy, **fotometrami** zwane, z których najszersze zastosowanie znajduje jeszcze fotometr Bunsen'a. Źródła światła stawiamy w nim po przeciwległych stronach przepony papierowej, na której zrobiono małą tłuśną płamę. Przesuwamy jedno ze źródeł światła, albo też samą przeponę tak długo, dopóki się one nie znajdą w położeniu, przy którym przestajemy dostrzegać owej plamki. Położenie to odpowiada jednakowej jasności, wytworzonej na przeponie, przez każde z porównywanych źródeł światła. Od pewnego czasu fotometr Bunsen'a ustępuje przed fotometrem ustroju Lummer'a i Brodhun'a*), zwłaszcza do pomiarów dokładniejszych. Składa się on z dwóch pryzmatów szklanych, o stykających się ścianach przeciwprostokątnych. Ściana ta jednego z pryzmatów jest jednakże nie płaska, lecz lekko, walcowato wypukła, skutkiem czego ściany te nie stykają się ze sobą całą swą powierzchnią, lecz tylko wązkim paskiem przy linii styczney. Przez tę parę pryzmatów patrzymy wprost na jedno źródło światła, podczas gdy drugie stoi z boku: promienie pierwszego odbijają się całkowicie od całej wewnętrznej powierzchni ściany, z wyjątkiem owego paska, przez który przechodzą swobodnie do oka. Promienie drugiego źródła, stojącego z boku, odbijają się podobnie całkowicie o wewnętrzną powierzchnię ściany drugiego pryzmatu, pod kątem prostym, wpadają zatem do oka, z wyjątkiem jednak obszaru owego paska, przez który przechodzą swobodnie w bok, bez odbicia się. Oko widzi zatem w pasku wspomnianym jasność, wytworzoną przez źródło nawprost stojące, w pozostałej zaś powierzchni jasność, wytworzoną przez źródło z boku stojące. Dopóki dwie te jasności nie są sobie równe, wzrok nasz wyróżnia ów pasek na pozostałej powierzchni. Gdy wskutek stosownego przesunięcia (źródła światła lub pryzmatów) pasek stanie się niedostrzegalnym dla oka, obydwie badane jasności będą nawzajem sobie równe: w tem położeniu źródeł światła kwadraty ich odległości od pryzmatów, a ściślej biorąc, od osi owego paska, wyrażają wzajemny stosunek światłości obydwóch źródeł.

*) Zeitschrift f. Instrumentenkunde 1892, str. 41.

B. Wyrób gazu.

a. Piece i wygaźnice (retorty)*).

1. Piece o paleniskach zwykłych, w których paliwo leży na ruszcie warstwą 0,23 do 0,30 m. Gdy przewiewie zajmuje połowę powierzchni rusztu, można całkowitą powierzchnię rusztu średnio liczyć na piec:

z 1 wygaźnicą 0,12 do 0,14 m ² ,	z 5 wygaźnic. 0,19 do 0,21 m ²
z 2 wygaźnic. 0,14 " 0,16 " ,	z 6 " 0,21 " 0,23 "
z 3 " 0,16 " 0,19 " ,	z 7 " 0,23 " 0,27 "

Z dawna używane piece Desawskiego Tow. gaz. mają tylko 0,15 m² rusztu na 6 wygaźnic, a 0,12 m² na 3 wygaźnice.

2. Piece półczadnicowe na 2 do 7 wygaźnic. Na ruszcie paliwo leży warstwą 1 m grubą, pod ruszt dopływa powietrze **czadujące**, które, przechodząc przez grubą warstwę paliwa, wytwarza z niego czad (CO). W celu spalania tego czadu na CO₂, doprowadzamy do paleniska, ponad warstwą paliwa, jeszcze powietrze **dopalające**, zazwyczaj nagrzane. Niekiedy nagrzewamy i powietrze czadujące. (Np. ustroje Horn'a, Desawski, Hasse-Vacherot'a i t. p.).

3. Piece z czadownicami na 7 do 11 wygaźnic. Czadownica, zazwyczaj w postaci paleniska zasypnego, mieści się przed, pod lub za piecem właściwym, a to w zależności od warunków miejscowych i ustroju samego pieca. Każdy piec posiada swą własną czadownicę, albo też z jednej czadownicy zasilamy czadem dwa piece sąsiednie. (Np. ustroje: Liegel'a, Oechelhäuser'a, Goldbeck'a, Schilling-Bunte'go, Hegener'a, Hasse-Didier'a, Klönne'go i t. p.).

Warstwa rozżarzonego koksu w czadownicy, liczona od wierzchu dopływu powietrza czadującego do spodu odlotu czadu, bywa 0,75 do 1 m wysoka, a dno czadownicy, zależnie od warunków miejscowych i ustroju, zagłębia się na 1,4 do 2,8 m pod naziom wygazowni.

Gdybyśmy wszystkie bezwodnik węglowy (CO₂), jaki się wytwarza w dolnych warstwach paliwa, odleniali we wyższych jego warstwach na tlenek węglowy (CO), to czad wychodzący z czadownicy zawierałby w sobie 34,71% tlenku węgla i 65,29% azotu (na wagę). Takich wyników teoretycznych nie możemy jednak osiągnąć w czadownicach, stosowanych w przemyśle, i uważamy czad za doskonały, gdy zawiera nie ponad 3% CO₂, a zawartość 5 do 6% już za szkodliwą.

Podobnie jak w piecach półczadownicowych, nagrzewamy zawsze i w piecach czadownicowych powietrze dopalające, a mianowicie na 200 do 500°; powietrza czadującego natomiast nie nagrzewamy zazwyczaj wcale, kilka jednak ustrojów piecowych stosuje i to nagrzewanie.

*) Wzorowe kształty wygaźnic na gaz świetlny podano na arkuszu 18 i 19 z r. 1891/2 Zbioru rysunków, wydawanego przez Towarz. „Hütte“ przy Politechnice w Charlottenburgu.

Piece półczadownicowe znajdują przeważnie zastosowanie w gazowniach mniejszych, czadownicowe we większych.

Piece półczadownicowe zalecają się taniąścią swego ustroju, a nadto wyzyskiem ciepła promieniującego z paliwa, które to ciepło pada wprost na wygaźnice, natomiast wytwarzają one czad gorszego gatunku.

Czadownice wytwarzają czad lepszy, powodując natomiast znaczne straty ciepła przez jego rozpromieniowanie. Zapewniają one jednakże większą jednostajność żaru w żarowisku pieca, powodują zatem mniej szybkie przepalanie się wygaźnic, ułatwiają obsługę i pozwalają na ułożenie większej ilości wygaźnic w jednym żarowisku.

Na każde 100 kg węgla wygaźnianego zużywamy koksu na opał:

	w piecach o palenisku zwykłym	22 do 40 kg,
	„ „ półczadownicowych	15 „ 22 „
	„ „ czadownicowych	12 „ 18 „

4. Obmurze wygaźnic otacza je w odstępach 75 do 100 mm, same zaś wygaźnice leżą w odstępach wzajemnych 80 do 160 mm.

	Grubość muru między piecami bywa	51 do 64 cm,
	„ bocznych murów krańcowych całej	
	„ rzeszy pieców	77 „ 129 cm,
	wreszcie grubość tylnej ścianki pieca	64 „ 129 cm.

Na sklepienie stosujemy ogniotrwałą cegłę kliniastą, nad niem zaś murujemy sklepienie odciążające z cegły zwykłej lub z pośledniego gatunku cegły ogniotrwałej. Z powodu znacznego żaru całe obmurze wymaga zaufnego wzmocnienia ściągamymi żelaznymi.

5. Wygaźnice (retorty) leżą w obmurzu zazwyczaj poziomo, w ustroju Coze'go jednakże pochyło. Przekrój ich bywa owalny, albo półowalny, z dnem płaskim, kształtu leżącej litery D (D), a pojemność poszczególnych wygaźnic 75 do 200 kg.

Związek niem. Zawodowców Gaz. i Wod. ustalił w r. 1867 poniższe przekroje owalne i półowalne dla wygaźnic.

Przekrój owalny				Przekrój półowalny			
N	Szerokość mm	Wysokość mm	Waga kg	N	Szerokość mm	Wysokość mm	Waga kg
I	525	380	560—620	V	525	365	510—565
II	525	315	525—580	VI	525	315	490—540
III	470	380	550—600	VII	470	350	490—540
IV	430	350	490—540	VIII	470	315	475—540

Grubość ścianek 60 do 65 mm; długość wygaźnic zwykła 2,45 do 2,75, wyjątkowo do 3,1 m. W Niemczech stosują chętniej przekrój owalny.

Tworzywem wygaźnic jest mieszanina z 1 części (na objętość) glinki i $\frac{1}{2}$ do 2 części mielonych skorup ogniotrwałych. Z przodu wygaźnica miewa ścianki zgrubione do 150 mm, w celu zaufniejszego

go pomieszczenia śrub na przymocowanie jej łbicy. W zależności od dobroci tworzywa i od sposobu oczyszczenia wygaźnica może przetrwać 400 do 1200 dni pracy.

Łbica żeliwna miewa ścianki 20 do 26 mm grube, a jej pokrywa doszczelnia się do niej za pośrednictwem obrzeża toczonego (zamięcięcia Morton'a). Ze łbicy wychodzą rury wżnośne, 105 do 200 mm prześwitu, które odprowadzają gaz do koryta, stojącego na piecach.

Wygazowanie węgla zabiera 4 do 6 godzin czasu, a każda wygaźnica wydaje dziennie 150 do 300 m³ gazu.

Ponad ilość wygaźnic, niezbędnych w dniu największego odbytu gazu, dodajemy jeszcze na zapas (naprawy i t. p.), 20 do 50% owej ilości w gazowniach mniejszych, a 10 do 30% we większych.

6. Wygaźnia powinny być tak przestronne, aby przed piecami pozostawała przestrzeń swobodna 5 do 8 m, niezbędna na zasypywanie wygaźnic węglem, oraz na wyrzucanie koksu. Za piecami należałoby, od tylnej ściany budynku, pozostawić swobodny odstęp o szerokości 1,2 do 2,4 m. Wysokość ścian podokapowych bywa 5,5 do 10 m, a w grzbiecie dachu niezbędne są wywiewniki w postaci naddasza lub oddymnicy. Posadzka bywa z ciosów kamiennych, jednakże jej pas przedpiecowy, na szerokość około 2 m, powinien być z żeliwnych płyt żłobkowanych.

7. Komin miewa wysokość 20 do 40 m, a przekrój równający się $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{2}$ całkowitego pola rusztów; albo też liczą po 0,1 m² przekroju kominą na każde 6 wygaźnic; jego wnętrze otrzymuje wykładzinę ogniotrwałą do połowy wysokości kominą. Dalsze szczegóły o kominach p. T. I str. 958 i nast.

b. Koryto.

Na 2 do 6 pieców liczymy jedno wspólne koryto, na ich wierzchu stojące. Koryto takie jest długą skrzynią żelazną lub żeliwną, o dnie półwałcowem. Szerokość jego bywa 0,45 do 0,70 m, a wysokość 0,50 do 0,65 m; grubość ścianek w korytach żelaznych 7 do 10 mm, w żeliwnych zaś 13 do 20 mm. Koryto napelnia się do połowy wodą, w którą zagłębiają się skierowane w dół przedłużenia rur wżnośnych od wygaźnic. Gaz, w nich wygazowany, przechodzi zatem przez te rury wżnośne i ich przedłużenia do koryta poprzez wodę w niem stojącą, w której zbiera się maź pogazowa. Maź ta ścieka z koryta przez upust mazi, zazwyczaj ustroju Drory'ego. Do oczyszczania koryta stosują szeroko przyrząd Hasse'go.

c. Chłodniki.

W chłodnikach gaz ma się chłodzić i z siebie wydzielać resztki mazi. Powierzchnię chłodnika ochładzamy bądźto samem powietrzem zewnętrznem, bądź też po części wodą. W pierwszym przypadku, na 1000 m³ codziennego wyrobu gazu, potrzeba 16 do 20 m² powierz-

chni chłodzącej, w drugim zaś przypadku o połowę mniej, lecz natomiast 1,5 do 3 m³ wody chłodzącej dziennie.

1. Żeliwne chłodniki, ochładzane powietrzem, miewają rury o średnicy 100 do 450 mm.

2. Żelazne chłodniki pierścieniowate, ochładzane samem powietrzem lub powietrzem i wodą, miewają wysokość 6 do 12 m, przy średnicach: zewnętrznej 800 do 1200 mm, a wewnętrznej 600 do 1000 mm.

3. Żeliwne lub żelazne chłodniki z wewnętrznymi rurami, chłodzonymi wodą, a 80 do 150 mm prześwitu, bywają 5 do 10 m wysokie, przy średnicy zewnętrznej 900 do 1300 mm.

4. Do wydzielania ostatnich resztek mazi pogazowej znajdują szerokie zastosowanie odkraplacze mazi, a mianowicie: sitowy ustroj Pelouze'a i Audouin'a, albo też ustroju Drory'ego. Powodują one jednak stratę prężności gazu 50 do 80 mm sł. wod.

d. Płóczki gazu (scrubber'y).

Zadaniem tych płóczek jest wydzielenie amoniaku z gazu. W tym celu gaz powinien spotykać podczas swego przepływu możliwie jak największe powierzchnie wody lub ciał owilżonych. Z początku swego przebiegu, gaz jeszcze nieoczyszczony oddaje amoniak nawet wodzie, już w znacznym stopniu zaamoniaczonej, pod koniec jednak swego przebiegu, gaz powinien się spotykać z wodą możliwie jeszcze czystą, któraby łatwiej mogła w siebie wchłonąć resztki amoniaku w gazie zawarte. Dlatego też prawidłowy ustroj płóczek gazu powinienby się opierać na zasadzie przeciuprądów, a przynajmniej do niej zbliżać. Wielkie powierzchnie wody, przy możliwie ciasnych, lecz za to licznych przepływach dla gazu, otrzymujemy przez wypełnienie przestrzeni płóczki: zraszanymi przetakami (sitami) z blachy lub drzewa, w odstępach 150 do 200 mm, przecinami drewnianymi (w postaci rusztów), żwirem, koksem, chrustem, włosiem drzewnym, odcinkami blachy i t. p.

Na 1000 m³ dziennego wyrobu gazu liczą po 2¹/₂ do 5 m³ przestrzeni w płóczkach, które bywają 3 do 20 m wysokie, przy średnicy 1 do 3 m. Budują jednakże i płóczki o przekroju prostokątnym i wielokątnym.

Zamiast płóczek powyżej wspomnianych, albo też dodatkowo oprócz nich, znajdują jeszcze szerokie zastosowanie: płóczka o tarczach wirujących (zanurzających się swą dolną częścią w wodę) ustroju Kirkham'a, płóczka półczkowa ustroju Ledig'a, płóczka deszczółkowa ustroju Fleischhauer'a i t. p. W nowszych czasach stosują wreszcie i płóczki swoiste dla wydzielania i uzysku związków cyanowych z gazu.

Woda pogazowa, odchodząca z płóczek, zawiera w sobie dość znaczny procent amoniaku, jest więc cennym surowcem na wyrób soli amonowych, oraz czystej wody amoniakowej, t. j. roztworu amoniaku w wodzie. Niektóre gazownie posiadają własne oddziały do przerobu owej wody pogazowej.

e. Przewietrzak.

Przewietrzak na gaz stawiamy zazwyczaj bądźto przed płóczkami, bądźteż za nimi, a celem jego jest wytworzenie różnicy prężności gazu, niezbędnej na wywołanie ruchu przy przejściu gazu od wygaźnic, poprzez wszystkie przyrządy, aż do gazięca (głównego zbiornika gazu), w którym panować jeszcze musi pewna nadprężność, potrzebna na przepchanie gazu przez przewody uliczne i domowe do palników.

Najszerze zastosowanie znajdują przewietrzaki ustroju Beale'go, lecz pozatem i sprężarki tłokowe i strumienice parowe.

Obok przewietrzaka lub sprężarki wypada urządzić oblot, przez który gaz może się cofać, na wypadek nadmiernego sprężu, a przechodzi swobodnie w kierunku naprzecim podczas ich bezruchu. Miarkownik oblotu, ustroju Oechelhäuser'a, zapobiega nadto powstaniu próżni (lub jej nadmiaru) w korycie.

f. Odsiarczanie gazu.

Gaz surowy zawiera w sobie około 2^o/_o siarkowodoru (H₂S), który wydzielamy, przeprowadzając gaz poprzez warstwy wodorotlenku żelazowego [Fe(OH)₂], a więc np. żelaziaka ławkowego. Gdy się wodorotlenek żelazowy już przesyca wchłoniętym siarkowodorem, odświeżamy go, wystawiając na działanie powietrza, wskutek czego siarka wydziela się ze swych związków, a odświeżony w ten sposób żelaziak staje się zdatnym do ponownego użycia. Gdy po wielokrotnem odświeżeniu żelaziak zawiera już za wiele siarki, traci on swą zdolność odsiarczania gazu, stanowi natomiast cenny surowiec, z którego uzyskujemy siarkę, a również i związki cyanowe, o ile ich nie wydzieliliśmy z gazu oddzielnie przed jego odsiarczaniem.

Żelaziak w odsiarczakach układamy warstwami na 3 do 4-ch pręcinach drewnianych ponad sobą, a same odsiarczaki łączymy w zespół zazwyczaj po 4 sztuki (rzadziej po 3 lub po dwie), a to w celu, aby przepuszczać gaz kolejno przez jeden z odsiarczaków, podczas gdy odświeżamy żelaziak z pozostałych.

Na odsiarczenie 3000 do 10000 m³ gazu potrzeba 1 m³ żelaziaka, a na każde 100 m³ największego dziennego wyrobu gazu liczymy po 0,7 do 1 m² przekroju w każdym z czterech odsiarczaków zespołu.

Same odsiarczaki są skrzyniami żeliwnymi, o pokrywie żelaznej, kształtu skrzyni odwróconej, której boczne ścianki zanurzają się na 300 do 800 mm w wodę, wytwarzając w ten sposób uszczelnienie wodne, nie przepuszczające gazu na zewnątrz. Pokrywa ta, pod wpływem prężności gazu, miałaby dążność do uniesienia się w górę i dlatego trzeba ją silnie przyczepić do spodniej skrzyni żeliwnej, co skuteczniejszy najdogodniej za pośrednictwem uch z lonkami (przetyczkami) lub zakrętek. Poszczególne odsiarczaki włączamy kolejno w przewód, względnie wyłączamy je z niego, zapomocą oddzielnych przełączników, a więc zasów, zaworów przelotowych lub

rozczepkowych (trójzłączkowych), np. ustroju Baumert'a lub Gareis'a, wreszcie zapomocą swoistych przełączników bezwodnych, ustroju Weck'a, rzadziej przełączników z wodą, ustroju Clegg'a.

Odsiarczarnia gazu i odświeżalnia żelaziaka powinny być należycie przewietrzane, a niebezpiecznym jest wchodzenie do nich z paląciami się świecami nieosłoniętymi, zapalanie w nich zapalek i t. p., gdyż przestrzenie te wypełniają się nieraz gazami wzbuchliwymi.

Uwaga. Niekiedy wydzielają jeszcze z gazu bezwodnik węglowy (CO_2), posługując się do tego celu wapnem palonem; w Niemczech jednakże uważają wydzielanie to za zbyteczne.

g. Miernik gazu.

Wszystek gaz uzyskany przechodzi w gazowni przez miernik, który samoczynnie zaznacza ilość gazu przechodzącego. Kadłub takiego miernika bywa zazwyczaj żeliwny, obracający się zaś bęben z blachy białej. Bęben ten obraca się średnio 100 razy na godzinę, a w miernikach bardzo wielkich 80 razy. Wymiary takich mierników dla gazowni zestawiamy poniżej:

Ilość gazu przelatującego $\text{m}^3/\text{godz.}$	14	70	140	250	500	1700
Średnica wewnętrzna kadłuba . mm	810	1425	1580	1805	2435	3295
Wewnętrzna długość kadłuba . mm	720	980	1435	1910	2200	3455
Średnice przyłączy, wlotowych i wylotowych mm	80	125	150	200	250	500

h. Gazieniec (główny zbiornik gazu).

Gaz z miernika prowadzimy wprost do gazienca, a pojemność wszystkich gazienców danej gazowni liczą w Anglii jako równą jej największemu dziennemu odbytowi gazu, w Niemczech zaś 50 do 75% tegoż odbytu. Na przewodach głównych, prowadzących do i od każdego gazienca, niezbędne są zawieradła. Gazieniec składa się z donicy, zazwyczaj pierścieniowatej, z dzwonu w niej pływającego i z przewodników tegoż dzwonu. W klimacie o zimach mroźnych należy cały gazieniec otoczyć budynkiem ogrzewanym, by woda w donicy i w korytkach dzwonu nie zamarzała.

1. Dzwon gazienicowy, unoszony prężnością gazu, pływa niejako na wodzie zawartej w donicy. Prężność gazu pod dzwonem jednowysuwnym bywa 65 do 100 mm sł. wod., a pod dzwonami dwu- i wielowysuwnymi 110 do 180 mm sł. wod.; luz zewnętrzny zaś między dzwonem a ścianą donicy 250 do 600 mm.

Grubość blachy w pierścionach walcowatych bywa 2 do 2,6 mm, a w lekko wypukłej czaszy 2,4 do 3,2 mm, w korytkach 4 do 10 mm. O ich niceniu p. T. I str. 437 i nast. Spodni wieniec dzwonu i pierścion trzeba wzmocnić należyście, gdyż na nich spoczywa cały ciężar dzwonu, po wypuszczeniu z niego gazu, zwłaszcza jeżeli czasza nie wspiera się w tem położeniu na oddzielnej pod-

porze środkowej, budowanej zazwyczaj z kratowia. Gdy czasza pozostaje w ten sposób niewsparta, należy wysztywnić ją kratowiem *).

Dzwon może wysuwać się z donicy w całości, albo też częściami, t. j. naprzód czasza z przynależnym pierścieniem, które, przy dalszem podnoszeniu się, zabiera ze sobą pierściono drugie, a czasem kolejno i trzecie i czwarte. Rozróżniamy zatem dzwony jednokolejno- i wielowysuwne. W dzwonach dwu i wielowysuwnych uszczelnienie pomiędzy poszczególnymi pierścionami uskutecznia się wodą, a więc pierściono części wyższej otrzymuje spodem korytko pierścieniowate, oblatujące w około pierściona, niższe pierściono natomiast otrzymuje wzdłuż swego wierzchniego kraju kołnierzyk wywinięty, zagłębiający się w korytko pierściona wyższego i przenoszący na nie cały ciężar pierściona niższego. Pierściono wyższe, wysuwając się w górę z wody donicy, zabiera w swoim korytku wodę, stanowiącą uszczelnienie, a zarazem chwytą swem korytkiem za kołnierzyk pierściona niższego i unosi je ze sobą w górę. W klimatach zimniejszych, ze względu na wodę w donicy i w korytkach, zaleca się bardzo obudowanie gazieńca budynkiem murowanym, z dachem brogowatym lub kopulastym, a to w celu ochrony wody od mrozów, czaszy dzwona od obciążenia śniegiem, a całości gazieńca od wichrów.

2. W gazieńcach obudowanych, nie wystawionych na wiatry, przewodnice dzwonu znoszą mniejsze napory boczne, a nadto znajdują one zaufne oparcie na ścianach budynku. Gdy gazieńiec jest nieobudowany, przewodnice znoszą dodatkowo całe parcie wiatru, napory wynikające z jednostronnego obciążenia śniegiem i t. p. **), a nadto nie znajdują one oparcia na ścianach budynku, wypada je zatem budować jako ustrój niezależny, sam w sobie stateczny i dostatecznie wytrzymały, do czego nadaje się najlepiej kratowie przestrzenne (p. str. 715); obliczamy je na parcie wiatru na dzwon $p = 150 \text{ kg/m}^2$ w kierunku poziomym, oraz na możliwość zakleszczenia się dzwonu w przewodnicach. Dzwon prowadzi się najczęściej bądźto naciskiem kuosiowym, bądźteż naciskiem po stycznej; stosują jednak i prowadzenie pośrubowe, a nawet prowadzenie linami.

3. **Donica gazieńcowa**, zależnie od warunków miejscowych, bywa z blachy żelaznej lub stalowej, albo też murowana lub ubijana z betonu. Donice żelazne lub stalowe obliczamy w sposób zwykły, jako naczynia z blachy, stosując względnie niskie współczynniki wytrzymałości, a w szwach pionowych nicenie dwurzędne. Na grubość ścian donic murowanych nie posiadamy jeszcze wzorów uświęconych doświadczeniem, można jednak stosować do takich ścian, o przekroju trapezowym, obsypanych ziemią, wzór podany przez Mohr'a:

$$b = \sqrt{s^2 + \frac{a^2}{2} + \frac{h^2 [\gamma - \gamma_e \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \frac{1}{2} \varrho)]}{2 \gamma_m}} - s,$$

*) Zeitschr. f. Bauw. 1876, str. 179 i n. J. W. Schwedler.

**) Zeitschr. d. V. d. Ing. 1893 (P. Pfeifer), str. 1126, 1161, 1185 i nast.; 1894 (M. Niemann), str. 190, 396, 696 i n.; Journ. f. Gas u. Wass. 1895, str. 209 i nast. (Niemann). F. S. Cripps, The Guide-Framing of Gas-holders, Londyn 1889.

We wzorze tym oznacza:

$$s = \left(\frac{a}{2} + \frac{hk_s}{2d\gamma_m} \right), \text{ a nadto:}$$

a — wierzchnią grubość muru, w m,

b — spodnią grubość muru, w m,

h — wysokość muru, w m,

d — średnicę donicy w prześwicie, w m,

k_s — ciągnięcie bezpieczne w murze, liczone na 1 m², np. $k_s = 10000$ kg/m²,

γ_m — waga 1 m³ muru, w kg,

γ — waga 1 m³ wody, w kg, $\gamma = 1000$ kg/m³,

γ_e — waga 1 m³ ziemi, w kg,

ϱ — kąt zesypu ziemi (p. str. 730).

Poniżej zestawiamy grubości takich murów donicowych, wzorowane na budowłach już wykonanych, a nie uwzględniające naporu ziemi, który w danych ustrojach spóldziała stateczności muru, gdy donica jest napełniona wodą:

Średnica donicy	Wysokość muru	Wierzchnia grubość muru	Spodnia grubość muru
m	m	m	m
10	4,0 — 4,5	0,30 — 0,45	0,90 — 1,00
15	4,5 — 5,5	0,45 — 0,60	1,25 — 1,50
20	5,5 — 6,5	0,60 — 0,75	1,50 — 2,00
25	6,5 — 7,0	0,60 — 0,75	2,00 — 2,50
30	7,0 — 7,5	0,75 — 0,90	2,25 — 2,75
35	7,0 — 7,5	0,75 — 0,90	2,50 — 3,00
40	7,0 — 8,0	0,90 — 1,05	3,00 — 3,50
45	7,0 — 8,0	0,90 — 1,10	3,25 — 3,75
50	7,0 — 8,0	0,90 — 1,10	3,50 — 4,00

4. Koszt budowy gazięcia wypada w Niemczech średnio na 1 m³ pojemności gazu: 25 do 40 marek w gazięciach małych, 20 do 30 mar. w średniowielkich, a 8 do 20 mar. we wielkich.

O dachach nad gazięciami p. str. 720.

i. Miarkownik prężności gazu.

Wypuszczamy gaz z gazięcia do sieci miejskiej z prężnością 20 do 100 mm słupa wod., poprzez miarkownik prężności, który nastawiamy na pożądaną prężność, bądźto przesuwając jego naciążek, bądźżeż przez zmianę naciążenia wodnego.

k. Przewody.

Przewody w obrębie gazowni obliczamy na prędkość gazu, nieprzekraczającą 2 do 3 m/sek., i zaopatrujemy je w odwadniacze (na zbierającą się w nich wodę pogazową i maź), oraz we wyczystki.

1. Urządzenia dodatkowe.

Na węgiel i koks budujemy w obrębie gazowni zazwyczaj kolejki, przenośnice, rozdrabniarki stałe i przesuwne, napędzane najczęściej silnikami gazowymi. Jeżeli zwiększamy świetliwość gazu przez jego nawęglanie, np. przez dodawanie par benzolu, albo lekko parujących przekroplin naftowych, to należy w gazowni ustawić właściwie do tego przyrządy. Nadto gazownia powinna posiadać podstatkiem narzędzi, zwłaszcza do naprawy przewodów, oraz piecyki do ich odmrażania.

m. Zapasy węgla i odpadków pogazowych.

Gazownia powinna zawsze posiadać zapas węgla przynajmniej na 4 do 8 tygodni, oraz możność przechowywania odpadków pogazowych, jako to: koksu, mazi i wody pogazowej przez taki sam okres czasu.

Na 1 milion m³ gazu wytwarzanego, można liczyć średnio:

węgla 3500 t (350 wagonów),
 koksu 1400 t,
 mazi pogazowej 170 t,
 wody pogazowej 450 t (czyli tyleż m³).

C. Zużytkowanie gazu.

a. Odbyt gazu w gazowniach miejskich.

Największy odbyt dzienny równa się w przybliżeniu $\frac{1}{200}$ do $\frac{1}{150}$ odbytu rocznego, a największy odbyt na godzinę bywa 14 do 17⁰/₀ całodobowego odbytu. W czasie najsilniejszego odbytu można liczyć po 0,07 do 0,09 m³ gazu na godz. i na każdy palnik, ustawiony w obszarze oświetlanym. Podług danych Tow. Desawskiego palnik uliczny zużywa rocznie od 140 do 420 m³ gazu, średnio 225 m³, a palnik domowy 40 do 105 m³ gazu, średnio 70 m³.

Całkowita strata roczna gazu, tak rzeczywista skutkiem nie szczelności i skraplania się, jak i pozorna skutkiem wadliwości mierników i z powodu zmniejszania się objętości gazu przez ochładzania, waha się zazwyczaj w granicach od 2 do 10⁰/₀ rocznego odbytu.

Poniżej zestawiamy średnie odbyty miesięczne gazu, a mianowicie oddzielnie gazu zużywanego na cele oświetlenia i oddzielnie gazu, zużywanego do gotowania, ogrzewania i przez silniki, wyrażając odbyty te w odsetkach ich całorocznych ilości.

Miesiąc	Odbyt gazu świetlownego %	Odbyt gazu grzejnego i silniczego %	Miesiąc	Odbyt gazu świetlownego %	Odbyt gazu grzejnego i silniczego %
Styczeń . . .	12,8	8,2	Lipiec . . .	3,7	8,0
Luty . . .	10,1	7,4	Sierpień . . .	4,9	8,2
Marzec . . .	8,3	8,1	Wrzesień . . .	7,3	8,8
Kwiecień . . .	6,0	7,0	Październik . . .	10,4	9,3
Maj . . .	4,6	7,3	Listopad . . .	13,5	10,1
Czerwiec . . .	3,8	7,7	Grudzień . . .	14,6	9,9

Ilość godzin oświetlenia, miesięczna i roczna,

podług czasu miejscowego, na średnie szerokości geograficzne naszego kraju.

Trwanie oświetlenia na dobę	Styczeń	Luty	Marzec	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień	Wrzesień	Październik	Listopad	Grudzień	Całoroczna
Od													
zachodu słońca:													
do 8 wieczór	125	89	67	36	6	—	—	21	54	87	117	140	742
" 9 "	156	117	98	66	37	20	25	52	84	118	147	171	1091
" 10 "	187	145	129	96	68	50	56	83	114	149	177	202	1456
" 11 "	218	173	160	126	99	80	87	114	144	180	207	233	1821
" 12 "	249	201	191	156	130	110	118	145	174	211	237	264	2186
" 2 "	311	257	253	216	192	170	180	207	234	273	297	326	2916
" 4 "	373	313	315	276	254	230	242	269	294	335	357	388	3646
Do													
wschodu słońca:													
od 4 rano	125	92	69	32	3	—	—	24	51	75	103	154	728
" 5 "	94	64	38	2	—	—	—	—	21	44	73	123	459
" 6 "	63	36	7	—	—	—	—	—	—	13	43	92	254

b. Przewody gazowe.

1. Przewody poduliczne.

Na podziemne przewody gazowe stosujemy przeważnie żeliwne rury kielichowe, o złączach uszczelnianych sznurem mazionym (smołowanym), oraz kitem lub ołowiem. Spadek rur powinien być przynajmniej 0,0025 (1:400), a w punktach najniższych, t. j. na załomach przeciwnospadków, należy ustawić odwadniacze. Są to zazwyczaj garnki żeliwne, o średnicy 2 do 3 razy większej niż średnica samego przewodu, a o wysokości 300 do 650 mm; pożądanem jest jednak, aby ich dno nie zagłębiało się pod naziom uliczny na więcej niż około 2 m. Z ponad dna odwadniacza wyprowadzamy oddzielną rurę żelazną, 20 do 25 mm średnicy, aż tuż pod naziom uliczny; rura ta służy do wypompowywania wody, zbierającej się w odwadniaczu.

Rury poduliczne należy zakładać na głębokości, do której ziemia już nie przemarza, a więc w naszym klimacie na 1,2 do 1,5 m. Wszelkie przewody podziemne, zwłaszcza główne, powinny się wspierać wprost na gruncie dziewiczym, a natenczas, wytworzywszy jeszcze małe zagłębienia pod kielichy złącz i t. p., możemy zadowolić się prostym podbiciem ułożonych rur ziemią. Każda poszczególna rura powinna całą swą długością wspierać się zaufnie na swem podłożu. Dlatego też w gruncie nasypowym będzie wadliwym układanie rur

na filarkach murowanych: rura wsparta w ten sposób, np. w swych złączach, tworzy niejako belkę, obciążoną nasypem, narażoną na złamanie. Podobne złamanie rury grozi też zwłaszcza na przejściach z gruntu dziewiczego lub z muru w poddajny grunt nasypowy; należałoby zatem w takich miejscach przejściowych zachować wszelkie możliwe ostrożności, by rurę ochronić od pęknięcia.

Na przewodach głównych zostawiamy w stosownych odstępach przyłącza lub przyłączki na przyszłe odgałęzienia, a jeżeli ich w danym miejscu nie przewidziano, to przyłączenia odnogi dokonywamy zazwyczaj w jeden z poniższych dwóch sposobów: Wycinamy kawałek przewodu głównego, wstawiamy w zamian rozczepkę, łącząc ją z pozostałym przewodem z jednej strony na jej kielich, z drugiej zaś na nasówkę. By uniknąć tej mozolnej i kosztownej roboty, wymagającej nadto czasowego odcięcia danej działki przewodu od sieci pozostałej, np. przez zamknięcie właściwych zasuw, stosujemy sposób prostszy, aczkolwiek mniej doskonały, nadający się jednakże dobrze zwłaszcza na odgałęzienia mniejszej średnicy. Nawiercamy z boku rurę główną na średnicę odgałęzienia i obkładamy ją okleszczką z przyłączem na odgałęzienie. Aby się podczas tej czynności gaz nie ulatniał przez otwór wywiercony, lepiej będzie założyć naprzód okleszczkę na rurę główną, do przyłącza okleszczki przyłączyć kurek lub zasuwę odgałęzienia i poprzez to zawieradło dopiero przewiercić dziurę w ścianie rury głównej za pomocą małej wiertarki swoistej, której wiertak przechodzi przez dławnicę, nie przepuszczając gazu podczas wiercenia. Po wywierceniu dziury cofamy wiertak, zamykamy kurek lub zasuwę i odejmujemy wiertarkę, mając już gotową odnogę dla odgałęzienia.

Wymiary rur żeliwnych, oraz ich kształtek, stosowanych w Niemczech na przewody gazowe, podano na str. 580 i nast. T. I, a rur żelaznych, t. zw. gazowych, oraz ich gwintów, na str. 431 i 587 T. I. Rury żelazne na odgałęzienia podziemne powinny być asfaltowane, a bardziej od zwykłych rur żelaznych zalecałyby się tu rury bez szwu, np. mannesmannowskie.

2. Przewody domowe.

Przewody gazowe w budynkach, przynajmniej do 50 mm średnicy, układamy prawie wyłącznie z rur żelaznych, łączonych na gwint (p. str. 431 T. I), za pośrednictwem t. zw. **złączników gazowych** (fitingów). Złączniki te bywają albo żelazne, albo z żeliwa odwęglanego, a najważniejsze ich rodzaje są:

Na proste złącza przylegających końcy dwóch rur stosujemy: **złączkę** (mufkę prostą), oraz **zwężkę** (mufkę redukcyjną); na odgałęzienia zaś: **rozczepekę** (trójzłączkę) zwykłą i zwiężkową, oraz **krzyżkę**, podobnież zwykłą lub zwiężkową. Na złącza dwóch rur, zbiegających się ze sobą pod kątem, zazwyczaj prostym, stosujemy: **załomkę** (bez zaokrąglenia załomu), **kolanko** (o załomie zaokrąglonym względnie małym promieniem), **krzywkę** (łukowo zaokrągloną i na kąty załomu 45° i 90°). Na zamknięcia końcy rur stosujemy **na-**

parstki, a na zamknięcie odnog lub końcy w złącznikach **korki** (gwintowane). Do uszczelniania złączy służą **nakrętki** (kantrametry); na wyrobienie złączy, pozwalających wyjęcie kawałka rury z przewodu, stosujemy **gwint długi** z nakrętkami; wreszcie przyłącza do rur kołnierzowych skuteczniejszą za pośrednictwem **pokrywek** z dziurą gwintowaną lub za pośrednictwem **kołnierzyków** gwintowanych. Złącze łatwo rozłączne otrzymujemy przez zastosowanie **śrubunków** i **złaczek śrubunkowych**; złącza pokrętne przez **kolanka przegubowe**; wreszcie złącza wszechstronnie wahlwe przez **przeguby gałkowe**, w których kulistym łożu obraca się gałka, stanowiąca zakończenie rury wahlwey. Przy palnikach stosujemy swoiste **kolanka**, a częściej **załomki palnikowe**, kurki i t. p. Rury przytwierdzamy do ścian i sufitów przeważnie **zasadnikami**. We właściwych złącznikach gazowych używamy prawie wyłącznie gwintu gazowego (p. str. 431 T. I), w Stanach Zjedn. stosują jednak gwint odmienny; tamtejsze wytwornie złączników gazowych wyrabiają jednakże na wywóz do Europy i złączniki z gwintem, będącym u nas w powszechnem użyciu. W palnikach i w niektórych częściach mosiężnych, w oprawach palnikowych i t. p. spotykamy często gwinty odienne.

Rur miedzianych nie stosują wcale w gazownictwie; rury mosiężne, zwłaszcza polerowane, niklowane, złocone i t. p. znajdują zastosowanie w oprawach palnikowych, a więc w pająkach, naściennikach, w zwieszkach i słupcach, a ołowiane lub cynowe tylko wyjątkowo i w miejscach, zupełnie je zabezpieczających od uszkodzenia zewnętrznego, jednakże w rządowych budynkach pruskich zastosowanie ich jest wzbronione.

Ponieważ i w przewodach domowych skrapla się z gazu pewna ilość wody, mogącej wytworzyć w nich zator wodny, więc wskazanem będzie w miejscach odpowiednich założyć odnogi odwadniające, w których mogłaby się zbierać owa woda i z których moglibyśmy ją wypuszczać w pewnych rozkresach czasu przez otwarcie kurka, bezpieczniej jednak przez wykręcenie korka lub skręcenia narparkta, aby przez przypadkowe otwarcie kurka nie spowodować wybuchu gazu lub zatrucia nim. Przewody gazowe, zwłaszcza należycie nie odwodnione, podlegają łatwo zamrażaniu, wypada zatem mieć się na baczności pod tym względem przy ich przeprowadzaniu przez miejsca nieogrzewane.

3. Średnice przewodów gazowych.

Do prężności, z jaką gaz wychodzi z miarkownika poza gazieńcem, na każdy metr wzniosu przewodu należy dodać 0,7 mm słupa wodnego, a na każdy metr spadu odjąć taką samą ilość. Te różnice pojawiają się skutkiem mniejszej ciężkości właściwej gazu względnie do powietrza, a więc skutkiem różnicy wagi słupa powietrza atmosferycznego i słupa gazu.

Stratę prężności w przewodach gazowych możemy obliczyć podług wzoru, podanego na str. 300 T. I pod **b, 1**, podstawiając jednak zamiast 864, stały spółczynnik 2255; przy zastosowaniu ozna-

czeń także podanych, strata h ciśnienia w przewodach gazowych będzie zatem:

$$h = \frac{2255}{10^{10}} \gamma l \frac{Q^2}{d^5} \text{ kg/cm}^2.$$

Dogodniejszymi jednak będą wzory poniższe (podług Pole'go), na oznaczenie ilości Q gazu w $\text{m}^3/\text{godz.}$, jaka przepływa przez przewód, oraz na średnicę d przewodu, w mm:

$$Q = 0,002106 d^2 \sqrt{\frac{hd}{sl}}, \text{ oraz } d = 11,766 \sqrt[5]{\frac{Q^2 sl}{h}}.$$

We wzorach tych h oznacza stratę prężności w mm sł. wod., s ciężkość właściwą gazu, w stosunku do powietrza, średnio $s = 0,4$, a l długość przewodu w m. Dó oceny odbytu Q z ilości palników można średnio liczyć 1 $\text{m}^3/\text{godz.}$ gazu na każde 7 palników. Na zasadzie tych wzorów Pole'go obliczono poniższe tablice I i II (str. 930 do 932), wprowadzając jednak zamiast wartości Q w $\text{m}^3/\text{godz.}$ liczbę palników zasilanych. Na palnik liczono po 160 l/godz. dla przewodów **domowych**, ponieważ wszystkie palniki, zasilane z takiego przewodu, palą się nieraz jednocześnie, pełnym płomieniem, natomiast dla przewodów **podulicznych** liczono na palnik tylko po 140 l/godz., uwzględniając w ten sposób okoliczność, że prawdopodobieństwo jednoczesnego palenia się pełnym płomieniem wszystkich palników, zasilanych z danego przewodu ulicznego, jest prawie wykluczone.

Przewody gazowe prowadzą gaz nie tylko do palników oświetlających, lecz i do silników, piecyków i kuchenek gazowych. Nadto najszerszej obecnie stosowany palnik gazowo-żarowy ustroju Auer'a zużywa średnio tylko 100 l/godz. gazu. Jest zwyczajem w gazownictwie, zużycie gazu w silnikach, piecach, kuchenkach i palnikach sprawniejszych wyrażać przez równoważnik płomieni zwykłych, zużywających po 160 l/godz.: dlatego też w tablicy I i II podano odbyt gazu, wyrażony w takich palnikach, a nie w $\text{m}^3/\text{godz.}$

Jeżeli dany przewód o długości l może zasilać n płomieni ze stratą h prężności w przewodzie, to strata h_1 prężności w przewodzie tej samej średnicy i o długości l_1 , a mającym zasilać tę samą ilość n palników, będzie: $h_1 = h \cdot \frac{l_1}{l}$ i naodwrot, jeżeli przewód tej samej średnicy ma zasilać tę samą ilość n palników, lecz z odmienną stratą h_1 prężności, to długość jego może być: $l_1 = l \cdot \frac{h_1}{h}$. Ten prosty stosunek ($h : l = h_1 : l_1$) pozwala nam korzystać z tablic I i II w przypadkach, gdy zakładamy odmiennie straty prężności.

Jeżeli podług tablicy mamy obliczyć stratę h_1 prężności w przewodzie danej długości i średnicy, zasilającym n_1 palników, to od szukujemy w tablicy, w rubryce właściwej średnicy, ilość płomieni najbardziej zbliżoną do n_1 , a przez przeciwstawioną długość l z ta-

(Ciąg dalszy str. 932).

I. Przewody poduliczne.

Na każdy palnik liczono odbył gazu 140 l/godz.

Długość przewodu m	Prześwitna średnica przewodu w mm																		
	40	50	60	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750
	Ilość palników, jaką przewód może zasilać ze stratą prężności w przewodzie: 5 mm sł. wod.																		
10	170	297	469	962	1681	2937	4633	9511	16615	26210	38533	53804	72226	93991	119280	148265	181111	217975	259009
20	120	210	332	681	1189	2076	3276	6725	11749	18533	27247	38045	51071	66462	84344	104839	128065	154131	183147
30	98	170	271	556	971	1696	2675	5491	9593	15132	22247	31064	41700	54266	68866	85601	104564	125848	149539
40	85	148	234	481	841	1469	2317	4756	8308	13105	19266	26902	36113	46995	59640	74132	90555	108987	129504
50	76	132	210	430	752	1314	2072	4254	7431	11721	17232	24062	32300	42034	53344	66306	80995	97481	115832
60	69	121	191	393	686	1199	1892	3883	6783	10700	15731	21965	29486	38372	48696	60529	73937	88988	105740
70	64	112	177	364	635	1110	1751	3595	6280	9906	14564	20336	27299	35525	45083	56039	68454	82387	97896
80	60	105	166	340	594	1038	1638	3363	5874	9267	13623	19023	25536	33231	42172	52420	64032	77066	91573
90	57	99	156	321	560	979	1544	3170	5538	8737	12844	17935	24075	31330	39760	49422	60370	72658	86336
100	54	94	148	304	532	929	1465	3008	5254	8288	12185	17014	22840	29723	37720	46885	57272	68930	81906
120	49	85	135	278	485	848	1338	2746	4796	7566	11123	15532	20850	27133	34433	42800	52282	62924	74769
140	46	79	125	257	449	785	1238	2542	4441	7005	10298	14380	19303	25120	31879	39626	48404	58256	69223
160	43	74	117	241	420	734	1158	2378	4154	6552	9633	13451	18056	23498	29820	37066	45278	54494	64752
180	40	70	111	227	396	692	1092	2242	3916	6178	9082	12682	17024	22154	28115	34946	42688	51377	61049
200	38	66	105	215	376	657	1036	2127	3715	5861	8616	12031	16150	21017	26672	33153	40498	48741	57916
220	36	63	100	205	358	626	988	2028	3542	5588	8215	11471	15399	20039	25431	31610	38613	46472	55221
240	35	61	96	196	343	600	946	1941	3392	5350	7865	10983	14743	19186	24348	30265	36969	44494	52870
260	33	58	92	189	330	576	909	1865	3259	5140	7557	10552	14165	18433	23393	29077	35519	42748	50796
280	32	56	89	182	318	555	876	1797	3140	4953	7282	10168	13649	17763	22542	28020	34227	41193	48948

300	31	54	86	176	307	536	846	1737	3034	4785	7035	9823	13187	17160	21777	27069	33066	39797	47288
350	29	50	79	163	284	496	783	1608	2809	4430	6513	9094	12208	15887	20162	25061	30613	36844	43780
400	27	47	74	152	266	464	733	1504	2627	4144	6093	8507	11420	14861	18860	23443	28636	34465	40953
450	25	44	70	143	251	438	691	1418	2447	3907	5744	8021	10767	14011	17781	22102	26998	32494	38611
500	24	42	66	136	238	415	655	1345	2350	3706	5449	7609	10214	13292	16869	20968	25613	30826	36629
550	23	40	63	130	227	396	625	1282	2240	3534	5196	7255	9739	12674	16084	19992	24421	29392	34925
600	22	38	61	124	217	378	598	1228	2145	3384	4976	6946	9324	12134	15399	19141	23381	28140	33438
700	20	35	56	115	201	351	554	1137	1986	3133	4606	6431	8633	11234	14257	17721	21647	26053	30958
800	19	33	52	108	188	328	518	1063	1858	2930	4308	6015	8075	10509	13336	16577	20249	24370	28958
900	18	31	49	101	177	310	488	1002	1751	2763	4062	5671	7613	9908	12573	15629	19091	22977	27302
1000	17	29	47	96	168	294	463	951	1662	2621	3853	5380	7223	9399	11928	14827	18111	21797	25901
1100	16	28	45	92	160	280	442	907	1584	2499	3474	5130	6886	8962	11373	14137	17268	20783	24696
1200	16	27	43	88	153	268	423	868	1517	2393	3518	4912	6593	8580	10889	13535	16533	19898	23644
1300	15	26	41	84	147	258	406	834	1457	2299	3380	4719	6335	8244	10462	13004	15884	19118	22717
1400	14	25	40	81	142	248	392	804	1404	2215	3297	4547	6104	7944	10081	12531	15307	18422	21890
1500	14	24	38	79	137	240	378	777	1357	2140	3146	4393	5897	7674	9739	12106	14788	17798	21148
2000	12	21	33	68	119	208	328	673	1175	1853	2725	3804	5107	6646	8434	10484	12806	15413	18315
2500	11	19	30	61	106	186	293	602	1051	1658	2437	3403	4568	5945	7544	9377	11465	13786	16381
3000	10	17	27	56	97	170	268	549	959	1513	2225	3106	4170	5427	6887	8560	10456	12585	14954
3500	9	16	25	51	90	157	248	508	888	1401	2060	2876	3861	5024	6376	7925	9681	11651	13845
4000	9	15	23	48	84	147	232	476	831	1310	1927	2690	3611	4699	5964	7413	9055	10899	12950
5000	8	14	21	43	75	131	207	425	743	1172	1723	2406	3230	4203	5334	6631	8100	9748	11583
6000	7	12	19	39	69	120	189	388	678	1070	1573	2197	2949	3837	4870	6053	7394	8899	10574
7000	6	11	18	36	64	111	175	359	628	991	1456	2034	2730	3553	4508	5604	6845	8239	9790
8000	6	10	17	34	59	104	164	336	587	927	1362	1902	2554	3323	4217	5242	6403	7707	9157
$d =$	40	50	60	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750

II. Przewody domowe.

Na każdy palnik liczono odbył gazu po 160 l/godz.

Długość przewodu m	Prześwitna średnica przewodu w mm							
	9,5	13	16	19	25,5	32	38	51
	Ilość palników, jaką przewód może zasilac, ze stratą prężności w przewodzie: 5 mm sł. wod.							
2,5	8	17	30	46	96	170	261	546
5	5	12	21	32	68	120	185	386
10	4	8	15	23	48	85	130	273
15	3	7	12	18	39	69	106	223
20	2	6	10	16	34	60	92	193
25	2	5	9	14	30	53	82	172
30	2	5	8	13	27	49	75	157
35	2	4	8	12	25	45	70	146
40	2	4	7	11	24	42	65	136
45	1	4	7	10	22	40	61	128
50	1	4	6	10	21	38	58	122
60	1	3	6	9	19	34	53	111
70	1	3	5	8	18	32	49	103
80	1	3	5	8	17	30	46	96
90	1	3	5	7	16	28	43	91
100	1	2	4	7	15	26	41	86
110	1	2	4	7	14	25	39	82
120	1	2	4	6	13	24	37	78
130	1	2	4	6	13	23	36	75
140	1	2	4	6	12	22	35	73
150	1	2	3	6	12	22	33	70
160	.	2	3	5	12	21	32	68
170	.	2	3	5	11	20	31	66
180	.	2	3	5	11	20	30	64
190	.	2	3	5	11	19	30	62
200	.	2	3	5	10	19	29	61

blicy dzielimy istotną długość l_1 przewodu, wreszcie iloraz ten, pomnożony przez 5 mm sł. wod., t. j. przez stratę założoną w tablicy, da nam wynik szukany, a więc stratę prężności w przewodzie, wyrażoną w mm sł. wod.

Gdy naodwrot dla danej długości l_1 przewodu, zasilającego n_1 palników, ze założoną stratą h_1 prężności, mamy oznaczyć średnicę, natenczas obliczamy długość zastępczą l , któraby mogła zasilać tę samą ilość n_1 palników, ze stratą $h = 5$ mm, a mianowicie:

$$l = l_1 \cdot \frac{5}{h_1}.$$

We wierszu tablicy, w którym podano długość, najbardziej zbliżoną do owej długości zastępczej l , wyszukujemy ilość palników, najbardziej zbliżoną do n_1 , a stać ona będzie w rubryce, oznaczonej w nagłówku szukaną średnicą.

Ilości palników, podane w tablicach dla średnic poniżej 150 mm, są za wielkie, przy dokładniejszych obliczeniach wypadłoby je zatem pomnożyć przez poniższe współczynniki poprawcze:

Dla $d =$	19,5—40	50	60	70	80	90	100	125 mm
Spółcz. popr. =	0,75	0,80	0,85	0,87	0,90	0,93	0,95	0,97

Przewody domowe obliczamy zazwyczaj na straty prężności, nie przewyższające 5 mm słupa wodnego, aczkolwiek na wyższych piętrach, wskutek różnicy poziomów, wytwarza się znacznie większa różnica prężności, bo 0,7 mm słupa wodnego na każdy metr wzniosu przewodu. Poza przewodami domowymi, przepływ gazu przez miernik powoduje dodatkową stratę około 5 mm sł. wod. Jak we wszystkich przewodach, tak i w gazowych, wypada wedle możności unikać wielkiej ilości zagięć, a zwłaszcza załomów, gdy ich zaś uniknąć nie można, wypada powiększyć stosownie średnicę. Rury o średnicy 6,5 mm ($1/4$ cala ang.) należałoby stosować jedynie na krótkie odnogi do poszczególnych palników.

c. Mierniki gazu.

Najszerze zastosowanie znajdują mierniki mokre, jednakże, dla zapobieżenia zamarzaniu i prędkiemu parowaniu cieczy, zastępują często wodę gliceryną lub roztworem chlorku magnezowego. Mierniki suche stosujemy rzadziej, np. przy ogrzewaniach gazowych, kuchenkach i t. p. Kadłub miernika na odyt do 150 płomieni wyrabiamy z blachy białej, na odyt większy z odlewu żeliwnego, bębny zaś, obracające się do 100 razy na godz., z blachy białej. W Niemczech prawo wymaga, aby mierniki gazu były urzędowo wzorcowane.

Przed każdym miernikiem ustawia się kurek główny, a w obszerniejszych zładach domowych należałoby stawiać również kurki poza miernikiem, na każdym odgałęzieniu głównym.

d. Miarkowniki prężności i miarkowniki przepływu.

1. Zadaniem miarkownika prężności jest utrzymywanie niezmiennej nadprężności u wlotu do przewodu obsługiwanego, bez względu na chwilowy odyt gazu. Zasada ustroju polega na przestawianiu zawieradła gazowego przez dzwon zanurzony w wodzie (na wzór gazięńcowego) lub przez przepone, na które działa w jednym kierunku ciśnienie atmosfery i naciąg ustalony, w drugim zaś nacisk od zmiarkowanej prężności gazu. Nacisk ten, musząc równoważyć naciąg niezmienny, oprócz zmiennego ciśnienia atmosferycznego, utrzymuje zatem stałą nadprężność gazu, bez względu na stan barometru i wielkość odytu.

2. Zadaniem **miarkownika przepływu** (reometra) jest przepuszczanie niezmienną ilości gazu do danego palnika lub do rzeszy palników, bez względu na zmiany prężności w przewodach doprowadzających i bez względu na chwilowy stan barometru. Szersze zastosowanie znalazły ustroje Giroud'a, z napełnieniem glicerynowym, Stott'a z ręciowem, wreszcie Flürscheim'a, Behl'a, Lux'a i t. p., bez cieczy, w których czynnikiem miarkującym jest ruchoma blaszka metalowa.

e. Palniki.

Palniki szczelinowy i dwudziurkowy dają płomień motylkowaty, a przy nadprężności gazu 6,5 do 13 mm sł. wod. i przy dobrym ustroju są one w przybliżeniu jednakowej sprawności świetlonej. Palnik Argand'a, z płomieniem palącym się wśród szkła, jest bardziej sprawny, wyzyskuje zatem lepiej gaz spalany, a światłość jego wzrasta przybliżenie w stosunku kwadratów ilości gazu, spalanego na jednostkę czasu.

Wyrabiają jeszcze wielką ilość przeróżnych **palników sprawniejszych**, których sam płomień jest światłodajny; pod względem sprawności przewyższa je jednak wszystkie **palnik gazowo-żarowy**, o płomieniu bezświatłym, w którym dopiero siatka swoiście przysposobiona żarzy się światłem jaskrawem.

Światło gazowo-żarowe *) wynalazł Dr. Auer v. Welsbach, we Wiedniu (opatentowane w r. 1885/1886), a żarzywem tego światła są tlenki różnych, rzadko napotykaných metali, w postaci siatki kołpaczkowatej, z nich wytworzonej. Azotany: ceru i lantanu (otrzymywane z minerałów: monacyt, ortyt i t. p.), ytru (min. gadolinit), cyrkonu i toru (min. cyrkon, toryt, oranżyt i t. p.), w roztworze 30%, z domieszką azotanu amonowego, tworzą kąpiel, w którą zanurzamy siatki z nici bawełnianych, 0,2 mm grubych. Siatkę taką, kształtu kołpaczka, po nasyceniu się tym roztworem, naciągamy na gładkie wałki drewniane, u wierzchu zaokrąglone, i gładzimy i suszymy ją na nich. Siatkę wysuszoną zdejmujemy z wałka i w położeniu wiszącym zapalamy od wierzchu: nici bawełniane spalają się, a pozostaje siatka, wytworzona z tlenków owych metali, zwana koszulką Auer'a **), a lepiej kołpaczkiem żarowym. Siatki te możemy umieszczać nie tylko w bunzenowskim płomieniu gazowym, lecz i w innego rodzaju płomieniach bezświatłych, np. w płomieniu wodno-czadowym, benzynowym, spirytusowym, naftowym i t. p., a siatka, w ten sposób rozżarzona, da nam zawsze niebieskawo białe, jaskrawe światło żarowe. Kołpaczek taki waży około 0,5 g.

Palniki gazowo-żarowe, przy zużyciu około 100 l gazu na godz., wydają około 80 światłostek; są one zatem w przybliżeniu 8 razy sprawniejsze od zwykłych palników szczelinowych. Spalając na je-

*) G. Hartwig, das Gasglühlicht, 1894: Journ. f. Gas. u. Wasserv. 1895 str. 295 i 310, 1896 str. 545 i n., 1899 str. 492 i n. Zeitschr. d. Ver. d. Ing. 1895 str. 927, 1032 i 1043.

** Nazwa ta nie zupełnie jest właściwa, gdyż siatka swym kształtem przypomina raczej kołpaczek i nadziewa się na płomień jak kołpaczek na głowę.

dnakowe oświetlenie 8 razy mniej gazu, i spalając go dokładniej w bunzenowskim płomieniu bezświatłym, otrzymujemy nietylko mniej spalin i gorąca, lecz i same spaliny w postaci mniej szkodliwej, bo bez sadzy i prawie bez czadu. Kołpaczki żarowe, o ile nie są narażone na wstrząśnienia i drgania, wytrzymują średnio 1000 godzin żarzenia, światłość ich jednak zmniejsza się stopniowo.

Zużycie gazu i światłość rozmaitych palników.

Nr.	Rodzaj palnika	Zużycie gazu l/godz.	Światłość śwł.	Zużycie gazu na 1 śwł. l/godz.
1.	Szczelinowy lub dwudziurkowy, zwykły	142	12 do 14	11,8 do 10,1
2.	Argand'a, zwykły	150	15 " 18	10,0 " 8,3
3.	Szczelinowy ustroju Bray'a	200 do 500	22 do 70	9,0 do 7,1
4.	Wielopłomykowy	500 " 6000	50 " 666	10,0 " 9,0
5.	Ustroju de Kraussée Nr. 1 do 5.	120 " 1300	16 " 190	7,5 " 6,8
6.	Ustroju Muchal'a	110 " 180	12 " 30	9,2 " 6,0
7.	Odzyskowy Siemens'a Nr. IV do I Nr. 0 do 000	250 " 1800 2000 " 4000	40 " 450 500 " 1100	6,2 " 4,0 4,0 " 3,6
8.	Ustroju Wenham'a Nr. 0 do 3	105 " 340	18 " 80	5,8 " 4,2
9.	Ustr. Westphahl-Butzke'go № 2-5	350 " 940	85 " 260	4,1 " 3,6
10.	Odzyskowy Siemens'a, odwrócony.	320 " 1245	72 " 364	4,4 " 3,4
11.	Gazowo-żarowy (Auer'a)	80 " 110	60 " 110	1,3 " 1,0

f. Oświetlenie uliczne.

Odbytu gazu na oświetlenie uliczne nie mierzymy zazwyczaj miernikami, lecz miarkujemy go tylko miarkownikami prężności, albo przepływu. Latarnie stawiamy w odstępach 20 do 40 m, na słupcach 3 do 3,5 m wysokich (lecz do 8 m wysokich pod palniki większej światłości), albo na naściennikach o wysięgu 0,6 do 1,2 m. Palniki gazowo-żarowe zużywają około 100 l/godz. gazu, zwykłe palniki 150 do 200 l/godz., a palniki większe do 1600 l/godz. Podziemne przewody, zasilające latarnie, miewają zazwyczaj 40 mm prześwitu.

g. Oświetlenie domowe.

Potrzebna ilość i położenie zwykłych palników gazowych na oświetlenie pokoi i sal:

Powierzchnia w planie pokoju lub sali m ²	Wysokość pokoju lub sali m	Potrzebna ilość zwykłych palników gazowych	Stosowny wznios palników ponad posadzką m
22	4,0	2-3	2,0-2,2
32	4,5	5-6	2,2-2,5
56	5,4	9-12	2,5-2,8
100	7,0	16-20	2,8-3,4
156	9,5	25-30	3,4-4,0
246	12,5	40-45	4,0-4,6
350	14,0	60-70	4,6-5,3
480	15,5	100-120	5,3-6,0

Większe sale dobrze będzie rozdzielić w projekcie oświetlenia na mniejsze pola i dla każdego z nich zaprojektować oświetlenie wystarczające, co zapewni większą jednostajność oświetlenia całości. Do tego przyczyni się też w znacznym stopniu rozmieszczenie palników, nie tylko na pająkach, zwisających od sufitu, lecz i po naciennikach, rozmieszczonych wzdłuż ścian sali.

Stosując palniki żarowe w pokojach około 4 m wysokich, możemy liczyć po jednym palniku na każde 12 m² posadzki, co zapewni na niej jasność 8 do 10 jasnostek *).

W salach ponad 10 m wysokich właściwem będzie, umieszczać pająk środkowy tak, aby się jego spód wznosił o $\frac{1}{3}$ wysokości sali ponad posadzką.

h. Kuchenki i piecyki gazowe.

Im większą światłość posiada dany gaz świetlny z węgla kamiennego, tem większą będzie też jego wartość opałowa. Wartość cieplikowa jednego m³ gazu świetlnego bywa 4500 do 7000 cpl., średnio 5500 cpl., podczas gdy gazu wodnoczadowego średnio tylko 3500 cpl. Do zupełnego spalania potrzeba 5 m³ powietrza na 1 m³ gazu świetlnego (p. T. I str. 323), zwiększenie jednak ilości powietrza w granicach do 10⁰/₀ nie pogarsza jeszcze dotkliwie sprawności spalania.

Do **gotowania** gazem stosujemy prawie wyłącznie tylko płomień bezświatły, czyli bunzenowski, a otrzymujemy je przez domieszkę do gazu w palniku 0,5 do 1,5 części powietrza na objętość, skutkiem czego z palnika wychodzi i spala się nie gaz czysty, lecz jego mieszanka z powietrzem. Płomień takie posiadają wysoką temperaturę spalania.

Na zagrzanie litra wody od 0⁰ do wrzenia, za pomocą płomienia bezświatłego, zużywającego 150 do 700 l gazu na godzinę, spalamy 30 do 35 l gazu.

W **ogrzewaniu** gazem powrócono w nowszych czasach znów do zwykłych płomieni światłodajnych, z jednoczesnem zastosowaniem odblaszników (reflektorów), odrzucających na pokój ciepło promieniowane płomienia. Na ogrzewanie 100 m³ pokoju lub sali liczą średnio zużycie gazu 0,3 m³ na godz., jeżeli spaliny nie odchodzą przez komin na zewnątrz, w przeciwnym zaś razie 0,4 do 0,5 m³ na godz.

Do gotowania i ogrzewania, oprócz palników powyżej już wspomnianych, znalazły szersze zastosowanie palniki ustroju Wobbe'go, oraz przyrządy, wyrabiane przez Desawskie Tow. gazowe.

i. Dalsze zastosowania gazu świetlnego.

Oprócz oświetlenia, gotowania i ogrzewania mieszkań gaz świetlny, wygazowany z węgla kamiennego, znajduje jeszcze szerokie

*) S. F. Kermauner i W. Prausnitz, w Journal f. Gasbel., 1897 str. 613.

pole zastosowania w różnych gałęziach przemysłu i w użytku domowym. Stosujemy go zatem do silników gazowych (p. T. I str. 1077 i dalsze), do lutowania, do przewietrzania, zwłaszcza do pobudzania ruchu w kanałach wywietrzających, w pracowniach chemicznych, do grzania żelazek przy prasowaniu, do grzania wody kąpielowej, do topienia laku, do wypalania pieczęci, do zagrzewania walcy kalandrów, form kapeluśniczych, form do gięcia drzewa i t. p.

Gazownie stosują zazwyczaj ceny wyższe na gaz zużywany do oświetlenia, niższe zaś na gaz przeznaczony do innych celów, chcąc w ten sposób zwiększyć swój odyt gazu.

D. Świetliwny gaz olejny.

Surowcem na wyrób gazów olejnych jest przeważnie mazut, t. j. trudniej parujące pozostałości od przekraplania lżej parujących olejów naftowych. W Niemczech jednakże na ten cel stosują prawie wyłącznie olej parafinowy, będący niejako odpadkiem przy wyrobie parafiny z węgla brunatnego. Olej ten odznacza się względnie niską ceną (około 120 marek za t), a zaleca się wielką wydajnością gazu.

Wyrób gazu olejnego sposobem J. Pintsch'a. W piecu o zwykłym palenisku mieszczą się 2 lub 4 wygaźnice o przekroju półwałnym (⊖). Każda para wygaźnic ponad sobą leżących łączy się z przodu dwułbicą, stanowiącą ich zamknięcie i wzajemne połączenie. Jedna taka para w ciągu 10-godzinnej pracy wytwarza 100 do 120 m³ gazu olejnego. Oprócz wygaźnic czynnych powinny pozostać przynajmniej jedna ich para jako zapasowa.

W górnej wygaźnicy mieści się rynienka podłużna, z blachy żelaznej, w którą z wysoko położonego zbiornika ścieka olej przez przewód dopływowy, zaopatrzony w zawieradło (kurek) dla miarkowania przepływu. W rynience tej olej paruje i pozostawia kokso-wate odparowiny, wytworzona zaś para olejna w zetknięciu się z rozżarzonemi ściankami wygaźnicy górnej, a następnie i dolnej, przemienia się w gaz świetliwny. Rynienka, jako żelazna, znosi bez szkody nagłe zmiany temperatury, powodowane napływem chłodnego oleju na swe rozżarzone powierzchnie, czego nie zniosłoby tworzywo wygaźnic; rynienka ta ochrania zatem wygaźnicę i od tych nagłych zmian temperatury i od przyskwarczenia się do niej owych koksowatych odparowin, przy których odbijaniu możnaby wygaźnicę uszkodzić łatwiej niż żelazną rynienkę. Dalszy przebieg, t. j. czyszczenie gazu olejnego i t. p., zbliża się bardzo do opisanego już przebiegu przy oczyszczaniu gazu, otrzymywanego z węgla kamiennych (p. str. 919 i n.). A więc z wygaźnicy dolnej gaz odchodzi do koryta oddzielającego małą pogazową, spólnego zazwyczaj dla całego szeregu pieców, a stojącego wprost na nich. Z koryta przechodzi gaz do chłodników, dalej do płóczek, wreszcie do przyrządów zatrzymujących bezwodnik węglowy i resztki par mazi pogazowej, w którym to celu posługujemy się mieszaniną z 1 części na objętość trocin z 2-ma częściami suchego wapna gaszonego, w sposób po-

dobny jak żelaziakiem do odsiarczania gazu węglowego. Mieszaninę rozkładamy w przyrządach na przecinach drewnianych, warstwami 15 cm grubymi. Gaz, w ten sposób już oczyszczony, przechodzi dalej przez miernik do gazielnia.

Jeżeli gaz olejny ma służyć do oświetlania wagonów, to należy go uprzednio sprężyć, zazwyczaj na 10 atmosfer nadprężności, aby objętość zbiorników podwagonowych mogła być względnie mała. Sprężarka posiada, oprócz cylindra parowego, dwa cylindry sprężcze, w których sprężanie gazu odbywa się dwustopniowo. Gaz sprężony przechodzi przez przyrząd rozrządczy do jednego ze zbiorników stojących w szopie półotwartej, np. do jednego z dwóch zbiorników, nitowanych z blachy, po 6,5 m³ pojemności, przy średnicy 1,3 m. Przez przyrząd rozrządczy przechodzi gaz nie tylko ze sprężarki do zbiornika napełnianego, lecz i odwrotnie ze zbiornika już napełnionego do poszczególnych nagaźniaków, stojących wzdłuż toru oporządczego. Wylot takiego nagaźniaka łączymy przełączką kieszkową ze zbiornikiem podwagonowym, który mamy napełnić gazem (p. str. 422).

By ułatwić sprawdzanie prawidłowości całego przebiegu, ustawiamy 5 manometrów (zazwyczaj obok siebie), wskazujących prężności: we wygaźnicach, w płóczkach, w przyrządzie oczyszczającym, w mierniku i przy sprężarce.

Wygaźnia na dwa piece czterowygaźnicowe i na stojący kocioł parowy miewa wymiary 8,0 · 6,5 m, a mieszczące się obok pozostałe izby zajmują taką samą powierzchnię, do nich zaś od szczytu przystawia się półotwarta szopa na zbiorniki, 6,5 m długa, a 4,25 m szeroka, wreszcie donica gazielnicza ma 5 m średnicy. Maż pogazowa ścieka do jamy przeklepionej.

Ze stu kg oleju parafinowego otrzymujemy 40 do 58 m³ gazu.

Światliwość gazu olejnego bywa 3 do 4 razy większa niż gazu z węgla kamiennego. Palnik wagonowy, dający płomień o światłości 7 światłostek, zużywa zatem tylko 22 l/godz. gazu olejnego, a ilość ta kosztuje w Niemczech (wraz z kosztami umorzenia i oczyszczenia, oraz strat gazu) średnio 1,7 fenyga, co odpowiada cenie 78 fenygów za 1 m³ gazu.

Płomień gazu olejnego posiada barwę białą, a pali się bez zaduchu, jeżeli gaz jest należycie oczyszczony; natomiast jest on bardzo wrażliwy na przewiewy, wymaga zatem osłony szklanej. Niekiedy płomień taki kopci, a podobny objaw jest wskazówką nieprawidłowego przegazowania pary olejnej, skutkiem niewłaściwej temperatury wygaźnic, którą należałoby utrzymywać stale na wysokości żaru wiśniowo-czerwonego.

Do silników i do grzania gaz olejny (z domieszką podwójnej objętości powietrza) nadaje się bardzo dobrze i posiada dwa razy większą wydajność niż jednakowa objętość zwykłego gazu świetlnego.

Gaz olejno-acetylenowy jest mieszkanką 2-ch objętości gazu olejnego z 1-ną objętością acetyleny (p. T. I 1083). Palnik wagonowy, spalający 27 l/godz. tego gazu, daje płomień o 16 światłostkach.

DODATEK.

I. MONETY, MIARY, WAGI I T. P. W RÓŻNYCH KRAJACH.

A. Wartości monet.

Uwaga. Wartości poszczególnych monet podajemy poniżej w rublach, koronach austr. i w markach niemieckich, na zasadzie wzajemnego stosunku ich wartości: 1 rubel = 2,54 kor. = 2,16 mar., czyli 1 kor. = 0,394 rb. = 0,85 mar., albo wreszcie 1 marka = 0,463 rb. = 1,175 kor. Podstawą waluty w poszczególnych krajach bywa wartość złota (W. Z.), wartość srebra (W. S.), albo obydwie te wartości jednocześnie, czyli waluta dwoista (W. D.). Wyróżniać je będziemy skröceniami, podanemi tu w nawiasach.

1 kg złota szczerzego jest zawarty w 1292 rb., albo w 2280 kor., albo w 2790 mar. Wartość istotna tegoż kg złota szczerzego będzie nieco mniejsza, a mianowicie o koszt bicia monety i o wartość domieszki (srebra lub miedzi), dodawanej do stopu monetowego.

W monetach srebrnych ustalono, np. w Niemczech, wartość srebra: 1 kg = 150 marek, czyli 15,5 razy mniejszą od wartości złota; w rzeczywistości jest ona jednak obecnie 37 $\frac{3}{4}$ razy mniejsza.

Wartość monet srebrnych podano w tablicy podług ich wartości prawnej, w istocie jest ona 2 do 2,5 razy mniejsza w porównaniu z obecną wartością monety złotej.

Nazwy państw, oraz ich monet	Wartość monety		
	rubli	koron austr.	marek niem.
Ameryka północna, Stany Zjedn. (W. D.)			
1 dolar, 24,057 g srebra = 100 centów (C)	1,94	4,93	4,20
1 eagle (orzeł), 15,046 g złota = 10 dolarów	19,44	49,35	41,98
Ameryka południowa (W. S.), a mianowicie: Boliwia (W. S.), Chili (W. S.), Costarica (W. S.), San Domingo (W. S.), Ecuador (W. S.), Guatemala (W. S.), Haiti (W. D.), Honduras (W. S.), Nicaragua (W. S.), Paraguay (waluta papierowa), Peru (W. S., lecz jednostką jest 1 sol = 10 dinarów = 100 centavos), San Salvador (W. S.) i Venezuela (W. D.)			
1 peso corriente, albo nacional, czyli dolar = 100 centavos (cents).			
Wartość nominalna	1,87	4,76	4,05
Wartość istotna około	0,83	2,12	1,80
Anglia z koloniami (W. Z.)			
1 funt sterlingów (pound £, czyli sovereign), 7,3224 g złota = 20 szylingów (s) = 240 pensów (pence, d.) = 960 farthings	9,46	24,00	20,43
1 gwinea (guinea) = 21 szylingów (gwinea jest tylko jednostką obrotową, np. na honoraria i t. p., lecz jako moneta obecnie już się nie wybija)	9,93	25,20	21,45
Argentyna (W. Z.)			
1 peso fuerte (W. Z.) = 100 centavos	1,79	4,55	3,88
1 peso nacional (p. Ameryka południowa)	1,87	4,76	4,05
Austria i Węgry (W. Z.)			
1 korona = 100 halerzy (= $\frac{1}{2}$ złotego reńskiego = 50 centów)	0,394	1,00	0,85
Wartość korony równa 1,05 franka.			
Dawne monety złote po 8 Zlr. są warte 20 franków, czyli 19,04 korony, zamiast nominalnej wartości 8 \times 2 = 16 kor.			

Nazwy państw, oraz ich monet	Wartość monety		
	rubli	koron austr.	marek niem.
Belgia *) (W. D.) jak we Francyi.			
Brazylia (prawnie W. Z., w istocie papierowa).			
1 milreis = 1000 reali	1,06	2,69	2,29
Papiery będące w obiegu nie dosięgają nawet 50% wartości złota. Pozorną jednostką jest real (po portugalsku „real“, w liczbie mnogiej „reis“, stąd nazwa „milreis“ czyli tysiąc reali), lecz je- go wartość jest tak mała, że jednostki tej nie biją nawet w mo- necie zdawkowej.			
Moneta złota 20 milreisów ma wartość istotną	21,23	53,87	45,85
W obrachunkach (lecz nie jako monetę) używają nadto: 1 conto di reis = 1000 milreis (= milion reali)	1062	2694	2293
Bułgaria z Rumelią wschodnią (W. D.).			
1 lew (wartości 1 franka) = 100 stocinek	0,375	0,952	0,81
Państwo nie bije własnej monety złotej, lecz wymienia obowiązkowo swą monetę papierową na złoto zagraniczne.			
Chiny (W. S.).			
Moneta liczy się podług wagi, której jednostka: 1 tael (po chińsku „liang“) = 10 tien (albo mes) = 100 fen (albo kondorin) = 1000 kesz. Wielkość taela bywa rozmaita, np. na opłaty celne 38,15 g (nazywa się „hajkwan“): w Honkongu i Kantonie 33,816 g, lecz t. zw. „tael kantoński“ ma 37,573 g i służy za jednostkę szcze- rego srebra w monecie (a nawet dla złota). W Chinach biją się monety wartości 1, 5, 10, 50 i 100 kesz. Nominalna wartość hajkwana srebra byłaby zatem	3,18	8,07	6,87
Nadto wybijają Chiny dolary ze smokiem, o wadze prawnej 0,72 taelów.			
Dania (W. Z.)			
1 krona (korona) = 100 oerów	0,521	1,322	1,125
Egipt (W. Z.)			
1 piaster (W. Z.) = 10 okr-el-gersz.	0,097	0,24	0,21
1 lira (cekin, albo funt) = 100 piastrow jest monetą złotą	9,61	24,38	20,75
Finlandya (W. Z.).			
1 marka (wartość 1 franka) = 100 peni	0,375	0,952	0,81
Francya *) (W. D.).			
1 frank = 100 centimów	0,375	0,952	0,81
W życiu potocznem liczą też wiele na susy (sous) po 5 centimów, a więc 1 frank = 20 susów. Dwudziestofrankówka złota zawiera 5,806 g złota szczego, a waży 6,452 g, bo stop, na nią użyty, ma w sobie tylko 90% złota	7,50	19,04	16,20
Grecya *) (W. D.).			
1 drachma (wartość jednego franka) = 100 lepta	0,375	0,952	0,81
Moneta złota 20 drachm taka sama jak francuska 20 fr. Stara drach- ma ma wartość o 1/3 mniejszą niż nowa.			
Hiszpania (W. D.).			
1 peseta (wartość 1 franka) = 100 centesimos	0,375	0,952	0,81

*) Łaciński Związek monetarny obejmuje: Francję, Włochy, Belgię, Grecję i Szwajcaryę. Monety złote (a i niektóre srebrne), bite w jednym z tych państw, posiadają prawny obieg w pozostałych.

Nazwy państw, oraz ich monet	Wartość monety		
	rubli	koron austr.	marek niem.
Holandya (W. Z.).			
1 gulden = 100 centów	0,781	1,98	1,687
Indye Wschodnie (W. S.).			
1 rupia srebrna (wartości urzędowej $1\frac{1}{2}$ szylinga ang.) = 16 anna = 192 pie	0,63	1,60	1,36
1 mohur złoty = 15 rupii złotych (wartości wyższej niż srebrne)	13,81	35,05	29,83
Japonia (W. Z.).			
1 jen = 100 sen = 1000 rin. Wartość jena złotego jest zaledwie o $\frac{1}{4}\%$ mniejsza od wartości dolara Stanów Zjednoczonych, a mianowicie równa	1,94	4,92	4,185
Jen srebrny ma wartość istotną, przeszło o połowę mniejszą.			
Meksyk (W. S.).			
1 peso duro, zwane też dolarem lub piastrem = 8 reali = 100 centavos, wartość nominalna (istotna zaledwie połowę)	1,91	4,85	4,13
1 hidalgo złoty = 10 pesos złotych.	19,12	48,53	41,30
Niemcy (W. Z.).			
1 marka = 100 fenygów	0,46	1,17	1
Norwegia. Waluta taka sama jak w Szwecyi.			
Persya.			
1 toman złoty	3,31	8,41	7,16
1 kran srebrny (= 20 szachii) zawiera srebra 4,14 g o wartości istotnej około.	0,15	0,37	0,31
Portugalia (W. Z.).			
1 milreis = 1000 reali („real“ w liczbie mnogiej „reis“)	2,10	5,33	4,536
1 koroa (korona) = 10 milreisów.	21,00	53,30	45,36
1 conto (w obrachunkach, lecz nie jako moneta) = 1000 milreisów, czyli milion reali.			
Rosya (W. Z.).			
1 rubel = 100 kopiejek	1,00	2,54	2,16
Rumunia (W. Z.)			
1 lei (wartość jednego franka) = 100 bani, czyli para	0,375	0,952	0,81
Serbia (W. D.).			
1 dinar (wartość 1 franka) = 100 para	0,375	0,952	0,81
Szwajcarya *) (W. D.).			
1 frank = 100 centymów (Rappen)	0,375	0,952	0,81
Szwecya (W. Z.).			
1 krona (korona) = 100 oerów	0,528	1,322	1,125
Turcya (W. Z.)			
1 piaster, czyli gersz = 40 para = 120 asper	0,085	0,217	0,185
1 medzidja złota = 100 piastrow	8,56	21,69	18,46
(Medzidja srebrna 19 piastrow złotych, a mieszek = 500 piastrow).			
Uruguai (W. Z.).			
1 peso zł. = 100 centavos	2,01	5,11	4,348
Włochy *) (W. D.)			
1 lira (wartość 1 franka) = 100 centymów (centesimi)	0,375	0,952	0,81
W zyciu potocznie licza też na sody (jak we Francyi na susy)			
1 soldo = 5 centymów; 1 lira = 20 soldów.			

*) P. przypisek na str. poprzedniej.

B. Miary i wagi

Konwencya metryczna z 20 maja 1875 r. ma na celu: 1) Wykonanie i porównywanie wzorcowych wzorców międzynarodowych, mających zastąpić wzorce, przechowywane w paryskim szczególnych państw ze wzorcami międzynarodowymi. Do konwencji tej przystąpiły: Francya, Szwecya, Norwegia, Szwajcarya, Turcyja, Argentyna, Stany Zjednoczone Ameryki półn., Peru.

Tablica poniższa dzieli się pionowo na 4 działy zasadnicze, t. j. dotyczące miar długości w pierwszym z nich podano liczby, wyrażające ilość jednostek metrycznych, zawartych w danej czyli $1/n$, wyrazi ilość danych jednostek niemetrycznych, zawartych w jednej jednostce metrycznej: 2,13357 m, czyli $n = 2,13357$, a $\frac{1}{n} = 0,4687$, czyli 1 m = 0,4687 sażeńw.

Nazwa kraju	Miary długości	$1/n$	Miary powierzchni i pól	$1/n$
Ameryka północna, Stany Zjednoczone. Układ metryczny dozwolony.	Miary angielskie, lecz mile odmienne, a mianowicie: 1 mila = 1,60933 km 1 mila morska = 1,85495 km nadto: 1 statute mile = 3 mile morskie	0,6214 0,5391	Miary angielskie, jednakże: 1 mila kw., zwana section, = 2,5899 km ² 1 township = 36 sections = 93,236 km ²	0,3861 0,0107 ³
Ameryka południowa. Bolivia, Chili, Columbia, Costarica, Ecuador, Gautemala, Honduras, Nicaragua, Peru, San Salvador i Venezuela.	Miary metryczne, oraz dawne kastyljskie, a mianowicie: 1 Vara *) = 3 piks = 4 palmos = 0,8359 m 1 legua (mila) = 5,565 km	1,1963 0,1797	Miary metryczne, oraz dawne kastyljskie, np. vara kw. i t. p. We Venezueli 1 fanegada = 0,6987 ha	1,4456
Anglia z koloniami. Układ metryczny dozwolony.	1 cal (inch, w liczb. mn. inches) dzieli się na 16 lub 12 części, a 1 cal = 2,539954 cm 1 stopa = 12 cali = 0,30479449 m 1 yard = 3 stopy = 0,9143835 m 1 fathom = 2 yardy = 6 stóp = 72 cale = 1,828767 m 1 chain = 100 links = 792 cale = 20,12 m 1 statute mile = 8 furlongs = 320 prętów = 880 fathoms = 1760 yardów = 1,6093149 km 1 mila morska (nautical mile) = 6080 stóp = 1,85315 km **) W kupiectwie liczą: 12 yardów = 11 m, zamiast 10,97 m	0,3937 3,2609 1,0938 0,5468 0,0497 0,6214 0,5396	1 cal kw. = 6,4514 cm ² 1 stopa kw. = 0,09290 m ² 1 yard kw. = 0,8361 m ² 1 acre = 160 prętów kw. = 4840 yardów kw. = 0,404671 ha 1 yard of land (włoka ang.) = 30 acres = 12,1401 ha 1 hide of land = 100 acres = 40,467 ha 1 mile of land = 640 acres = 2,59 km ²	0,1550 10,7643 1,1961 ⁷ 2,471 0,0824 0,0247 ¹ 0,3861 ⁰

*) W Peru, Ecuador i we Venezueli: 1 Vara = 0,848 m.

**) 6080 stóp ma być średnią długością minuty południka i minuty równika ziemi. Admiralicya angielska liczy jednak milę morską (admiralty mile) = 6086,5 stóp = 1,551 km, czyli długości 1 minuty równika, a więc $\frac{1}{4}$ mili geograficznej. Dawniej liczono milę morską = 1 min. południka = 6075,74 stóp = 1,85185 km.

w różnych krajach.

ców metra i kilograma, przeznaczonych dla poszczególnych państw. 2) Wybór i przechowywanie „Conservatoire des arts et métiers”. 3) Porównywanie w pewnych odstępach czasu wzorców po-
Anglia, Niemcy, Austro-Węgry, Belgia, Holandia, Dania, Hiszpania, Włochy, Portugalia, Rosya,
Wenezuela, Serbia, Rumunia, Japonia, Meksyk.

powierzchni, objętości, wreszcie wag. Każdy z tych działów rozdzielono na dwa poddziały:
jednostce niemetrycznej. Jeżeli liczbę tę oznaczymy przez n , to wartość odwrotna tej liczby,
W drugim poddziale każdego działu podano właśnie te wartości $1/n$. Np. w Rosyi 1 sażeń =

Miary objętości	$1/n$	Wagi	$1/n$	Nazwa kraju
<p>Miary ciał sypkich (zboże):</p> <p>1 gallon suchy = 268,803 cali sześcienn. = 4,4046 l</p> <p>1 gallon z czubem = $1\frac{1}{4}$ galona suchego</p> <p>1 bushel = 8 gallonów suchych.</p> <p>Miary cieczy:</p> <p>1 gallon (winny) = 4 kwarty = 8 pints = 32 gils = 128 fluid ounces = 3,7852 l</p> <p>1 barrel (nafty) = 40 gallonów = 1,514 hl</p> <p>1 barrel (piwa) = 31 gallonów = 1,173 hl</p>	0,2270	<p>Wagi angielskie, jednakże nadto:</p> <p>1 hundred-weight (np. w Nowym Jorku) = 4 quarters = 100 funtów = 45,359 kg</p> <p>1 short ton = 2000 funtów (lbs) = 907,1853 kg</p> <p>1 long ton = 2240 funtów (lbs) = 1016,0475 kg</p>	2,20463 100 1,10231 1000 0,984206 1000	<p>Ameryka północna, Stany Zjednoczone. Układ metryczny dozwolony.</p>
<p>Miary metryczne, oraz dawne kastylijskie, a mianowicie:</p> <p>1 cahiz = 12 fanegas *) = 144 celemines = 6,66 hl</p> <p>1 cantara = 8 acumbres = 32 cuartillas = 16,328 l</p> <p>1 moyo = 2,5826 hl</p> <p>1 pipa = 4,3570 hl</p> <p>1 bota = 4,8411 hl</p>	0,1502 0,0612 0,3872 0,2295 0,2066	<p>Wagi metryczne, oraz dawne kastylijskie, a mianowicie:</p> <p>1 quintal = 4 arrobas = 100 libras = 46,0093 kg</p> <p>1 libra (funt) = 2 marcos = 16 oncas = 0,4601 kg</p> <p>1 tonelada = 20 quintales = 920 kg</p>	2,17347 100 2,17347 1,0862 1000	<p>Ameryka południowa.</p>
<p>1 cal sześć. = 16,386 cm³</p> <p>1 stopa sześć. = 0,028315 m³</p> <p>1 yard sześć. = 0,7645 m³</p> <p>1 register ton = 100 stóp sześć. = 2,832 m³</p> <p>1 imperial gallon = 277,288 cali sześć. = 4,5435 l**)</p> <p>1 stary (Winchester) gallon = 231 cali sześć. = $\frac{3}{8}$ imp. gallon = 3,785203 l</p> <p>1 łaszt = 10 quarters = 80 bushels = 320 peks = 640 gallons = 29,078 924 hl</p> <p>1 barrel = 2 kilderkins = 4 firkins = 1,635 hl</p> <p>1 anker = 10 imp. gallons z r. 1824**)</p> <p>1 tun = 2 pipes (butts) = 4 hogsheads = 252 gallons = 11,45 hl</p>	0,06103 35,3166 1,3080 0,3532 0,2201 0,2642 0,0344 0,6116 2,2009 0,0873	<p>1 funt avoirdupois (lbs.) jest wagą handlową, a = 16 ounces = 256 drams (= 7000 troygrains, t. j. granów z układu funta „troy“)</p> <p>1 troy pound (funt „troy“) jest wagą aptekarską, oraz drogich metali itp., a = 12 ounces = 240 pennyweights (dw) = 5760 grains = 0,373 241 95 kg</p> <p>Oprócz tego: short ton i long ton, jak w Stanach Zjedn. Ameryki półn., p. powyżej</p>	2,20462 2,67923	<p>Anglia z koloniami. Układ metryczny dozwolony.</p>

*) Wielkość fanegi bywa rozmaita w różnych okolicach tego samego kraju. Np. w Chili na północy 90,75 l, na południu 105,88 l, zamiast powyżej podanej wielkości 55,5 l.

**) Powyżej podano imperial gallon, ustalony w r. 1824. Objętość tegoż galonu ustalono w r. 1890 na 277,463 cali sześć. = 4,546 508 718 l; 1 l = 0,219 949 imperial gallons, a przy takiej objętości gallonu będzie: 1 hl = 2,7466 bushel; 1 bushel = 0,3537 hl.

Nazwa kraju	Miary długości	1/n	Miary powierzchni i pól	1/n
Argentyna.	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 braza = 2 varas = 8 palmas = 1,732 m 1 legua (mila) = 3000 brazas = 5,196 km	0,5774 0,1925	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 legua kw. = 26,99842 km ²	0,0370
Austria i Węgry.	Miary metryczne, lecz: 1 m = 0,999997 metra wzorcowego „mètre des archives”. 1 mila morska = 1.852 km. Miary dawniejsze były: 1 stopa wied. = 0,316081 m 1 łokieć wied. = 0,777558 m 1 sążen wied. = 1,896484 m 1 mila pocztowa = 7,585936 km.	0,5400 3,1637 1,2861 0,5273 0,1318	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 stopa kw. = 0,099907 m ² 1 sążen kw. = 3,596652 m ² 1 włoka nowoaustriacka = 0,5754642 ha 1 mila kw. = 57,54642 km ²	10,0079 0,27800 1,73773 0,01738
Belgia.	Miary metryczne.	—	Miary metryczne.	—
Brazylia.	Miary metryczne, dawniejsze były staroportugalskie, a mianowicie: 1 covado = 2 pè = 3 palmos = 0,660 m 1 braza = 2 varas = 2,2 m 1 legua (mila) = 6,183 km	1,5152 0,4545 0,1617	Miary metryczne, dawniejsze były staroportugalskie, a mianowicie: 1 covado kw. = 0,4356 m ² 1 pè kw. = 0,1089 m ² 1 braza kw. = 4,84 m ² 1 legua kw. = 38,2295 km ²	2,2957 9,1827 0,2066 0,02616
Bułgaria.	Miary metryczne, dawniejsze jak starotureckie.	—	Miary metryczne, dawniejsze jak starotureckie.	—
Chiny.	1 yin = 10 czy (stóp, covid) = 100 tsum (pant) = 1000 fen = 3,73 m 1 yin podług umowy z Anglią = 3,581 m 1 li (mila) = 180 pretów = 1800 covid mierniczych = 0,5755 km	0,2681 0,2793 1,7376	1 mau = 631 m ² 1 king = 0,2453 ha Tkaniny jedwabne sprzedają się na wagę.	1,5848 1000 4,0766
Dania.	Miary metryczne, oraz: 1 alen (łokieć) = 2 stopy reńskie (p. Niemcy) = 0,628 m 1 pret = 5 alen.	1,593	Miary metryczne, oraz: 1 stopa kw = 0,0985 m ² 1 pret kw. = 100 stóp kw. = 9,85 m ²	10,152 0,10152
Egipt.	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 pik beledi = 0,5828 m 1 pik endazej = 0,6384 m 1 pik stambuli = 0,677 m 1 pik meimari = 0,750 m 1 pik nili = 0,5245 m	1,7164 1,5664 1,4771 1,3333 1,9066	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 feddan = 24 kirat = 0,42 ha	2,38
Finlandya.	Miary metryczne.	—	Miary metryczne.	—

Miary objętości	1/n	Wagi	1/n	Nazwa kraju
Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 fanega = 4 cuartillas = 12 almudes = 1,372 hl 1 barril = 4 cannecas = 32 frascos = 0,76 hl 1 pipa = 4 cargass = 64 cortagnes = 4,56 hl	0,7289 1,3158 0,2193	Wagi metryczne, dawniejsze zaś były: 1 libra = 2 marcos = 16 onzas = 256 adarmes = 9216 granos = 0,45937 kg 1 quintal = 4 arrobas = 100 libras = 45,9367 kg	2,17691 2,17691 100	Argentyna.
Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 stopa sześć. = 0,03157867 m ³ 1 szeń sześć. = 6,8200992 m ³ 1 pręt wykopu (Schachtrute) = 3,157867 m ³ 1 macka wied. = 0,6148683 hl 1 wiadro = 0,565890 hl 1 mas = 1,414724 l	31,667 0,1466 0,3167 1,6264 1,7671 0,7069	Wagi metryczne, lecz: 1 kg = 0,9999978 kilogramme prototype. Wagi dawniejsze były: 1 funt wied. = 0,560060 kg 1 łut wied. = 17,50187 g = 56,00601 kg 1 centnar wied. = 0,420 kg 1 funt aptekarski = 0,420 kg 1 kamień = 11,212 kg	1,78552 0,05714 0,01786 2,381 0,89190	Austria i Węgry
Miary metryczne.	—	Wagi metryczne.	—	Belgia.
Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 mojo = 15 fangas = 60 alqueiras = 240 maquias 1 alqueira w Rio de Janeiro = 0,3628 hl 1 alqueira w Bahio = 0,3114 hl 1 pipa = 4,007 hl	2,7563 3,2113 0,2496	Wagi metryczne, dawniejsze były staroportugalskie, a mianowicie: 1 quintal = 4 arrobas = 128 arratels = 58,752 kg 1 tonelada = 13,5 quintal = 793,152 kg	1,70205 100 0,12608 100	Brazylia.
Miary metryczne, dawniejsze jak starotureckie.	—	Wagi metryczne, dawniejsze jak starotureckie.	—	Bułgaria.
1 czi (zboża) = 10 szing = 1,031 hl 1 sai (zboża) = 2 hwo = 20 szing = 1,2243 hl Zboże i ciecze sprzedają się zazwyczaj na wagę.	0,9708 0,8168	1 pikul = 100 ketties = 1600 taelów (liang'ów) = 60,453 kg 1 tael (liang) = 10 mes (tsien) = 100 condorin (fen) = 1000 kesz (sabek) = 37,793 g 1 tael na srebro = 37,573 g	1,6542 100 2,64599 100 2,66148 100	Chiny.
Miary metryczne, oraz: 1 tona = 8 szefli = 1,39121 hl	0,7187	Wagi metryczne, oraz: 1 centnar = 100 funtów = 50 kg	0,02	Dania.
Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 ardeb = 6 quebàh = 24 roubeh = 288 kele = 1,9775 hl	0,5057	Wagi metryczne, dawniejsze zaś były: 1 cantar forforo = 36 oka, albo = 100 rotali = 14400 drachm = 44,4931 kg	2,24754 100	Egipt.
Miary metryczne.	—	Wagi metryczne.	—	Finlandya.

Nazwa kraju	Miary długości	1/n	Miary powierzchni i pól	1/n
Francya.	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 stopa paryska = 0,324839 m 1 m = 443,295936 linii parysk.	3,0784	Miary metryczne	—
Grecya.	Miary metryczne, oraz: 1 mila grecka = 10 km	0,1	Miary metryczne, oraz: 1 stremma = 0,1 ha	10
Hiszpania.	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 vara kastyljska = 0,836 m W innych prowincjach i w Madrycie miary i wagi poczęści odmienne.	1,196	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 vara kw. = 0,699 1 fanegada (fanega de tierra) = 0,643956 ha	1,43 1,553
Holandya.	Miary metryczne.	—	Miary metryczne.	—
Indye wschodnie, (angielskie).	1 gus = 2 hat = 48 angli = 1 yard ang. = 0,9144 m 1 mila = 1000 fathoms ang. = 1,828767 km Nadto, np. w Bombaju: 1 gus = 0,6858 m	1,0936 0,5468 1,4582	1 gus kw. = 1 yard kw. 1 acre = 1 acre ang. por. Anglia, nadto: w Bombaju 1 gus ² kw. = 0,4703 m ² 1 mila kw. = 3,3444 km	2,1262 0,2990
Japonia.	Miary metryczne i angielskie, oraz: 1 shaku kane = 10 sun = 100 bu = 0,303 m 1 ri = 36 czo = 2160 ken = 12960 shaku = 3,927 km	3,3003 0,2546	Miary metryczne i angielskie, oraz: 1 czo kw. = 0,99174 ha	1,00833
Meksyk.	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 vara = 0,838 m	1,193	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 vara kw. = 0,702 m ²	1,42
Niemcy.	Miary metryczne, lecz: 1 m = 1,000003 01 mètre des archives. 1 mila niemiecka = 7,5 km Z dawniejszych np.: 1 stopa reńska, czyli pruska = 12 cali = 0,31385 m 1 stopa bawarska = 12 cali = 0,2919 m 1 stopa saska = 12 cali = 0,2832 m 1 stopa wyrtemberska = 12 cali = 0,2865 m 1 stopa badńska = 10 cali = 0,3 m	0,1333 3,1862 3,4263 3,5312 3,4905 3,333	Miary metryczne, z dawniejszych np.: 1 reńska, czyli pruska sto- pa kw. = 0,0985 m ² 1 mórg pruski = 180 przę- tów kw. = 0,2553 ha	10,162 3,9166
Norwegia.	Miary metryczne, dawniej jak Dania.	—	Miary metryczne.	—

Miary objętości	1/n	Wagi	1/n	Nazwa kraju
Miary metryczne 1 stère = 1000 l	0,001	Wagi metryczne	—	Francya.
Miary metryczne, lecz 1 kilo = 1 hl	1	Wagi metryczne, oraz: 1 stater = 44 ok = 56,32 kg	1,77556 100	Grecya.
Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 fanega = 55,501 l 1 cantara = 1 arroba de vino = 16,133 l	0,01802 0,0619	Wagi metryczne, dawniejsze zaś były: 1 quintal = 4 arrobas = 100 libras = 46,0093 kg	0,0217	Hiszpania.
Miary metryczne.	—	Wagi metryczne.	—	Holandya.
Miarą cieczy jest angielski imperial gallon, albo sprzedają je, tak samo jak zboże, na wagi poniższe: w Bengalii 1 khahoon = 16 soallees = 1354,73 kg w Bombaju 1 kandry reis = 97,95 kg lecz w Madras 1 garce = 80 parahs = 4,916 m ³	0,73815 1000 0,0102 0,2034	1 mound (bazarowy) = 40 sijrs = 640 chittaks = 37,324 kg 1 factory maund = 33,868 kg 1 maund w Madras = 11,34 kg 1 maund w Bombaju = 12,70 kg	0,02679 0,02953 0,08818 0,07874	Indye wschodnie, (angielskie).
Miary metryczne i angielskie, oraz: 1 sho = 10 go = 100 sai = 1000 satsu = 1,803907 l 1 koko = 10 to = 100 sho = 1,803907 hl	0,5544 0,5544	Wagi metryczne i angielskie, oraz: 1 kin = 160 momme = 1600 fun = 16000 rin = 0,601 kg 1 pikul = 100 kin 1 kwan = 1000 momme = 3,7565 kg	1,664 0,26619	Japonia.
Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 fanega = 90,815 l 1 aroba = 16,133 l	0,01101 0,0619	Wagi metryczne, dawniejsze zaś były: 1 quintal = 4 arrobas = 100 libras = 46,0063 kg	0,0217	Meksyk.
Miary metryczne, z dawniejszych np.: 1 reńska stopa sześć. = 0,0309 hl 1 dawny szefel = 16 macek = 48 kwart = 0,5 hl 1 okseft = 2,2 hl 1 tona okrętowa (łaszt) = 2,12 m ³	32,346 2,00 0,4545 0,4717	Wagi metryczne, oraz: 1 centnar = 100 funtów = 50 kg 1 „Schiffslast“ = 2 tony = 2000 kg	0,02 0,0005	Niemcy.
Miary metryczne.	—	Wagi metryczne, dawniej: 1 centnar = 49,811 kg	2,00759 100	Norwegia.

Miary objętości	1/n	Wagi	1/n	Nazwa kraju
Ciecze i ciała sypkie sprzedają się przeważnie na wagę	—	1 man, albo batman tebryski: stary = 2,944 kg nowy = 4,6 kg	0,34 0,2174	Persya.
Miary metryczne, po części i rosyjskie, oraz nowopolskie, a mianowicie: 1 łokieć sześć. = 0,1911 m ³ 1 szeń sześć. = 5,1598 m ³ 1 pret sześć. = 80,6216 m ³ 1 korzec = 32 garnce = 128 kwart = 1,28 hl 1 kwarta = 4 kwaterkom = 1 l	5,2328 0,1938 0,0124 0,78125 1	Wagi metryczne, po części i rosyjskie; nowopolskie wyszły już z użycia, a były one: 1 centnar = 4 kamienie = 100 funtów = 40,5504 kg 1 funt = 32 łutom = 0,4055 kg	0,0247 2,466	Polska. (Królestwo Polskie).
Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 mojo = 15 fangas = 16 alqueiras 1 alqueira = 2 meios alqueiras = 4 quartas = 8 oitavos = 16 salamins w Lizbonie 1 alqueira = 0,13841 hl w Oporto 1 alqueira = 0,17465 hl	7,225 5,725	Wagi metryczne, dawniejsze zaś były: 1 quintal = 4 arrobas = 128 arratels = 58,75 kg	0,01702	Portugalia.
Miary metryczne dozwolone, przeważnie jednak są w użyciu: 1 stopa sześć. = 0,028315 m ³ 1 sazeń sześć. = 9,71215 m ³ 1 beczka = 40 wiader = 4000 czarek = 4,9195 hl 1 wiadro = 10 kruczek (sztofów) = 12,2989 l 1 czetwierć = 8 czetwieryków = 64 garncy = 2,099 hl	35,3166 0,10296 0,2033 0,08131 0,4764	Wagi metryczne dozwolone, lecz w powszechnem użyciu są: 1 pud = 40 funtów = 16,380945 kg 1 funt = 32 łuty = 0,409524 kg 1 tona ros. = 12 berkowców = 120 pudów = 1965,71 kg 1 łaszt ros. = 2025,44 kg	0,06105 2,44186 0,05087 100 0,4937 100	Rosya.

Nazwa kraju	Miary długości	1/n	Miary powierzchni i pól	1/n
Rumunia.	Miary metryczne, dawniejsze zaś były starotureckie, np.: 1 kalibi (na Wołoszczyźnie) = 0,683 m 1 kalibi (na Multanach) = 0,671 m	—	Miary metryczne.	—
Serbia.	Miary metryczne, dawniejsze zaś starotureckie.	—	Miary metryczne, dawniej zaś starotureckie	—
Szwajcarya.	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 pret (= 1 $\frac{2}{3}$ sążnia) = 10 stóp = 100 cali = 3,00 m	0,333	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 sążeń kw. = 3,24 m ² 1 juchart = 0,36 ha	0,309 2,777
Szwecya.	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 famm = 3 alen = 6 stóp = 60 cali = 1,7814 m 1 mila = 10,688 km	0,5614 0,0936	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: tunnland = 2 spannland = 32 kappland = 112 kannland = 56000 stóp kw. = 0,49364 ha	2,02576
Turcya.	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 pik halebî (najbardziej używany, t. j. łokieć alepski, od miasta Alepu = 27 cali ang.) = 0,686 m Na tkaniny: 1 pik endazej (= 25,7 cali ang.) = 0,653 m 1 pik stamboli = w Egipcie = 0,677 m w Trypolisie = 0,671 m w Tunisie = 0,637 m	1,45773 1,53139 1,47710 1,49031 1,56986	Miary metryczne, dawniejsza zaś miara polna była: 1 donum = 1600 pik halebî kw. (= 900 ang. jardów kw.) = 0,07525 ha	13,289
Uruguay.	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 vara = 0,859 m 1 legua (mila) = 5,154 m	1,1641 0,1940	Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 legua kw. = 26,6 km ²	0,0376
Włochy.	Miary metryczne, dawniejsze były rozmaite w poszczególnych państewkach.	—	Miary metryczne, dawniejsze zaś były rozmaite w poszczególnych państewkach.	—

Miary objętości	1/n	Wagi	1/n	Nazwa kraju
Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 kilo (na Wołoszczyźnie) = 680 l 1 kila (na Multanach) = 415 l	0,00147 0,00241	Wagi metryczne, dawniejsze zaś były: 1 kantar = 44 oka = 56,45 kg	1,771 100	Rumunia.
Miary metryczne, dawniej zaś starotureckie.	—	Wagi metryczne, dawniej starotureckie, lecz z po- działem odmiennym: 1 towar (= 1 kantar turecki) = 100 oka = 56,45 kg, a więc oka serbska prze- szło o połowę mniejsza od tureckiej.	1,771 100	Serbia.
Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 saum = 4 wiadra = 100 mas = 1,5 hl	0,6667	Wagi metryczne, dawniejsze zaś były: 1 centnar = 100 funtów = 50 kg	0,02	Szwajcarya.
Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 alm = 6 stóp sześć. = 60 kann = 1,570313 hl 1 tona = 1,6489 hl	0,6368 0,6065	Wagi metryczne, dawniejsze zaś były: 1 centnar = 100 skalpund = 10000 ort = 42,50758 kg 1 funt okrętowy = 170,028 kg 1 łaszt okrętowy = = 5760 funtów = 2450 kg	2,35237 100 5,88138 1000 4,0816 10000	Szwecya.
Miary metryczne, dawniejsze zaś były, np.: 1 kilo konstantynopolitański = 36,0928 l (por. też Rumunię). Ciecze sprzedawano przeważnie na wagę.	0,02771	Wagi metryczne, dawniejsze zaś były: 1 kantar = 44 oka = 100 rotali = 56,45 kg 1 oka = 4 litra = 400 dir- hem (drachm) 6400 kirat = 25600 grej- nów = 1,282 945 kg	1,771 100 0,7786	Turcya.
Miary metryczne, dawniejsze zaś były: 1 pipa = 4,55424 hl 1 fanega = 1,37272 hl 1 galon = 3,805 l	0,2196 0,7285 2,6281	Wagi metryczne, dawniejsze zaś były: 1 quintal = 4 arrobas = 100 libras = 45,94 kg 1 tonnelada = 918,8 kg	2,17240 100 0,108620 100	Uruguay.
Miary metryczne, dawniejsze zaś były rozmaite w poszczególnych państewkach.	—	Wagi metryczne, dawniejsze były rozmaite w poszczególnych państw- kach.	—	Włochy.

C. Tablice zamiany miar.

a. Tablice porównawcze *).

1. Tablica porównawcza jednostek miar długości.

Metr	Sażen	Arszyn	Stopa ang.	Pręt	Sażen	Łokiec
1	0,468 699	1,406 100	3,280 899	0,231 481	0,578 704	1,736 111
2,133 561	1	3,000 000	7,000 000	0,493 880	1,234 700	3,704 100
0,711 187	0,333 333	1	2,333 333	0,164 627	0,411 567	1,234 700
0,304 794	0,142 857	0,428 571	1	0,070 554	0,176 386	0,529 157
4,320 000	2,024 783	6,074 350	14,173 484	1	2,500 000	7,500 000
1,728 000	0,809 913	2,429 740	5,669 394	0,400 000	1	3,000 000
0,576 000	0,269 971	0,809 913	1,889 798	0,133 333	0,333 333	1

2. Tablica porównawcza jednostek miar powierzchni.

Metr kw.	Sażen kw.	Arsz. kw.	St. ang. kw.	Pręt kw.	Sażen kw.	Łokiec kw.
1	0,219 680	1,977 116	10,764 299	0,053 584	0,334 898	3,014 082
4,552 084	1	9,000 000	49,000 000	0,243 917	1,524 484	13,720 355
0,505 787	0,111 111	1	5,444 444	0,027 102	0,169 387	1,524 484
0,092 900	0,020 408	0,183 673	1	0,004 978	0,031 112	0,280 007
18,662 400	4,099 748	36,897 733	200,887 660	1	6,250 000	56,250 000
2,985 984	0,655 960	5,903 637	32,142 026	0,160 000	1	9,000 000
0,331 178	0,072 884	0,655 960	3,571 336	0,017 777	0,111 111	1

3. Tablica porównawcza jednostek miar objętości.

Metr. sz.	Sażen sz.	Arszyn sz.	Stop. ang. sz.	Pręt sz.	Sażen sz.	Łokiec sz.
1	0,102 964	2,780 022	35,316 581	0,012 404	0,193 807	5,232 781
9,712 152	1	27,000 000	343,000 000	0,120 466	1,882 280	50,821 563
0,359 709	0,037 037	1	12,703 704	0,004 462	0,069 714	1,882 280
0,028 315	0,002 915	0,078 717	1	0,000 351	0,005 488	0,148 168
80,621 568	8,301 102	224,129 764	2847,278 116	1	15,625 000	421,875 000
5,159 780	0,531 271	14,344 305	182,225 799	0,064 000	1	27,000 000
0,191 103	0,019 677	0,531 271	6,749 104	0,002 370	0,037 037	1

*) Bronisław Jungier (Tablice zamiany miar, Warszawa 1902) podaje liczby porównawcze obliczone na 10 miejsc dziesiętnych. Zacierając z wydawnictwa B. Jungiera liczby do tablic powyższych Nr. 1, 2, 3. skróciliśmy ułamki do 6 miejsc dziesiętnych. Z tego też źródła zacieraliśmy liczby do tablic Nr. 22 i 26.

b. Tablice zamiany cali z uławkami na milimetry.

4. Tablica zamiany cali nowopolskich na milimetry.

1 cal nowopolski = 24 mm.

Cali	0	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	Cali
0	0	3	6	9	12	15	18	21	0
1	24	27	30	33	36	39	42	45	1
2	48	51	54	57	60	63	66	69	2
3	72	75	78	81	84	87	90	93	3
4	96	99	102	105	108	111	114	117	4
5	120	123	126	129	132	135	138	141	5
6	144	147	150	153	156	159	162	165	6
7	168	171	174	177	180	183	186	189	7
8	192	195	198	201	204	207	210	213	8
9	216	219	222	225	228	231	234	237	9
10	240	243	246	249	252	255	258	261	10
11	264	267	270	273	276	279	282	285	11
12	288	291	294	297	300	303	306	309	12
13	312	315	318	321	324	327	330	333	13
14	336	339	342	345	348	351	354	357	14
15	360	363	366	369	372	375	378	381	15
16	384	387	390	393	396	399	402	405	16
17	408	411	414	417	420	423	426	429	17
18	432	435	438	441	444	447	450	453	18
19	456	459	462	465	468	471	474	477	19
20	480	483	486	489	492	495	498	501	20
21	504	507	510	513	516	519	522	525	21
22	528	531	534	537	540	543	546	549	22
23	552	555	558	561	564	567	570	573	23
24	576	579	582	585	588	591	594	597	24

5. Tablica zamiany cali reńskich (pruskich) na milimetry.

1 cal reński = 1 cal pruski = 26,1545 mm.

Cali	0	1/8	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	Cali
0	0,00	3,27	6,54	9,81	13,08	16,35	19,62	22,89	0
1	26,15	29,42	32,69	35,96	39,23	42,50	45,77	49,04	1
2	52,31	55,58	58,85	62,12	65,39	68,66	71,93	75,19	2
3	78,46	81,73	85,00	88,27	91,54	94,81	98,08	101,35	3
4	104,62	107,89	111,16	114,43	117,70	120,96	124,23	127,50	4
5	130,77	134,04	137,31	140,58	143,85	147,12	150,39	153,66	5
6	156,93	160,20	163,47	166,73	170,00	173,27	176,54	179,81	6
7	183,08	186,35	189,62	192,89	196,16	199,43	202,70	205,97	7
8	209,24	212,50	215,77	219,04	222,31	225,58	228,85	232,12	8
9	235,39	238,66	241,93	245,20	248,47	251,74	255,01	258,28	9
10	261,54	264,81	268,08	271,35	274,62	277,89	281,16	284,43	10
11	287,70	290,97	294,24	297,51	300,78	304,05	307,31	310,58	11
12	313,85	317,12	320,39	323,66	326,93	330,20	333,47	336,74	12
13	340,01	343,28	346,55	349,82	353,09	356,35	359,62	362,89	13
14	366,16	369,43	372,70	375,97	379,24	382,51	385,78	389,05	14
15	392,32	395,59	398,86	402,12	405,39	408,66	411,93	415,20	15
16	418,47	421,74	425,01	428,28	431,55	434,82	438,09	441,36	16
17	444,63	447,90	451,16	454,43	457,70	460,97	464,24	467,51	17
18	470,78	474,05	477,32	480,59	483,86	487,13	490,40	493,67	18
19	496,93	500,20	503,47	506,74	510,01	513,28	516,55	519,82	19
20	523,09	526,36	529,63	532,90	536,17	539,44	542,71	545,97	20
21	549,24	552,51	555,78	559,05	562,32	565,59	568,86	572,13	21
22	575,40	578,67	581,94	585,21	588,48	591,74	595,01	598,28	22
23	601,55	604,82	608,09	611,36	614,63	617,90	621,17	624,44	23
24	627,71	630,98	634,25	637,51	640,78	644,05	647,32	650,59	24

6. Tablica zamiany cali angielskich na milimetry.

1 cal angielski = 25,399541 mm.

Cali	0	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16	Cali
0	0,000	1,587	3,175	4,762	6,350	7,937	9,525	11,112	12,700	14,287	15,875	17,462	19,050	20,637	22,225	23,812	0
1	25,400	26,987	28,574	30,162	31,749	33,337	34,924	36,512	38,099	39,687	41,274	42,862	44,449	46,037	47,624	49,212	1
2	50,799	52,387	53,974	55,561	57,149	58,736	60,324	61,911	63,499	65,086	66,674	68,261	69,849	71,436	73,024	74,611	2
3	76,199	77,786	79,374	80,961	82,549	84,136	85,723	87,311	88,898	90,486	92,073	93,661	95,248	96,836	98,423	100,011	3
4	101,60	103,19	104,77	106,36	107,95	109,54	111,12	112,71	114,30	115,89	117,47	119,06	120,65	122,24	123,82	125,41	4
5	127,00	128,59	130,17	131,76	133,35	134,94	136,52	138,11	139,70	141,28	142,87	144,46	146,05	147,63	149,22	150,81	5
6	152,40	153,98	155,57	157,16	158,75	160,33	161,92	163,51	165,10	166,68	168,27	169,86	171,45	173,03	174,62	176,21	6
7	177,80	179,38	180,97	182,56	184,15	185,73	187,32	188,91	190,50	192,08	193,67	195,26	196,85	198,43	200,02	201,61	7
8	203,20	204,78	206,37	207,96	209,55	211,13	212,72	214,31	215,90	217,48	219,07	220,66	222,25	223,83	225,42	227,01	8
9	228,60	230,18	231,77	233,36	234,95	236,53	238,12	239,71	241,30	242,88	244,47	246,06	247,65	249,23	250,82	252,41	9
10	254,00	255,58	257,17	258,76	260,35	261,93	263,52	265,11	266,70	268,28	269,87	271,46	273,05	274,63	276,22	277,81	10
11	279,39	280,98	282,57	284,16	285,74	287,33	288,92	290,51	292,09	293,68	295,27	296,86	298,44	300,03	301,62	303,21	11
12	304,79	306,38	307,97	309,56	311,14	312,73	314,32	315,91	317,49	319,08	320,67	322,26	323,84	325,43	327,02	328,61	12
13	330,19	331,78	333,37	334,96	336,54	338,13	339,72	341,31	342,89	344,48	346,07	347,66	349,24	350,83	352,42	354,01	13
14	355,59	357,18	358,77	360,36	361,94	363,53	365,12	366,71	368,29	369,88	371,47	373,06	374,64	376,23	377,82	379,41	14
15	380,99	382,58	384,17	385,76	387,34	388,93	390,52	392,11	393,69	395,28	396,87	398,46	400,04	401,63	403,22	404,81	15
16	406,39	407,98	409,57	411,16	412,74	414,33	415,92	417,50	419,09	420,68	422,27	423,85	425,44	427,03	428,62	430,20	16
17	431,79	433,38	434,97	436,55	438,14	439,73	441,32	442,90	444,49	446,08	447,67	449,25	450,84	452,43	454,02	455,60	17
18	457,19	458,78	460,37	461,95	463,54	465,13	466,72	468,30	469,89	471,48	473,07	474,65	476,24	477,83	479,42	481,00	18
19	482,59	484,18	485,77	487,35	488,94	490,53	492,12	493,70	495,29	496,88	498,47	500,05	501,64	503,23	504,82	506,40	19
20	507,99	509,58	511,17	512,75	514,34	515,93	517,52	519,10	520,69	522,28	523,87	525,45	527,04	528,63	530,22	531,80	20
21	533,39	534,98	536,57	538,15	539,74	541,33	542,92	544,50	546,09	547,68	549,27	550,85	552,44	554,03	555,61	557,20	21
22	558,79	560,38	561,96	563,55	565,14	566,73	568,31	569,90	571,49	573,08	574,66	576,25	577,84	579,43	581,01	582,60	22
23	584,19	585,78	587,36	588,95	590,54	592,13	593,71	595,30	596,89	598,48	600,06	601,65	603,24	604,83	606,41	608,00	23
24	609,59	611,18	612,76	614,35	615,94	617,53	619,11	620,70	622,29	623,88	625,46	627,05	628,64	630,23	631,81	633,40	24

30'' = 761,99; 40'' = 1015,98; 50'' = 1269,98; 60'' = 1523,97; 70'' = 1777,97; 80'' = 2031,96; 90'' = 2285,96; 100'' = 2539,95.

c. Tablice zamiany miar nowopolskich na metryczne i odwrotnie *).

7. Tablica zamiany sążni i łokci nowopolskich na metry.

Sążnie sąż. kw. sąż. sz.	m	m ²	m ³	Łokcie lok. kw. lok. sz.	m	m ²	m ³
1	1,728	2,9860	5,159 78	1	0,576	0,331 776	0,191 103
2	3,456	5,9720	10,319 56	2	1,152	0,663 552	0,382 206
3	5,184	8,9580	15,479 34	3	1,728	0,995 328	0,573 309
4	6,912	11,9439	20,639 12	4	2,304	1,327 104	0,764 412
5	8,640	14,9299	25,798 90	5	2,880	1,658 880	0,955 515
6	10,368	17,9159	30,958 68	6	3,456	1,990 656	1,146 618
7	12,096	20,9019	36,118 46	7	4,032	2,322 432	1,337 721
8	13,824	23,8879	41,278 24	8	4,608	2,654 208	1,528 824
9	15,552	26,8739	46,438 02	9	5,184	2,985 984	1,719 927

8. Tablica zamiany metrów na sążnie i łokcie nowopolskie.

m, m ² , m ³	sążni	łokci	sążni kw.	łokci kw.	sążni sz.	łokci sześć.
1	0,578 704	1,736 11	0,334 898	3,014 082	0,193 807	5,232 781
2	1,157 407	3,472 22	0,669 796	6,028 164	0,387 613	10,465 562
3	1,736 111	5,208 33	1,004 694	9,042 245	0,581 420	15,698 343
4	2,314 815	6,944 44	1,339 592	12,056 327	0,775 227	20,931 124
5	2,893 519	8,680 56	1,674 490	15,070 409	0,969 034	26,163 904
6	3,472 222	10,416 67	2,009 388	18,084 491	1,162 840	31,396 685
7	4,050 926	12,152 78	2,344 286	21,098 573	1,356 647	36,629 466
8	4,629 630	13,888 89	2,679 184	24,112 654	1,550 454	41,862 247
9	5,208 333	15,625 00	3,014 082	27,126 736	1,744 260	47,095 028

9. Tablica zamiany stóp, wzgl. cali nowopolskich na metry, wzgl. centymetry.

Stopy, st. kw. st. sz.	m	m ²	m ³	Cale, cale kw. cale sz.	cm	cm ²	cm ³
1	0,288	0,082 944	0,023 888	1	2,4	5,76	13,824
2	0,576	0,165 888	0,047 776	2	4,8	11,52	27,648
3	0,864	0,248 832	0,071 664	3	7,2	17,28	41,472
4	1,152	0,331 776	0,095 551	4	9,6	23,04	55,296
5	1,440	0,414 720	0,119 439	5	12,0	28,80	69,120
6	1,728	0,497 664	0,143 327	6	14,4	34,56	82,944
7	2,016	0,580 608	0,167 215	7	16,8	40,32	96,768
8	2,304	0,663 552	0,191 103	8	19,2	46,08	110,592
9	2,592	0,746 496	0,214 991	9	21,6	51,84	124,416

*) Liczby do tablic № 7, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 27 i do części tablic 33, 37 i 38 zaczerpnięto z „Podręcznika technicznego“, A. Kuczyńskiego, wyd. 2-ie, układ jednak przystosowano do tablic, wziętych z niemieckiego podręcznika „Hütte“, i wprowadzono niektóre poprawki.

10. Tablica zamiany metrów na stopy i cale nowopolskie.

m, m ² , m ³	stóp	cali	stóp kw.	cali kw.	stóp sześć.	cali sz.
1	3,472 22	41,667	12,056 327	1 736,11	41,862 247	72 338
2	6,944 44	83,333	24 112 654	3 472,22	83,724 494	144 676
3	10,416 67	125,000	36,168 981	5 208,33	125,586 741	217 014
4	13,888 89	166,667	48,225 309	6 944,44	167,448 988	289 352
5	17,361 11	208,333	60,281 636	8 680,56	209,311 235	361 690
6	20,833 33	250,000	72,337 963	10 416,67	251,173 483	434 028
7	24,305 56	291,667	84,394 290	12 152,78	293,035 730	506 366
8	27,777 78	333,333	96,450 617	13 888,89	334,897 977	578 704
9	31,250 00	375,000	108,506 944	15 625,00	376,760 224	651 042

11. Tablice zamiany prętów na metry i odwrotnie.

Pręty, pręt kw.	m	m ²	m m ²	prętów	prętów kw.
1	4,320	18,6624	1	0,231 48	0,053 58
2	8,640	37,3248	2	0,462 96	0,107 17
3	12,960	55,9872	3	0,694 44	0,160 75
4	17,280	74,6496	4	0,925 93	0,214 33
5	21,600	93,3120	5	1,157 41	0,267 92
6	25,920	111,9744	6	1,388 89	0,321 50
7	30,240	130,6368	7	1,620 37	0,375 09
8	34,560	149,2992	8	1,851 85	0,428 67
9	38,880	167,9616	9	2,083 33	0,482 25

12. Tablica zamiany korey nowopolskich na hektolitry i odwrotnie.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	korey nowop.
1,28	2,56	3,84	5,12	6,40	7,68	8,96	10,24	11,52	hektolitrow.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	hektolitrow
0,78125	1,56250	2,34375	3,12500	3,90625	4,68750	5,46875	6,25000	7,03125	korey nowop.

d. Tablice zamiany miar angielskich na metryczne i odwrotnie.

13. Tablica zamiany stóp i cali angielskich na miary metryczne.

Stopy, stopy kw. stopy sz.	m	m ²	m ³	Cale, cale kw. cale sz.	cm	cm ²	cm ³
1	0,304794	0,092900	0,028315	1	2,5400	6,4514	16,386
2	0,609589	0,185799	0,056631	2	5,0799	12,9027	32,773
3	0,914383	0,278699	0,084946	3	7,6199	19,3541	49,159
4	1,219178	0,371599	0,113261	4	10,1598	25,8055	65,546
5	1,523972	0,464498	0,141577	5	12,6998	32,2568	81,932
6	1,828767	0,557398	0,169892	6	15,2397	38,7082	98,319
7	2,133561	0,650298	0,198207	7	17,7797	45,1596	114,705
8	2,438356	0,743197	0,226523	8	20,3196	51,6110	131,092
9	2,743150	0,836097	0,254838	9	22,8596	58,0623	147,478

14. Tablica zamiany metrów na stopy i cale angielskie.

m, m ² , m ³	stóp	cali	stóp kw.	cali kw.	stóp sz.	cali sz.
1	3,2809	39,3708	10,7643	1550,06	35,3166	61027,1
2	6,5618	78,7416	21,5286	3100,12	70,6332	122054,1
3	9,8427	118,1124	32,2929	4650,18	105,9497	183081,2
4	13,1236	157,4832	43,0572	6200,24	141,2663	244108,2
5	16,4045	196,8540	53,8215	7750,30	176,5829	305135,3
6	19,6854	236,2247	64,5858	9300,35	211,8995	366162,3
7	22,9663	275,5955	75,3501	10850,41	247,2160	427189,4
8	26,2472	314,9663	86,1144	12400,47	282,5326	488216,4
9	29,5281	354,3371	96,8787	13950,53	317,8492	549243,5

e. Tablice zamiany stóp i cali reńskich (pruskich) na miary metryczne i odwrotnie.

15. Tablica zamiany stóp i cali reńskich na miary metryczne.

Stopy, stopy kw. stopy sz.	m	m ²	m ³	Cale, cale kw. cale sz.	cm	cm ²	cm ³
1	0,31385	0,09850	0,03092	1	2,6154	6,8406	17,891
2	0,6277	0,19701	0,06183	2	5,2309	13,681	35,782
3	0,9416	0,29551	0,09275	3	7,8463	20,522	53,673
4	1,2554	0,39402	0,12366	4	10,462	27,362	71,564
5	1,5693	0,49252	0,15458	5	13,077	34,203	89,456
6	1,8831	0,59102	0,18549	6	15,693	41,043	107,35
7	2,1970	0,68953	0,21641	7	18,308	47,884	125,24
8	2,5108	0,78803	0,24733	8	20,924	54,724	143,13
9	2,8247	0,88654	0,27824	9	23,539	61,565	161,02

16. Tablica zamiany metrów na stopy i cale reńskie.

m, m ² , m ³	stóp	cali	stóp kw.	cali kw.	stóp sz.	cali sz.
1	3,1862	38,234	10,152	1461,9	32,346	55894
2	6,3724	76,469	20,304	2923,7	64,692	111787
3	9,5586	114,703	30,456	4385,6	97,038	167681
4	12,7448	152,938	40,607	5847,5	129,384	223575
5	15,9310	191,172	50,759	7309,3	161,729	279468
6	19,1172	229,406	60,911	8771,2	194,075	335362
7	22,3034	267,640	71,063	10233,1	226,421	391256
8	25,4896	305,875	81,215	11695,0	258,767	447150
9	28,6758	344,109	91,367	13156,8	291,113	503043

f. Tablice zamiany miar rosyjskich na metryczne i odwrotnie.

Uwaga. Stopy i cale rosyjskie są równe angielskim, do ich zamiany służą zatem tablice 13 i 14.

17. Tablica zamiany arszynów i werszków na miary metryczne.

Arszyny, arsz. kw. arsz. sz.	m	m ²	m ³	Werszki, wersz. kw. wersz. sz.	cm	cm ²	cm ³
1	0,711 19	0,505 79	0,359 71	1	4,445	19,7573	87,819 66
2	1,422 37	1,011 57	0,719 42	2	8,890	39,5146	175,639 32
3	2,133 56	1,517 36	1,079 13	3	13,335	59,2719	263,458 98
4	2,844 75	2,023 15	1,438 84	4	17,780	79,0293	351,278 64
5	3,555 94	2,528 94	1,798 55	5	22,225	98,7866	439,098 31
6	4,267 12	3,034 72	2,158 26	6	26,669	118,5439	526,917 97
7	4,978 31	3,540 51	2,517 97	7	31,114	138,3012	614,737 63
8	5,689 50	4,046 30	2,877 68	8	35,559	158,0585	702,557 29
9	6,400 68	4,552 08	3,237 38	9	40,004	177,8158	790,376 95

$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{6}$ wersz.
0,556	1,111	1,667	2,222	2,778	3,334	3,889	0,370	0,741	1,482	2,963	3,704 cm

18. Tablica zamiany metrów na arszyny i werszki.

m, m ² , m ³	arszynów	werszków	arszyn. kw.	wersz. kw.	arszyn. sz.	wersz. sz.
1	1,406	22,50	1,9771	506,1	2,780 02	11387
2	2,812	44,00	3,9542	1012,3	5,560 05	22774
3	4,218	67,49	5,9313	1518,4	8,340 07	34161
4	5,624	89,99	7,9085	2024,6	11,120 09	45548
5	7,030	112,49	9,8856	2530,7	13,900 11	56935
6	8,437	134,99	11,8627	3036,9	16,680 13	68322
7	9,843	157,48	13,8398	3543,0	19,460 16	79709
8	11,249	179,98	15,8169	4049,1	22,240 18	91096
9	12,655	202,49	17,7940	4555,3	25,020 20	102483

19. Tablica zamiany sażeni i wiorst na miary metryczne i odwrotnie.

Sażenie, sażenie kw. sażenie sześć.	m	m ²	m ³	Wiorsty, wiorsty kw.	km	km ²
1	2,1336	4,552 08	9,712 15	1	1,066 78	1,138 02
2	4,2671	9,104 17	19,424 30	2	2,133 56	2,276 04
3	6,4007	13,656 25	29,136 46	3	3,200 34	3,414 06
4	8,5342	18,208 34	38,848 61	4	4,267 12	4,552 08
5	10,6678	22,760 42	48,560 76	5	5,333 90	5,690 11
6	12,8014	27,312 51	58,272 91	6	6,400 68	6,828 13
7	14,9349	31,864 59	67,985 06	7	7,467 46	7,966 15
8	17,0685	36,416 68	77,697 22	8	8,534 25	9,104 17
9	19,2021	40,968 76	87,409 37	9	9,601 03	10,242 19

20. Tablica zamiany metrów, wzgl. km na sażenie, wzgl. wiorsty.

m, m ² , m ³	sażeni	saż. kw.	saż. sz.	km, km ²	wiorst	wiorst k.
1	0,4687	0,219 68	0,102 96	1	0,937 4	0,878 72
2	0,9374	0,439 36	0,205 93	2	1,874 8	1,757 44
3	1,4061	0,659 04	0,308 89	3	2,812 2	2,636 15
4	1,8748	0,878 72	0,411 86	4	3,749 6	3,514 87
5	2,3435	1,098 40	0,514 82	5	4,687 0	4,393 59
6	2,8122	1,318 08	0,617 78	6	5,624 4	5,272 31
7	3,2809	1,537 76	0,720 75	7	6,561 8	6,151 03
8	3,7496	1,757 44	0,823 71	8	7,499 2	7,029 75
9	4,2183	1,977 12	0,926 67	9	8,436 6	7,908 46

21. Tablica zamiany czetwerci i wiader na hektolitry i odwrotnie.

1	2	3	4	5	6	7	8	9 czetwerci =
2,0990	4,1980	6,2971	8,3961	10,4951	12,5941	14,6931	16,7922	18,8912 hektolitrow.

1	2	3	4	5	6	7	8	9 wiader =
0,1230	0,2460	0,3690	0,4920	0,6149	0,7379	0,8609	0,9839	1,1069 hektolitrow.

1	2	3	4	5	6	7	8	9 hektolitrow =
0,4764	0,9528	1,4292	1,9057	2,3821	2,8585	3,3349	3,8113	4,2877 czetwerci;
8,131	16,262	24,392	32,523	40,654	48,785	56,916	65,046	73,177 wiader.

g. Tablice zamiany miar nowopolskich na rosyjskie i odwrotnie.

22. Tablica zamiany łokci now opolskich na arszyny i odwrotnie.

Łokie, łokie kw. łokie sz.	arszyn- nów	arszynów kw.	arszynów sześć.	Arszyny, arszyn. kw. arszyn. sz.	łokci	łokci kw.	łokci sześć.
1	0,8099	0,655 96	0,531 27	1	1,2347	1,524 48	1,882 28
2	1,6198	1,311 92	1,062 54	2	2,4694	3,048 97	3,794 56
3	2,4297	1,967 88	1,593 81	3	3,7041	4,573 45	5,646 84
4	3,2397	2,623 84	2,125 08	4	4,9388	6,097 94	7,529 12
5	4,0496	3,279 80	2,656 35	5	6,1735	7,622 42	9,411 40
6	4,8595	3,935 76	3,187 62	6	7,4082	9,146 90	11,293 68
7	5,6694	4,591 72	3,718 89	7	8,6429	10,671 39	13,175 96
8	6,4793	5,247 68	4,250 16	8	9,8776	12,195 87	15,058 24
9	7,2892	5,903 64	4,781 43	9	11,1123	13,720 35	16,940 52

23. Zamiana sążni nowopolskich na sażenie rosyjskie i odwrotnie

uskutecznia się podług tablicy 22, ponieważ stosunek sążnia do sażenia jest ten sam jak łokcia do arszyna: sążeni ma bowiem 3 łokcie, a sażeni 3 arszyny.

24. Tablica zamiany cali nowopolskich na werszki i odwrotnie.

Cale, cale kw. cale sześć.	werszki	werszki kw.	werszki sześć.	Werszki, wersz. kw. wersz. sz.	cali	cali kw.	cali sześć.
1	0,540	0,2915	0,1574	1	1,852	3,4301	6,3527
2	1,080	0,5831	0,3148	2	3,704	6,8602	12,7054
3	1,620	0,8746	0,4722	3	5,556	10,2903	19,0581
4	2,160	1,1662	0,6297	4	7,408	13,7204	25,4108
5	2,700	1,4577	0,7871	5	9,260	17,1504	31,7635
6	3,240	1,7492	0,9445	6	11,112	20,5805	38,1162
7	3,780	2,0408	1,1019	7	12,964	24,0106	44,4689
8	4,320	2,3323	1,2593	8	14,816	27,4407	50,8216
9	4,860	2,6238	1,4167	9	16,668	30,8708	57,1743

25. Tablica zamiany korcy nowopolskich na czwterci i odwrotnie.

1	2	3	4	5	6	7	8	9 korcy nowop. =
0,6098	1,2196	1,8294	2,4392	3,0491	3,6589	4,2687	4,8785	5,4883 czwterci.

1	2	3	4	5	6	7	8	9 czwterci =
1,6399	3,2797	4,9196	6,5594	8,1993	9,8391	11,4790	13,1189	14,7587 korcy nowopolsk

h. Tablice zamiany różnych miar polnych.

26. Tablica zamiany wzajemnej morgów nowopolskich, hektarów i dziesięcin rosyjskich.

Morgi nowop.	hektarów	dziesięcin	Hektary	morgów nowop.	dziesięcin	Dziesięciny	morgów nowop.	hektarów
1	0,559 87	0,512 47	1	1,786 12	0,915 33	1	1,951 34	1,092 50
2	1,119 74	1,024 94	2	3,572 25	1,830 66	2	3,902 68	2,185 00
3	1,679 62	1,537 41	3	5,358 37	2,746 00	3	5,854 02	3,277 50
4	2,239 49	2,049 87	4	7,144 49	3,661 33	4	7,805 36	4,370 00
5	2,799 36	2,562 34	5	8,930 61	4,576 66	5	9,756 70	5,462 50
6	3,359 23	3,074 81	6	10,716 74	5,491 99	6	11,708 04	6,555 00
7	3,919 10	3,587 28	7	12,502 86	6,407 32	7	13,659 38	7,647 50
8	4,478 98	4,099 75	8	14,288 98	7,322 65	8	15,610 72	8,740 00
9	5,038 85	4,612 22	9	16,075 10	8,237 98	9	17,562 06	9,832 50

D. Tablice zamiany wag.

27. Tablica zamiany pudów i funtów na kilogramy i odwrotnie.

Pudy	kg.	Funty	kg.	Kg.	pudów	funtów
1	16,381	1	0,409 52	1	0,061 05	2,4419
2	32,762	2	0,819 05	2	0,122 09	4,8837
3	49,143	3	1,228 57	3	0,183 14	7,3256
4	65,524	4	1,638 09	4	0,244 19	9,7674
5	81,905	5	2,047 62	5	0,305 23	12,2093
6	98,286	6	2,457 14	6	0,366 28	14,6512
7	114,667	7	2,866 67	7	0,427 33	17,0930
8	131,048	8	3,276 19	8	0,488 37	19,5349
9	147,428	9	3,685 71	9	0,549 42	21,9768

Uwaga. 1 berkowiec = 10 pudów.

28. Tablica zamiany handlowych wag angielskich na metryczne i odwrotnie.

Funty	kilogramów	Kg.	funtów	Quartery	kg.	Centnary	kg.
1	0,453 59	1	2,204 62	1	12,70	1	50,8
2	0,907 19	2	4,409 24	2	25,40	2	101,6
3	1,360 78	3	6,613 86	3	38,10	3	152,4
4	1,814 37	4	8,818 49	4	50,80	4	203,2
5	2,267 97	5	11,023 11	5	63,50	5	254,0
6	2,721 56	6	13,227 73	6	76,20	6	304,8
7	3,175 15	7	15,432 35	7	88,90	7	355,6
8	3,628 74	8	17,636 97	8	101,60	8	406,4
9	4,082 34	9	19,841 59	9	114,30	9	457,2

E. Tablice zamiany złożonych jednostek miar i wag.

a. Jednostki iloczynów wagi i długości (pracy mechanicznej).

29. Tablica zamiany stopofuntów angielskich i rosyjskich na kilogramometry i odwrotnie.

Stopofunty angielskie	kgm	Stopofunty rosyjskie	kgm	Kgm	stopofuntów	
					angielskich	rosyjskich
1	0,138 25	1	0,124 82	1	7,233 I	8,011 5
2	0,276 51	2	0,249 64	2	14,466 3	16,023 0
3	0,414 76	3	0,374 46	3	21,699 4	24,034 5
4	0,553 02	4	0,499 28	4	28,932 6	32,046 0
5	0,691 27	5	0,624 10	5	36,165 7	40,057 5
6	0,829 52	6	0,748 92	6	43,398 8	48,068 9
7	0,967 78	7	0,873 75	7	50,632 0	56,080 4
8	1,106 03	8	0,998 57	8	57,865 1	64,091 9
9	1,244 28	9	1,123 39	9	65,098 3	72,103 4

30. Tablica porównawcza różnych jednostek pracy mechanicznej.

Jednostki porównywane	angiel- skich	rosyj- skich	austriac- kich	pruskich	szwedz- kich
1 kgm = stopofuntów	7,233 I	8,011 5	5,648 9	6,372 4	7,923 6
1 stopofunt = kgm	0,138 3	0,124 8	0,177 0	0,156 9	0,126 2

31. Tablica zamiany koni parowych różnych krajów na MK metryczne i odwrotnie.

Konie parowe poszcze- gólnych krajów	Wartość w MK metrycznych (75 kgm/sek) dla koni parowych:				MK me- tryczne (po 75 kgm/sek)	Wartość w koniach parowych:			
	angiel- skich	rosyj- skich	austriac- kich	prus- kich		angiel- skich	rosyj- skich	austriac- kich	prus- kich
1	1,014	0,999	1,015	1,004	1	0,986	1,001	0,985	0,996
2	2,028	1,997	2,030	2,009	2	1,973	2,003	1,971	1,991
3	3,042	2,996	3,045	3,013	3	2,959	3,004	2,956	2,987
4	4,056	3,994	4,060	4,017	4	3,945	4,006	3,941	3,983
5	5,070	4,993	5,075	5,022	5	4,932	5,007	4,927	4,979
6	6,083	5,992	6,089	6,026	6	5,918	6,009	5,912	5,974
7	7,097	6,990	7,104	7,030	7	6,904	7,010	6,897	6,970
8	8,111	7,989	8,119	8,034	8	7,890	8,012	7,882	7,966
9	9,125	8,987	9,134	9,039	9	8,877	9,013	8,868	8,961

32. Tablica porównawcza mocy konia parowego (mechanicznego) w różnych krajach, oraz kilowata i kgm/sek.

Jednostki mocy	MK metrycznych	koni par. ang.	koni par. rosyjsk.	koni par. austr.	koni par. prusk.	kilowatów	kgm/sek
MK metryczny = 75 kgm/sek.	1	0,986	1,0015	0,985	0,996	0,736	75
Koń parowy angielski = 550 stopofuntów/sek.	1,014	1	1,015	0,999	1,009	0,746	76,0
Koń parowy rosyjski = 600 stopofuntów/sek.	0,998	0,985	1	0,984	0,994	0,735	74,9
Koń parowy austriacki = 430 stopofuntów/sek.	1,015	1,001	1,016	1	1,011	0,747	76,1
Koń parowy pruski = 480 stopofunt/godz.	1,004	0,991	1,006	0,990	1	0,739	75,3
Kilowat = 1000 watów = 1000 voltamperów	1,359	1,340	1,361	1,339	1,353	1	101,9
Kilogramometr/sekundę	0,013 33	0,013 15	0,013 35	0,013 14	0,013 28	0,009 81	1

b. Jednostki ilorazów wagi i długości.

33. Tablica zamiany rosyjskich: pudów/sażeny, funtów/stopy i funtów/cal na metryczne i odwrotnie.

Pudy sażen	kg m	Funty stopę	kg m	Funty cal	kg m	Kg m	pudów sażen	funtów stopy	funtów cal
1	7,6777	1	1,3436	1	16,1232	1	0,1302	0,7443	0,062 02
2	15,3555	2	2,6872	2	32,2464	2	0,2605	1,4885	0,124 04
3	23,0332	3	4,0308	3	48,3696	3	0,3907	2,2328	0,186 07
4	30,7109	4	5,3744	4	64,4928	4	0,5210	2,9770	0,248 09
5	38,3887	5	6,7180	5	80,6160	5	0,6512	3,7213	0,310 11
6	46,0664	6	8,0616	6	96,7392	6	0,7815	4,4656	0,372 13
7	53,7442	7	9,4052	7	112,8624	7	0,9117	5,2099	0,434 15
8	61,4219	8	10,7488	8	128,9856	8	1,0420	5,9541	0,496 18
9	69,0996	9	12,0924	9	145,1088	9	1,1722	6,6984	0,558 20

c. Jednostki ilorazów wagi i powierzchni (np. ciśnień, prężności, naprężeń i t. p.).

34. Tablica zamiany: funtów/cal kw. ang. i ros., atmosfer starych i ciśnień w mm sł. rt. na atmosfery nowe, czyli kg/cm².

Funty ang. cale kw.	kg cm ²	Funty ros. cale kw.	kg cm ²	Atmosfery stare 760 mm sł. rt.	kg cm ²	Milimetry sł. rt.	kg cm ²
1	0,0703	1	0,0635	1	1,0333	1	0,001 36
2	0,1406	2	0,1270	2	2,0666	2	0,002 72
3	0,2109	3	0,1904	3	3,0999	3	0,004 08
4	0,2812	4	0,2539	4	4,1332	4	0,005 44
5	0,3516	5	0,3174	5	5,1665	5	0,006 80
6	0,4219	6	0,3809	6	6,1998	6	0,008 16
7	0,4922	7	0,4444	7	7,2331	7	0,009 52
8	0,5625	8	0,5078	8	8,2664	8	0,010 88
9	0,6328	9	0,5713	9	9,2997	9	0,012 24

35. Tablica zamiany kg/cm² na inne jednostki ciśnienia lub t. p.

Kg cm ²	fun. ang. cal kw.	fun. ros. cal kw.	atmosfer star. po 760 mm śł. rt.	stupa rt. mm	Wzajemne stosunki jednostek metrycznych
1	14,223	15,753	0,9678	735,5	1 kg/cm ² = 10 t/m ²
2	28,445	31,507	1,9356	1471,0	= 10000 kg/m ²
3	42,668	47,260	2,9033	2206,5	= 10 m st. wodnego
4	56,891	63,013	3,8711	2942,0	= 10000 mm st. wodn.
5	71,114	78,767	4,8389	3677,6	1 kg/m ² = 1 mm stupa wodnego
6	85,336	94,520	5,8067	4413,1	przy 4° C. Przy 10° C natomiast:
7	99,559	110,273	6,7745	5148,6	1 mm st. rt. = 13,5715 mm st. wody
8	113,782	126,027	7,7422	5884,1	1 mm st. wody = 0,07368 mm st. rt
9	128,004	141,780	8,7100	6619,6	

36. Tablica zamiany pudów/sażen kw. i pudów/stopy kw. na kg/m² i odwrotnie.

Pudy saż. kw.	kg m ²	Pudy st. kw.	kg m ²	Kg m ²	pudów saż. kw.	pudów st. kw.	Wzajemne stosunki
1	3,599	1	176,3	1	0,2779	0,0057	
2	7,197	2	352,7	2	0,5558	0,0113	1 pud = 1/40 puda
3	10,796	3	529,0	3	0,8337	0,0170	1 saż. kw. = 1/40 st. kw.
4	14,394	4	705,3	4	1,1116	0,0227	
5	17,992	5	881,6	5	1,3895	0,0284	1 pud = 49 pud.
6	21,591	6	1058,0	6	1,6673	0,0340	1 t/m ² = 1000 kg/m ²
7	25,190	7	1234,3	7	1,9452	0,0397	1 kg/m ² = 0,001 t/m ²
8	28,788	8	1410,6	8	2,2231	0,0454	
9	32,387	9	1587,0	9	2,5010	0,0510	

d. Jednostki ilorazów wagi i objętości (ciężkości właściwych).

37. Tablica zamiany funtów ros./cale sześć., funtów ros./stopy sześć. i pudów/sażen sześć. na kg/l (czyli na ciężkość właściwą) i odwrotnie.

Fundy ros. cale sz.	kg/l ciężkość wł.	Fundy ros. stopy sz.	kg/l ciężkość wł.	Pudy sażen sz.	kg/l ciężkość wł.	Kg/l ciężkość wł.	fundy ros. cale sz.	fundy ros. stopy sz.	pudy sażenie sz.
1	24,99	1	0,014 46	1	0,001 687	1	0,040 01	69,14	592,9
2	49,98	2	0,028 93	2	0,003 373	2	0,080 03	138,28	1185,8
3	74,98	3	0,043 39	3	0,005 060	3	0,120 05	207,43	1778,7
4	99,97	4	0,057 85	4	0,006 747	4	0,160 06	276,57	2371,6
5	124,96	5	0,072 31	5	0,008 433	5	0,200 08	345,71	2964,5
6	149,95	6	0,086 78	6	0,010 120	6	0,240 09	414,85	3557,4
7	174,95	7	0,101 24	7	0,011 807	7	0,280 10	483,99	4150,3
8	199,94	8	0,115 70	8	0,013 493	8	0,320 11	553,14	4743,2
9	224,93	9	0,130 17	9	0,015 180	9	0,360 13	622,28	5336,0

38. Tablica zamiany funtów ros./korzec i funtów ros./czetwierec na kg/l (czyli na ciężkości właściwe) i odwrotnie.

Funt. ros. korzec	kg/l ciężkość wł.	Funt. ros. czetwierec	kg/l ciężkość wł.	Kg/l ciężkość wł.	funt. ros. korzec	funt. ros. czetwierec
1	0,003 20	1	0,001 95	1	312,6	512,6
2	0,006 40	2	0,003 90	2	625,1	1025,1
3	0,009 60	3	0,005 85	3	937,7	1537,7
4	0,012 80	4	0,007 80	4	1250,2	2050,2
5	0,016 00	5	0,009 76	5	1562,8	2562,8
6	0,019 20	6	0,011 71	6	1875,4	3075,3
7	0,022 40	7	0,013 66	7	2187,9	3587,9
8	0,025 60	8	0,015 61	8	2500,5	4100,4
9	0,028 79	9	0,017 56	9	2813,0	4613,0

Wzajemne stosunki ciężkości właściwych, wyrażonych w układzie metrycznym:

1 kg/l = 1 t/m³ = 1 g/cm³

1 kg/l = 100 kg/hl = 1000 kg/m³

1 kg/hl = 0,01 kg/l = 10 kg/m³

e. Ciężkości rozmaitych układów.

39. Tablica zamiany ciężkości angielskich (funt-Fahrenheitowych) i rosyjskich (funt-Celsiuszowych i funt-Beaumurow.) na ciężkości metryczne.

Ciężkości		Ciężkości		Ciężkości		Ciężkości			
funt. ang. Fahrenheit	kg-Cels.	funt. ros. Cels.	kg-Cels.	funt. ros. Beaum.	kg-Cels.	funt. ang. Fahrenheit	funt. ros. Celsiusz	funt. ros. Beaumur	
1	0,2520	1	0,4095	1	0,5119	1	3,968	2,442	1,953
2	0,5040	2	0,8190	2	1,0238	2	7,936	4,884	3,907
3	0,7560	3	1,2286	3	1,5357	3	11,904	7,326	5,860
4	1,0080	4	1,6381	4	2,0476	4	15,872	9,767	7,814
5	1,2600	5	2,0476	5	2,5595	5	19,840	12,209	9,767
6	1,5120	6	2,4571	6	3,0714	6	23,808	14,651	11,721
7	1,7640	7	2,8667	7	3,5833	7	27,776	17,093	13,674
8	2,0160	8	3,2762	8	4,0952	8	31,744	19,535	15,628
9	2,2680	9	3,6857	9	4,6071	9	35,712	21,977	17,581

II. WYNAGRODZENIE ZA PRACE TECHNICZNE.

Streszczenie postanowień niemieckiego Związku Towarzystw inżynierów i budowniczych.

I. Zasady.

1. Poniższe prace wynagradzają się dodatkowo, a więc nie są one objęte sumami, obliczanymi na zasadzie odsetek od kosztu wykonania całej budowli lub t. p.:

a) Zebranie danych, niezbędnych do projektu lub budowy, jako to: wyciągi z katastru, dane statystyczne, pomiary i poziomowanie placu, pomiary budowli istniejących, badanie gruntu, roboty wiertnicze, pomiary wód, rozbiory chemiczne i t. p.

b) Projekty dodatkowe na złady: ogrzewalne, przewietrzające, wodociągowe, kanalizacyjne, elektryczne, i wogóle dotyczące oświetlenia.

c) Dozór miejscowy nad budowlą, a więc wynagrodzenie dozorców, stróży i t. p.

d) Utrzymanie biura budowlanego, wraz z kosztami druków, odbitek, kosztami zdawania robót i dostaw, a również wraz z kosztami pomiarów, niezbędnych do sprawdzenia rachunku.

e) Wynagrodzenie pomocnika, prowadzącego nadzór nad budową, a w przypadku, gdy pomocnik taki prowadzi jednocześnie nadzór nad kilku budowlami, część tego wynagrodzenia, obliczona w stosunku do czasu zużywanego na daną budowę.

f) W budynkach prace inżynierów do obliczeń statycznych i do urządzeń mechanicznych, a naodwrot w budowlach inżynierskich opracowanie części artystycznej, oraz wynagrodzenia dopraszanych specjalistów.

g) Wybór, kupno albo sprzedaż placów lub budowli, oraz załatwianie kwestyi prawnych.

h) Niezbędne przejazdy.

i) Sporządzenie rysunków budowli wykończonych, wraz z niezbędnymi do tego pomiarami.

2. Poniższe normy wynagrodzenia nie dotyczą: ekspertyz, ocen, rozsądzeń polubownych, obliczeń statycznych, opracowań artystycznych i t. p., które należy wynagradzać w zależności od potrzebnego do nich nakładu czasu i pracy umysłowej, od zawodowego stanowiska wykonawcy, oraz od doniosłości przedmiotu.

3. Za prace, wynagradzane podług czasu na nie zużytego, liczy się:

za pierwszą godzinę 20 marek,

za godziny dalsze po 5 " .

4. Za każdy rozpoczęty dzień, zużyty na przejazd w obrębie granic państwa, liczy się dzionka 30 marek, niezależnie od właściwych kosztów przejazdu, określonych poniżej, oraz od kosztów przewozu tłumoków i t. p. Gdy przejazd dotyczy kilku budowli, albo nawet kilku interesantów, wynagrodzenie zań oblicza się tylko jednokrotnie i rozdziela w stosunku właściwym na poszczególne budowle, wzgl. interesantów.

5. Wynagrodzenie za pomocników należy doliczać w należytem przystosowaniu do ich stanowiska.

II. Wynagrodzenie budowniczych.

1. Zasady. Wynagrodzenie budowniczego za opracowanie projektu i przeprowadzenie budowy określa się w odsetkach sumy kosztów. Wysokość tych odsetek zmniejsza się, w miarę powiększania się sumy kosztów, a odsetki te ustalono dla pięciu działów, na jakie rozgatunkowano wszelkiego rodzaju budowle. W pierwszych czterech działach odsetki te powiększają się jeszcze o pewną określoną ilość za każde 1% podwyższenia się stosunku kosztów wykończenia budowli do jej kosztów ogólnych, a to podwyższenia względnie do normy podanej w nagłówku tablicy na str. 966.

2. Działy różnych rodzajów budowli:

Dział I: Budowle fabryczne i gospodarcze, składownie, spichrze, rzeźnie, ustępy baraki i szklarnie.

Dział II: Budynki mieszkalne lub przeznaczone na stały pobyt ludzi (biura, szpitale i t. p.), nie objęte działem I-ym lub III-im, oraz wiaty targowe.

3. Tablica wynagrodzenia bndowniczych w % kosztów budowy.

1	2	3	4	5	6	7
Koszt budowy nie dosięga *):	Odsetki wynagrodzenia dla działów budowl:					
	I	II	III	IV	dla działów I do IV	V
	Odsetki zasadnicze dla				Nadwyżka na każdy % zwiększe- nia	Odsetki
	stosunku kosztów wykończenia do kosztów ogólnych:				%	
marek	20%	30%	40%	50%	%	
1 000	6,00	9,00	12,00	15,00	0,135	21,00
2 000	5,60	8,40	11,20	14,00	0,125	19,60
3 000	5,30	8,00	10,60	13,30	0,120	18,60
4 000	5,10	7,70	10,20	12,80	0,115	17,90
5 000	4,90	7,40	9,80	12,30	0,110	17,20
6 000	4,80	7,20	9,60	12,00	0,108	16,80
7 000	4,70	7,00	9,40	11,70	0,106	16,40
8 000	4,60	6,90	9,20	11,50	0,104	16,10
9 000	4,55	6,85	9,10	11,40	0,103	15,95
10 000	4,50	6,80	9,00	11,30	0,102	15,80
15 000	4,30	6,50	8,60	10,80	0,097	15,10
20 000	4,10	6,20	8,20	10,30	0,093	14,50
25 000	4,00	6,00	8,00	10,00	0,090	14,00
30 000	3,90	5,85	7,80	9,70	0,088	13,60
35 000	3,80	5,70	7,60	9,50	0,086	13,30
40 000	3,70	5,55	7,40	9,30	0,084	13,00
50 000	3,60	5,40	7,20	9,00	0,081	12,60
60 000	3,50	5,25	7,00	8,70	0,079	12,20
70 000	3,40	5,10	6,80	8,50	0,077	11,90
80 000	3,35	5,05	6,70	8,40	0,076	11,75
90 000	3,30	5,00	6,60	8,30	0,075	11,60
100 000	3,25	4,95	6,50	8,20	0,074	11,45
150 000	3,10	4,70	6,20	7,80	0,070	10,90
200 000	3,00	4,50	6,00	7,50	0,067	10,50
250 000	2,90	4,30	5,80	7,20	0,065	10,10
300 000	2,80	4,20	5,60	7,00	0,063	9,80
350 000	2,75	4,10	5,50	6,90	0,062	9,65
400 000	2,70	4,00	5,40	6,80	0,061	9,50
500 000	2,65	3,90	5,30	6,60	0,059	9,25
600 000	2,60	3,80	5,20	6,40	0,058	9,00
700 000	2,55	3,75	5,10	6,30	0,057	8,85
800 000	2,50	3,70	5,00	6,20	0,056	8,70
900 000	2,45	3,65	4,90	6,10	0,055	8,55
1 000 000	2,40	3,60	4,80	6,00	0,054	8,40
1 250 000	2,30	3,45	4,60	5,80	0,052	8,10
1 500 000	2,20	3,30	4,45	5,60	0,050	7,80
2 000 000	2,10	3,20	4,30	5,40	0,049	7,50
2 500 000	2,05	3,10	4,15	5,20	0,047	7,25
3 000 000	2,00	3,00	4,00	5,00	0,045	7,00
4 000 000	1,95	2,95	3,90	4,90	0,044	6,85
5 000 000	1,90	2,90	3,80	4,80	0,043	6,70
6 000 000	1,85	2,85	3,70	4,70	0,042	6,55
7 000 000	1,80	2,80	3,65	4,60	0,041	6,40
10 000 000	1,75	2,70	3,55	4,50	0,040	6,30

*) Gdy wynagrodzenie obliczone podług sumy istotnej jest mniejsze od obliczonego podług najbliższej, niższej sumy podziałowej (podanej w tej rubryce), to obowiązuje większe z tych dwóch wynagrodzeń.

Dział III: Kościoły, kaplice i budowle cmentarne. Szkoły wyższe, akademie, muzea i biblioteki (księżnie). Teatry i gmachy koncertowe. Giełdy. Ratusze i gmachy sejmowe. Budowle pomnikowe.

Dział IV: Pomniki, groty, altany, źródła i ławki. Ołtarze, kazalnice i t. p. Urządzenia zdobnicze w całości, a więc o ile nie są objęte działem V.

Dział V: Sprzęty domowe i wogóle przedmioty sztuki stosowanej.

4. Sposób obliczenia. Przykład.

Dom mieszkalny (a więc dział II), koszt ogólny 100 000 marek, z tego wykończenie 45 000 marek, a zatem stosunek wzajemny 45%, czyli 15% wyżej normy (30%). Z tablicy mamy: 4,95%, oraz nadwyżkę 0,074% na każdy % zwiększenia się stosunku ponad normę. Odsetka wynagrodzenia będzie zatem:

$$4,95 + 15 \cdot 0,074 = 6,06\%$$

a wynagrodzenie ogólne:

$$6,06\% \text{ od } 100\,000 \text{ mar.} = 6060 \text{ mar.}$$

5. Podział wynagrodzenia. Jeżeli jednak suma nacenu (kosztorysu) i suma sprawdzonych rachunków nie będą jednakowe, to wynagrodzenie za projekt i nacen oblicza się podług sumy nacenionej, za prowadzenie budowy natomiast podług rzeczywistej sumy kosztów. Na poszczególne czynności zaś rozdzielamy obliczoną odsetkę wynagrodzenia podług zestawienia poniższego, które wyraża w % część normy ogólnej, przypadającą na daną czynność:

Projekt	{	a) Szkic	10%	}	30%	}	40%
		b) Projekt	20%				
		c) Nacen (kosztorys)	7%		10%		
		d) Opis techniczny	3%				
Wykonanie	{	e) Rysunki wykonawcze	20%	}	40%	}	60%
		f) Rysunki szczegółów	20%				
		g) Prowadzenie budowy	20%		20%		

Przykład: Dom mieszkalny (dział II), naceniony na 100 000 mar., z których 45 000 mar. na wykończenie, a więc stosunek 45%, czyli nadwyżka 15%, jak w przykładzie z pod 4. Odsetka wynagrodzenia byłaby 6,06%, a samo wynagrodzenie 6060 mar., z których za cały projekt liczy się 40%, czyli 2424 mar.

Suma istotna okazała się wyższą, a mianowicie 120 000 mar., z których 60 000 mar. na wykończenie, co daje stosunek wzajemny 50%, czyli o 20% większy ponad normę stosunku (30%). Mamy z tablicy: odsetkę zasadniczą 4,70%, a nadwyżkę 0,07%. Odsetka całkowitego wynagrodzenia będzie zatem:

$$4,70 + 20 \cdot 0,07 = 6,1\%$$

Wynagrodzenie całkowite byłoby zatem:

$$6,1\% \text{ od } 120\,000 \text{ mar.} = 7320 \text{ mar.},$$

z którego na samo prowadzenie budowy wypada 60%, czyli 4392 mar.

Całkowite wynagrodzenie za projekt i prowadzenie budowy, w danym przypadku wyrażiliby się wzorem:

$$\frac{100\,000}{100} (4,95 + 15 \cdot 0,074) 0,40 + \frac{120\,000}{100} (4,70 + 20 \cdot 0,07) 0,60 = 6816 \text{ mar.}$$

III. Wynagrodzenie inżynierów.

Prace inżynierów, o ile dotyczą budynków zwykłych, wynagradzają się podług stawek, podanych powyżej pod II dla budowniczych. Wynagrodzenie za prace czysto inżynierskie, zależnie od rodzaju pracy, oblicza się w sposób czworaki, a mianowicie:

- 1) podług odsetek sumy kosztów;
- 2) podług jednostek długości;
- 3) podług jednostek powierzchni;
- 4) podług czasu zużytego na daną pracę.

Podział stawki. Dana stawka rozdziela się na czynności poszczególne podług zestawienia poniższego:

Wyszczególnienie prac	Część stawki, przypadająca na daną pracę, w % stawki.
a) Szkice i ocena kosztów	} 25
b) Projekt	
c) Nacen (kosztorys szczegółowy)	
d) Opis techniczny	
e) Rysunki wykonawcze	
f) Nadzór nad wykonaniem	
	30

A. Wynagrodzenie podług odsetek sumy kosztów.

Wysokość odsetki zależy od działu, do którego zalicza się dana robota, a dla każdego z tych czterech działów stawka zmniejsza się w miarę powiększania się sumy, jak to uwydatnia tablica na str. 969.

1. Działy budowlı inżynierskich.

Dział I: Drewniane ściany wsporcze, oraz mury wsporcze i odzieżowe. Mosty nieruchome do 10 m rozpiętości. Zwykle przepusty, upusty i jazy. Wszelakie roboty ziemne, wraz z rozsadzaniem skał. Wzmocnienia brzegów faszynami, wikliną, oskalowaniem lub brukiem. Pogródki prowadzące wodę i porty, lecz bez budowlı. Zwykle drogi. Sieci przewodów elektrycznych i wodociągowych.

Dział II: Niezawile stacje kolejowe, posiadające po więcej niż po dwie bocznice na każdy tor główny, mniejsze bowiem stacje co do wynagrodzenia zaliczają się do szlaku kolejowego, za który znów wynagrodzenie oblicza się z km. Podziemne zbiorniki na ciecze. Mosty nieruchome, 10 do 30 m rozpiętości. Kanalizacje i odwodnienia miast. Zawilsze upusty, przepusty i jazy stałe, oraz prostsze jazy ruchome. Budowle fabryczne wraz z urządzeniem mechanicznem. Promy zwykle. Regulacje rzek, kanały spławne i porty wraz z przynależnymi budowlami zwykłymi i szluzynami. Gazownie, ich przynależności. Posadowienia z wyjątkiem posadowień pod powietrzem sprężonym i w gruncie zamrażanym. Złady ogrzewcze i przewietrzające, elektryczne, wodociągowe, ściekowe i gazowe. Proste zeszkłady w budynkach. Urządzenia do pozyskania, czyszczenia i zebrania zapasów wody i do jej rozprowadzania na cele przemysłowe i inne, a więc mniejsze przetamowania dolin, czerpanie wody i t. p. Zbożownie mechaniczne (silo). Drogi trudniejsze. Nadbrzeżne mury wsporcze, o trudniejszym posadowieniu. Tunele w wykonaniu mniej zawile.

Dział III: Zawilsze stacje kolejowe i tory przyłączne. Nadziemne zbiorniki na gaz i wodę, oraz akwedukty. Mosty ruchome i podwójne. Zawilsze zeszkłady w budynkach. Ukończone mosty sklepione z ciosów, które trzeba szczególnie obrysowywać. Mosty ponad 30 m rozpiętości lub ustroju trudniejszego. Promy podociągowe. Posadowienia pod powietrzem sprężonym, oraz w gruncie zamrażanym. Pochylnie. Podnośnice statków. Zawilsze przepusty pogrodowe, okreciarnie, oraz doki pływające i zwykle. Przetamowania większych dolin. Wysokie wiadukty. Tunele bardziej zawile. Jazy ruchome, trudniejszego ustroju.

Dział IV: Złady maszynowe wszelakiego rodzaju, a więc: Złady do przeróbki odpadków, na wykończalnie tkanin (apretura), do odcyszczania rudy i wogóle mechaniczne urządzenia kopalniane i kuźnicze. Kotły i silniki parowe, wraz z przynależnościami (przewodami, przegrzewaczami, skraplaczami i t. p.). Dźwigi i podnośnice. Kąpiele. Pogłębiarki. Złady elektryczne i na przesył pracy powietrzem sprężonym. Kuchnie i pralnie. Odlewnie, kotłarnie i wytwornie maszyn. Złady do wiercenia skał, do obróbki drzewa i papiernicze. Urządzenia przynależne do silników wodnych. Silniki wszelkiego rodzaju. Pompy, sprężarki, dmuchawy i przewietrzniki. Mechaniczne urządzenia rolnicze. Młeczarnie, młyny, słodownie, gorzelnie, browary i cukrownie. Cementownie, koksarnie i wogóle urządzenia piecowe do celów przemysłowych. Pędnie wszelkiego rodzaju. Tłoczarki. Przyrządy przewozowe i statki. Złady przędzalnicze i tkackie. Suaszarnie i wogóle wszelkie urządzenia i złady czysto mechaniczne.

2. Tablica wynagrodzenia inżynierów w % kosztów budowy.

Suma kosztów *) nie osiąga marek	Dział				Suma kosztów *) nie osiąga marek	Dział			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
5 000	8,0	12,0	16,0	16,0	200 000	3,4	5,2	7,5	5,5
10 000	6,7	10,5	13,4	13,4	300 000	3,2	4,8	6,8	4,9
20 000	5,8	8,7	11,7	11,7	400 000	3,2	4,6	6,4	4,6
30 000	5,3	7,9	10,6	10,6	500 000	3,2	4,4	6,5	4,4
40 000	4,9	7,4	9,9	9,9	600 000	3,2	4,3	5,6	4,3
50 000	4,7	7,0	9,5	9,3	700 000	3,1	4,2	5,3	4,2
60 000	4,5	6,8	9,2	8,8	800 000	3,1	4,1	5,2	4,1
70 000	4,3	6,5	9,0	8,4	900 000	3,0	4,1	5,1	4,1
80 000	4,1	6,3	8,8	8,0	1 000 000	3,0	4,0	5,0	4,0
90 000	4,0	6,2	8,6	7,7	2 000 000	2,7	3,6	4,5	3,6
100 000	3,9	6,0	8,5	7,3	3 000 000	2,4	3,2	4,0	3,2
150 000	3,5	5,6	7,9	6,2					

B. Wynagrodzenie za prace obliczane podług jednostek długości.

Ten sposób obliczenia stosuje się głównie do dróg, tam, kanałów i kolei. Zależnie od trudności terenu i zawłości projektu, liczy się wynagrodzenie za każdy km:

drogi, tamy lub grobli po 800 do 2400 marek;

kanału lub kolei po 1200 do 3600 marek.

Stawki powyższe obejmują w sobie wynagrodzenie za prace przedwstępne i za projekt ostateczny.

Do prac przedwstępnych zaliczamy: objazd szlaku, wrysowanie szlaku w mapy istniejące, zazwyczaj w mapy wydawane przez sztab generalny, wykreślenie przekroju podłużnego na zasadzie uskutecznionego poziomowania, opis techniczny, wreszcie ocenę kosztów.

Do projektu szczegółowego zaliczamy: sporządzenie planu bądźto na zasadzie map istniejących, bądźto z ich dopełnieniem, bądź też wreszcie wyłącznie na zasadzie pomiarów dokonanych: przekrój podłużny i niezbędne przekroje poprzeczne; projekty normalne budowli częściej się powtarzających; wrysowanie budowli w plan i w przekroje; opis techniczny i nacen (kosztorys).

Projekty budowli, nie dające się wykonać podług projektów normalnych, wynagradzają się dodatkowo na zasadzie odsetek sumy ich kosztów, zgodnie z danymi poprzedniego rozdziału A.

C. Wynagrodzenie za prace obliczane podług jednostek powierzchni.

Ten sposób obliczenia stosuje się przeważnie do projektów zabudowania miast, oraz do projektów nawadniania i odwadniania rolnych. Zależnie od trudności miejscowych i zawłości projektu liczy się wynagrodzenie za każdy hektar:

w projektach zabudowania miasta 20 do 60 marek;

w projektach na nawadnianie i odwadnianie roli po 30 do 90 marek.

Projekt zabudowania miasta obejmuje: szkic z oceną kosztów i opisem, oraz projekt szczegółowy, lecz bez nacen (kosztorysu), a jeśli żądaniem jest wykonanie tylko pierwszej części prac powyżej wspomnianych, to wypada na nią połowa owego wynagrodzenia.

*) Gdy wynagrodzenie obliczone podług sumy istotnej jest mniejsze od obliczonego podług najbliższej, niższej sumy przedziałowej (podanej w tej rubryce), to obowiązuje większe z tych dwóch wynagrodzeń.

III. PATENTY NA WYNALAZKI*).

I. Rys historyczny.

Zaczątek praw patentowych znajdujemy w przywilejach, jakie król angielski nadawał na wyłączny ożysek pomysłów i wynalazków; Anglia też była pierwszym państwem, posiadającym prawo, dotyczące patentów. Pierwotnie król, na mocy prawa zwyczajowego, udzielał wszelkich przywilejów w drodze łaski tak, że nawet wynalazca nie mógł prawnie wymagać wydania mu przywileju. Parlament uchwałą z roku 1623 ograniczył prawa królewskie na wydawanie przywilejów wogóle, pozostawiając jedynie przywileje na wprowadzenie i ożysek nowych wynalazków, a więc było to pierwsze prawo, dotyczące patentów na wynalazki. Podług tego prawa było obojętnem, czy wynalazek zrobił sam starający się o patent, czy też zaczerpnął go z zagranicy. Chodziło tylko o wzbogacenie przemysłu krajowego przez nadanie starającemu się o patent prawa do wyłącznego ożykiwania wynalazku.

We Francyi cechy dały początek prawu patentowemu. Pierwotnie wszelki wynalazek stawał się własnością tego cechu, w którego zakres wchodził. W miarę jednak powstawania nowych cechów okazało się, że w jednym i tym samym wynalazku zainteresowanych było kilka cechów, z których każdy czuł zazdrośnie nad zachowaniem przepisanych granic swych zdobyczy przemysłowych. Wynikające stąd sprzeczki i niesnaski skłoniły wreszcie rząd francuzki do odebrania cechom prawa ożyku wynalazków i do przelania tych praw na tego, który się o ich przyznanie starać będzie. Współudział rządu polegał tutaj jedynie na udzieleniu patentu na wynalazek, bez wszelkiej rękojmi, czy ów wynalazek był istotnie nowym, oraz czy zgłaszający się o patent był rzeczywiście właścicielem wynalazku.

Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, wzorując się na prawie angielskiem, wprowadziły jednak zasadę, że patent należy przyznać dopiero po stwierdzeniu nowości i użyteczności wynalazku.

Zasady tych trzech praw patentowych są wątkiem, na którym rozwijały się prawa patentowe państw kulturalnych: Francya i inne państwa romańskie pozostały przy starem prawie francuskiem; natomiast inne państwa poszły raczej śladem Stanów Zjednoczonych i ustanowiły tak doskonałe prawa patentowe, jakie spotykamy obecnie, np. w Niemczech, Austrii, Szwecyi, Norwegii, Danii i Rosyi.

Prawa patentowe poszczególnych państw kształtowały się i rozwijały bądźto na jednej, bądźżeż na drugiej z poniższych dwóch zasad: 1) udzielanie patentów bez sprawdzania nowości wynalazku i 2) udzielanie patentów dopiero po uprzednim sprawdzeniu nowo-

*) Rozdział niniejszy dla Technika opracował inż. Kazimierz Ossowski, właściciel biur patentowych w Berlinie i w Petersburgu.

ci wynalazku i jego nadawania się do opatentowania. Te dwie zasady główne uległy następnie jeszcze pewnym odmianom.

II. Zasady udzielania i ozysku patentów.

1. Udzielanie patentów **bez uprzedniego sprawdzania** tak nowości wynalazku, jakoteż czy nadaje się on wogóle do patentowania, ustanowiono we większości państw romańskich, do których w pierwszym rzędzie można zaliczyć Francję, Włochy, Belgię, Hiszpanię i Portugalję, następnie państwa romańskie Ameryki. W państwach tych istnieją tylko pewne przepisy co do formy zgłaszania się o patent, przy których zachowaniu, patent zostaje udzielony. Kwestyę zaś, czy starający się o patent miał do tego prawo, jak również kwestyę nowości, jednolitości wynalazku i t. p. rozstrzygają sądy po wniesieniu skargi przez osobę zainteresowaną. Prawodawca przewiduje wprawdzie powody umiawniające patent, jednakże stwierdzić owe powody można jedynie sądownie.

2. Udzielanie patentów **bez uprzedniego sprawdzania nowości**, jednakże dopiero **po uprzednim obwieszczeniu** o zgłoszenie się, ustanowiły jedynie Węgry. Obwieszczenia te wzięły początek w Anglii i mają na celu umożliwienie zainteresowanym protestowania przeciw udzieleniu patentu na wynalazek nienowy, na nienadający się do opatentowania, na opisany niejasno lub w sposób, któryby mógł wprowadzać w błąd, wreszcie na nieprawnie przywłaszczony. W przypadku w końcu wspomnianym prawo do protestu przysługuje tylko poszkodowanym. Protestować można w przeciągu 60 dni od obwieszczenia, w którym to okresie czasu opis i rysunek wynalazku wykładają się na widok publiczny. Jeżeli nikt nie wniesie protestu słusznego, następuje wydanie patentu.

3. Udzielanie patentów **po uprzednim sprawdzeniu** tak nowości wynalazku, jakoteż czy jego przedmiot nadaje się wogóle do opatentowania, lecz **bez uprzedniego obwieszczenia**, ustanowiono w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, w Kanadzie, Szwajcaryi, Rosyi i Japonii. Urzędy patentowe, oprócz rosyjskiego, przed wydaniem postanowienia ostatecznego, zawiadamiają wynalazcę o nasuwających się wątpliwościach co do nadawania się wynalazku do opatentowania i dają mu możność zabierania głosu w tej sprawie. O ile wynalazek okaże się nowym i nadającym do opatentowania, następuje wydanie patentu. W przeciwnym zaś razie następuje odmowa udzielenia patentu, przeciw której atoli starający się ma prawo wnieść zażalenie do wyższej instancji, wzgl. jak w Stanach Zjednoczonych, stopniowo do kilku.

4. Udzielanie patentów **po uprzednim sprawdzeniu nowości** wynalazku i jego nadawania się do opatentowania, oraz **po uprzednim obwieszczeniu**, wprowadziło niemieckie prawo patentowe z r. 1877. Śladem tym poszły: Austria, Dania, Szwecya, Norwegia, Finlandia, i w ostatnim czasie Anglia. W państwach tych, jeżeli sprawdzania wypadną pomyślnie, następuje obwieszczenie i jednoczesne wyłożenie opisu i rysunków na widok publiczny przez czas 2-ch miesięcy.

Z chwilą tego obwieszczenia korzystać może właściciel wynalazku z ochrony patentowej, którą jednak traci, jeżeli patent na mocy słusznego protestu zostanie odmówiony.

Uwaga. Warunkiem rozpoczęcia sprawdzania w przypadkach 3. i 4., a obwieszczenia w przypadku 2., jest forma podania, odpowiadająca przepisom, a zgodność ta sprawdza się uprzednio.

5. **Prawo do uzyskania patentu** przysługuje w jednych państwach tylko samemu wynalazcy, w innych pierwszemu ze zgłaszających się, a żądać patentu mogą zazwyczaj osoby zarówno fizyczne jak i prawne.

6. **Do opatentowania nadają się wogóle** wynalazki nowe i bądźto użyteczne, bądźteż dające się zużytkować w przemyśle. Od opatentowania wyłączają się przeważnie: 1) wynalazki sprzeciwiające się prawom i dobrem obyczajom; 2) odkrycia naukowe; 3) przedmioty spożywcze, lekarstwa i wytwory chemiczne (natomiast sposoby i przyrządy do wytwarzania wspomnianych przedmiotów podlegają zazwyczaj ochronie); 4) wynalazki już opatentowane, albo znane przez ogłoszenie w druku, lub też jawnie w kraju stosowane przed dniem zgłoszenia się. Na mocy traktatów, zawartych pomiędzy Niemcami, Austro-Węgrami, Szwajcaryą i Włochami, oraz na mocy Związku Międzypaństwowego, wynalazcy, zamieszkujący w jednym z odnośnych państw, korzystać mogą z pewnych ulg co do praw pierwszeństwa w państwach pozostałych.

7. **Starania o patent, wymagane papiery i opłata.** Starania o udzielenie patentu może prowadzić zazwyczaj tylko mieszkaniec danego państwa, a zastępca powinien mieć upoważnienie, które w wielu państwach musi być odpowiednio poświadczone. W celu uzyskania patentu należy wnieść do Urzędu Patentowego podanie, wraz z opisem wynalazku, a w razie potrzeby i z rysunkiem, oraz uiścić przepisaną opłatę. Model przedstawia się ponajczęściej tylko na żądanie Urzędu. Opis i rysunek powinny dokładnie przedstawiać przedmiot wynalazku, i być zgodne tak z prawem patentowym, jak i z przepisami Urzędu Patentowego. Opis, a zwłaszcza żądanie patentowe, t. j. streszczenie tego, co ma podlegać ochronie, trzeba starannie tak obmyślić i opracować, aby uzyskać patent w możliwie szerokich granicach i zabezpieczyć się tym sposobem zarówno od naśladownictwa, jak i od wyzyskania idei wynalazku przez osoby postronne.

8. **Patenty dodatkowe** istnieją we wielu państwach, a udzielają się one właścicielowi patentu głównego, a mianowicie na uzupełnienia, które rozszerzają granice pierwotnego patentu. Patenty dodatkowe, podlegające tylko **jednorazowej**, względnie niewielkiej opłacie, zależne są od patentów głównych i razem z nimi tracą swą moc prawną.

9. **Znaczenie patentu.** Właściciel patentu posiada wyłączne prawo ożysku i sprzedaży opatentowanego przedmiotu. Wszelkich naruszeń tego prawa można dochodzić sądownie. Patent można odstąpić osobom innym bądźto w całości, bądźteż na prawach licencji, a nawet przekazać spadkobiercom.

10. **Patenty utrzymują się w mocy** przez wnoszenie z góry rocznych opłat w terminach określonych, lub opłat za kilka lat odrazu. Wysokości tych opłat podajemy w tablicy na str. 974 i 975. Poza tem prawa patentowe wielu państw wymagają wprowadzenia wynalazku w użycie w obrębie danego państwa w terminie określonym.

11. **Patent traci zazwyczaj moc:** 1) po upływie terminu, na jaki został wydany; 2) skutkiem zrzeczenia się przywileju przez właściciela; 3) wskutek nieopłacenia opłat rocznych w czasie określonym; 4) z powodu niewprowadzenia wynalazku w użycie w przepisany czas; 5) przez unieważnienie lub cofnięcie. Skarga o unieważnienie może się wogóle opierać na tem, że wynalazek nie nadawał się do opatentowania, lub na tem, że przywłaszczył go sobie bezprawnie starający się o patent, a w tym przypadku prawo do wniesienia zażalenia przysługuje zazwyczaj wyłącznie tylko poszkodowanemu.

III. Przegląd praw patentowych w poszczególnych państwach.

1. **Austria.** Patrz streszczenie pod VI. C.

2. **Anglia.** Patent trwa 14 lat. Opłaty coroczne. Opłatę za pierwsze 4 lata należy wnieść z góry. Można albo wyjednać nasamprzód patent tymczasowy z terminem 6-cio miesięcznym i następnie dopiero starać się o patent ostateczny, albo też starać się odrazu o patent ostateczny. Wprowadzenie wynalazku w użycie nie obowiązuje. Dodatkowych patentów niema. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu, lecz tylko z uwzględnieniem patentów angielskich z ostatnich 50 lat. Upoważnienia zastępcy poświadczają nie potrzeba; podpis dwukrotny (całkowite imię i nazwisko).

3. **Belgia.** Patent trwa 20 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w przeciągu 1-go roku od rozpoczęcia ożysku w któremkolwiek z państw zagranicznych i następnie co rok ponawiane. Dodatkowe patenty wydają się. Nowość wynalazku nie podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczają nie potrzeba.

4. **Dania.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych 3 lat i co rok ponawiane. Dodatkowe patenty wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczają nie potrzeba.

5. **Finlandia.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych 3 lat i co rok ponawiane. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Upoważnienie zastępcy musi być poświadczone przez reagenta.

6. **Francya.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych 2 lat i co dwa lata ponawiane. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku nie podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczają nie potrzeba.

7. **Hiszpania.** Patent trwa 20 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych 3 lat i co rok ponawiane. Dodatkowe patenty wydają się. Nowość nie podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczają nie potrzeba.

8. **Japonia.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczno. Wprowadzenie wynalazku w użycie w przeciągu trzech lat i co trzy lata ponawiane. Dodatkowe patenty wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczają nie potrzeba.

9. **Kanada.** Patent trwa nie dłużej niż 18 lat, lecz wydaje się na 6, 12 lub 18 lat, z opłatą z góry za czas zażądany. Patenty wydane na 6 lub 12 lat, można przedłużyć do lat 18. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych dwóch lat i co rok ponawiane. Patentów dodatkowych niema. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Opis musi być podpisany w obecności konsula angielskiego przez samego wynalazcę, który składa rodzaj przysięgi, że jest rzeczywistym wynalazcą.

10. **Niemcy.** Patrz streszczenie pod VI. B.

11. **Norwegia.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych dwóch lat i co rok ponawiane. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Upoważnienia zastępcy poświadczają nie potrzeba.

12. **Portugalia.** Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie wynalazku w użycie w ciągu pierwszych 2 lat i co rok ponawiane. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku nie podlega sprawdzaniu. Upoważnienie zastępcy musi być poświadczane przez konsula portugalskiego.

13. Rosya. Patrz streszczenie pod VI. A.

14. Stany Zjednoczone Ameryki Północnej. Patent trwa 17 lat. Opłata jednorazowa za 17 lat z góry. Wprowadzenie wynalazku w użycie nie jest wymagane. Patentów dodatkowych niema. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Zgłosić się o patent można tylko w przeciągu 1-go roku od dnia pierwszego zgłoszenia w którymkolwiek z państw zagranicznych; zgłoszenie późniejsze da patent prawomocny tylko w takim razie, jeżeli patent ten będzie ogłoszony przed wydaniem któregokolwiek z patentów zagranicznych, o który zgłoszono się na przeszło rok przed zgłoszeniem w Stanach Zjednoczonych. Jawne używanie wynalazku w kraju tylko wtenczas jest przeszkodą do uzyskania patentu, jeżeli nastąpiło wcześniej niż na dwa lata przed zgłoszeniem się o patent. Opis musi być podpisany w obecności konsula amerykańskiego przez samego wynalazcę, który składa rodzaj przysięgi, że jest rzeczywistym wynalazcą.

15. Szwajcarya. Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie patentu w użycie nie obowiązuje. Wydają się patenty tymczasowe i ostateczne. Zaleca się uzyskać nasamprzód patent tymczasowy na trzy lata i następnie dopiero zamienić go na ostateczny. Do tego wystarcza przedstawienie dowodu (np. w postaci fotografii lub modelu), że istnieje wykonany przedmiot opatentowanego wynalazku. Przy staraniu się od razu o patent ostateczny, należy również przedstawić dokładną fotografię wynalezionego przedmiotu, lub też sam przedmiot. Patenty dodatkowe wydają się. Patenty na spo-

IV. Tablica rocznych opłat patent

Uwaga: Wartość rozmaitych monet p. str. 939 i nast., Stan

Państwo	Waluta	Opłaty roczne, a mianowicie												
		1-y	2-gi	3-ci	4-ty	5-ty	6-ty	7-y	8-y	9-y	10-y	11-y	12-y	13-y
Austria	Kor.	40	50	60	80	100	120	160	200	240	280	360	440	520
Belgia	Frs.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Dania	Kor.	25	25	25	50	50	50	100	100	100	200	200	200	300
Finlandia	M. f.	30	20	20	40	40	40	50	50	50	60	60	60	70
Francya	Frs.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Hiszpania	Pes.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Luksemburg	Frs.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Niemcy	M.	30	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
Norwegia	Kor.	30	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Portugalia	Milrs.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Rosya	Rb.	15	20	25	30	40	50	75	100	125	150	200	250	300
Szwajcarya	Frs.	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Szwecya	Kor.	—	25	25	25	25	50	50	50	50	50	75	75	75
Turecy	£ tur.	—	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Węgry	Kor.	40	50	60	70	80	100	120	140	160	200	250	300	350
W. Brytania	£	za cztery pierwsze lata 20 £				5	6	7	8	9	10	11	12	13
Włochy	Lir.	40	40	40	65	65	65	90	90	90	115	115	115	140
Japonia	Jen.	10	10	10	15	15	15	20	20	20	25	25	25	30

V. Umowy międzypaństwowe, dotyczące patentów.

a. Międzypaństwowy Związek patentowy.

Do Związku międzypaństwowego, patentowego przystąpiły dotychczas: Belgia, Brazylia, Dania, Rzeczpospolita St. Domingo, Hiszpania, Stany Zjednoczone Ameryki Północnej, Francja, Wielka Brytania z Nową Zelandią, Włochy, Japonia, Niemcy, Holandia, Norwegia, Portugalia, Serbia, Szwecya, Szwajcarya i Tunis. Związek ma na celu równouprawnienie wszystkich mieszkańców państw związkowych pod względem uzyskiwania patentów i podobnego rodzaju ochron. Mieszkańcy państw, do związku należących, mają prawo, starać się o patenty w innych państwach związkowych w przeciągu jednego roku, licząc od dnia pierwszego zgłoszenia się, a to przy jednoczesnem zachowaniu praw pierwszeństwa, liczonego od dnia owego pierwszego zgłoszenia. Również rozpoczęcie ozysku wynalazków obowiązuje nie wcześniej jak w przeciągu trzech lat od dnia zgłoszenia się w danem państwie związkowem. Nadto traci moc prawną ogólny zakaz wewozu przedmiotów opatentowanych z jednego z państw związkowych do drugiego.

b. Umowa między Niemcami, Austro-Węgrami, Włochami i Szwajcaryą.

Umowa, zawarta między Niemcami, Austro-Węgrami, Włochami i Szwajcaryą, nadaje mieszkańcom wspomnianych państw prawo starania się o patenty w państwach, do umowy należących, w przeciągu trzech miesięcy od dnia udzielenia najwcześniej zgłoszonego patentu w jednym z tych państw, przy jednoczesnem zachowaniu praw pierwszeństwa, liczonego od dnia owego pierwszego zgłoszenia. Ozysk wynalazku w jednym z tych państw czyni jego ozysk zbytecznym w państwach pozostałych dla zachowania w nich praw patentowych.

VI. Streszczenie praw patentowych Rosyi, Niemiec i Austrii.

A. Rosya.

1. Wynalazca i przedmiot patentu.

a. Prawo do uzyskania patentu posiada tylko wynalazca lub prawny właściciel wynalazku. Właściciel taki, którym może też być każda osoba prawna, powinien jednak przedstawić piśmienne pozwolenie wynalazcy (p. 2 α. d). Zamieszkujący za granicą musi obrąć zastępcę w osobie osiadłej w obrębie Państwa.

b. Do opatentowania nadają się wynalazki i ulepszenia z dziedziny przemysłu i techniki. Przedmiot patentu powinien być nowy, a mianowicie bądźto w całości, bądźto w pewnych częściach, bądźteż wreszcie nową kombinacją znanych części. Prawo wyklucza od opatentowania: naukowe odkrycia i teorie; przedmioty zagrażające publicznemu porządkowi i moralności; drobne zmiany przedmiotów znanych; wytwory chemiczne; przedmioty spożywcze; środki lecznicze; sposoby i przyrządy do wytwarzania środków leczniczych (natomiast sposoby i przyrządy do wyrobu wytworów chemicznych, oraz przedmiotów spożywczych mogą stanowić przedmiot patentu); przyrządy i środki do obrony kraju na lądzie i morzu (o ile jednak przydatne i dla osób prywatnych, mogą być patentowane, wszakże patent wydany nie ogranicza swobodnego korzystania z wy-

nalazku przez Państwo). Patent nie może być przyznany na wynalazki, które przed złożeniem podania o patent były już ozykiwane w Rosyi, lub też opisane w literaturze w Rosyi lub zagranicą, względnie opatentowane na imię osoby drugiej. Właściciele zagranicznych patentów mogą jednak otrzymywać w Rosyi patent na ten sam wynalazek, o ile temu pozatem nie przeszkadza warunek co dopiero omówiony.

c. Patenty dodatkowe. Właściciel patentu udzielonego, wzgl. wynalazku przedstawionego do opatentowania, może się każdego czasu starać o patent dodatkowy na ulepszenia, lub dalsze sposoby wykonania pierwotnego wynalazku. Patent dodatkowy nie podlega opłatom rocznym, zamiast których płaci się jednorazowo rb. 20 zaraz po przyznaniu patentu; koszty uzyskania patentu dodatkowego są natomiast takie same, jak dla patentu głównego.

d. Patenty uzupełniające. Po upływie roku od dnia publikacji o wydaniu patentu, mogą i osoby postronne otrzymać patent uzupełniający, na którego ozysek niezbędnym jest jednakże zezwolenie właściciela patentu głównego. Wydawanie i utrzymywanie ich w mocy podlega przepisom ogólnym.

2. Starania o patent.

a. Prośba o przyznanie patentu i dołączniki.

a. Prośba. Prośba o udzielenie patentu na wynalazek powinna zawierać: miano wynalazku, pełne nazwisko, zawód, oraz miejsce zamieszkania podającego prośbę, spis załączników i wzmiankę o wniesieniu przepisanej prawem opłaty. Prośbę, napisaną w języku rosyjskim, należy skierować do Komitetu dla spraw technicznych we Wydziale przemysłu Ministerjum Handlu i Przemysłu i zaopatrzyć w 2 marki stemplowe po 75 kop., oraz w podpis właściciela wynalazku, wzgl. jego zastępcy.

b. Opis wynalazku dzieli się na opis właściwy i na żądania patentowe (przedmiot przywilegii), t. j. podane w końcu opisu streszczenie w jednym, lub w kilku punktach tego, co ma podlegać ochronie. Przedmiot wynalazku trzeba opisać tak, aby rzeczoznawca mógł go wykonać, nie uciekając się do przypuszczeń i domysłów. W interesie samego wynalazcy leży przedstawić taki opis, a zwłaszcza takie żądania patentowe, któreby obejmowały nie tylko samą istotę wynalazku, ale i wszelkie możliwe jego odmiany, a to w celu uniemożliwienia naśladownictwa. Opis, w języku rosyjskim, dołącza się w dwóch egzemplarzach, podpisanych przez starającego się o patent, wzgl. przez jego zastępcę; podlega on opłacie stemplowej w wysokości kop. 75 za każdy arkusz jednego egzemplarza.

c. Rysunek należy przedstawić również w dwóch egzemplarzach, z których jeden musi być na mocnym papierze rysunkowym, drugi zaś taki sam, albo na kalce pióciennnej o wymiarach papieru, wzgl. kalki: 203×330 , 406×330 , albo 609×330 mm. W odstępnie 25 mm od każdego brzegu papieru należy obwieść rysunek czarną linią i w takich też liniach czarnych wykonać cały rysunek. Do oznaczenia poszczególnych części można stosować litery alfabetu rosyjskiego, albo łacińskiego, wreszcie też cyfry arabskie. Figury oddzielne należy ponumerować bieżąco. W obrębie obwódki nie wolno stawiać żadnych napisów, oprócz oznaczenia figur literami: Fig. (po rosyjsku). Rysunki muszą być podpisane przez starającego się o patent, wzgl. przez jego zastępcę a ponad górną linią obwódki umieszcza się jako nadpis nazwisko właściciela wynalazku

d. Pozwolenie wynalazcy. Starający się o patent, a nie będący sam wynalazcą, powinien dołączyć w języku rosyjskim pozwolenie wynalazcy, poświadczone rejentalnie w kraju, zagranicą zaś przez konsula rosyjskiego.

e. Upoważnienie, poświadczone rejentalnie w kraju, zagranicą zaś przez konsula rosyjskiego, należy dołączyć w razie korzystania z usług zastępcy.

f. Kopia patentu zagranicznego. W razie istnienia wcześniejszych patentów zagranicznych, dotyczących tego samego wynalazku, należy dołączyć kopię tego z owych patentów, którego okres trwania kończy się najwcześniej, a mianowicie kopię poświadczoną przez konsula rosyjskiego. A gdy ów patent zagraniczny wydano na imię osoby trzeciej, trzeba dołączyć pozwolenie podobne, jak powyżej pod d.

g. Opłata. Kwit Kasy Państwowej na wniesione rb. 30, jest również nieodzownym dołącznikiem prośby.

β. Postępowanie w sprawach patentowych.

a. Świadcstwa ochronne. Komitet sprawdza przedewszystkiem, czy prośba wraz z dołącznikami czyni zadość przepisom pod względem formalnym, a jeżeli tak jest w istocie, to wydaje on świadectwo ochronne, na mocy którego, nie tracąc prawa do uzyskania patentu, można podawać wynalazek do publicznej wiadomości, pokazywać

i wykonywać go, przekazywać prawa, wynikające z podania patentowego, na osoby trzecie, wreszcie ostrzegać przed naśladownictwem, jednakże bez prawa otrzymania wyroku sądowego na naśladowcę. O wydaniu świadectwa ochronnego, zarówno jak i o jego unieważnieniu, w razie późniejszego odrzucenia prośby, Komitet podaje do publicznej wiadomości.

b. Zmiana opisu. W przeciągu trzech miesięcy od dnia wniesienia podania można uzupełniać i poprawiać opis, żądania patentowe i rysunki, nie zmieniając jednak, przez to istoty samego wynalazku.

c. Badanie wynalazku. Następnie sprawdza Komitet, czy wynalazek jest istotnie nowy i czy nadaje się do opatentowania, a nadto czy opis i rysunki są dostatecznie jasne i zrozumiałe. Zaznaczamy, że znaczną ilość próśb patentowych Komitet odrzuca jedynie wskutek niedostatecznie jasnego przedstawienia wynalazku.

d. Przyznanie patentu. Jeśli przedmiot podany do opatentowania czyni zadość wymaganiom przez prawo przewidzianym, to Komitet przyznaje patent, zawiadamiając o tem starającego się, i wzywając go jednocześnie do oświadczenia (w przeciągu trzech miesięcy) swej zgody na żądania patentowe, ustalone przez Komitet, oraz do przedstawienia kwitu Kasy Państwowej na wpłacone rubli 15 — za 1-szy rok trwania patentu. W razie niezgodzenia się na ustalone przez Komitet żądania patentowe, można podać zażalenie w terminie oznaczonym, również z załączeniem kwitu na rb. 15, wpłacone na rozstrzygnięcie zażalenia. Po wniesieniu opłaty rocznej starający się o patent otrzymuje dokument patentowy wraz z odbitką opisu i rysunku. O wydaniu patentu ogłasza się urzędownie.

e. Odmowa i zażalenie. Na otrzymaną odmowę przyznania patentu, którą Komitet powinien uzasadnić, można w przeciągu trzech miesięcy od daty otrzymania odmowy wnieść zażalenie (w dwóch egzemplarzach) do połączonego Komitetu dla spraw technicznych we Wydziale Przemysłu Ministerjum Handlu i Przemysłu; w zażaleniu należy się ograniczyć do odparcia zarzutów, postawionych w odmowie. Jeżeli odmowa nastąpi z powodu niejasnego opisu lub rysunku, to można przedstawić nowy opis lub dokładniejsze rysunki, nie zmieniając jednakże przytem samej istoty wynalazku. Przy zażaleniu trzeba wnieść do Kasy Państwowej rb. 15.

f. Protest. Po wydaniu świadectwa ochronnego przysługuje każdemu prawo wniesienia do Komitetu protestu przeciw wydaniu patentu, na zasadzie tego, że wynalazek był już znany, lub poprzednio już stosowany. O nieprawne przywłaszczenie wynalazku przez właściciela patentu wytacza się sprawę przed sąd, a do chwili uprawomocnienia się wyroku wydanie patentu pozostaje w zawieszeniu.

3. Prawa i obowiązki właściciela patentu.

a. Znaczenie patentu. Przyznanie patentu nie jest jeszcze dowodem ani nowości wynalazku, ani też jego wartości osyskowej; a nie jest ono też dowodem, że posiadacz patentu jest istotnym wynalazcą, lub jego prawnym następcą. W danym razie o sprawach takich wyrokuję sąd.

Właściciel patentu przez okres jego prawomocności ma wyłączne prawo ożysku i sprzedaży zabezpieczonego wynalazku. Wszelkich naruszeń tego prawa może on dochodzić sądownie z chwilą uzyskania patentu, przyczem może żądać odszkodowania i za czas od dnia ogłoszenia o wydaniu mu świadectwa ochronnego. Patent można odstąpić osobom postronnym bądźto w całości, bądźżeż na prawach licencji, wreszcie może on też przejść na własność spadkobierców. O przepisaniu patentu na imię nowonabywcy trzeba zawiadomić Komitet w podaniu, poświadczonem w obrębie Państwa rementalnie, a konsularnie zagranicą, oraz z załączeniem kwitu Kasy Państwowej na rb. 6, za ogłoszenie o skutecznem przepisaniu patentu.

b. Czas trwania patentu ustalono na lat 15 od dnia wystawienia dokumentu patentowego. Jeśli jednak istnieją współrzędne patenty zagraniczne, to trwanie patentu rosyjskiego kończy się jednocześnie z najrychlej upływającym patentem zagranicznym, uzyskanym przed wniesieniem prośby o patent rosyjski, przyczem jednakże wcześniejsze unieważnienie patentu zagranicznego nie unicestwia jednocześnie patentu rosyjskiego. Patent dodatkowy kończy się jednocześnie z patentem głównym.

c. Utrzymanie prawomocności patentu zależy od dopełnienia dwóch warunków: 1) Corocznie, z góry, najpóźniej w dzień wystawienia patentu, należy wnieść do Kasy Państwowej opłaty roczne, zestawione w tablicy na str. 974 i 975, a kwity otrzymane przesyłać Komitetowi z prośbą o poświadczenie wpłaty dokonanej. Po upływie terminu można jeszcze wnieść opłaty w przeciągu trzech miesięcy, lecz z karą: za 1-szy miesiąc—10⁰/₀, za 2-gi 25⁰/₀, za 3-ci 50⁰/₀. Poddani rosyjscy, za przedstawieniem świadectwa ubóstwa, mogą otrzymać zwolnienie od opłat za pierwsze trzy lata.

2) Przed upływem 5 lat od dnia wystawienia patentu trzeba przedstawić Komitetowi urzędowe poświadczenie o tem, że wynalazek ozyskuje się w obrębie Państwa, a do podania należy dołączyć odbitkę opisu patentowego. Poświadczenie to wystawia zazwyczaj starszy Inspektor fabryczny, w niektórych razach jednakże inne władze, np. portowe, kolejowe, zarządy rolnictwa i t. p. Otrzymanie poświadczenia zabiera zazwyczaj wiele czasu, zaleca się zatem rozpocząć starania o nie dość wcześniej; niedopełnienie bowiem powyższego wymagania unicestwia patent.

4. Utrata patentu.

Patent traci moc: 1) po upływie terminu, na jaki został wydany; 2) wskutek uniszczenia opłat rocznych; 3) wskutek nieprzedłożenia na czas dowodu o ozysku wynalazku; 4) przez unieważnienie. Sprawę o unieważnienie patentu należy skierować na drogę sądową w przeciągu pierwszych dwóch lat od dnia szczegółowego ogłoszenia patentu. Skargę można oprzeć albo na tem, że pomysł całego wynalazku lub też pewnej jego części nie jest własnością posiadacza patentu, albo też na braku nowości w pomysłu, albo wreszcie na niedostatecznej jasności opisu patentowego. Po upływie dwóch lat patent może być unieważniony jedynie na drodze procesu karnego, t. j. skargi o nieprawne przywłaszczenie.

B. Niemcy.

1. Zgłaszający się o patent i przedmiot patentu.

a. Prawo do uzyskania patentu przysługuje pierwszemu z pośród tych, którzy się zgłoszą o jego przyznanie, a czynić to mogą osoby zarówno fizyczne jak i prawne. Osoba zamieszkała zagranicą musi obrać sobie zastępcę osiadłego w obrębie Państwa.

b. Do opatentowania nadają się wynalazki i ulepszenia takie same, jak powyżej opisano pod A. 1. b. dla Rosyi, z tą jedynie różnicą, że można otrzymywać patenty i na sposoby lub przyrządy do wytwarzania środków leczniczych, oraz że przyrządy i środki do obrony kraju nie podlegają ograniczeniom jak w Rosyi, wreszcie, że za znane, a więc nienowe, uznają się te pomysły, które są ujawnione w literaturze z ostatnich lat stu, albo jawnie w Niemczech stosowane przed dniem zgłoszenia się o patent, jak również opatentowane w państwie lub zagranicą. Nawet sami właściciele patentów zagranicznych nie mogą otrzymać patentu niemieckiego na tego rodzaju pomysły.

c. Patenty dodatkowe: dokładnie jak w Rosyi (por. powyżej A. 1. c.), opłata jednak za nie jest niższa, bo tylko marek 30, zamiast rb. 20.

2. Starania o patent.

a) Podanie o udzielenie patentu i dołączniki.

a. Podanie o patent należy skierować (w języku niemieckim) pod adresem Cesarskiego Urzędu Patentowego w Berlinie, wymieniając nazwisko, zawód i miejsce zamieszkania zgłaszającego się, miano wynalazku, oraz spis dołączników.

b. Opis w języku niemieckim, niepodlegający opłacie stemplovej, należy dołączyć w dwóch egzemplarzach, podpisanych przez starającego się o patent, wzgl. przez jego zastępcę. Pozatem wypada się stosować do wskazówek podanych dla Rosyi pod A. 2. a) b).

c. Rysunki dołącza się w 2-ch egzemplarzach podpisanych, jeden na kartonie, drugi na kalcie płóciennej, o rozmiarach: 33 cm wysokości, dla kartonu 21 cm lub 42 cm szerokości, dla kalki płóciennej natomiast szerokości dowolnej. Na rysunku figury należy stawiać pionowo w kierunku wysokości. Rysunki kreślą się w ciemnych liniach czarnych, figury otrzymują numery kolejne, a do oznaczania poszczególnych części można używać cyfr, lub małych liter łacińskich. Rysunek na kalce płóciennej może być wykonany i barwnie, w celu lepszego wyróżnienia poszczególnych części.

d. Upoważnienie dla zastępcy nie potrzebuje poświadczenia podpisu, podlega jednak opłacie stemplovej 1,50 M.

e. Opłata za zgłoszenie się o patent: Marek 20.

f. **Próbki i modele.** Próbki trzeba dołączać, gdy chodzi o sposoby lub przyrządy do wyrobu nowych wytworów chemicznych, a mianowicie w opieczętowanych buteleczkach o 3-ch cm średnicy i 8-miu cm wysokości. Modele przedstawia się tylko na żądanie.

β) Postępowanie w sprawach patentowych.

a. **Badanie formalne.** Jeżeli podanie pod względem formalnym nie odpowiada przepisom obowiązującym, to Urząd Patentowy zawiadamia o tem starającego się o patent, wskazując na zauważone niedokładności, które należy natenczas usunąć w terminie wskazanym.

b. **Badanie wynalazku.** Następnie sprawdza znawca Urzędu Patentowego, czy wynalazek nadaje się do opatentowania, a o wyniku tego sprawdzenia Urząd zawiadamia starającego się o patent, wzywając go jednocześnie do dania odpowiedzi, o ile się sprawa odrzuca nie załatwia pomyślnie. Niekiedy takie spieranie się Urzędu patentowego z wynalazcą, tak o nowość pomysłu, jak i o treść opisu, może się powtarzać kilkakrotnie, a kończy się ono albo przyznaniem patentu, albo odmową.

c. **Przyznanie patentu.** Jeżeli Urząd Patentowy uzna wynalazek za nadający się do opatentowania, to zarządza obwieszczenie o zgłoszeniu się, oraz wyłożenie opisu z rysunkami na widok publiczny przez dwa miesiące, uprzedzając o tem starającego się o patent, i dając mu w ten sposób możność zażądania, aby ujawnienie to odroczone na 3 do 6-iu miesięcy. Z chwilą ujawnienia tego wynalazku, jego właściciel może już korzystać z praw, wynikających z patentu. W przeciągu dwumiesięcznego okresu wyłożenia opisu z rysunkami trzeba opłacić 1-szą takse roczną, w wysokości marek 30, a po upływie tego okresu Urząd Patentowy bada ponownie całą sprawę, rozpatruje założone protesty osób trzecich i rozstrzyga sprawę o udzieleniu patentu. Z doręczeniem zawiadomienia o postanowionem wydaniu patentu, stają się płatnemi i dalsze roczne opłaty, jeżeli od chwili podania o patent upłynęło więcej niż rok czasu, gdyż okres trwania patentu liczy się od dnia podania, a opłaty roczne płatne są z góry. Następnie Urząd wystawia dokument patentowy, dołączając do niego odbitkę zatwierdzonego opisu i rysunków, oraz ogłasza urzędownie o udzieleniu patentu.

d. **Odmowa i zażalenie.** Na odmowę patentu, w przeciągu 1-go miesiąca od dnia jej doręczenia, można wnieść zażalenie do Wydziału zażeń Urzędu Patentowego z zażaleniem opłaty marek 20. Gdy uzasadnienie zażalenia wymaga więcej czasu, należy wnieść samo zażalenie możliwie wczesnie, prosząc Wydział o przyznanie późniejszego zroku (terminu) na przedstawienie tegoż uzasadnienia. W zażaleniu można zażądać, aby Wydział wezwał do ustnych objaśnień, na wypadek gdyby bez nich Wydział nie miał zamiaru wydania patentu.

e. **Protest.** W przeciągu dwumiesięcznego okresu wyłożenia opisu i rysunków wolno każdemu założyć protest przeciwko udzieleniu patentu. Protest taki opierać się może albo na tem, że wynalazek nie nadaje się do opatentowania, albo też na zarzucie jego przywłaszczenia. Ze zarzutem przywłaszczenia może jednak wystąpić tylko istotny właściciel wynalazku, a jeżeli jego protest odniesie skutek, to wolno mu w przeciągu miesiąca od dnia doręczenia takiego postanowienia zażądać udzielenia patentu na swoje imię. Patent taki liczy się od dnia obwieszczenia o podaniu odrzuconem. Urząd Patentowy, po rozpatrzeniu protestu, albo odrzuca go, albo też odmawia przyznania patentu, bądźto w całości, bądźżeż częściowo. Na postanowienie to każda ze stron ma prawo, w przeciągu miesiąca od dnia jego doręczenia wnieść zażalenie za opłatą marek 20.

3. Prawa i obowiązki właściciela patentu.

a. **Znaczenie patentu** jak w Rosyi (p. powyżej A. 3. a.), lecz cesyę na inną osobę należy poświadczycy rejentalnie w państwie, a konsularnie zagranicą.

b. **Czas trwania patentu** ustalono na lat 15, licząc od dnia następnego po dniu wniesienia podania o patent.

c. **Utrzymanie prawomocności patentu** zależy od dopełnienia dwóch warunków:

1) Corocznie, z góry, najpóźniej w rocznicę wniesienia podania, należy uiszczać opłaty roczne, zestawione w tablicy na str. 974 i 975, jedynie z wyjątkiem opłaty za rok pierwszy, którą trzeba wnieść w czasie wyłożenia opisu i rysunku, oraz opłat za te lata następne, przez które przewlekała się sprawa przyznania patentu; opłaty te są bowiem płatne z dniem doręczenia zawiadomienia o przyznaniu patentu. Wszystkie opłaty roczne, za wyjątkiem 1-ej, można wnieść w przeciągu 6-u tygodni od terminu właściwego bez dopłaty, w przeciągu zaś następnych 6-u tygodni za dopłatą marek 10. Niezamożni właściciele patentów, przedstawiający świadectwo ubóstwa, mogą uzyskać odroczenie opłat za 1-szy i 2-gi rok, aż do roku trzeciego.

2) Przedmiot wynalazku należy wykonać w Państwie w przeciągu trzech lat od dnia obwieszczenia o udzieleniu patentu.

d. Ograniczenia praw, z patentu wynikających: 1) Osoba, która przed dniem podania o patent używała już w Niemczech wynalazku, wzgl. poczyniła ku temu odpowiednie przysposobienia, może stosować wynalazek dla potrzeb własnego przedsiębiorstwa przemysłowego i nadal, a również prawa te mogą przejść na nowego właściciela tegoż przedsiębiorstwa. 2) Gdy użytkowanie danego patentu wymaga łącznego stosowania wynalazków, ochronionych niewygasłymi patentami wcześniejszymi, natenczas patent nowoprzyznany nie narusza w niczem praw, wynikających z owych patentów wcześniejszych. 3) Kanclerz Rzeszy, w interesie armii, floty lub dobra publicznego, za odpowiednim wynagrodzeniem, może również ograniczyć prawa, wynikające z patentu przyznanego.

4. Utrata patentu.

Patent traci moc: 1) po upływie terminu, na jaki został wydany; 2) na mocy zrzeczenia się patentu w zawiadomieniu, wystosowanem do Urzędu Patentowego; 3) wskutek niewniesienia na czas którejkolwiek z opłat rocznych; 4) przez unieważnienie lub odebranie patentu. Unieważnieniu podlega patent na wynalazek przywłaszczony lub nie nadający się do opatentowania, odebraniu natomiast patent, nieozyskiwany w granicach Państwa po upływie trzech lat od dnia ogłoszenia o udzieleniu patentu. Skargę o unieważnienie z powodu przywłaszczenia można wnosić przez cały czas trwania patentu, z powodu zaś, że wynalazek nie nadawał się do opatentowania, tylko w przeciągu lat 5-iu od dnia wydania patentu.

C. Austria.

1. Wynalazca i przedmiot patentu.

a. Prawo do uzyskania patentu posiada wynalazca lub prawny właściciel wynalazku, a zgłaszając się o przyznanie patentu mogą osoby tak fizyczne jak i prawne. Pracownicy danego przedsiębiorstwa są prawnie autorami zrobionych w służbie wynalazków i mają prawo do wynagrodzenia. Zamieszkujący zagranicą powinni mieć zastępcę w osobie osiadłej w Państwie.

b. Do opatentowania nadają się wynalazki nowe, a mogące znaleźć zastosowanie w przemyśle. Wyłączone są od opatentowania: wynalazki, sprzeciwiające się prawom lub dobremu obyczajom; szkodliwe dla zdrowia, lub mające na celu wprowadzenie ludzi w błąd; przedmioty państwowych monopolów, jako to: tytuń, sól kuchenna, proch strzelniczy i t. p.; artykuły spożywcze; środki lecznicze i dezynfekcyjne, oraz przetwory chemiczne. Jednakże na sposoby i przyrządy do wyrobu wspomnianych wytworów i środków, nie wykluczając monopolowych, można uzyskiwać patenty. Wreszcie nie nadają się do opatentowania wynalazki znane przez publikację i druki, lub jawnie w kraju używane przed dniem zgłoszenia się o patent.

c. Patenty dodatkowe. Jak w Rosyi. Taksa ostateczna koron 50.

d. Patenty zależne są niejako patentami dodatkowemi do patentu głównego, lecz mogą je uzyskiwać nie tylko właściciele patentu głównego, lecz i osoby postronne, na zasadach ogólnych. Jednakże ozysek patentu zależnego pozostaje w zależności od zezwolenia właściciela patentu głównego, stąd i jego nazwa.

2. Starania o patent.

a) Podanie o udzielenie patentu i dołączniki.

a. Podanie, podobne jak w Niemczech, należy skierować do Ces. Król. Urzędu Patentowego we Wiedniu.

b. Opis. Jak w Niemczech; opis podlega jednak opłacie stemplowej, po 30 halerzy za każdy arkusz.

c. Rysunki, jak w Niemczech, nawet wymiary te same, lecz i dla kalki obowiązują wymiary rysunku kartonowego. W odstępnie po 2 cm od każdego brzegu arkusza należy obwieścić rysunki kreskami czarnemi, tworzącemi obwódkę.

d. Upoważnienie zastępcy nie potrzebuje poświadczenia podpisu.

e. Opłata za zgłoszenie się o patent koron 30.

f. **Próbki i modele.** Próbki trzeba dołączać, gdy chodzi o sposoby wytwarzania barwników smołowcowych, modele zaś, o ile tego wymaga zrozumienie wynalazku, zbyt zawile się przedstawiającego w samym rysunku.

β) Postępowanie w sprawach patentowych.

- a. **Badanie formalne,** podobne jak w Niemczech.
- b. **Badanie wynalazku,** podobne jak w Niemczech.
- c. **Przyznanie patentu,** podobne jak w Niemczech. Pierwszą opłatę roczną, koron 40, należy wnieść w przeciągu 3 miesięcy od dnia obwieszczenia o zgłoszeniu się o patent.
- d. **Odmowa i zażalenie.** W razie odmowy patentu można wnieść zażalenie, podlegające opłacie koron 20, a to nie później niż w 30 dni od dnia doręczenia odmowy.
- e. **Protest, postanowienie o nim i zażalenia,** podobne jak w Niemczech; koszty protestu i zażalenia ponosi jednak strona przegrywająca. Zażalenia, podlegające opłacie koron 20, należy wnieść w przeciągu dni 30 od otrzymania postanowienia.

3. Prawa i obowiązki właściciela patentu.

a. **Znaczenie patentu** podobne jak w Rosyi, lecz nawet o udzieleniu licencji należy zawiadomić Urząd Patentowy. Cesyę należy poświadczyć w państwie przez rejenta, zagranicą zaś przez konsula austro-węgierskiego; nie podlega ona żadnym opłatom dodatkowym.

b. **Czas trwania patentu** ustalono na lat 15, licząc od dnia obwieszczenia o zgłoszeniu się.

c. **Utrzymanie prawomocności patentu** zależy od dopełnienia dwóch warunków:

1) Corocznie, najpóźniej w rocznicę obwieszczenia o zgłoszeniu się, należy uiszczać opłaty roczne, zestawione w tablicy na str. 974 i 975, bez dopłaty, a w razie uchybienia terminu, można, za dopłatą koron 10, uiszczyć jeszcze w ciągu dalszych trzech miesięcy opłatę zaległą. Niezamożni, zamieszkali w Państwie, mogą uzyskać odroczenie opłat za pierwsze 2 lata.

2) Przedmiot wynalazku należy wykonać w Państwie, w przeciągu lat trzech od dnia obwieszczenia o udzieleniu patentu.

d. **Ograniczenia praw z patentu** wynikających, podobne jak w Niemczech.

4. Utrata patentu.

Warunki utraty patentu są podobne jak w Niemczech. Skarga w pierwszej instancji nie podlega jednak opłacie, a wytoczyć ją można przez cały czas trwania patentu. Apelację, podlegającą opłacie koron 50, należy wnieść do Sądu Patentowego we Wiedniu, a to w przeciągu 30 dni od doręczenia wyroku pierwszej instancji.

VII. Uzupełnienia.

Już po wydrukowaniu pierwszej części rozdziału o patentach wydano w Anglii i Szwajcaryi nowe prawa patentowe, wprowadzające zasady odmienne. Skutkiem tego ustęp 2. na str. 973, dotyczący Anglii, oraz wiersz trzeci od dołu w tablicy na str. 974 i 975, dotyczący rocznych opłat patentowych w Wielkiej Brytanii, są już bez znaczenia, podobnie i ustęp 15. na 974 i 975, dotyczący Szwajcaryi, a poniżej podajemy dane te podług nowego prawa angielskiego, wzgl. szwajcarskiego.

Anglia (W. Brytania). Patent trwa lat 14, można go jednak w razach wyjątkowych sądownie przedłużyć na dalsze 7, względnie 14 lat. Opłaty coroczne, podług poniższego zestawienia. Opłatę za pierwsze 4 lata należy wnieść z góry. Można albo wyjednać nasamprzód patent tymczasowy, z terminem 6-cio miesięcznym i następnie dopiero starać się o patent ostateczny, albo też starać się odrazu o taki patent ostateczny. Wprowadzenie wynalazku w użycie obowiązuje w ciągu pierwszych 4-eh lat i powinno trwać nadal bez przerwy. Patenty dodatkowe wydają się. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu, lecz tylko z uwzględnieniem patentów angielskich z ostatnich 50-ciu lat. Upoważnienia zastępcy poświadczać nie potrzeba: podpis dwukrotnie, całkowitem imieniem i nazwiskiem.

Roczne opłaty patentowe w Anglii (W. Brytanii).

Za pierwsze 4 lata £ 4, jednorazowo z góry.

Za rok 5-ty do 8-go włącznie, po £ 10 rocznie.

Za rok 9-ty i 10, po £ 15 rocznie.

Za rok 11-ty do 14-go włącznie, po £ 20 rocznie.^a

W razie uchybienia zroku (terminu) można jeszcze w przeciągu 3-ch miesięcy wnieść opłatę roczną za dopłatą £ 10.

Szwajcarya. Patent trwa 15 lat. Opłaty coroczne. Wprowadzenie w użycie obowiązuje w przeciągu pierwszych trzech lat. Patenty tymczasowe zniesiono, wydają się zatem tylko odrazu patenty ostateczne. Przy staraniu się należy przedstawić bądźto dokładną fotografię wynalezionej przedmiotu, bądźteż sam przedmiot. Patenty dodatkowe wydają się. Oprócz patentów na przedmioty można też otrzymać patenty na sposoby. Nowość wynalazku podlega sprawdzaniu. Urząd Patentowy może jednak tylko zwrócić uwagę wynalazcy, że przedstawiony przedmiot lub sposób nie jest nowy, odmówić zaś patentu z tego powodu nie ma prawa. Upoważnienia zastąpcy poświadczają nie potrzeba.

Opłaty roczne, podł. tablicy str. 974 i 975, bez zmiany.

IV. OBJAŚNIENIA DOTYCZĄCE ENTROPII.

(Do tomu I str. 1132 i nast.).

Stosując się do życzenia, wyrażonego w kilku krytykach pierwszego tomu Technika, przedstawiamy poniżej dowód bardziej pogłębiony na ścisłość określenia miary entropii, pomieszczonego w tomie I str. 1132 i nast., aczkolwiek jasny i ścisły dowód zawierają już w sobie wywody matematyczne, tamże na str. 1133 podane.

Z wywodów tych wynika przedewszystkiem, że, mówiąc w określeniach naszych: „dane ciało w danym stanie“, rozumieć tylko mogliśmy jednakową temperaturę (i ciśnienie) we wszystkich częściach danego ciała, i to nie tylko w stanie początkowym i końcowym, lecz i w każdym poszczególnym chwilowym stanie przejściowym. Chcąc to zastrzeżenie, wyrażające się w podanych wzorach matematycznych, uwydatnić i w słownem określeniu miary entropii, możnaby dla ścisłości np. na str. 1133 we wierszu 8 od dołu, za wyrazami „dane ciało“ dodać wyraz objaśniający: „w całości“, aby zapobiedz mylnemu zrozumieniu owego określenia w tem znaczeniu, jakoby można było poszczególne części danego ciała kolejno sprowadzać z jednego stanu do drugiego stanu przejściowego, a wodę na ten cel użytą stosować ponownie do zmiany stanu innych części danego ciała. Podobne uzupełnienia wyrazem „w całości“ możnaby również dodać i do pozostałych trzech określeń, t. j. na str. 1134 i 1136. Określenie nasze zatrzymuje w zasadzie swą ważność jednakże i w przypadku, gdy dane ciało w swym stanie początkowym ma temperaturę niejednorodną, a więc różną w poszczególnych swych częściach. Natenczas, stosując nasze określenie, należałoby atoli owe ciało podzielić na pewną ilość części dostatecznie małych, aby mógł zaniedbać różnice temperatury, zachodzące w obrębie każdej takiej

części, poczem do każdej takiej części stosowałyby się nasze określenia zupełnie ściśle. Chcąc jednak otrzymać miarę entropii całego takiego ciała, należałoby zesumować najmniejsze ilości wody cieplikowo doskonałej, zapomocą których moglibyśmy owe poszczególne części danego ciała (lecz każdą z nich w całości) doprowadzić ze stanu początkowego do stanu końcowego, wzgl. do zera bezwzględnego.

Uzupełniwszy tak pewne niedomówienia podanych określeń miary entropii, przystępujemy do właściwego zadania, t. j. do możliwie poglądowego dowodu prawdziwości tych określeń:

Wyobraźmy sobie cylinder z tłokiem w nim przesuwным, otulony w sposób, któryby bezwzględnie zapobiegał wymianie ciepła między wnętrzem cylindra a otoczeniem; założmy nadto, że tak same ścianki cylindra jak i tłok nie wchłaniają ciepła, ani też go z siebie nie wyłaniają. Wnętrze cylindra niechaj będzie wypełnione **czynnikiem** pomocniczym, w postaci gazu bezwzględnie doskonałego. We wnętrzu cylindra wprowadzamy następnie naczynie o ściankach nie pochłaniających ciepła i tak łatwo dla niego przenikalnych, że temperatury między wnętrzem naczynia i wnętrzem cylindra mogą wyrównywać się prawie natychmiastowo.

W naczynie wprowadzamy dane ciało w danym stanie, doprowadzając uprzednio temperaturę czynnika (przez stosowne przesunięcie tłoka, a więc przez sprężenie lub rozprężenie czynnika) do tej samej temperatury T_1 , jaką posiada owo ciało. Mamy zatem stany początkowe ciała i czynnika, znamionowane ich temperaturą początkową T_1 , jednakową we wszystkich cząstkach ciała i czynnika.

Rozprężamy czynnik przez tak powolne wysuwanie tłoka, aby starczyło czasu na każdochwilowe wyrównanie się temperatury w całym wnętrzu cylindra, a więc temperatury czynnika w cylindrze i całego ciała w naczyniu. Postępując w ten sposób dalej, dochodzimy wreszcie do pożądanego stanu końcowego, znamionowanego temperaturą końcową T_2 w czynniku i w danym ciele.

Wobec założonej, bezwzględnej nieprzenikalności cieplikowej ścianek cylindra i w założeniu, iż one same ciepła ze siebie nie wyłaniają, mamy we wnętrzu cylindra przebieg ściśle **adiabaticzny**, to znaczy, że suma ilości ciepła Q , zawartego w danym ciele, i ilości ciepła q , zawartego w czynniku, a więc ilość $Q + q$ podczas całego przebiegu, a więc w każdej chwili, była niezmienna, czyli że w ciągu całego przebiegu było: $Q + q = \text{stałe}$. Wprawdzie następowała wymiana ciepła między ciałem a czynnikiem, a więc zmieniała się i wartość entropii S ciała, i wartość entropii s czynnika, suma jednakże obydwóch tych entropii, t. j. $S + s$, podczas całego przebiegu nie podlegała żadnym zmianom, czyli podczas całego przebiegu było:

$$S + s = \text{stałe}.$$

Przebieg we wnętrzu cylindra jest przebiegiem ściśle odwracalnym: możemy bowiem tłok wsuwać powoli z powrotem i (przez powrotne sprężanie czynnika) przeprowadzić tak sam czynnik, jak i cia-

ło, ze stanu końcowego, poprzez wszystkie kolejne stany pośrednie przebiegu pierwotnego, lecz w kolejności odwrotnej, do pierwotnej temperatury T_1 , a to bez względu na rodzaj początkowego i końcowego stanu skupienia ciała, gdyż pod tym względem żadnego założenia nie stawialiśmy, nie jest ono bowiem potrzebne. Można by co najwyżej zaznaczyć, że jeżeli stan początkowy ciała był stanem krytycznym, w którym następuje zmiana jego stanu skupienia, to dla oznaczenia pożądanego końca wsuwu tłoka miarodajną byłaby nie sama tylko temperatura T_1 , lecz i pręężność, wzgl. ciśnienie, panujące we wnętrzu naczynia.

Ponieważ przebieg był ściśle odwracalny, więc nie może podlegać wątpliwości, że $\int \frac{dQ}{T}$ podczas tego przebiegu istotnie wyraża zmianę entropii ciała, a więc:

$$\int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = S_2 - S_1.$$

Ponieważ zaś $S + s = \text{stałej}$, a więc:

$$S_1 + s_1 = S_2 + s_2,$$

przeto też: $S_2 - S_1 = s_1 - s_2$, czyli:

$$\int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = S_2 - S_1 = s_1 - s_2.$$

Z powyższego wynika, że o ile się zmniejsza entropia ciała podczas przebiegu, o tyleż zwiększa się entropia czynnika. Gdybyśmy znali tę zmianę entropii czynnika, mogłaby ona niezaprzeczenie służyć nam za miarę zmiany entropii ciała. Ponieważ jednak zmiany entropii czynnika nie znamy, więc podług naszego określenia owe chłodzenie rozprężającym się czynnikiem gazowym zastępujemy przez chłodzenie wodą cieplikowo doskonałą w ten sposób, aby dokładnie naśladować omówione poprzednio chłodzenie za pośrednictwem czynnika gazowego. Skoro to skutecznym, natenczas przebieg zmiany stanu ciała w naczyniu zawartego niczem nie będzie się różnił od przebiegu poprzedniego, czyli nie straci swej prawdziwości wzór:

$$\int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = S_2 - S_1.$$

Jeżeli zaś owe chłodzenie czynnikiem gazowym chcemy naśladować, musimy dane ciało w naczyniu chłodzić wodą cieplikowo doskonałą powoli, t. j. tak, aby, po dodaniu kropelki dx owej wody, ilość ciepła dQ była zabierana z całego ciała, a więc aby jego temperatura miała czas wyrównania się we wszystkich jego częściach, a natenczas wzór powyższy nie straci swej ważności.

Pozostaje jeszcze dopełnić drugiego warunku, a mianowicie takiego, aby ilość wody cieplikowo doskonałej, zużyta na chłodzenie, mogła być istotnie miarą zmiany entropii, a ten drugi warunek jest równoznaczny z warunkiem zużycia najmniejszej ilości tejże wody. Jeżeli bowiem dla dopełnienia pierwszego warunku, t. j. dla zachowania ważności wzoru powyżej podanego, musieliśmy ową wodę doprowadzać w kropelkach o różniczkowej wielkości dx , to, aby zużyć jak najmniej owej wody, musimy każdą taką kropelką dx zabrać możliwie jak najwięcej ciepła, a więc odprowadzić ją dopiero wtenczas, gdy się ona już zagrzeje do możliwie najwyższej w danych warunkach temperatury, a więc do chwilowej temperatury T ciała. Dopełniając zaś tego warunku zużycia najmniejszej ilości wody, dopełniamy jednocześnie i warunku, aby owa ilość wody była zarazem miarą zmiany entropii ciała, albowiem kropelka wody dx , zagrzewając się z 0^0 do T^0 , wchłania w siebie ilość ciepła: Tdx , która musi być równa ilości ciepła dQ , zabranej z ciała. Warunek zużycia możliwie najmniejszej ilości wody cieplikowo doskonałej, na ochłodzenie danego ciała w całości, doprowadza nas zatem bezpośrednio do wzoru:

$$Tdx = dQ, \text{ czyli}$$

$$x = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = S_2 - S_1,$$

czyli do wzoru, wykazującego, że zużyta w tych warunkach ilość x wody cieplikowo doskonałej jest w istocie miarą zmiany entropii danego ciała.

Wywody powyższe będą chyba dostatecznie pogładowym dowodem **ogólnej** prawdziwości określenia miary entropii, podanego w tomie I Technika, ponieważ co do ciała zawartego w naczyniu nie czyniliśmy żadnych założeń ani zastrzeżeń (oprócz, wprawdzie ogółem zmiennej, lecz w całym ciele nawskroś jednolitej temperatury podczas całego przebiegu), tak że określenie nasze zatrzymuje swą moc nawet wtenczas, jeżeli do naczynia wprowadzimy nie jedno ciało, lecz dowolną mieszaninę, dowolnej ilości ciał.

SPISY ALFABETYCZNE. *)

(Znaczenie skrótów: bud. = budownictwo; el. = elektrotechnika; górn. = górnictwo; kol. = kolejnictwo; kuźn. = kuźnictwo; miern. = miernictwo; okręt. = okrętownictwo; wodn. = wodnictwo.)

Niemiecko-polski

spis alfabetyczny niektórych, ważniejszych wyrazów technicznych, zawartych w tomach I i II.

- Abdampf**—para odlotowa.
Abfallrohr, Abfallrinne—deszczówka.
Abfalle—odpady.
Abfallrohrstrang—rura opadna.
Abfuhr von Wärme—ubytek ciepła.
Abgase—odlociny, lecz w silniku spalinowym: wydyszynny.
Abkantmaschine—krawężarka.
Ablasshahn—kurek spustowy.
Ablaufgleis—pochylnia.
Ablesung—przezyt (miern.).
Abpressschraube—śruba odporowa.
Abreisszylinder, elektrischer—elektryczny zapłonnik odrywkowy.
Abrichtmaschine—wyrówniarka.
Abrosten—zerdzewianie.
Abrutschung—osuw.
Abschliesskante—krawędź przymykająca (suwaka); k. przymykana (na cylindrze).
Abscisse—odcięta.
Absolutes Masssystem—bezwzględny układ miar.
Absperrschieber—zasuwa nastawna.
Absperrventil—zawór nastawny.
Absperrvorrichtung—zawieradło nastawne.
Abstecken—wytykanie (linii prostych); wyznaczenie (krzywych) (miern.).
Abstellbahnhof—stacja oporządca.
Abstich—spust (żeliwiaka lub wielkiego pieca).
Absturzbrücke—zesuwnia, zrzutnia.
Abteufpumpe—pompa pogłębiarska.
Abtropfbehälter—ściekiew; ściekiewka
Abwässer—odcieki, ścieki.
Abweiser—uchylak.
Abzweigstutzen—rozczepka.
Achromatisch—niebarwiący, np. ustrój soczewek.
Achsbuchse—maźnica (całość bez panewek).
Achsdruk—nacisk na oś; n. osi.
- Achse**—oś; Lenkachse—oś zwrotna (kol.).
Achshalter—widły maźnicowe (kol.).
Achsialdruckkraft—nacisk poosiowy.
Achsialturbine—turbina osna.
Achslager—panewka.
Adiabate—adiabata.
Admissionsdampf—para świeża.
Aequivalent—równoważnik.
Aggregatform—stan skupienia.
Akkumulator—zasobnik, stadło (ogniwo) wtórne.
Akkumulatorenbatterie—rzesza zasobników.
Akkumulaterraum—zasobnia.
Alhidade—celownica (miern.).
Aluminium—glin.
Amalgam—rtęcień.
Amalgamiert—nartęciony.
Ammoniakwasser—a) woda pogazowa (gaz.); b) woda amoniakowa (czysty roztwór amoniaku).
Amorph—bezpostaciowy.
Angriffspunkt der Kraft—punkt przytknięcia siły.
Anker—kotwica, kot (żegluga); ściąg, kotew (bud.); twornik (w prądniczy).
Ankerrohr—ściągówka.
Ankerückwirkung—przeciwwzbudzenie twornikowe.
Ankersegment—zwojka = działka twornikowa.
Anlasser, Anlasswiderstand—opornik rozruszny, rozrusznik.
Anlassfarben—barwy naleciałe.
Anlassmaschine—rozzurazarka.
Anlassventil—zawór rozruchowy; z. rozruszny.
Ansatzrohr—wylot, nasadka.
Anschlussbahn—kolej podjazdowa.
Anschlussdose—gniazdo przyłączowe, złączowe (el.).
Anschlussflansch—kołnierz przyłączny.

*) Poniżej podajemy właściwy alfabetyczny spis rzeczy z oznaczeniem stronic i z tłumaczeniem poszczególnych wyrazów na rosyjskie i niemieckie, a poprzedzamy go dwoma spisami ważniejszych wyrazów technicznych, ułożonych alfabetycznie, raz podług wyrazów niemieckich, drugi raz podług rosyjskich, z dodaniem znaczenia polskiego. Wyrazy do spisów wybrano przedewszystkiem ze spisu rzeczy oryginalu. Wyrażenia niemieckie zaczerpnięto również z oryginału, a wyrażenia rosyjskie przeważnie z rosyjskiego tłumaczenia podręcznika „Hütte“.

- Anschlussstutzen—przyłączka, króciec przy-
 łączny.
 Anspannkraft—siła wyprężająca.
 Anstrengung—nateżanie; wyciężanie.
 Anstrich—powłoka.
 Antifriktionskurve—krzywa antyfrkcyjna,
 traktorya Huyghens'a.
 Antrieb—napęd.
 Antriebsmoment—moment napędu.
 Antriebsscheibe—koło napędne; krążek na-
 pędny.
 Arbeit—praca (mech.); robota.
 Arbeitseinheit—jednostka pracy.
 Arbeitshub—skok roboczy.
 Arbeitstakt—sów roboczy.
 Arbeitsleiste—przyłga.
 Arbeitsmaschinen—robuiki, wyrabiarki.
 Arbeitsstärke, Leistung—moc.
 Arbeitsverhältnis (Getriebe)—przełożenie.
 Arbeitsverlust—strata pracy.
 Arbeitsverlust, verhältnismässiger — strat-
 ność
 Arbeitsvermögen—możność pracy.
 Architektur—architektura, budownictwo.
 Armatur—armatura, lepiej osprzęt (kotła);
 oprawa (żarówek i t. p.).
 Astatisch—niestateczny, chwiejny.
 Astroide—krzywa gwiazdzista.
 Asymptote—niemaltyczna.
 Asymptotischer Punkt—punkt niedobieżności.
 Asynchronmotor—rozprądnik nienadążny.
 Aufenthaltstation—postanek, postojnia.
 Aufenthaltzeit—postój.
 Auflager—opora, poduszka oporowa; stała
 lub ruchoma (przesuwna, albo przegibna).
 Auflagerdruck, Auflagerwiderstand — odpór
 podpory (opory, poduszki).
 Auflagerstein—cios podpoduszkowy.
 Auflaufen des Spurkanzes — najeżdżanie
 obrzeża na...
 Aufnehmer, Receiver—pośredek, lepiej p r z e-
 lotnia.
 Aufschlag der Zungenspitze (Weiche)—roz-
 suw śpica iglicowego.
 Aufstellgleis—tor zestawczy.
 Aufzug—dźwig (bud.); wyciąg (górn.),
 Aufzugmaschine, Winde—dźwigarka (bud.);
 wyciągarka (górn.).
 Aufzugskorb—kosz (dźwiga, a w nim klatka).
 Ausbeute—uzysk.
 Ausblasehahn (Dampfkessel)—kurek spusto-
 wy.
 Ausdehnung (durch die Wärme)—rozszerza-
 nie (skutkiem ciepła).
 Ausdehnung (elastische)—wydłużenie, od-
 kształcenie (sprężyste).
 Ausdehnungsgefäß—rozszerzalnik.
 Ausdehnungskupplung—sprzęgło suwliwe.
 Ausdehnungsmass—wydłuż.
 Ausdehnungsverhältniss—ilkrotność rozprę-
 żania (pary).
 Ausflus (d. Dämpfe u. Gase)—wylot (par
 i gazów).
 Ausfluss (des Wassers)—wypływ (wody).
 Ausgehalst—wyoblony.
 Ausklinkung—wrąb.
- Auskrampen—wyoblić.
 Auskragung, Vorkragung—wysadzenie; wy-
 sadzka.
 Ausladung—wysięg.
 Auslaufraum—wylotnia.
 Ausleger—wysięgnica (pozioma); wysięgnik
 (zastrzał).
 Auspuff—wydech.
 Auspuffdampf—para wydechowa.
 Auspufftopf—garnek wydechowy.
 Auspuffventil—zawór wydechowy.
 Ausschalter—włącznik (el.).
 Ausschalter, selbsttätiger—wyłącznik samo-
 czynny.
 Ausschlag—odchylenie; odchył.
 Ausschub—wypychanie.
 Aussenbahnsteig—wsiad przytorowy.
 Aussenfeuerung—palenisko zewnętrzne.
 Aussenleiter (el.)—a) przewód zewnętrzny
 (napowietrzny); b) przewód skrajny.
 Aussenpolmaschine (el.)—prądnicą o biegu-
 nach dośrodkowych.
 Aussetzer (Ausfall)—opust wzbuchów; opustka.
 Ausstrahlung—rozpromieniowanie.
 Ausströmung—wylot (gazów), wypływ (cieczy).
 Austauchung = Austauschtiefe—wynur (okręt).
 Ausziehgleis—tor wyciągowy.
 Atelier—świetlica (malarska, fotograficzna
 i t. p.).
 Axonometrie—półperspektywa.
 Azimut—odpołudnik (miern.).
- B**ackenbohr—gwinciak.
 Backenbremse—hamulec klockowy.
 Backenschiene—opornica (zwrotówki) (kol.).
 Bagger—pogłębiarka (draga); Handbagger—
 pogłębiacz.
 Baggerarbeit—pogłębianie (podwodne).
 Bahn—tor; kolej.
 Bahnhof—stacya (kolejowa); dworzec (=bu-
 dynek).
 Bahnhofshalle—wiata dworcowa.
 Bahnkörper, Erdkörper, Unterbau—poddrożo.
 Bahnmeisterwagen—wózek droźniczy.
 Bahnräumer—odgarniacz.
 Bahnsteig—wsiad, peron.
 Balanceruder—ster odciążony.
 Balancier-Maschine—silnik wahaczowy.
 Balken—belka; armierter B.—b. podpięta;
 ausgewechselter B.—b. przejęta.
 Balkenanker—kotew.
 Ballast—naciąg.
 Bandbremse—hamulec taśmowy.
 Bandeisen—taśmownik.
 Bandsäge—piła taśmowa.
 Basalt—bazalt, słupień.
 Batterie von Kesseln—rzęsta kotłów.
 Baugrund—grunt (budowlany).
 Bauholz—budulec.
 Baukonstruktionen—ustroje, zeszkłady (budo-
 wlane).
 Baulänge—długość użytkowa.
 Baumwollseil—lina bawełniana.
 Beanspruchung, zulässige—naprężenie bez-
 pieczne; n. dozwolone.

- Beaufschlagung—obszar wlotu (koła wodnego).
- Becher-Elevator—podnośnik kubelkowy.
- Bedingungsgleichung—równanie warunkujące.
- Befestigungsschraube—śruba złączna, lepiej złączcza.
- Beharrungszustand—stan ustalenia.
- Beize—wytrawa (np. kwas do wytrawiania metali).
- Bekleidung (der Ufer-Böschungen)—odzież (brzegów, stoków).
- Belageisen—pomostownik.
- Belaschen die Schienen—łubczyć szyny.
- Belastung, äusserste—obciążenie krańcowe (np. łańcucha).
- Belastung, Feder—naciśnięcie sprężyną.
- Belastung, Gewicht—naciężenie, nacięż.
- Belastungslinie—wykresowa obciążenia.
- Belobter Motor—silnik żywy.
- Benetzter Umfang—obwód podwodny.
- Benzin-Motor—silnik benzynowy.
- Beobachtungsfehler—błąd spostrzegania.
- Bergbau—górnictwo.
- Berne—odsada.
- Beschleunigung—przyspieszenie.
- Beschleunigungsdruck—nacisk (ciśnienie) przyspieszenia.
- Beschriftung (der Zeichnung)—powpis.
- Bessemerbirne—gruszka besemerowska.
- Beton—beton.
- Betrieb—ozysk (fabryki, kolei i t. p.); ruch kolejowy.
- Betrieb, hin und hergehender—ruch nawrotowy.
- Betriebswasser—woda napędna.
- Bettungstoff—podsypka (w podtorzu kolejowym).
- Bewegungen, störende—ruchy uboczne (parowozu).
- Bewegungsgrösse (m. v)—wielkość rozprędu.
- Bewegungsschraube—śruba napędna; ś. napędcza.
- Biberschwanz—karpiówka; halber B.—półkarpówka (bud.).
- Biegungsfeder—sprężyna giętna.
- Biegungsfestigkeit—wytrzymałość na gięcie.
- Biegungsmoment—moment gięcia; m. gnący.
- Biegungsspannung—gięcie.
- Bilge—żęza (okręt).
- Bimstein—pumeks (gąbczak).
- Binder—wiązar (bud.).
- Bindersparren—krokiew wiązarowa.
- Binomialkoeffizient—spółczynnik dwumianu.
- Binomischer Satz—dwumian Newton'a.
- Bituminös—smolnawy.
- Blanker Leiter—przewód goły (el.).
- Blasrohr—dysza (w dymnicy parowozu).
- Blattstoss—złącze na wcios (bud., kol.).
- Blech—blacha.
- Blechträger—blachownica.
- Blindgleis—tor ślepy.
- Blitzableiter—odgrom.
- Blitzpfeil—godło pioruna (strzałkowate).
- Blitzschutzvorrichtung—odgromnik.
- Bobine, Drahtspule—zewwój (elektr.).
- Bockgestell—oprawa rozsochata (silnika).
- Bockkran—suwnica bramiasa.
- Bockkran, feststehender—brama z dźwigarką.
- Boden, gewachsener—grunt dziewiczy.
- Bodeneinsenkung—zapadlina.
- Bodenfläche, Erdoberfläche—naziom.
- Bördelblech—blacha wywijalna (dająca się wyoblać).
- Böschung—stok.
- Böschungsarbeiten—roboty stokowe.
- Böschungswinkel—kąt zesypu, stoczystość.
- Bogen—łuk.
- Bogenbrücke—most łukowy.
- Bogenhöhe—strzałka łuku.
- Bogenlänge—długość łuku.
- Bogenlampe—łukówka.
- Bogenmittellinie—krzywa pośrodkowa łuku.
- Bohnenerz—żelaziak bobiasty.
- Bohr—świder (do drzewa); wiertło (tak zwane spiralne, cbcioż właściwie śrubowate); wiertak (zwykły).
- Bohrbank—tarczownica.
- Bohrhalter—wiertaczysko; wiertlisko; świrdzysko.
- Bohrkopf—pięść.
- Bohrmaschine—wiertarka.
- Bohrrohr—rura wiertnicza.
- Bohrspähne—wywierciny.
- Bohrstange—wytaczadło.
- Bombiertes Weillblech—sklepieniasta blacha falowana (falista).
- Boot, offenes—łodź, łódka, czółno.
- Bordseite, Backbordseite—lewa strona statku.
- Boye—pława (w portach).
- Brandmauer—grodzizar.
- Braunkohle—węgiel brunatny.
- Braunstein—manganiak szary.
- Brecheisen—łamacz (zamiast „łom“, który ma już kilka innych znaczeń).
- Breithacke—czekan.
- Breitspurbahn—kolej szerokotorowa (tor rosyjski).
- Bremsdynamometr—hamownica (Prony'ego).
- Bremse—hamulec.
- Bremse, durchgehende—hamulce zespolone.
- Bremse, selbsthemmende—hamulec samohamowny.
- Bremseritz—kozioł.
- Bremshebel—dźwignia hamulcowa.
- Bremisleistung—moc hamowana.
- Bremswerk—hamulec.
- Brennpunkt—a) ognisko (paraboli i t. p.); b) temperatura zapalności.
- Brennstoff—paliwo.
- Bronze—spiz, bronz.
- Bruch—złom; pęknięcie; złamanie.
- Bruch (stücke)—druzg.
- Bruchsicherheit—spółczynnik bezpieczeństwa; bezpieczeństwo.
- Brückenbahn, Brückenfahrbahn—jezdni mostu.
- Brückenbau—mostownictwo.
- Brückenpfeiler—flar (mostowy).
- Brückentafel—pomost.
- Brückenwage—waga pomostowa.
- Brunnenrohr—rura studniarska.

- Buckelplatte—blacha nieckowata, albo wypuklasta.
 Bügel—pałak.
 Bühne—widnia.
 Bürgersteig—chodnik.
 Bürste (Dynamo)—zdawa (prądnicy).
 Bürstenhalter—grabki (u prądnicy).
 Buffer—odbój; zderzak (kol.).
 Bufferscheibe—tarcza zderzaka.
 Bufferstößel—tłuczek zderzakowy.
 Bühne—tama poprzeczna.
 Bundmutter—naśrubek z obrzeżem.
 Bunker—węglownia (na statku).
 Bunsenbrenner—palnik bunzenowski, albo bezświatły.
Calotte—czasza.
 Capell-Ventilator—przewietrznik z prądnikiem na osi (nastroju Capell'a).
 Carbid—węglik wapnia.
 Cementmörtel—zaprawa cementowa.
 Cementmörtel, verlängerter—zaprawa półcementowa.
 Centralcondensation—skraplanie skupione.
 Centrieren (ein Rad)—wyosić.
 Centrifugalkraft—siła odśrodkowa.
 Centrifugalmoment—moment odśrodkowy.
 Centrifugalpendel—wahadło odśrodkowe, w. stożkowe.
 Centrifugalpumpe—pompa odśrodkowa.
 Centrifugalregulator—miarkownik odśrodkowy.
 Centrifugalventilator—przewietrznik odśrodkowy.
 Centripetal—dośrodkowy. [kowy].
 Centripetalkraft—siła dośrodkowa.
 Chabotte—kłodzisko.
 Charakteristik (der Dynamomaschine)—znamienna (prądnicy).
 Cissoide—cysoida, krzywa bluszczowa, k. bluszczowata.
 Clavette (Reibungsprisma)—osadka.
 Cohäsion—zcepcność.
 Collimationsache—oś wzajemności (mat.).
 Communicierende Gefässe—naczynia skojarzone.
 Complian—współrówniany.
 Componente—składowa.
 Compound (Verbund) Dampfmaschine—sprężony silnik parowy.
 Compound-Dynamo = Doppelschlussmaschine—prądnica sprężona lub bocznikowo-głównikowa.
 Compression—sprężanie; spręż (jako miara).
 Concav—wklęsły.
 Conchoide—konchoida, krzywa muszlowata.
 Conchoidenlenker—prostowód konchoidowy.
 Conjugirt—sprężony; skojarzony.
 Contact p. Kontakt.
 Continuitätsgleichung—równanie nieprzerwaności.
 Contraction—zwężenie.
 Contremutter—nakrętka.
 Convex—wypukły.
 Coordinaten—spółrzędne.
 Cosinus—dostawa.
 Cotangens—dotyczna.
- Coulisse—jarzmo; półzasek (obmurze kotł.).
 Coulissennullpunkt—punkt martwy jarzma.
 Coulissensteuerung—stawidło jarznowe.
 Cykloide—Cykloida.
 Cykloidenpendel—wahadło cykloidalne.
 Cykloidenverzahnung—zazębienie podług cykloidy.
 Cylinder—walec (geom.); cylinder (pompy i t. p.).
 Cylinderausrüstung—osprzęt cylindra (armatura).
 Cylinderbohrmaschine—wytaczarka.
 Cylinderbohrung—draż (cylindrowa).
 Cylinderdeckel—pokrywa cylindra.
 Cylindergebläse—dmuchawa.
 Cylinderheizung (Dampf.)—ogrzewek.
 Cylinderhuf—kopyto walcowe.
 Cylinderkessel—kocioł walcowaty, walczak.
 Cylinderkopf—łbica cylindra.
 Cylinderreibungs Kupplung—sprzęgło o walcach ciernych.
- Dach**—dach, strzecha.
 Dachdeckung—krycha, pokrycie dachu.
 Dachpappe, Teerpappe—smołowiec.
 Dachfanne—esówka (holendrowka).
 Dach-Stiel, Stuhlposten—stojec, słup.
 Dachstuhl—więźba (dachu, strzechy).
 Dachtraufe—okap.
 Damm, Auftrag—tama, grobla, nasyp.
 Dammkrone—grzbiet tamy.
 Dampf—para.
 Dampfbasperventil—parowy zawór nastawny.
 Dampfzylinder—cylinder parowy.
 Dampfdiagramm—wskaza: nakres lub wykres (parowy).
 Dampfdom—dzwon parowy.
 Dampfdruckübersetzer—pośrednica parowa.
 Dampfentnahmerohr—odbiornica.
 Dampfhammer—młot parowy.
 Dampfhaspel—dźwigarka parowa (górn.).
 Dampfheizung—ogrzewanie parowe.
 — Hochdruck D.—o. p. wysokopiętne.
 — Mitteldruck D.—o. p. średniopiętne.
 — Niederdruck D.—o. p. niskopiętne.
 Dampfkabel—dźwigarka parowa (górn.).
 Dampfkessel—kocioł parowy.
 Dampfkessel-Armatur—osprzęt kotła par. (armatura).
 Dampfkessel-Dampfraum—przeźreń parowa (przeźreń nadwodna) kotła par.
 Dampfkessel-Einmauerung—obmurze kotła p.
 Dampfkessel-Heizfläche—powierzchnia ogrzewana (ogrzewalna) kotła par.
 Dampfkessel-Prüfung—sprawdzanie kotła par.
 Dampfkessel-Systeme—ustroje kotłów par.
 Dampfkessel-Ueberwachungsverein—stowarzyszenie kotłowe.
 Dampfkessel-Untersuchung—badanie kotła par.
 Dampfkessel-Wasserraum—przeźreń wodna, lub podwodna kotła par.
 Dampfkolben—tłok parowy.
 Dampfkran—żóraw parowy.

- Dampfleitung—przewód parowy.
 Dampfmantel—ogrzewek.
 Dampfmaschine—silnik parowy.
 Dampfspindel (Injektor)—iglica.
 Dampfstrahlapparat—strumiennica parowa.
 Dampfstrahlgebläse—dyszak parowy.
 Dampfstrahlpumpe—smoczek parowy.
 Dampfturbine—turbina parowa.
 Dampfüberdruck—nadprężność pary.
 Dampfverbrauch—rozchód pary.
 Dampfwärme—cieplik pary; ciepło pary.
 Daumenrolle—krążek z gniaздkami (k. z ksiukami).
 Daumenscheibe—tarcz z ksiukami.
 Decke, massive—strop ogniotrwały, sklepiony, murowany; sufit.
 Deckel (Hinter-)seite—strona odkorbowa (silnika).
 Deckenanker—belka podniebienna (nad paleniskiem parowozu).
 Deckenschalung—podbitka.
 Deckplatte—nakładka.
 Deckung—przysłonięcie; przysłon.
 Decoupirsäge (Schweifsäge)—wyrzynarka.
 Deformation—odkształcenie.
 Dehnung—wydłużenie.
 Deplacement—Verdrängung—wyporność.
 Derrickkran—żóraw obrotowy z chylnym zastrzałem (wysięgnikiem), żóraw szkoeki.
 Descartessches Blatt—liść Kartezjusza.
 Determinante—wyznacznik.
 Diagonale—a) przekątnia; b) przekątnik, pręt przekątny (Diagonalstab).
 Diagram—wykres; nakres; wskazza.
 Dichte—gęstość.
 Dichtungsfuge—szczeliwnia.
 Dichtungsleiste—przyłga.
 Dichtungsmaterial—szczeliwo.
 Dichtungsring—uszczelka.
 Dielektrischer Stoff—nieprzewodnik.
 Dielektrizität—nieprzewodność elektryczna.
 Dielektrizitätszahl—spółczynnik nieprzewodności.
 Differential—różniczka.
 Differentialbremse—hamulec różnicowy.
 Differentialflaschenzug—ciąg różnicowy.
 Differentialgleichung—równanie różniczkowe.
 Differentialkolben—tłok różnicowy.
 Differentialpumpe—pompa różnicowa.
 Diopter—przeziernik; D.-Paar—przeziernica.
 Discriminante—wyróżnik.
 Distillation: nasse D.—przekraplanie; trockene D.—wygazowanie.
 Dochkohle—węgiel urzędzony (el.).
 Dom (Dampfk.)—dzwon (parowy).
 Doppeldualwalze—dwudwójka walcarska.
 Doppelherzstück—krzyżownica dwudziobowa (kol.).
 Doppelhub—dwuskok.
 Doppelpunkt—punkt podwójny, lepiej p. z dwójony lub dwoisty.
 Doppelschiebersteuerung—stawidło dwoiste (suwakowe); rozrząd suwakami dwoistymi.
 Doppelsitzventil—zawór dwusiodłowy.
 Doppelsteuerung—stawidło dwoiste.
 Doppelt T Eisen, I Eisen—dwuteownik.
 Doppeltwirkende Maschine—silnik o działaniu obustronnem.
 Dosenlibelle—poziomnica okrągła.
 Draht—drut.
 Drahtbahn—kolej podrutowa.
 Drahtglas—szkło na siatece.
 Drahtseil—lina druciana.
 Drahtseilantrieb—napęd linią drucianą.
 Drahtseilgestänge—żerdziny linowe (górn).
 Drahtspule—zwojnica (el.).
 Drahtstift—druciak.
 Drehachse—oś obrotowa; oś obrotu; oś wirowania; oś kręcenia.
 Drehbank—tokarka.
 Dreherei—tokarnia.
 Drehfeld—pole wirujące.
 Drehgestell—półwozak (truck).
 Drehkant—krawędź obrotu, k. wywrotu.
 Drehkran—żóraw obrotowy.
 Drehkranführer—żórawniczy.
 Drehmaschine—pokręcarka.
 Drehmoment—moment obrotu; m. skręcający.
 Drehscheibe—obrotnica.
 Drehscheibengrube—dół obrotnicowy.
 Drehschemmel—ława pokrętna (wagonu).
 Drehsphäre—otoczki, wióry.
 Drehspannung—kręcenie.
 Drehstrom = Dreiphasenstrom—trójprąd.
 Drehstrom-Generator—trójprądnic; D.-Motor—trójprądnik.
 Drehtür—drzwi (drzwiczki) pokrętne, d. na zawiasach.
 Drehungsfeder—sprężyna krętna.
 Drehungsfestigkeit—wytrzymałość na kręcenie.
 Drehwerk—obracarka (żórawia).
 Dreicylindermaschine—silnik trójcyldrowy.
 Dreieck—trójkąt.
 Dreikant—trójgrań.
 Dreikanteisen—trójgrannik.
 Dreiphasenstrom—trójprąd.
 Dreiphasenstrom-Generator—trójprądnic; D.-Motor—trójprądnik.
 Dreiweghahn—kurek rozcepnny, lepiej rozcepkowy.
 Drempe (Schleuse)—próg.
 Drillingsmaschine—silnik trojaczny.
 Drosselklappe—przepustnica (tamka).
 Drosselspule—tłumica (el.).
 Drosselung—dławienie.
 Drosselventil—zawór przydławiający.
 Drosselvorrichtung—przywieradło.
 Druckfestigkeit—wytrzymałość na ciśnienie.
 Druckkeil—klin wciskany.
 Druckkraft—nacisk, siła ciśnająca.
 Druckpumpe—pompa tłocząca.
 Druckregler (Dampf)—miarkownik prężności.
 Druckrohr—rura tłoczna, lepiej tłoczca.
 Druckspannung—ciśnienie; prężność.
 Druckventil—zawór tłoczny, lepiej tłoczca.
 Druckverlust—strata ciśnienia, s. na ciśnieniu (prężności).
 Druckwasser-Aufzug—dźwig hydrauliczny, d. napędzany wodą.

- Druckwasser-Hebezeug—dźwignica hydrauliczna, d. napędzana wodą.
 Druckwasserkran—żóraw hydrauliczny, ż. napędzany wodą.
 Dückdalbe—trójpał (wodnictwo).
 Düse—dysza.
 Dunstabzug—wywiewnik.
 Duowalze—dwójka walcarska.
 Durchbiegung—ugięcie (pionowe); przegięcie.
 Durchfahrtsgleis—tor przelotowy.
 Durchfluss—przepływ (cieczy), przelot (gazu).
 Durchgangsventil—zawór przelotowy.
 Durchgangswagen—wagon przechodni (z korytarzem na wylot), w. przechodzący (prowadzący do celu bez przesiadania).
 Durchgehen einer Maschine—rozbieganie się silnika.
 Durchlässigkeit—prześląkalność (dla cieczy).
 Durchlass—przepust (kol.).
 Durchlaufende Träger—dźwigary wieloprzęsłowe.
 Durchsenkung (einer Zugorganes)—zwisanie (ciągną).
 Durchsicherung—przesiąkanie.
 Dyn—dyna.
 Dynamik—dynamika.
 Dynamo—prądnicą.
 Dynamomaschine mit Selbstregung—prądnicą samowzbudną.
 Dynamomaschine mit Sondererregung—prądnicą obcowzbudną.
- Eckanker (Kessel)**—usztywniak (z blachy); ściąg narożny (np. z krągownika).
 Eckventil—zawór kątowy.
 E-Eisen—ceownik.
 Effekt, mechanischer—moc (Nutzeffekt = sprawność).
 Eimerwerk—podnośnik kubełkowy.
 Eincylinderkessel—kocioł jednowalczasty.
 Eincylindermaschine—silnik jednocylinnowy.
 Einfachwirkeade Maschine—silnik o działaniu jednostronnem.
 Einflammrohrkessel—kocioł jednopłomienicowy.
 Einflussfläche—powierzchnia wpływowa.
 Einflusslinie—wpływową (krzywa).
 Eingehalst—wobloną.
 Eingekapselt—oskoropiony.
 Eingriffsdauer (Zahnräder)—trwanie wechwy.
 Eingriffslinie—linia (krzywa) przyporu. [tu.
 Einheit—jednostka.
 Einkrämpen—zaoblać, woblać.
 Einlage—wkładka; przekładka.
 Einpoliger Ausschalter—włącznik jedno-torowy.
 Einschneiden, vorwärts, rückwärts, seitlich—celowanie, naprzód, wstecz, w bok (miern.).
 Einschnitt, Abtrag—przekop, wykop.
 Einspritzhahn—kurek wpryskowy.
 Einspritzkondensator—skraplacz wpryskowy (bezprzeponny).
 Einstromung—wlot (gazów); dopływ (cieczy).
 Eintauchtiefe—zanur.
 Einzelheizung—ogrzewanie niespolone.
 Einzelkessel—kocioł samotny.
- Einzelkondensation—skraplanie samotne.
 Einzellast—ciężar skupiony.
 Einzelrad—koło bez stała.
 Einzelschmierung—zaolejanie dorywcze.
 Eisen—żelazo; Guss-E.—żeliwo; Schmied-E.—żelazo kowalne; Schweiss-E.—żelazo zlipne.
 Eisenabgang, Eisenabbrand—zgar, np. w %.
 Zgorzyny, np. w kg.
 Eisenbahn—kolej.
 Eisenbahnwesen—kolejnictwo.
 Eisengiesserei—żeliwnia.
 Eisengiessereibetrieb—żeliwnictwo.
 Eisenglanz—błyszcz żelazny.
 Eisen-Grüfarben—barwy żaru (żelaza).
 Eisenhüttenkunde—kuźnictwo żelaza.
 Eisenkonstruktion—zeskład żelazny.
 Eisen-Rost—rdza.
 Eisenverlust—straty na żelazie (kuźnictwo) straty od żelaza (elektr.).
 Ejektor—przetryskacz.
 Ekonomizer—(Dampf.)—ekonomajzer, podgrzewacz (wody zasilającej).
 Elastizität—sprężystość.
 Elastizitätsgrenze—granica sprężystości.
 Elastizitätsmodul—spółczynnik sprężystości.
 Elastische Linie—odkształcona (oś pręta).
 Elektrische Ladung—nabój elektryczny.
 Elektrische Induktion—wzniecanie (elektryczne).
 Elektrische Masseinheit—jednostka elektryczna.
 Elektrischer Steuerungsdruckknopf—elektryczny przycisk nastawniczy.
 Elektrizitätswerk—elektrownia.
 Elektromotor—silnik elektryczny, prądnik.
 Elektromotorische Gegenkraft—napięcie prądochłonne, przeciwnapięcie.
 Elektromotorische Kraft—napięcie prądow-twórca.
 Element (Flächen)—cząstka (powierzchni).
 Ellipse—elipsa.
 Ellipsenlenker—prostowód eliptyczny, lepiej elipsowy.
 Ellipsoid—elipsoid.
 Elliptische Räder—tarcze eliptyczne.
 Endlose Kette—łańcuch okrężny.
 Endrad—koło skrajne.
 Endstation—stacya krańcowa.
 Entladen—wyprądnicą (el.).
 Entladestrom—wyprąd (el.).
 Entlasteter Schieber—suwak odciążony
 Entlüften—odpowietrzyć.
 Entlüftungsöffnung—oddech.
 Entwässern—odwodnić.
 Epicykloide—epicykloida.
 Erdarbeiten—roboty ziemne.
 Erd-druck—parcie ziemi, napór ziemi.
 Erdförderung—przewóz ziemi.
 Erdgewinnung—dobycie, dobywanie (ziemi).
 Erdgeschoss—przyziom, parter.
 Erdung, erden—doziemienie, doziemić (el.).
 Erg—erga.
 Erker—wykusz.
 Erweiterung der Bohrung—roztocze.
 Erzgattierung—dobieranie rud.

Eselsrückengleis—grzbietnia (kol.).
 Etagenringventil—zawór pierścieniowy o przegrodzie piętrowej.
 Etmal—droga na dobę (w milach morskich).
 Evolute—rozwinięta.
 Evolvente—rozwijająca, ewolwenta.
 Evolventenverzahnung—uzębienie podług rozwijającej (evolwentowe).
 Excenter—mimośród.
 Excenterbügel—obręcz mimośrodu.
 Excentricität—mimośrodkowość.
 Exhaustionsfeuerung—palenisko wydmuchowe.
 Exhaustor—wywietrznik.
 Expansion—rozprężanie.
 Expansionskurve—krzywa lub wykresowa rozprężania.
 Expansionsmaschine—silnik rozprężny; Einfach-E.—silnik jednoprzężny; Zweifach-E.—silnik dwuprzężny; Dreifach-E.—silnik trójprężny; Vierfach-E.—silnik czwóprężny.
 Expansionschieber—suwak rozprężak, lepiej z mienia k.
 Expansionssteuerung—stawidło rozprężcze, stawidło do zmiennego rozprężania; rozrząd o zmiennym rozprężeniu.
 Explosion—wybuch, a w silnikach spaliny wzbuch.
 Exponent—wykładnik.

Fabrik—wytwórnia.
Fabre—prom.
 Fachwerk—a) kratowie; b) ściana rozworowa (Fachwerkswand).
 Fachwerk-Bogenträger—łuk kratowiany.
 Fachwerksfette—płatwa z kratowia (kratownicowa).
 Fachwerkswand—ściana rozworowa, ś. w rozwoy, mur pruski.
 Fachwerkträger—kratownica.
 Fächer—przepłona (w obmurzu kotła).
 Fahrbahn der Strasse—jezdnia.
 Fahrbarer Drehkran—obrotny żóraw przesuwny.
 Fahrdraht, Kontaktleitung—przewód zdawny.
 Fahrriichtung, normale—ustalona strona jazdy.
 Fahrtschacht—dźwigownia; wyciągnia (górn).
 Fahrstuhl—dźwig.
 Fahrt (eines Aufzuges)—jazda dźwiga.
 Fahrwasser—tor (wodny), nurt, wart.
 Fahrwerk—suwarka (żórawia).
 Fahrzeug—jeździec.
 Faktor—spółczynnik; czynnik.
 Fakultät—różnoczynnik, lepiej silnia.
 Fall, Gefälle—spad (miara); spadek (stosunek).
 Fallbar—baba.
 Fallrohr f. Förderzwecke—ryna zsuwowa.
 Falz; Anschlag—przyłga.
 Falzziegel—wpustówka.
 Fangedamm—grozda.
 Fassung—obsada (żarówki).
 Faulen—gnić.
 Feder—sprężyna; wpust.

Federn—sprężynować.
 Federregulatoren—miarkowniki sprężynowe.
 Federrohr—wydłużka.
 Federspiel—sprężynowanie.
 Federstahl—stal sprężynowa, s. na sprężyny.
 Feeder, Speiseleitung—przewód dosyłowy (el.).
 Feederpunkt, Speisepunkt—punkt dosyłowy (el.).
 Fehlerglied (des Kurbeltriebes)—uchylenie drogi.
 Feilspähne—opilki.
 Feldstärke—natężenie pola (el.).
 Fensterbrett—podoknica, deska parapetowa.
 Fensterbrüstung—podoknie.
 Fensterfutter, Fensterrahmen—oknica.
 Fernrohr—luneta.
 Fernwirkende Einrichtungen—przyrządy zdalaczynne.
 Ferromangan—żeliwo namanganione.
 Ferrosilicium—żeliwo nakrzemione.
 Fertigwalzenstuhl—walcarka wykończająca.
 Festigkeit—wytrzymałość.
 Festpunkt—punkt stały, p. ustalony.
 Festscheibe—koło osadzone.
 Fette—leźnia, płatwa (bud.).
 Fettgas—gaz tłusty.
 Feuchtigkeit—wilgoć; wilgotność.
 Feuchtigkeit der Luft—wilgoć powietrza.
 Feuchtigkeitsgrad der Luft—wilgotność powietrza.
 Feuerbrücke—przewal (paleniskowy).
 Feuerbüchse—skrzynia paleniskowa.
 Feuerbüchse—podniebienie paleniskowe.
 Feuergeschranke (Dampf.)—odrzwice paleniskowe.
 Feuerschlauchmundstück—wylot (wylotnica) węża przeciwpożarnego.
 Feuerspritze—sikwa, sikawka przeciwpożarna.
 Feuerstein—krzemień (skałka).
 Feuerung (Dampf.)—palenisko.
 Feuerzüge (Dampf.)—kanały spalinowe; loty spalin.
 Feuerzugregler, Zugregler—miarkownik paleniska, m. ciągu.
 Filter—filtr, lepiej: przesącznik.
 Firstziegel, Gratziegel, Hohlziegel—gąsior.
 Fischbauchträger—dwuparabolnica (zwykła).
 Fixpunkt, Festpunkt—pionik ustalony (reper).
 Flacheisen—płaskownik.
 Flaches Wellblech—blacha płytko falista, lepiej płytko falowana.
 Flachkeil—klin jednowypustny.
 Flachlandbahn—kolej równinna.
 Flachringanker—twornik płaskopierścieniowy (el.).
 Flachseil—taśma linowa.
 Flächenbeanspruchung (Lager)—moe ciśnienia.
 Flächenbeschleunigung—przyspieszenie polowe.
 Flächengeschwindigkeit—prędkość polowa.
 Flächeninhalt—pole (powierzchnia).
 Flächenregulator—miarkownik płaski.
 Flamme, entleuchtete—płomień nieświetliwy, p. bezświatły.
 Flammofen—płomieniak.

- Flammpunkt — temperatura zapłomienienia (zapłonienia).
 Flammrohr (Dampf.) — płomienica.
 Flammrohrkessel — kocioł płomienicowy.
 Flansch — kołnierz.
 Flansch, aufgesetzt — kołnierzyk.
 Flansch, loser — obroza.
 Flanschen-Formstücke — kształtki kołnierzo-
 we, k. o kołnierzach, k. z kołnierzami.
 Flanschenrohre (gusseiserne) — rury kołnie-
 rzowe (żeliwne).
 Flanschenstutzen mit Muffe — kieliszek.
 Flaschenzug — wciąg (wielokrążkowy).
 Flechtzaun — oplotek.
 Fließgrenze (Festigkeit) — granica ciastowa-
 tości.
 Flügel des Herzstücks — skrzydło krzyżownicy.
 Flügelmutter — naśrubek motylkowy.
 Flügelspitze (im Herzstücke) — załom (w krzy-
 żownicy).
 Flüssigkeit — płyn.
 Flüssigkeit, gasförmige — gaz, płyn lotny.
 Flüssigkeit, tropfbar flüssige — ciecz, płyn
 ciekły.
 Flüssigkeitswärme — ciepłk cieczy.
 Flugasche — popiołek
 Fluss (ang. flux), magnetischer — dąż magne-
 tyczny, lecz przepływ energii promie-
 niującej.
 Flusseisen — żelazo zlewne, zleiwu.
 Flussspat — topnik (fluspat).
 Flussstahl — stal zlewna, staliwo.
 Fördergefäß, Förderkorb — klatka, kosz wy-
 ciągowy (górn.).
 Fördergurt, Traineur — przenośnik taśmowy.
 Fördermaschine — wyciąg, wyciągarka, dźwi-
 garka wyciągowa (górn.).
 Förderseil — lina wyciągowa (górn.).
 Formkasten, Gusskasten — skrzynia odlewni-
 cza.
 Formst-in — kształtówka.
 Fräsen — gryzować.
 Fräser — gryz.
 Fräsmaschine — gryzarka.
 Frässpähne — gryzowiny.
 Freie Rostfläch — przewiewie (rusztu).
 Freier Fall — spadanie swobodne (droga prze-
 byta podczas spadania = spad).
 Freihang; freihänig (Wassermotor) — nad-
 wodność; nadwodny.
 Freileitung — przewód napowietrzny (el.).
 Freistrahlturbine — turbina odrzutna o stru-
 mieniu swobodnym.
 Freitrag — belka jednym końcem osadzona,
 zresztą swobodna.
 Friktionkuppelung — sprzęgło cierne.
 Friktionsrad — koło cierne.
 Frischen des Eisens — uszczerczanie żelaza
 (kuźn.).
 Fuchs — czopuch.
 Führen — prowadzić (po prostej); wodzić (po
 krzywej).
 Führerstand — stań, stanowisko silniczego.
 Führungsdruck — nacisk w przewodnikach; n.
 na prowadnice; n. prowadniczy.
 Führungsschiene — prowadnica.
 Füllöfen — piec zasypny.
 Füllplatte — wkładka.
 Füllung (Dampf.) — napełnienie.
 Füllungsverhältniss — stosunek napełnienia.
 Fuge — spoina.
 Fuhrwerk — wóz, wozidło.
 Fundament — posada.
 Fundamentanker — przyciąg posadowy.
 Fundiren — posadowić.
 Funkenfänger — odiskiernik.
 Funkeninduktor — iskiernik (el.).
 Fussplatte — płyta posadowa, p. przyziomowa.
 Futter — wykładzina (np. cegła), zaprawa,
 np. w grucze besemerowskiej.
 Futtermauer — mur wsporczy.
 Gabelförmig — widlasty — rozwidlony.
 Gaffel (ang. gaff) — socha (okręt).
 Gaffelsegel — sozsel (okręt).
 Gallowayrohr — gartacz Galloway'a.
 Gallsche Kette — łańcuch przegubowy.
 Galvanisches Element — staćdo (ogniwo) gal-
 waniczne.
 Ganghöhe der Schraube — skok śruby.
 Gargang — zdarny bieg pieca (kuźn.).
 Gas — gaz (płyn lotny)
 Gasabgabe — odbył gazu.
 Gasanstalt, Gaswerk — gazownia.
 Gasbehälter — gazioniec (w gazowni).
 Gasbereitung — wyrób gazu.
 Gasfabrikation — gazownictwo.
 Gasgemisch — mieszanina, mieszanka gazów.
 Gasgewinde — gwint do rur gazowych (gwint
 gazowniczy).
 Gasglühlicht — światło gazowo-żarowe.
 Gasleitungen — przewody gazowe.
 Gasmaschinen — silniki gazowe.
 Gasmesser — miernik gazu.
 Gasmotor — silnik gazowy.
 Gasofen — gaziak.
 Gasretorte — wygaźnica.
 Gasrohr — rura gazowa, r. na gaz, gazówka.
 Gasrohrmuffe — skrętka.
 Gatter — trak.
 Gatterrahmen — oprawa traka.
 Gattersäge — piła trakowa: p. traczna.
 Gebirgsbahn — kolej górską.
 G. blasemaschine — dmuchawa.
 Gefährlicher Querschnitt — przekrój niebez-
 pieczny.
 Gefälle — spadek (stosunek); spad (różnica
 poziomów).
 Gefälle, verfügbares (Wassermotor) — spad
 do zużycia (składający się ze spadu jaw-
 nego i utajonego).
 Gefrierpunkt — punkt marznięcia.
 Geführter Maschinenteil — prowadnik.
 Gegendruck — przeciwność (pary); prze-
 ciwciśnienie (wody).
 Gegengewicht — ociążek.
 Gegenläufige Kolben — tłoki przeciwbieżne.
 Gegenlenker — nawodzik, odwodzik.
 Gegenstrom — przeciwpąd.
 Gegenstromkondensator — skraplacz przeciw-
 pądowy.
 Gehrung — ucios.

- Gekrempter Boden (Kessel) - dennica.
 Geleis—tor (kol).
 Gelenkeradführung—wodzidoło po prostej.
 Gelenkkette—łańcuch przegubowy.
 Generator—czadnica (piec); prądnicą (el.).
 Generatorgas—czad z czadnicy, gaz czadnicowy.
 Geometrie, analytische—geometria analityczna.
 Geometrie, kinematische—geometria kinematyczna.
 Gepäckraum—przedział na tłómoki, p. tłómoczy (w wagonie); tłómokownia (w budynku dworcowym)
 Gepäckwagen—wagon tłómokowy.
 Geradflankenverzahnung—uzębienie prostoboczne.
 Geradführung—prostowód.
 Gerberlohe—garbowiny.
 Gerberscher Träger—belka wspornikowa, belka wieloprzęsłowa z przegubami.
 Gerinne—pogródka.
 Geripptes Rohr—rura uźebrowana, żebrówka.
 Gerüstkran, Bockkran—sunnica bramiasta.
 Gesamtarbeitsaufwand—całkowita praca włożona.
 Gesamtdiagramm (Dampf.)—wykres zjednoczony.
 Gesamtgefälle—spad całkowity.
 Gesamtreibungsarbeit—praca tarcia całkowitego.
 Gesamtrostfläche—całkowita powierzchnia rusztu, pole rusztu.
 Geschränte Schubkurbel—mimoosiowy napęd korbowodowy.
 Geschützbronze—spiż na działa.
 Geschweisstes Rohr—rura skuwana, r. zlipiana.
 Geschwindigkeit—prędkość.
 Geschwindigkeitshöhe—wysokość prędkości.
 Gestänge—żerdziny (górn.); ogólnie zaś: zeskład drażków.
 Gestelle—więźba; stojan.
 Gewinde—gwint.
 Gewinde, rechts- (links-) gängiges—gwint prawo- (lewo-) zwity.
 Gewindebacke, Schneidbacke—gwintnica.
 Gewindebohr, Schneidbohr—gwintnik.
 Gewinde-Schneidkluppe—gwintownica.
 Gewinde-Schneidmaschine—gwinciarka.
 Gewölbe—sklepienie; Tonnen-G.—sk. kolebczaste; Kloster-G.—sk. kopankowate; Kreuz-G.—sk. krzyżowe; verkehrtes-G.—sk. odziemne.
 Gewölbekappe—połączenie sklepienia (ogólnie); Böhmische Kappe—sklepienie żaglaste.
 Gewölbeleibung—podniebienie sklepienia.
 Gewölberücken—grzbiet sklepienia.
 Gewölbezwickel—pachwina (sklepienia).
 Giessereikran—zóraw odlewniczy.
 Giessereiwesen—odlewnictwo.
 Giesskran—zóraw lejnicowy (lejnicą—Giesspfanne).
 Glasbirne—bańka (żarówka).
 Glaserei—oszkliarnia.
 Glashütte—szkłownia.
 Glaskopf, roter—czerwony żelaziak naciekowy.
 Glastafel, Glasscheibe—szklina.
 Gleichförmig—jednostajny.
 Gleichläufige Kolben—tłoki spólbieżne.
 Gleichmässig—równomierny, jednostajny.
 Gleichpolmaschine, Induktionstyp—prądnicą naprzeciwobiegunowa (el.).
 Gleichrichten (eines Wechselstromes)—sprądnicą (el.).
 Gleichrichter—sprądniarka (el.).
 Gleichstrom—sprąd (el.).
 Gleichung—równanie, wzór.
 Gleiskreuzung—krzyżnia (kol.).
 Gleiswage—waga podtorowa.
 Gleitbahn—tor ślizgania.
 Gleitmodul—spółczynnik sprężystości na przesuwanie.
 Gleitplatte—plytka podglicowa (zwrotnicy) (kol.).
 Gleitpunkt—punkt ślizgania.
 Gleitstück (in der Coulisse)—przesuwek.
 Gleitungswiderstand (bei Nietungen)—opórtarcia przy ślizganiu.
 Gliederriemen—pas ogniwkowy.
 Glimmer—łyszczyk, mika.
 Glockenventil—zawór dzwonowy.
 Glühfarbe des Eisens—barwa żaru żelaza.
 Glühkörper, Glühstoff—żarzywo.
 Glühlampe—żarówka.
 Glühlampenfassung—obsada żarówki.
 Glühlampensockel—trzonek żarówki.
 Glühröhr, gesteuertes—zapłonka rozrządzana (silniki spalinowe).
 Glühröhr, offenes—zapłonka nierozrządzana.
 Glühspahn—zędra.
 Glühzünder—zapłonka.
 Gneis—gnusiec (gnejs).
 Göpel—kierat.
 Gradführung—prostowód, prowadzenie.
 Gradient—rys pochyły.
 Gradierwerk (Dampfkondensation)—chłodnicą tężniowata.
 Gradierwerk, geschlossenes—chłodnica sztucznie przewietrzana.
 Grat—zadziór (np. na obrzeżu dziury wierconej w metalu); krawęż (dachu, strzechy).
 Gratsparren—krawężnica.
 Grenzspannung—naprężenie skrajne, n. krańcowe.
 Grenzturbine—turbina odrzutna o strumieniu ujętym.
 Grossmotor—silnik duży.
 Grubventilator—wywietrznik, przewietrznik kopalnianny.
 Grünstein—zieleniec.
 Grundschieber—niezmiann.
 Grundscheule—spust.
 Grundwehr—przewał; jaz zatopiony.
 Gruppenkolben—tłoki zrzeszone.
 Gütegrad—pełnota wskazy (silniki par.).
 Güterschuppen—towarownia.
 Güteverhältniss—sprawność.
 Guldinsche Regel—prawidło Guldin'a.
 Gummibeutel—płuco gumowe (siln. spalin.).

- Gurt; Gurtung—pas.
 Gurtbogen—podłącze (bud.).
 Gurtplatte—taśma pasa (np. w blachownicy).
 Guss, schmiedbarer—żeliwo odwęglone, ż. kowalne.
 Gusseisen—żeliwo, żelazo lane.
 Gusshaut—naskórek (odlewniczy).
 Gussnaht—szew (odlewniczy).
 Gussspannung—naprężenie odlewnicze.
- H**ängebank—nadszybie (górn.).
 Hängebrücke—most wiszący.
 Hängelager—łożysko wiszące.
 Hängesäule—storzczak, żelezi z jednego kawała drzewa; lisica (dwie lisice, para lisic), gdy dwa bale w postaci dyb zastępują storzczak.
 Hängewerk—wieszak.
 Hämmern—klepać, młotować.
 Hafen—port.
 Hahnfassung (der Glühlampe)—obsada z włącznikiem (el.).
 Haken—hak.
 Hakengeschirr—oprawa haka.
 Hakenplatte—podkładka z nachwytem (kol.).
 Halbholz—półdrzewie.
 Halbkreuztrieb—napęd pasami półskrzyżowanymi.
 Halbparabelträger—parabolnica przycięta.
 Halbspant, Wrange—półwrag (okręt).
 Halbwassergas—gaz wodnoczadowy.
 Hals der Bessemerbirne—gardziel.
 Halslager—łożysko naszyjne (na wałach pionowych); łożysko siodłowe, pośrednie (na wałach poziomych).
 Hamburger Normen—prawidła hamburskie.
 Hammer—młot.
 Hammerschlag—młotowiny.
 Handaufzug—dźwignia z napędem ręcznym, dźwiżek.
 Handdrehkran—żóraw obrotowy z napędem ręcznym.
 Handfaustel—perlik.
 Handgriff—uchwytek.
 Handhabe (Griff)—dzierzak.
 Handkurbel—korba ręczna.
 Handrad—pokrętło, kółko pokrętne.
 Handgurt—pas parciany.
 Hanfseele—dusza konopna (w linie).
 Hanfseil—lina konopna.
 Hartblei—ołów twardy; ołów utwardzony.
 Hartguss—odlew utwardzony.
 Haspel—kołowrót.
 Hauptgleis—tor główny (stacyi); tor zasadniczy (zwrotnicy) (kol.).
 Hauptspannung—naprężenie główne, n. pierwszorzędne.
 Hauptstrombogenlampe—łukówka głównikowa (el.).
 Hauptstrommaschine, Hauptschlussmaschine—prądnicza głównikowa (el.).
 Haut, Behautung—poszycie (okręt).
 Hebebock—dźwignia (np. hydrauliczny).
 Hebel—dźwignia, ramię (dźwigni).
 Hebelsteuerung—nastawnicza dźwigniowa.
- Hebezeug—dźwignia.
 Hefner-Einbeit, H.-Kerze—światłotka hefnerowska.
 Heftniet—nit zcepnny.
 Heisslaufen—zagrzanie się.
 Heissluftmaschine—silnik żarowo-powietrzny.
 Heizer—palacz.
 Heizfläche—powierzchnia ogrzewana, p. ogrzewalna.
 Heizfläche, dampfberührte—nadwodna powierzchnia ogrzewana.
 Heizfläche, feuerberührte—powierzchnia ogrzewana spalinami.
 Heizfläche, unmittlere—powierzchnia opłomieniona.
 Heizfläche, wasserberührte—podwodna powierzchnia ogrzewana.
 Heizgas—gaz grzeiwny, g. grzejny.
 Heizkammer—nagrzewnica.
 Heizkanäle (Dampf.)—kanały spalinowe.
 Heizkörper—grzejnik.
 Heizrohr (Dampf.)—płomieniówka.
 Heizrohrkessel—kocioł płomieniówkowy.
 Heizungsanlage—zład ogrzewczy.
 Heizungsfach—ogrzewnictwo.
 Heizungsinstallateur—ogrzewnik.
 Heizungsmitte—ogrzewne.
 Heizungswärter—ogrzewca, obsługujący ogrzewanie.
 Heizwert (calorimetrischer)—wartość opałowa, lepiej ciepłikowa.
 Helling—śluzyny (w okręciarni).
 Herdguss—odlew otwarte lany.
 Herdraum—żarowisko (np. pieca, płomieniaka).
 Herzstück—krzyżownica zwykła (jednodziobowa).
 Herzstückspitze—dziób krzyżownicy i jego śpic.
 Hin- und Rückgang—bieg naprzód i wstec.
 Hinterstevon—tylnica (okręt).
 Hirnholz—starc, powierzchnia drzewa na poprzecznym przekroju pnia.
 Hitze—a) żar, jako stopień gorąca; b) jedno grzanie przy robocie kowalskiej; c) jeden wsad do płomieniaka; d) jeden spust w gruzce Besemera i w piecu martynowskim; e) jedna bitka, przy biciu pali.
 Hobel—wiórnik.
 Hobelmaschine—wiórarka (do drzewa); strugownica (do metalu, o suwającej się stolnicy); strugarka (o suwającym się nożu = shaping).
 Hobelspähne—strużyny; wióry.
 Hochbahn—kolej nadziemna.
 Hochbau—budownictwo.
 Hochdruckcylinder—cylinder wysokoprężny, c. mały.
 Hochofen—wielki piec.
 H.-Bodenstein—spadek.
 H.-Gas—czad wielkopięcowy.
 H.-Gasfang—czadnia.
 H.-Gasrohr—czadówka.
 H.-Gebläse—dmuchawa.
 H.-Gestell—gar.

- H.-Gicht—gardziel.
H.-Gichaufzug—dźwieg.
H.-Gichtöffnung—paszcza.
H.-Gichtplattform—pomost.
H.-Kohlensack—przestron.
H.-Rast—spadki.
H.-Schacht—szyb.
Hochwasser—woda wysoka; przybór.
Hodograph der Bewegung—hodograf ruchu.
Höchstleistung—moc końcowa.
Höhenkurve—warstwica.
Hohlcylinder—walec wydrążony.
Hohlkugel—kula wydrążona.
Hohlrad—koło wewnętrznie żeźbione.
Hohlstein—cegła dęta; c. drżona.
Hohlzapfen—czop wydrążony.
Holm—oczep.
Holzbearbeitungsmaschinen—obrabiarki do drzewa, o. na drzewo.
Holzbohrmaschine—świdrownica.
Holzhobelmaschine—wiórnica.
Holzhorde—pręciny drewniane.
Holzkohle—węgiel drzewny.
Holzschraube—wkrećka.
Holzwände—ściany drewniane.
Holzzahn—zab drewniany (zazwyczaj wstawiany).
Holzzement—warstwiec.
Homogen—jednolity.
Horizontalschub—napór poziomy. rozpór, np. sklepienia.
Horizontalturbine—turbina leżąca.
Hügellandbahn—kolej podgórska.
Hülfschub—suw nieroboczy.
Höllbahn—tor odtoczony.
Hüllkurve—krzywa odtaczająca (kin.), k. obwijająca (mat.).
Hülse—pochwa; tuleja.
Hülscnkupplung—sprzęgło łubkowe z pierścieniami.
Hütte—kuźnica.
Hüttenkunde—kuźnictwo.
Hüttenwesen—kuźnictwo (hutnictwo).
Huf (d. Cylinders)—kopyto (walcowe).
Hufnagel—podkowiak (do kucia koni); podkówczak (do podkówek na obcasach i t. p.).
Humifizierung—butwienie; butwieć (naprzemian w mokrem i w suchem).
Hydraulische Druckhöhe—hydrauliczna wysokość ciśnienia.
Hydraulische Presse—tłocznia, lepiej tłoczarka hydrauliczna, t. napędzana wodą.
Hydrodynamik—hydrodynamika.
Hydrostatik—hydrostatyka.
Hyperbel—hyperbola.
Hyperbelfunction—funkcja hyperboliczna.
Hyperboloid—hyperboloid.
Hypocykloide—hypocykloida.
Hysteresis—uporność magnetyczna (el.).
- Ideale Hauptspannung—zastępcze naprężenie główne.
Im Handbereich—dosięgni.
Imaginär—urojony.
Imaginäre Grösse—wielkość urojona.
- Impedanz—opór podniecony (el.).
Indicator (Dampf)—wskaziec.
Indicatoriagramm—wskaza (nakres wskaźcem).
Indizieren—wskazować.
Indizierte Leistung—moc wskazana.
Induktion—wzniesienie (el.).
Induktiver Leiter—przewód samowznieśny (el.).
Industriegas—gaz roboczy.
In Gang setzen (eine Maschine)—rozruszać.
Inhalt von Körpern—objętość ciał, brył.
Injektor—strumienica (smoczek, dyszak, przetryskacz).
Innenfeuerung—palenisko wewnętrzne.
Innenfeuerungskessel—kocioł o palenisku wewnętrznym.
Innenpolmaschine—prądnicą o biegunach odśrodkowych (el.).
Inselbahnhof—dworzec wyspowaty (kol.).
Installationsanlage—zład.
Integral—całka.
Isobare—izobara (wykresowa jednakowego ciśnienia).
Isolieren—zosobniać (el.).
Isolierhülle—odzież (przewodu elektr.).
Isolierklemme—dybki (el.).
Isolierkörper—osobniak (el.).
Isolierrolle—grzybek (el.).
Isolierstoff—osobniwo (el.).
Isolierstoffe (Dampfleitg.)—materiały otulące, albo m. na otuliny.
Isolierung der Dampfleitungen—otulanie przewodów parowych.
Isoplere—izopleta (wykresowa przy stałej objętości).
Isotherme—izoterma (wykresowa przy jednakowej temperaturze).
- Jahresring—słój (drzewa).
- Kabel—kabel.
Kabelschuh—końcówka kabla (el.).
Kältemischung—mieszanka ochładzająca.
Kämpfer—weźglowie (np. sklepienia).
Kämpferdruck—odpór weźglowia, o. weźglowiowy, o. weźglowny.
Kämpfergelenk—przegub weźglowiowy.
Kämpferstein—weźglownik.
Kalfatern—utykać (okręć).
Kaliber—wzorzec.
Kalibrierte Kette—łańcuch dokładny.
Kalk, eingesumpfter—wapno dołowane.
Kalkofen—wapienniak.
Kalk-Sand-Pisé—lepieniec wapienny.
Kalkstein—wapniak, wapień.
Kalorifer—nagrzewnica.
Kaltbrüchig—zimnokruchy (np. żelazo).
Kaltwasserpumpe—pompa na wodę zimną.
Kamin—kominiek.
Kammerschleuse—przepust komorowy, lepiej pogrodowy.
Kammlager—łożysko grzeźbieniaste.
Kammrad—koło o zębach wstawianych.
Kammwalze—wał żeźbiony.
Kammzapfen—czop grzeźbieniasty.

- Kanal—kanał.
 Kanalhaltung—pogroda kanału.
 Kanalwage—poziomnik wodny.
 Kandelaber—słupiec (latarniowy).
 Kapazität—pojemność.
 Kapazitätseinheit—pojemnostka, np. farad.
 Kappe, böhmische—sklepienie żaglaste.
 Kappengewölbe—sklepienie kapiaste, lepiej łączyste.
 Kappmaschine—zacinarka.
 Kappung der Schwelle—zacięcie (kol.).
 Kapsel—opona, osłona, kaptur, skorupa.
 Kapselmotor—silnik okapturzony, s. oskorupiony.
 Karburatation—nawęglanie (gazu).
 Kardioid—kardioida, krzywa sercowata.
 Kastenguss—odlew skrzyniowy.
 Katarakt—przysłumak (prędkości).
 Kegol—stożek (geometr.); grzybek (w zaworze).
 Kegolbremse—hamulec stożkowy.
 Kegelfeder—sprężyna stożkowa (stożkowata to zwiła).
 Kegelpendel—wahadło odśrodkowe (stożkowe, w wirujące).
 Kegelrad—stożek zębaty.
 Kegelregulator—miarkownik stożkowy.
 Kegeldreibringkupplung—sprzęgło o stożkach ciernych.
 Kegelscheibe—krąg stożkowy.
 Kegelschnitt—stożkowa (przecięcie stożkowe).
 Kegelturbine—turbina o przelocie postożkowym (doosiowa lub odosiowa).
 Kegelventile—zawory o grzybkach, z. grzybkowe.
 Kehlbalken—jętka, najwyżej z dwóch lub kilku jętek położona, zwie się „grzędą” (bud.).
 Kehle (Dach)—hultaj.
 Kehlsparren—hultajnica.
 Keil—klin.
 Keilbahn—podklinie.
 Keilbahnhof—dworzec półwyspowaty (kol.).
 Keilrad—koło kliniaste.
 Kennziffer—wskaźnik.
 Kentern—wywrócić (okręt).
 Kerbe—wręb, karb.
 Kern—rdzeń (przekroju, albo formy odlewniczej).
 Kernguss—odlew rdzeniowy.
 Kernholz—rdzeń.
 Kernlinie—obrys rdzenia.
 Kernloch—otwór rdzeniowy (odlewnictwo).
 Kernnagel—przypinka (odlewn.).
 Kernpunkt—punkt rdzenny.
 Kernstütze—podpinka (odlewn.).
 Kernweite—promień rdzenia; p. rdzenny.
 Kessel—kocioł.
 Kesselarmatur—osprzęt kotła (armatura).
 Kesselblech—blacha kotłowa.
 Kesselgarnitur—obsada paleniskowa.
 Kesselkörper—kotłak.
 Kesselmauerwerk—obmurze kotłowe.
 Kesselniestung—nitowanie, niestanie kotłowe.
 Kesselrohr—rura kotłowa.
 Kesselspeisewasser—woda zasilająca kocioł.
 Kesselstein—przywara.
 Kette—łańcuch.
 Kettenglied—ogniwo łańcucha.
 Kettenlinie—linia łańcuchowa, krzywa łańcuchowa.
 Kettennietung—nicenie proste.
 Kettenspumpe—podnośnica paciorkowa.
 Kettenrad—koło łańcuchowe.
 Kettenrad, verzahntes—koło (krążek) gniazdkowe.
 Kettenrolle—krążek łańcuchowy.
 Kettenschiffahrt—żegluga po łańcuchu.
 Kettenschluss—ogniwo rozdzielne.
 Kettenstab—kostur (miern.).
 Kiel—stepka (okręt).
 Kielholen—wynurzyć stepkę (okręt).
 Kienig; pechartig—smolny, smolisty.
 Kiesbett—podtorze żwirowe, łożo ż. (kol.).
 Kieselguhr—krzemkówka, martwica krzemionkowa.
 Kippkante—krawędź wywrotu.
 Kippkarren—tak (ręczny, konny).
 Kiplager—łożysko przegibne.
 Kippmoment—moment wywracający (wywrotczy).
 Klammer—szpona (bud.).
 Klappe—klapa (pastka).
 Klapprost—ruszt pochylny.
 Klauenkupplung—sprzęgło kłowe.
 Kleinbahn—kolejka.
 Kleinmotor—silnik drobny.
 Klemme—zacisk (jako przyrząd do zaciskania); kraniec (jako koniec przewodu w danym przyrządzie elektrycznym, franc. borne).
 Klemmenspannung—napięcie międzykrańcowe (el.).
 Klemmsperre (Klemmsperrwerk)—wechwył zakleszczający.
 Klemmkupplung—sprzęgło zaciskowe.
 Kletterweiche—rozjazd przeskokowy.
 Klinkenkupplung—sprzęgło wechwytowe.
 Klinker—klinkier.
 Kliver—dzióbek (żagiel trójkątny na dziobie żaglowca).
 Klostergewölbe—sklepienie kopankowate.
 Knagge—kułak.
 Knick-Caps—podchwyty przegibne.
 Knickfestigkeit—wytrzymałość na wyboczenie.
 Knicksicherheit—bezpieczeństwo na wyboczenie.
 Knickspannung—boczenie.
 Knickung—wyboczenie.
 Kniebebel—rozpora przegubowa (w sprzęgle).
 Knierohr; Bogenrohr—kolanko; krzywka.
 Knoten—węzeł. [Prędkość 1-go węzła = 1 mila morska na godz.].
 Knotenblech—podwęzeł.
 Knotenpunkt—punkt węzłowy; K. der Weiche—węzeł rozjazdu; K-Station—stacja węzłowa.
 Kochgas—gaz kuchenny.
 Koeffizient—spółczynnik.
 Königszapfen—czop główny, cz. pienny, pień.
 Körnerellevator—podnośnik (do ziarna).

- Körnertransporteur—przenośnik (do ziarna).
 Körper—ciało, bryła, kadłub.
 Körper, wärmeführender—grzeiwo.
 Kohlenbaue—zasiłek węglowy.
 Kohlenladebühne—naładówka węgla (dla parowozów).
 Kohlenrutsche—zesuwnia na węgiel.
 Kokerei—koksownia.
 Koksofengas—gaz koksowniczy.
 Kolben—tłok.
 Kolbenaufzug—dźwig nurnikowy (na nurniku).
 Kolbenbewegungen—ruchy tłoka, t. j. wysuw i wsuw.
 Kolbendeckel—pokrywa tłoka.
 Kolben-Gebläse—dmuchawa (tłokowa).
 Kolbengeschwindigkeit—prędkość tłoka.
 Kolbenhub—skok tłoka.
 Kolbenkörper—kadłub tłoka.
 Kolbenpumpe—pompa tłokowa.
 Kolbenring—pierścień szczeliwny, sprężyna szczeliwna (tłoka).
 Kolbenschieber—suwak tłoczkowy.
 Kolbenstange—tłoczysko.
 Kolbenweg—droga tłoka.
 Kolbenweglinie—wykresowa drogi tłoka
 Kollektor, Stromwender, Kommutator—przełącznik (el.).
 Kollergang—miażdżarka.
 Kombination—kombinacja.
 Kommandodeck—pomost sterniczny (okręt).
 Kommutator, Stromwender, Kollektor—przełącznik (el.).
 Kompressor—sprężarka (kompresor).
 Komprimirt—stłoczony, sprężony.
 Konchoide—konchoida, krzywa muszlowata.
 Konchoidenlenker—prostowód konchoidowy.
 Kondensation (Dampf.)—skraplanie.
 Kondensator—skraplacz (pary); pojemnik (el.).
 Konkretmauerwerk—mur ubijany, m. betonowy.
 Konsole—wspornik.
 Konsollager—łożysko wspornikowe.
 Kontakt (el.)—styk (czynność lub miejsce stykania się); stycznica = Kontaktloch; stycznik = Kontaktstüpsel.
 Kontaktarm—ramię zdawne (el.).
 Kontaktbügel—pałak zdawny (el.).
 Kontaktrolle—krążek zdawny (el.).
 Kontinuierlicher Träger—dźwigar wieloprzęsłowy, belka wieloprzęsłowa.
 Kontraktion—zwięźnienie.
 Kopfband—ramię, para ramion (bud.).
 Kopflosigkeit—przebieżność dzióbowa (okręt).
 Kopfstation—dworzec czołowy (kol.).
 Kopiermaschine—obrabiarka do kopiowania, matpiarka.
 Korblinie—linia kabłąkowa.
 Korkstein—korkowiec.
 Kostenanschlag—nacen (kosztorys).
 Kote—pionik (miern.).
 Kräftepaar—para sił (dwusił).
 Kräfteplan = Kräftepolygon—wielobok sił.
 Krängung—przechył, przechylenie (okręt).
 Kraft—siła.
 Kraftgas—gaz silniczy (t. j. do silników przeznaczony).
 Kraftlinie—oś sił (mech.).
 Kraftlinie (magnetische)—szlak magnetyczny, lecz jako jednostka natężenia pola: magnetostka.
 Kraftmaschine—silnik.
 Kraftsammler (Wasser)—zasobnik.
 Kraftstoff—paliwo.
 Kraftstoffgemisch—mieszanka wzbuchowa (siln. spalin.).
 Kraftübertragung—pędnia (transmisja), napęd, przesył pracy.
 Kraftverhältniss (Getriebe)—przełożenie.
 Kralle—sprzączka pazurowa.
 Krampe—skobel, skobelek.
 Kran—żóraw.
 Kranzelenkkupplung—sprzęgło przegubowe.
 Kranzspalt—luz międzywieńcowy (turbiny).
 Kreis—koło.
 Kreisabschnitt—odcinek koła.
 Kreisausschnitt—wycinek koła.
 Kreisbogen—łuk kołowy.
 Kreiselpumpe—pompa odśrodkowa.
 Kreisen—krążyć, krążyć.
 Kreisevolvente—rozwijająca koła.
 Kreisfunktion—funkcja kołowa.
 Kreisprozess—przebieg kołowy (termodyn.).
 Kreisprozess, umkehrbarer—odwracalny przebieg kołowy.
 Kreissäge—piła tarczowa.
 Kreissägeblatt—piłak tarczowy.
 Kreisschere—przecinarka tarczowa.
 Kreissehne—ciężka koła.
 Kreistrieb—napęd okrężny (linkowy).
 Kreisumfang—obwód koła.
 Kreuzeisen—krzyżownik.
 Kreuzhacke, Keilhaue, Spitzhacke—oskard.
 Kreuzholz—krzyżulec.
 Kreuzgelenkkupplung—sprzęgło przegubowe.
 Kreuzgewölbe—sklepienie krzyżowe.
 Kreuzkopf—krzyżulec.
 Kreuzstück (Rohr)—krzyżka.
 Kreuzungsstation—stacja krzyżna (kol.).
 Kreuzungsweiche—rozjazd w krzyżni; einseitige K.—rozjazd półkrzyżny (półangielski); beiderseitige K.—rozjazd krzyżny (angielski) (kol.).
 Kritischer Widerstand (el.)—opór obciążający (może być pochłonięty, albo niemożliwy) (el.).
 Kröpfung (Drehbank)—względnie.
 Kronleuchter—pajak.
 Krümmer (Rohr)—krzywka.
 Krümmung—krzywizna.
 Krümmungszeiger—wskaźnik krzywizny.
 Krummachse—wał wykorbiony.
 Kubische Parabel—parabola sześcienna (kubiczna).
 Kühltisch (Dampfkondens.)—staw studzący wodę.
 Kühlung—chłodzenie, ochładzanie, studzenie, oziębianie.
 Kugel—kula.
 Kugeldreieck—trójkąt kulisty (sferyczny).
 Kugelenk—przegub gałkowy.

- Kanal—kanał.
 Kanalhaltung—pogroda kanału.
 Kanalwage—poziomnik wodny.
 Kandelaber—słupiec (latarniowy).
 Kapazität—pojemność.
 Kapazitätseinheit—pojemnostka, np. farad.
 Kappe, böhmische—sklepienie żaglaste.
 Kappengewölbe—sklepienie kapiaste, lepiej łączyste.
 Kappmaschine—zacinarka.
 Kappung der Schwelle—zacięcie (kol.).
 Kapsel—opona, osłona, kaptur, skorupa.
 Kapselmotor—silnik okapturzony, s. oskorupiony.
 Karburatation—nawęglanie (gazu).
 Kardioide—kardioida, krzywa sercowata.
 Kartenguss—odlew skrzyniowy.
 Katarakt—przyłumiak (prędkości).
 Kegel—stożek (geometr.); grzybek (w zaworze).
 Kegelmremse—hamulec stożkowy.
 Kegelfeder—sprężyna stożkowa (stożkowato zwita).
 Kegelpendel—wahadło odśrodkowe (stożkowe), w. wirujące.
 Kegelrad—stożek zębany.
 Kegelregulator—miarkownik stożkowy.
 Kegelreibungskupplung—sprzęgło o stożkach ciernych.
 Kegelscheibe—krąg stożkowy.
 Kegelschnitt—stożkowa (przecięcie stożkowe).
 Kegelturbine—turbina o przelocie postożkowym (doosiowa lub odosiowa).
 Kegelventile—zawory o grzybkach, z. grzybkowe.
 Kehlhalken—jętka, najwyżej z dwóch lub kilku jętek położona, zwie się „grzędą” (bud.).
 Kehle (Dach)—hultaj.
 Kehlsparren—hultajnica.
 Kell—klin.
 Keilbahn—podklinie.
 Keilbahnhof—dworzec półwyspowaty (kol.).
 Keilrad—koło kliniaste.
 Kennziffer—wskaźnik.
 Kentern—wywrócić (okręt).
 Kerbe—wręb, karb.
 Kern—rdzeń (przekroju, albo formy odlewniczej).
 Kernguss—odlew rdzeniowy.
 Kernholz—rdzeń.
 Kernlinie—obrys rdzenia.
 Kernloch—otwór rdzeniowy (odlewnictwo).
 Kernnagel—przypinka (odlewn.).
 Kernpunkt—punkt rdzenny.
 Kernstütze—podpinka (odlewn.).
 Kernweite—promień rdzenia; p. rdzenny.
 Kessel—kocioł.
 Kesselarmatur—osprzet kotła (armatura).
 Kesselblech—blacha kotłowa.
 Kesselgarnitur—obsada paleniskowa.
 Kesselkörper—kotłak.
 Kesselmauerwerk—obmurze kotłowe.
 Kesselnietung—nitowanie, nicenie kotłowe.
 Kesselrohr—rura kotłowa.
 Kesselspeisewasser—woda zasilająca kocioł.
 Kesselstein—przywara.
 Kette—łańcuch.
 Kettenglinie—ogniwo łańcucha.
 Kettenlinie—linia łańcuchowa, krzywa łańcuchowa.
 Kettennietung—nicenie proste.
 Kettenpumpe—podnośnica paciorkowa.
 Kettenrad—koło łańcuchowe.
 Kettenrad, verzahntes—koło (krążek) gniazdkowe.
 Kettenrolle—krążek łańcuchowy.
 Kettenschiffahrt—żegluga po łańcuchu.
 Kettenschluss—ogniwo rozdzielne.
 Kettenstab—kostur (miern.).
 Kiel—stępka (okręt).
 Kielholen—wyrzucić stępkę (okręt).
 Kienig; pechartig—smolny, smolisty.
 Kiesbett—podtorze żwirowe, łożo ż. (kol.).
 Kieselguhr—krzemkówka, martwica krzemionkowa.
 Kippkante—krawędź wyrotu.
 Kippkarren—tak (ręczny, konny).
 Kiplager—łożysko przegibne.
 Kippmoment—moment wywracający (wywrotczy).
 Klammer—szpona (bud.).
 Klappe—klapa (pastka).
 Klapprost—ruszt pochylny.
 Klauenkupplung—sprzęgło kłowe.
 Kleinbahn—kolejka.
 Kleinmotor—silnik drobny.
 Klemme—zacisk (jako przyrząd do zaciskania); kraniec (jako koniec przewodu w danym przyrządzie elektrycznym, franc. borne).
 Klemmenspannung—napięcie międzykrańcowe (el.).
 Klemmgesperre (Klemmsperrwerk)—wechwył zakleszczający.
 Klemmkupplung—sprzęgło zaciskowe.
 Kletterweiche—rozjazd przeskokowy.
 Klinkenkupplung—sprzęgło wechwytowe.
 Klinker—klinkier.
 Kliver—dzióbek (żagiel trójkątny na dziobie żaglowca).
 Klostergewölbe—sklepienie kopankowate.
 Knagge—kułak.
 Knick-Caps—podchwyty przegibne.
 Knickfestigkeit—wytrzymałość na wybozczenie.
 Knicksicherheit—bezpieczeństwo na wybozczenie.
 Knickspannung—boczenie.
 Knickung—wybozczenie.
 Kniehebel—rozpora przegubowa (w sprzęgle).
 Knierohr; Bogenrohr—kolanko; krzywka.
 Knoten—węzeł. [Prędkość 1-go węzła = 1 mila morska na godz.].
 Knotenblech—podwęzle.
 Knotenpunkt—punkt węzłowy; K. der Weiche—węzeł rozjazdowy; K.-Station—stacja węzłowa.
 Kochgas—gaz kuchenny.
 Koeffizient—spółczynnik.
 Königszapfen—czop główny, cz. pienny, pień.
 Körnerlevator—podnośnik (do ziarna).

- Körnertransporteur—przenośnik (do ziarna).
 Körper—ciało, bryła, kadłub.
 Körper, wärmeführender—grzeiwo.
 Kohlenbanse—zasiłek węglowy.
 Kohlenladebühne—naładówka węgla (dla pa-
 rowozów).
 Kohlenrutsche—zesuwnia na węgiel.
 Kokerei—koksownia.
 Koksofengas—gaz koksowniczy.
 Kolben—tłok.
 Kolbenaufzug—dźwig nurnikowy (na nurni-
 ku).
 Kolbenbewegungen—ruchy tłoka, t. j. wy-
 suw i wsuw.
 Kolbendeckel—pokrywa tłoka.
 Kolben-Gebläse—dmuchawa (tłokowa)
 Kolbengeschwindigkeit—prędkość tłoka.
 Kolbenhub—skok tłoka.
 Kolbenkörper—kadłub tłoka.
 Kolbenpumpe—pompa tłokowa.
 Kolbenring—pierścień szczeliny, sprężyna
 szczeliny (tłoka).
 Kolbenschieber—suwak tłoczkowy.
 Kolbenstange—tłoczysko.
 Kolbenweg—droga tłoka.
 Kolbenweglinie—wykresowa drogi tłoka
 Kollektor, Stromwender, Kommutator—prze-
 rządnik (el.).
 Kollergang—miażdżarka.
 Kombination—kombinacja.
 Kommandodeck—pomost sterniczny (okręt).
 Kommutator, Stromwender, Kollektor—prze-
 rządnik (el.).
 Kompressor—sprężarka (kompresor).
 Komprimirt—stłoczony, sprężony.
 Konchoide—konchoida, krzywa muszlowata.
 Konchoidenlenker—prostowód konchoidowy.
 Kondensation (Dampf.)—skraplanie.
 Kondensator—skraplacz (pary); pojemnik (el.).
 Konkretmauerwerk—mur ubijany, m. beto-
 nowy.
 Console—wspornik.
 Konsollager—łożysko wspornikowe.
 Kontakt (el.)—styk (czynność lub miejsce
 stykania się); styczka = Kontaktloch;
 stycznik = Kontaktstüpsel.
 Kontaktarm—ramię zdawne (el.).
 Kontaktbügel—pałak zdawny (el.).
 Kontaktrolle—krążek zdawny (el.).
 Kontinuierlicher Träger—dźwigar wieloprze-
 słowy, belka wieloprzęsłowa.
 Kontraktion—zwężenie.
 Kopfband—ramię, para ramion (bud.).
 Kopffastigkeit—przegiętność dzióbowa
 (okręt).
 Kopfstation—dworzec czołowy (kol.).
 Kopiermaschine—obrabiarka do kopiowania,
 malpiarka.
 Korblinie—linia kabłąkowa.
 Korkstein—korkowiec.
 Kostenanschlag—nacen (kosztorys).
 Kote—pionik (miern.).
 Kräftepaar—para sił (dwusił).
 Kräfteplan = Kräftepolygon—wielobok sił.
 Krängung—przechył, przechylenie (okręt).
 Kraft—siła.
 Kraftgas—gaz silniczy (t. j. do silników
 przeznaczony).
 Kraftlinie—oś sił (mech.).
 Kraftlinie (magnetische)—szlak magnetycz-
 ny, lecz jako jednostka natężenia pola:
 magnetoska.
 Kraftmaschine—silnik.
 Kraftsammler (Wasser)—zasobnik.
 Kraftstoff—paliwo.
 Kraftstoffgemisch—mieszanka wzbuchowa
 (siln. spalin.).
 Kraftübertragung—pędnia (transmisja), na-
 pęd, przesył pracy.
 Kraftverhältniss (Getriebe)—przełożenie.
 Kralle—sprzączka pazuruwa.
 Krampe—skobel, skobelek.
 Kran—żóraw.
 Kranz Gelenkkupplung—sprzęgło przegubowe.
 Kranzspalt—luz międzywieńcowy (turbiny).
 Kreis—koło.
 Kreisabschnitt—odcinek koła.
 Kreisausschnitt—wycinek koła.
 Kreisbogen—łuk kołowy.
 Kreiselpumpe—pompa odśrodkowa.
 Kreisen—krążyć, krążenie.
 Kreisevolvente—rozwijająca koła.
 Kreisfunktion—funkcja kołowa.
 Kreisprozess—przebieg kołowy (termodyn.).
 Kreisprozess, umkehrbarer—odwracalny prze-
 bieg kołowy.
 Kreissäge—piła tarczowa.
 Kreissägeblatt—piłak tarczowy.
 Kreisschere—przecinarka tarczowa.
 Kreissehne—ciężka koła.
 Kreistrieb—napęd okrężny (linkowy).
 Kreisumfang—obwód koła.
 Kreuzeisen—krzyżownik.
 Kreuzhacke, Keilhaue, Spitzhacke—oskard.
 Kreuzholz—krzyżulec.
 Kreuzgelenkkupplung—sprzęgło przegubowe.
 Kreuzgewölbe—sklepienie krzyżowe.
 Kreuzkopf—krzyżulec.
 Kreuzstück (Rohr)—krzyżka.
 Kreuzungsstation—stacya krzyżna (kol.).
 Kreuzungsweiche—rozjazd w krzyżni; ein-
 seitige K.—rozjazd półkrzyżny (półan-
 gielski); beiderseitige K.—rozjazd krzyż-
 ny (angielski) (kol.).
 Kritischer Widerstand (el.)—opór obezpra-
 dniający (może być pochłōnczy, albo nie-
 zmożny) (el.).
 Kröpfung (Drehbank)—wglębie.
 Kronleuchter—pająk.
 Krümmer (-Rohr)—krzywka.
 Krümmung—krzywłość.
 Krümmungszeiger—wskaźnik krzywłości.
 Krummachse—wał wykorbiony.
 Kubische Parabel—parabola sześcienna (ku-
 biczna).
 Kühlteich (Dampfcondens.)—staw studzący
 wodę.
 Kühlung—chłodzenie, ochładzanie, studze-
 nie, oziębianie.
 Kugel—kula.
 Kugeldreieck—trójkąt kulisty (sferyczny).
 Kugelgelenk—przegub gąłkowy.

- Kugellager—łożysko kulkowe.
 Kugelventil—zawór o kuli.
 Kugelzapfen—czop kulisty, cz. gałkowy.
 Kulisie (Wasserräder)—szatkownica (przy kołach wodnych).
 Kulisie (Steuerungen)—jarzmo (przy stawidłach rozrządzających parą).
 Kulisie—półżak (w obmurzu kotłowym).
 Kunstramme—kafar dźwigarkowy.
 Kupferlegierung—stop miedziowy.
 Kupfernes Federrohr—wydłużka miedziana.
 Kuppelgewölbe—sklepienie kopulaste.
 Kuppeln—sprzęgać, doprzęgać.
 Kuppelofen, Kupolofen—żeliwiak (kupałak).
 Kuppelrad—koło dowiązane (w parowozie).
 Kuppeltange—wiązło (między kołami napędnymi parowozu).
 Kupplung—sprzęgło (wała); sprzęg (wagonu).
 Kurbel—korba.
 Kurbelantrieb—napęd korba, n. korbowy.
 Kurbelkröpfung—wykorbienie.
 Kurbelschenkel—ramię korby.
 Kurbelschleife—krzyżulec na korbie.
 Kurbeltrieb—napęd korbowa.
 Kurbelstange—korbówód, goleń korbowa.
 Kurbeltrieb—napęd korbowy.
 Kurbelzapfen—czop korby, cz. korbowy.
 Kurve—krzywa.
 Kurzschluss; Kurzschliessen—skrót; skrótować (el.).
- L-Eisen**—kątownik.
 L-Wulsteisen—kątownik łebkowy, wzgl. dwulebkowy.
 Labiles Gleichgewicht—równowaga chwiejna.
 Labyrinthliderung—uszczelnienie szczelinyą grzebieniastą.
 Lademaschine (Dynamo)—naprądnica.
 Laden (elektr.)—naiskrzać, nabijać; naprądnica—naprądnica.
 Ladestrom—naprądnica.
 Ladung—dawka (w siln. spal.); nabój (el.).
 Länge, virtuelle—długość zastępcza (obrys) (kol.).
 Längschwelle—podkład podłużny (kol.).
 Längsupport—przesuwnik.
 Längsträger—podłużnica.
 Lageplan—plan położenia, p. sytuacyjny.
 Lager—łożysko.
 Lagerdeckel—pokrywa łożyska.
 Lagerhaft—położysty (np. kamień).
 Lagerschale—panew, panewka.
 Lagerung des Kessels—sadowienie kotła.
 Lamellenkupplung—sprzęgło warstwowe.
 Landfuhrwerk—wóz.
 Lasche—łubka.
 Laschennietung—nienie w łubki.
 Laschenschraube—śruba łubcza.
 Last—ciężar.
 Lastdruckbremse—hamulec naciskany ciężarem.
 Lasthebemaschine—dźwignica, dźwigarka.
 Lastkette—łańcuch dźwigni.
 Lastwindwerk—dźwigarka (żórawia).
 Latente Energie—energia (praca) utajona.
 Latente Wärme—cieplik (ciepło) utajony.
 Laufachse, Tragachse—oś potoczna, oś nośna.
- Laufbrett—chodnica (wzdłuż wagonu).
 Lauffläche—gładź.
 Laufkatze, Laufwagen—kot.
 Laufkran—suwnica dźwigarkowa, dźwigarka przesuwna.
 Laufkranführer—suwniczy.
 Laufrad—koło potoczne (kol.).
 Laufrad—wirnik (turbiny).
 Laufradschaukel—łopatka.
 Laufrohr f. Förderwecke—rura przenośnicza.
 Lebendige Kraft—praca rozprędu, energia rozprędu.
 Lebensdauer—okres trwania (budowli).
 Leck—przeciek (okręt.).
 Lederstulp—cholewa skórzana, lepiej natłoczka skórzana.
 Leergang—bieg jałowy.
 Leergangsarbeit—praca biegu jałowego; p. jałowa; praca tarcia jałowego.
 Leerhub—skok jałowy.
 Leerscheibe—koło luźne, lepiej jałowe.
 Leeseite—strona zawietrzna (okręt.).
 Legierung—stop.
 Lehmestrich—klepisko.
 Lehrgerüst—krążyny (bud.).
 Leistung—moc.
 Leistungsfähigkeit—możność (silnika lub t.p.).
 Leistungsarbeit des Wechselstromes (cos φ)—spółczynnik mocy rozprądu (el.).
 Leistungsregulator—miarkownik energiczności (t. j. utrzymujący stałą pracę na skok, czyli stałą energiczność).
 Leistungszeiger, Wattmeter—wskaźnik mocy, watnik (el.).
 Leiter—a) przewodnik (ciało przewodzące elektryczność). b) przewód (prądu elektrycznego).
 Leitrad—stalka (kierownica).
 Leitradkranz—wieniec kierowniczy.
 Leitradschaukel—kierownica.
 Leitrolle—krążek kierowniczy.
 Leitspindel (Drehbank)—śruba wodząca.
 Leitungen—przewody (el.).
 Leitungsfähigkeit = Leitungsvermögen—przewodność (el.).
 Leitungswiderstand—opór przewodu (el.).
 Lemniskate—lemniskata.
 Lemniskatoidenlenker—prostowód lemniskatowy.
 Lenkachse, freie—odchylna oś swobodna (kol.).
 Lenkachsen, gekuppelte—osie spólnastawne (kol.).
 Lenker (Haupt)—wodzik.
 Lenkerstange—wodzik.
 Lenkstange (Weiche)—przesuwnik (zwrotnicy) (kol.).
 Lenkvorrichtung—wodzidło.
 Lenkvorrichtung—zwrotówka, t. j. iglica z opornicą i podparciem (kol.).
 Lenzpumpe, Leckpumpe—pompa odnurna, p. przeciekowa (okręt.).
 Leuchtgas—gaz świetliwny.
 Leuchtstoff—świetliwo.
 Libelle—poziomnica.
 Lichtbogen—łuk prądny (el.).
 Lichteinheit, Normalkerze—świetłostka.

- Licht Querschnitt—przeświet.
 Lichthof, Lichtschacht—świetnik (bud.).
 Lichtintensität (Beleuchtungsstärke)—jasność (np. powierzchni oświetlonej).
 Lichtintensitätseinheit—jasnostka.
 Lichtstärke, Leuchtkraft—światłość.
 Lieferung—dostawa.
 Linke Seite des Brettes—strona odbielna lub lewa.
 Linksweiche—rozjazd lewozrotny.
 Litze—skrzętka.
 Lochbohrer—świder (do drzewa); wiertak, wiertło (do metali).
 Lochkreis—wieniec dziur (śrub).
 Lochmaschine (Perforiermaschine)—przebi-jarka (dziurkarka).
 Lochstein—cegła drążona (dziurowana).
 Lösbare Befestigung—połączenie rozłączne.
 Löschen des Kalkes—gasić; gaszenie (wa-pna).
 Löschgrube, Reinigungsgrube—podłaz (kol.).
 Lösen des Bodens—odspajanie gruntu.
 LötKolben—lutownik.
 Lötlampe—lutownica.
 Logarithmus—logarytm.
 Lokomobile—lokomobila.
 Lokomotive—parowóz.
 Lokomotiv-Reperatur-Werkstatt—parowozar-nia.
 Lokomotivkessel—kocioł parowozowy.
 Lokomotivkuppelstange—wiązło (w parowo-zie).
 Lokomotivschuppen—parowozownia.
 Losskuppeln—odprzęgać, wyprzęgać.
 Losscheibe—koło luźne, lepiej jałowe.
 Lot—pion; lutowie; lut.
 Lüftung—przewietrzanie; natürliche L.—p. samoisne; künstliche L.—p. pobudzane.
 Lüftungsanlage—zład przewietrzający.
 Luftbremse—hamulec powietrzny (kol.).
 Luftentnahmestelle—czerpnia powietrza.
 Luftbahn—sapek, kurek powietrzny.
 Lufthaspel—kołowrót napędzany powietrzem.
 Luftmörtel—zaprawa wapienna, z. zwykła, z. napowietrzna (bud.).
 Luftpumpe (Dampfkondens.)—pompa na po-wietrze, p. próżniana.
 Luftraum (Dynamo)—cieśnina (powietrzna) (el.).
 Luftreinigung—odpylanie powietrza.
 Luftwechsel—wymiana powietrza.
 Luppe—lupa (kuźn.).
- M**agneteisenerz—żelaziak magnetyczny.
 Magnet-Gestell, M.-Rad—magneśnica.
 Magnetische Erregung—wzbudzanie (magne-tyczne).
 Magnetisches Feld—pole magnetyczne.
 Magnetische Streuung—usmyk magnetyczny.
 Magnetomotorische Kraft—usił magnetyczny.
 Magnetpol—biegum magnesu.
 Mahlgang—złożenie młynowe, z. młyńskie.
 Mannesmannrohr—rura systemu Mannes-mann'a.
 Manometer—manometr.
- Manschette—cholewa, lepiej natłoczką (skórzana).
 Mantelrohr—rura ołowiana z wnętrzem cy-nowem.
 Maschinenhaus—silnia.
 Maschinenrahmen (Dampf.)—oprawa silni-ka.
 Maschinensaal—silnicznia.
 Maschinist—silniczy.
 Masse—masa.
 Massenberechnung—obliczenie objętości, o. mas.
 Massenproduktion—wyrób hurtniczy.
 Massenverteilung—rozmieszczenie mas (ziem-nych).
 Massiv—a) lity, t. j. nieodrążony; b) niepal-ny, np. murywany.
 Masstab—wymiarka.
 Masssystem, absolutes—bezwzględny układ miar.
 Mast—maszt.
 Mastenkran—zóraw na maszty.
 Material, Stoff—tworzywo.
 Matritze—podbijka; podtlóczka.
 Mauerabsatz—odsadzka.
 Mauerkasten—obłoże.
 Mauerwerk—mur.
 Maximum u. Minimum—największość i naj-mniejszość.
 Mechanik—mechanika.
 Mechanische Wärmetheorie—mechaniczna teo-rya ciepła.
 Meeresw. llen—fale, bałwany morskie.
 Mehrzylinderkessel—kocioł wielowalcowy.
 Mehrphasenstrom—wieloprąd (el.).
 Meissel—dłuto.
 Messband—taśma (miernicza).
 Messkette—łańcuch (mierniczny).
 Messtisch—stolik (mierniczny).
 Metacentrum—nibyśrodek.
 Metallbearbeitungsmaschinen—obrabiarki do metalu.
 Metalliderung—szczeliwo (uszczelka) meta-łowe
 Metallschraube—łbiak (śrubowy).
 Metallspahn—wiór (metalowy).
 Meterkerze—jasnostka metrowa.
 Meterkilogramm—kilogramometr.
 Metrisches Gewinde—gwint metryczny.
 Mikrometer—leniwka (miern.).
 Mischdüse—gardziel (w smoczku par.).
 Mischgas—gaz wodnoczowy.
 Mischkondensator—skraplacz bezprzeponny; s. bezprzeponowy.
 Mischun —mieszanie; mieszanina; mieszanina.
 Mitnehmer—zabierak.
 Mitnehmerkupplung—sprzęgło zabiercze.
 Mitnehmerscheibe—tarcza zabiercza.
 Mitteldruckzylinder—cylinder średnioprężny, c. średni.
 Mittelkraft—siła wypadkowa, lep. wynikowa.
 Mittelpunkfläche—powierzchnia ośrodkowa; (mat.).
 Mittelrad—koło pośrednie (między skrajne-mi); k. środkowe (na środku osi) (kol.).
 Mittelrückenriemen—pas odgrzbietny.

- Mittelwasser—woda średnia.
 Möller—namiar (kuźn.).
 Mörtel—zaprawa.
 Mörtel, hydraulischer—zaprawa podwodna.
 Mörtelmaschine—zaprawiarka.
 Molekulargewicht—ciężar cząsteczkowy.
 Momentschalter—włącznik migowy (el.).
 Montejus (Dampfwaterheber)—ssawa parowa, przetłaczarka parowa.
 Motor (Kraftmaschine)—silnik.
 Motorengas—gaz roboczy.
 Motorwagen—wagon silnikowy.
 Muffe—kielich.
 Muffe, verjüngte—zwężka.
 Muffenkupplung—sprzęgło nasówkowe.
 Muffenrohr—rura kielichowa.
 Muffenverstemmung—nabój (nabijacz).
 Mundstück—wylot; nasadka.
- N**abe—piasta.
 Nachausströmung—wylot pozwrotowy.
 Nachbrennen—dopalenie (pozaspaliskowe).
 Nacheilen—podążać za.
 Nacheinströmung—wlot pozwrotowy.
 Nachgiebigkeit der Bettung—poddajność podtorza (kol.).
 Nachladen der Akkumulatoren—doprądniać (zasobniki) (el.).
 Nachschlusswinkel—kąt przymyku pozwrotowego.
 Nachströmung—dółot.
 Nasenkeil—klin łbiasty.
 Nasses Element—stadło mokre (el.).
 Nebengleis—tor boczny.
 Nebenschlussbogenlampe—łukówka boczni-kowa (el.).
 Nebenschlussmaschine—prądnicza boczni-kowa (el.).
 Nebenspannung—naprężenie drugorzędne.
 Negativ—odjemny.
 Neigungszeiger—wskaźnik pochyłości (kol.).
 Nennleistung—moc mianowana.
 Netzschaltung, Dreieckschaltung—skojarze-nie poobwodowe (el.).
 Neutrale Achse—oś obojętna.
 Neutrale Faserschicht—warstwa obojętna.
 Nichtleiter—nieprzewodnik (el.).
 Nickelstahl—stal naniklona.
 Niederdruckzylinder—cylinder niskoprężny, c. duży.
 Niederschlagsgebiet eines Flusses—dorzecze.
 Niederschlagshöhe—wysokość opadów (atmo-sferycznych).
 Niedrigwasser—woda niska.
 Nierenz—żelaziak nerkowaty.
 Niet—nit.
 Nietkopf—łeb i nakówek nita.
 Nietteilung—działka nicenia.
 Nietung—nicenie.
 Nietung, ein-, zwei-, vielreihige—nicenie, je-dno-, dwu-, wielorzędne.
 Nippel—gwintka.
 Niveaufläche—poziom; równia.
 Nivellementstabelle—dziennik poziomniczy (miern.).
 Nivellirinstrument—poziomnik (miern.).
- Nonius—noniusz (drobniomiar); nachtragen-der N.—n. postępowy; vortragender N.—n. wsteczny (miern.).
 Normalbelastung—obciążenie ustanowione.
 Normalbeschleunigung—przyspieszenie po-normalnej.
 Normale—normalna.
 Normalkerze (N. K.)—światłostka obrotowa.
 Normalprofil—obrysie (gabaryt); N. des lichen Raumes—obrysie torowe; N. der Fahrzeuge—obrysie taborowe (kol.).
 Normalspannung—naprężenie normalne.
 Normalspurbahn—kolej średniotorowa (normalny tor niemiecki).
 Nulleiter—przewód obojętny (el.).
 Nulllinie (Festigkeitslehre)—linia (oś) zerowa, wzgl. obojętna.
 Nut—wpustka.
 Nute—wspustka, lecz: Ankernute (el.)—zło-bek twornikowy.
 Nutenkeil—klin dwuwpuśny.
 Nutzleistung—moc pożytkowa.
- O**berbau—budowa wierzchnia, tor (kol.).
 Oberdeck—pomost górny (okręt.).
 Oberfläche—powierzchnia.
 Oberflächenkondensation—skraplanie naprze-ponne.
 Oberflächenkondensator—skraplacz przepo-nowy, s. przeponny.
 Oberwasser—poziom górny; woda górna.
 Objektivdiopter—celownik.
 Oeffnung in Schieberspiegel—okno, okienko.
 Oel—olej.
 Oelabscheider—wytłustnik (z wody); odtłu-stnik (z pary).
 Oelgas—gaz olejowy, g. olejny.
 Oese—oko, ucho.
 Ofen mit Schüttrost—piec półczadnicowy.
 Okulardiopter—przeziernik (miern.).
 Ordinate—rzędna.
- P**acket; Packetirung (Eisenbereitung)—sno-piec; snopcowanie (kuźn.).
 Packung—szczeliwo.
 Parabel—parabola.
 Parabel, semikubische—parabola półsześci-enna (półkubiczna).
 Parabelträger—parabolnica.
 Paraboloid—paraboloid.
 Parallele Nebenleitung—bocznica (przewodu) (el.).
 Parallelogramm—równoległobok.
 Parallelschaltung—łączenie oboczne (el.).
 Parallelstrom—spółprąd.
 Parallelträger—równoleglica.
 Parallelwerk—tama podłużna (wodn.).
 Partial—częściowy.
 Partialturbine—turbina cząstkowa.
 Pauliträger—parabolnica skrzyżowana (ukła-du Pauliego).
 Pech—smoła.
 Pendel—wahadło.
 Pendelregulator—miarkownik wahakowy.
 Perforiermaschine—dziurkarka.
 Perforiertes Blech—blacha dziurkowana.

- Periodenzahl (des Wechselstromes)—często-
 tliwość drgawek (rozprądu).
 Permutation—przemiana (permutacya).
 Perspektive—perspektywa.
 Petroleummotor—silnik naftowy.
 Pfahlrost—ruszt na palach.
 Pfahlschuh—grot (pala).
 Pfahlschuh-Lappen—łapa (grota).
 Pfahlspitze—zacios pala.
 Pfeilerhaupt—naczółek.
 Pfeilrad—koło daszkowo użębione.
 Pferdegöpel—kierat.
 Pferdestärke—koń mechaniczny, moc konia,
 (godło: MK).
 Pförtnerhaus—odźwiernia.
 Phasenmesser—faznik (el.).
 Phosphorbronze—spiż (bronz) nafasforzony.
 Piezometer—piezometr.
 Pipette—ssawka.
 Piramide—ostrostup.
 Planum—torowisko (plant) (kol.).
 Plastisch—ogniotny.
 Platte—plyta.
 Plattenf-der-Manometer—manometr przepo-
 nowy, m. o przeponie.
 Pleuelstange—korbowód, goleń korbową.
 Plunger—nurnik.
 Pochwerk—stępa.
 Pochstössel—stępor.
 Pockholz—drzewo gwajakowe.
 Podest—podest, lepiej zawrat (bud.).
 Podestträger—podestownica, lepiej zawra-
 t nica.
 Polbahn—tor biegunowy.
 Polschuh—łbica (magnesy) (el.).
 Polstärke—natęż bieguna (magnetycznego).
 Polytropische Kurve—krzywa politropiczna.
 Portalkran—obrotny żóraw bramiasty.
 Portlandcement—cement portlandzki.
 Porzellan- (Isolier) Glocke—kołpak porcela-
 nowy (el.).
 Positiv—dodatny.
 Potenz—potęga.
 Potenzial—potencyał.
 Prellbock—koziół odbojowy (kol.)
 Prellung—odrzut.
 Pressanlage—łócznia, wytłócznia.
 Presse—łóczarka, wytłóczarka i t. p.
 Pressschraube—śruba tłoczna.
 Primär—pierwotny (nawój, napięcie prze-
 twornika) (el.).
 Primzahl—liczba pierwotna.
 Prisma—graniastosłup, przyzmat.
 Probierhahn (Dampf.)—kurek dozorczy.
 Process—proces; przebieg; postępowanie.
 Produkt—wytwór, wyrób.
 Profil—obrys, profil.
 Profillaschen—łubki kształtowe (kol.).
 Projektion—rzut.
 Projektions—rzutowy, rzutowany.
 Projektionsapparat—rzutowownica.
 Projicirt—rzucony, rzutowany.
 Pronyscher Zaum—hamownica Prony'ego.
 Propeller—pędzisz (okręt).
 Proportionalitätsgrenze—granica proporcjo-
 nalności.
- Prüfdraht—drut dozorowy (el.).
 Prüfungs-Manometer—manometr sprawdza-
 jący.
 Puffern, buffern—sprężynować, lecz o zasob-
 nikach elektrycznych: prądować.
 Pufferbatterie—rzesza wyrównawcza (zasob-
 ników) (el.).
 Pulsionsventilation, Überdruckventilation—
 Pulsometer—tętnik. [nawietrzanie].
 Pumpe—pompa.
 Pumpräder—przelewnice.
 Puster—dmuchawka (na parę świeżą w dym-
 nicy parowozu).
 Putz—wyprawa, tynk.
 Putzmaterial—czyściwo.
 Pyrometer—pyrometr (mierzyżar).
 Pyrometrischer Heizwert—pyrometryczna
 wartość paliwa.
- Q**uaderstein—cios, kamień ciosowy.
 Quadrateisen—czworogrannik.
 Quai—nadrzeże.
 Quaimauer—mur nadbrzeżny.
 Quaistrasse—ulica nadbrzeżna.
 Quarterdeck, Achterdeck—pokład tylny
 (okręt).
 Quarz—twardziec (kwarciec).
 Quecksilbersäule—słup rtęci (rtęciowy), sł. rt.
 Querdehnung—rozpeczęcie.
 Querhaupt—krzyżulec; poprzecz-
 nica.
 Querkontraktion—zwężenie; zwęż (przekroju).
 Querkraft—siła poprzeczna.
 Querschnitt—przekrój.
 Querschwelle—podkład poprzeczny.
 Quersiederohre—płomieniówki poprzeczne.
 Quersupport—nasuwnik.
 Quersträger—poprzecznicą.
 Querszusammenziehung—zwężenie; zwęż
 (przekroju).
 Quetschgrenze—granica ciastowatości.
- R**aa—reja (okręt).
 Raasegel—rejel (okręt).
 Rad, elliptisches—tarcza eliptyczna.
 Radgehäuse—okolina.
 Radial-Bohrmaschine—wierdarka żórawiowa.
 Radialturbine—turbina promiennicza (odśro-
 dowa albo dośrodkowa, lepiej odosiowa,
 albo doosiowa).
 Radiator—grzejnik organkowy, organki.
 Radiusvektor—promień wodzący.
 Radkörper—koło bosc.
 Radreifen—obrzec.
 Radsatz—zestaw kół (kol.).
 Radstand (ausserster)—rozstęp (osi).
 Räderersatz—dobór kół (zębatach).
 Räderwerkstatt—kolarnia.
 Räucherhammer—wędzarnia.
 Rahmen—obwodzina (dachowa).
 Rammbär—baba.
 Ramme—kafar; Handramme—taranek.
 Rampe: Geneigte Fläche—pochylnia.
 Rangirbahnhof—przerządnia.
 Rangiren, Verschieben—przerządzać; das R.
 —przerząd.

- Rangirgleis—tor przerzadczy.
 Rappputz—obrutka.
 Rasenerz, Wiesenerz—żelaziak łąkowy.
 Raspel—tarnik (raszpla).
 Ratsche, Knarre—grzechotka.
 Rauchfang—oddymnik.
 Rauchgase—spaliny.
 Rauchkammer—dymnica (w parowozie).
 Rauchrohrkessel—kocioł płomienicowy o palenisku podolnem.
 Rauchschieber (Dampf.)—zasuwa czopuchowa.
 Rauchsclot—wydymnica.
 Rauchverzehrer—obezdymiak.
 Rauhigkeit—chropowatość.
 Raumdiagramm (Dampf.)—wykres objętości.
 Reaktanz—opór wzniecony (el.).
 Reaktionsturbine—turbina naporowa.
 Rechte Seite des Brettes—strona odrdzenna lub prawa.
 Rechtsweiche—rozjazd prawozwrotny (kol.).
 Reduzierbarkeit—odlentialność (kuźn.).
 Reduzierter Muffenhub—zastępczy skok pochwy (miarkownika).
 Reduzierventill—przymykadło samoczynne.
 Reflektor—odblasnik.
 Regenerativ-Brenner—palnik odzyskowy.
 Regenerierraum—świeżalnia (w gazowniach).
 Reguläre Vieleck—wielokąt prawidłowy.
 Regulator—miarkownik, lecz na parowozie: „przepustnica“.
 Regulierofen—piec miarkowny.
 Reibahle—rozwiertnik.
 Reibbohr—rozwiertak.
 Reibung—tarcie.
 Reibung der Bewegung—tarcie w ruchu.
 Reibung der Ruhe—tarcie w spokoju (w bezruchu).
 Reibung, gleitende—tarcie przy ślizganiu.
 Reibung, rollende—tarcie przy toczeniu.
 Reibung, zusätzliche—tarcie niejätowe.
 Reibungs—cierny.
 Reibungsarbeit—praca tarcia.
 Reibungshammer—młot cierny.
 Reibungskoeffizient—spółczynnik tarcia.
 Reibungskupplung—sprzęgło cierne.
 Reibungsrad—koło cierne.
 Reibungsverluste—straty od tarcia.
 Reibungswiderstände—opory tarcia.
 Reibungswinde—dźwigarka cierna.
 Reibungswinkel—kąt tarcia.
 Reihe—szereg; rząd.
 Reinigungsmasse—czyściwo.
 Reinigungsöffnung—wyczystka.
 Rente—renta.
 Reparaturwerkstatt—naprawnia.
 Resultante—wypadkowa, lepiej wynikowa.
 Retorte—wygaźnica (w gazowniach).
 Retortenhaus—wygaźnia.
 Retorten-Ofen—piec wygaźnicowy.
 Rhode—postań (okręt).
 Riemen—pas (skórzany).
 Riemen, gekreuzter—pas skrzyżowany.
 Riemen, geschränkter—pas zwichrzony.
 Riemen, offener—pas obęcziowy.
 Riemenansrücker—przesuwacz pasa.
 Riemenbetrieb—napęd pasowy.
 Riemenscheibe—koło pasowe.
 Riemetrieb—napęd pasowy.
 Riementrommel—bęben pasowy.
 Rieselkondensator—skraplacz obiekowy.
 Riffelblech—blacha karbowana.
 Ring—pierścień.
 Ringanker—twornik pierścieniowy, t. pierścieniasty (el.).
 Ringbahn, Gürtelbahn—kolej obwodowa.
 Ringkeil—pierścień osadny, trójdzielny.
 Ringleitung—przewód okrężny.
 Ringventil—zawór pierścieniowy.
 Ringwicklung—uzwojenie napięściennne (el.).
 Rippe, Grat—żebro, np. sklepienia.
 Rippenrohr—żebrowka.
 Röhren, kommunizierende—naczynia skojarzone.
 Röhrenfeder-Manometer—manometr rurko-prężny.
 Röhrenlibelle—poziomnica podłużna.
 Rösten der Erze—prażenie rud.
 Röstofen—prażak (kuźn.).
 Roggenerz—żelaziak ikrzasty.
 Roheisen—surówka; graues R.—s. szara; halbirtes R.—s. pstra (kuźn.).
 Rohgang—zimny bieg wielkiego pieca (gdy grozi zamarlisko).
 Rohhautrad—koło z surowca skórzanego.
 Rohr—rura.
 Rohrfansch—kołnierż.
 Rohr-Formstück—kształtka.
 Rohrleitung—przewód rurowy.
 Rohrmuffe—kielich.
 Rohrnetz—sieć rur; oberes R.—sieć nagórna; unteres R.—sieć podolna.
 Rohrregister—grzejnik drabinkowaty.
 Rohrtreibmaschine—rozłaczarka.
 Rohrwand—ścianka rury; ścianka sitowata (w parowozie).
 Rolle—krążek.
 Rollenkipplager—łożysko przegibne na wał.
 Rollschicht—cegła na rąb. [kach.
 Root-Gebläse—wietrzak Root'a.
 Rost, liegender—ruszt bez pali (bud.).
 Rostraum—rusztowisko.
 Rostspalt—przewiewie.
 Roststab—rusztowina.
 Rostträger—rusztownica.
 Rotationskörper (Fläche)—bryła (powierzchnia) obrotowa.
 Rotbrüchig—ogniokruchy (np. żelazo).
 Roteisenzerz—żelaziak czerwony.
 Rotguss—spiż, bronz.
 Rotierung—wirowanie.
 Ruder—wiosło; ster.
 Ruderfläche—pióro wiosła; pióro steru.
 Ruderspindel—oś steru.
 Rückkehrkreis—koło powrotowe (kin.).
 Rückkehrpol—biegun powrotowy (kin.).
 Rückkehrpunkt—punkt powrotny, lepiej p. na wrotu.
 Rückkohlung—powrotne nawęglanie (kuźn.).
 Rückkühlung—studzenie.
 Rückschlagventil—zawór wsteczny.

- Rundeisen—krągownik.
 Rundholz—krągłak.
 Rundkeil—klin okrągły.
- S**
 Sägeblatt—piłak.
 Sägemaschine—piła.
 Sägemühle—tartak.
 Sägen—trzeć.
 Sättigung—nasylenie.
 Säule—słup.
 Salon—świetnica, salon.
 Salonwagen—wagon bezprzedziałowy.
 Sammelgleis—tor zborny.
 Sammelheizung, Zentralheizung—ogrzewanie zespolone.
 Sammler, hydraulischer—zasobnik.
 Sandschüttung—podsyp piaskowy (pod posadę budowlą).
 Sandstein—piaskowiec.
 Sandstrahlgebläse—dmuchawa piaskowa.
 Sandstreuer—piasecznica (kol.).
 Satz—zcał (w znaczeniu kompletu).
 Satzräder—koła skojarzone.
 Sauggas—gaz wodnoczadowy.
 Saugheber—przesysak, ssawa.
 Saugkorb—smok.
 Saugpumpe—pompa ssąca.
 Saugrohr—rura ssawna, lepiej ssawcza.
 Saugventil—zawór ssawny, lepiej ssawczy.
 Saugventilation, Unterdruckventilation—wywietrzanie.
 Schaar von Kurven—rój krzywych.
 Schablone—wzornik.
 Schacht—szyb (górn.).
 Schachtkran—żóraw z łożyskiem podziemnym.
 Schärfmaschine—ostrzarka.
 Schalenkupplung—sprzęgło łukowe ze śrubami.
 Schallfang—odszumka.
 Schalltopf—garnek odszumny.
 Schaltraum—rozzrądnia (el.).
 Schalttafel—rozzrądnica (tablica rozrządna) (el.).
 Schaltzeile—stadło odprężne (el.).
 Schaufel—szufa; łopatka (turbiny).
 Schaufelraum (Wassermotor)—przegródka międzyłopatkowa.
 Schauloch—wziernik.
 Scheibenkolben—tłok tarczowy.
 Scheibenkupplung—sprzęgło tarczowe.
 Scheibenrad—koło tarczowate.
 Scheidewand—ściana przedziałowa.
 Scheidewand (in Kammer-system)—jaz górny, wzgl. dolny (w obmurzu kotła).
 Scheinwerfer—najaśnica.
 Scheitelgelenk—przegub zwornikowy.
 Schekel—ucho.
 Scherblatt—szczeka nożyc.
 Schere—nożyce.
 Scherenkran—żóraw rozkraka.
 Schichtenlinie, Höhenkurve—warstwica.
 Schiebebühne—przesuwnica.
 Schieber—suwak, zasuwa.
 Schieberdiagramm—wykres suwakowy.
 Schieberentlastung—odciążenie suwaka.
- Schieberkasten—skrzynka suwakowa.
 Schieberspiegel—gładź suwakowa.
 Schiebersteuerung—stawidło suwakowe; rozrząd suwakiem.
 Schiebetür—drzwiczki lub drzwi: a) przesuwne (jedne), b) rozsuwne (para).
 Schiefe Ebene—równia pochyła, lepiej pochylnia.
 Schiefer—łupek.
 Schienenauszug (Dilatationsstück)—wydłużnik szynowy.
 Schienenhaken—szyniak.
 Schienenkreuzung—krzyż tokowy.
 Schienenoberkante—grzbiet lub wierzch szyny.
 Schienenstoss—styk (szyn).
 Schienenstoss-Lücken-Zwischenstückchen—łuznik (torowy) (kol.).
 Schienenverbindung—złącze szynowe.
 Schiff—statek, okręt; scharfgebautes S.—statek ostrawy; völliges S.—statek pełnotłiw; tiefgehendes S.—statek głębokobirny; flachgehendes S.—statek płyt-kobirny.
 Schifffahrt—żegluga.
 Schiffbaukunst—okrętownictwo.
 Schiffsdampfkessel—kocioł parowcowy.
 Schiffgerippe—więźba okrętowa.
 Schiffskette—łańcuch okrętowy.
 Schiffskörper—kadłub okrętu.
 Schiffsluke—czeluszka (okrętowa).
 Schiffsrad—koło łopatkowe.
 Schiffsschraube—śruba napędna.
 Schlacke, gekörnte—żużel ziarnowany.
 Schlackenform—przelewka (żużla) we wielkim piecu.
 Schlackenwolle—żużel rozwiókniony, wata żużlowa.
 Schlägel—pobijak.
 Schlingern—węzykowanie (parowozu).
 Schlaff—obwisły.
 Schlauch—wąż, kiszka.
 Schleifenwicklung—uzwojenie pętlicowe (el.).
 Schleifmaschine—szlifarka; toczarka.
 Schleifring—pierścień zdawny (el.).
 Schleifstein—toczak (obracający się); osetka (ręczna).
 Schleifsteinvorrichtung—toczydło.
 Schleppschiebersteuerung—stawidło suwakowe z zabrankami (Farco't'a).
 Schleuderbremse—hamulec odśrodkowy.
 Schleudergebläse—wietrzak odśrodkowy (bąk).
 Schleuderpumpe—pompa odśrodkowa.
 Schleuderschmierung—smarowanie orzutne.
 Schleuse—upust (np. przy młynie); przepust (żegluga).
 Schleusenthor—brama przepustu.
 Schlichten—gładzić.
 Schlichtfeile—gładzik.
 Schliesse (Kran)—łącznica.
 Schliesskopf des Nietes—nakówek nita.
 Schlitzmaschine—wcinarka.
 Schlüpfung des Ankers—nienadażność twor-nika (el.).
 Schlusslaterne—latarnia odytłowa (kol.).
 Schlusssignal—sygnał odytłowy (kol.).

- Schlussstein—zwornik (bud.).
 Schlusswagen—wagon tylny (kol.).
 Schmalspurbahn—kolej wązkotorowa.
 Schmelzpunkt—punkt (temperatura) topnienia.
 Schmelzwärme—cieplik (ciepło) topnienia.
 Schmiedbarer Guss—odlew odwęglony, o. ko-
 Schmiede—kuźnia. [walny].
 Schmiedeeisen—żelazo, żelazo kowalne.
 Schmiedefeuer—ognisko kuzienne.
 Schmiedepresse—kuźniarka
 Schmierbüchse—oliwiarka.
 Schmiergefäß—maźnica.
 Schnecke u. Schraubenrad—stadło ślimacze,
 t. j. ślimak i ślimacznica.
 Schneebret—odsnieżka (na dachu).
 Schneeräumungsmaschine—odsnieżarka.
 Schneeschutzvorrichtung—odsnieżniak.
 Schneeschutzzaun—plot odsnieżny.
 Schneidbacke—gwintnica.
 Schneidbohr—gwintnik.
 Schneide—rżez; ostrze.
 Schneidkluppe—gwintownica.
 Schneidstahl—nóż.
 Schnellläufer (Maschine)—szybkobieg (silnik).
 Schnelllaufwasserheizung—ogrzewanie
 wodne, szybkookrężne.
 Schnepfer—zatrząsk.
 Schnittbrenner—palnik szczelinowy (lec je-
 go płomień „motylkowy“).
 Schnürboden—nadscenie (w teatrach).
 Schöpfschaufl (eines Ventilators)—czerpak
 Schöpfwerk—podnośnica; przelewnica.
 Schoner—szkunic (okręt).
 Schoner-Schiffe—statki niedożagłone (okręt).
 Schornstein—komin.
 Schotte—gródź (rodz. ż.) (okręt).
 Schottendeck—grodziec (okręt).
 Schotter—tłuczeń (szaber).
 Schotterbett—podtorze tłuczniowe, łożo t.
 Schräge—pochylnik (w klatownicach bez-
 stojcowych), przekątnik (w stojcowych).
 Schrauer—skrobaczka.
 Schraube ohne Ende—ślimak.
 Schraube—śruba.
 Schraubenfeder—krętna sprężyna zwiata.
 Schraubenflaschenzug—wciąg ślimaczy, w.
 ślimakowy.
 Schraubengänge—nitki gwintu.
 Schraubengewinde—gwint.
 Schraubenkern—rdzeń śruby.
 Schraubenkopf—łeb śruby.
 Schraubenlinie—śrubowa, linia śrubowa.
 Schraubenmutter—naśrubek.
 Schraubenpresse—tłoczarka śrubowa; wy-
 tłaczarka śrub.
 Schraubenrad—koło śrubowato użębione; wir-
 nik śrubowaty (w przewietrzniku).
 Schraubenradgebläse—przewietrznik śrubo-
 wy (p. o wirniku śrubowatym).
 Schraubenschneidmaschine—gwinciarzka.
 Schraubensteuerung—nastawica śrubowa.
 Schraubenventilator—przewietrznik śrubowy.
 Schraubenwinde—dźwignik śrubowy.
 Schraubenzieher—odkrętka.
 Schrotfeile—zdzierak.
 Schrubben—zdzierać.
 Schrumpfring—obrzęcz skurczna.
 Schubfestigkeit—wytrzymałość na cięcie.
 Schubkoeffizient—spółczynnik przesuwalno-
 ści.
 Schubkurbel, geschränkte—korbowodowy na-
 pęd mimoosiowy, mimoosiowy napęd go-
 lenią korbową.
 Schubspannung—cięcie (naprężenie tnące).
 Schubstangenkopf—łeb goleni (korbowodu).
 Schürfloch—rozkop.
 Schüttelrost—ruszt drgawkowy.
 Schüttfeuerung—palenisko zasypne.
 Schütze—stawidło (na upniecie).
 Schutz (eines Kessels)—pierzciono.
 Schutzkorb der Glühlampe—kaganiec (ża-
 rówki).
 Schutznetz—siatka ochronna.
 Schwachstrom—prąd wąty; Schwachstrom—
 wątoprądny (el.).
 Schwalbenschwanz-Ueberblattung—wcios
 pletwowy.
 Schwanzhammer—młot wahakowy z ogonom.
 Schwarte—okrajka (oblader).
 Schweisseisen—żelazo zlipne.
 Schweissen—złpiał.
 Schweisshitze—żar zlipności.
 Schweissofen—złpiak, piec zlipczy.
 Schwefelkies—iskrzyk żelazny.
 Schwelle—przycięcie, podwalina (ściany roz-
 worowej); podkład (kolejowy); próg.
 Schwerpunkt—środek ciężkości.
 Schwert—krzepica (we wieźbie dachowej).
 Schwimmachse—oś pływania.
 Schwimmer—pływak.
 Schwindmass—miara skurczowa (wymiarka);
 skurcz (długość skurczania).
 Schwingung—wahanie; wahnienie.
 Schwingung, geradlinig—drżanie.
 Schwingmasse—masa rozpędowa.
 Schwungrad—koło rozpędowe.
 Schwungrad, fliegendes—wywieszone koło
 rozpędowe.
 Scrubber, Wäscher—płoczka (gazu).
 Sechskant—sześciogran.
 Sechskanteisen—sześciogrannik.
 Segel—żagiel.
 Sehne—ciąćka.
 Seilantrieb—napęd linowy.
 Seilausgleichung (Förderm.)—zrównoważenie
 liny.
 Seilbahn—kolej linowa; S. mit ruhendem
 Tragsseil—kolej polinowa (wózek jedzie
 po linie); S. mit umlaufendem Tragsseil
 —kolej nalinowa (wózek spoczywa na
 linie krążącej).
 Seilpolygon—wielobok sznurowy.
 Seilriese—pochylnia polinowa.
 Seilrohr—rura gładka, opancerzona.
 Seilrolle—krążek linowy.
 Seilschacht—szyb linowy.
 Seilscheibe—koło linowe.
 Seiltrieb—napęd linowy.
 Seiltrommel—bęben linowy.
 Seitenablagerung—odwał (boczny).
 Seitenhalbierungslinie—ośrodkowa.

- Seitenkraft—siła składowa.
 Seitenleder—skóra bokowa (od boku).
 Seitenwand—ściana boczna (wagonu).
 Sekundär—wtórny (napiecie, uzwojenie itp.);
 S-Element—stadło wtórne, czyli za-
 sobnik (el.).
 Sekundenerg—erga na sekundę.
 Sekundenmeterkilogramm—kilogramometr na
 sekunde.
 Sekundenpendel—wahadło sekundowe.
 Selbsthemmend—samobamowny.
 Selbsthemmung—samohamowność
 Selbstinduktion—samowzniesienie, samo-
 wzniesienie, samowzniet (el.).
 Selbstschmierlager—samosmar.
 Selbstspannend—samoprężny.
 Selbstzirkulierend—samokrążny.
 Selfaktor—samoprządka.
 Semikubische Parabel—parabola półsze-
 ścienna (p. półkubiczna).
 Serienschaltung, Reihenschaltung—łączenie
 posobne (el.).
 Serpentin—węzowiec (minerał).
 Serpentine—szlak wężykowaty (kol.).
 Servomotor—silnik pomocniczy.
 Setzeisen—nabijak.
 Setzkopf des Nietes—łeb nita.
 Setzwage—krokiewka.
 Shapingmaschine—strugarka.
 Sicherheitskoeffizient—spółczynnik bezpie-
 czeństwa.
 Sicherheitskurbel—korba zabezpieczona.
 Sicherheitsventil (Dampf.)—zawór bezpie-
 czeństwa.
 Sicherheitsvorrichtungen—bezpieczniki, t. j.
 osłonki, zapobieżniki, ochronniki, albo
 ocalniki.
 Sicherung (Schmelz-)—bezpiecznik (topnia-
 kowy) (el.).
 Sickerkanal, Rigole—kanalik odsączny.
 Sieb—sito, rzeszoto (plecione); przetak (dziu-
 rowany).
 Siedepunkt—punkt (temperatura) wrzenia.
 Siederohr—płomieniówka.
 Siederohrkessel—kocioł płomieniówkowy.
 Siliciumbronze—spiż (bronz) nakrzemiony.
 Sinn (der Bewegung) lot, lepiej dążność.
 Sintern—zeskwarzyć.
 Sinus—wstawa.
 Sitz—siedza, a jej części: Armlehne—pod-
 ręcze; Handlehne—poręcz boczna; Kopf-
 lehne—wezglówek; Rücklehne—od-
 grzbiecie.
 Sitzplatz—siedza.
 Sitzstelle—siedlisko.
 Slip—uślizg (pozyni i rzeczywisty) (okręt).
 Sockel—odziom (cokół); Glühlampensockel—
 trzon żarówki.
 Spaltdruck—ciśnienie w szczelinie.
 Spaltdruckregulierung—nastawianie ciśnienia
 (turbin).
 Spaltschieber—suwak rusztowaty.
 Spannkraft—siła wyprężająca.
 Spannriegel—rozwora; rozpóra wyprężająca.
 Spannring—pierścień rozprężny.
 Spannrolle—krążek wyprężający.
- Spannstange—ściąg.
 Spannung—naprężenie (wytrż.); prężność
 (gazów i par); napięcie (el.).
 Spannung, zulässige—naprężenie bezpieczne,
 dozwolone.
 Spannungskoeffizient (Dampf.)—sprawność
 prężności.
 Spannungs-Einflussfläche—powierzchnia bry-
 ły naprężenia.
 Spannungsfäche—oznaczna powierzchnia na-
 prężenia.
 Spannungszeiger, Voltmeter—wskaźnik na-
 pięcia, woltmik (el.).
 Spant—wreга (okręt).
 Spantfläche—owręże (okręt).
 Sparren—krokiew.
 Spaten—łopata.
 Speiche—sprycha.
 Speichenrad—koło sprychowe.
 Speiserohr (Dampf.)—rura zasilająca.
 Speiseventil (Dampf.)—zawór zasilający
 (samoczynny).
 Speisewasser (Dampf.)—woda zasilająca.
 Sperrhaken—piesek (hamulec).
 Sperrradbremse—hamulec wechwytowy.
 Sperrrad—koło wechwytowe.
 Sperrwerk—wechwył.
 Sperr- u. Bremswerke—wstrzymniki.
 Spezialwerkzeugmaschine—obrabiarka spe-
 cjalna, lepiej swoista.
 Spezifisches Gewicht—ciężkość właściwa.
 Spezifische Wärme—ciepłota właściwa.
 Sphärischer Excess (mat.)—nadmiar sferycz-
 ny (kulistości).
 Spiegel am Cylinder—gładź podsuwakowa.
 Spiegeleisen—surówka zwierciadlista.
 Spielraum—luz.
 Spill—przyciągarka (słupowa).
 Spinnmaschine—przędzarka.
 Spirale—spirala.
 Spiralfeder—giętna sprężyna zwita.
 Spitze—špic; ostrze.
 Spitze (Drehbank)—kieł.
 Spitzenhöhe (Drehbank)—wzniesienie kłów.
 Spleissstelle—splot, miejsce splotu.
 Spleissung—splatanie, splot.
 Splint—lon, łonek, zatyczka.
 Splintholz—biel.
 Sprengarbeit—rozsadzanie.
 Sprengwerk; S-Balken—rozpornica.
 Sprit—rozprza (okręt).
 Spülluft—przewietrze.
 Spule—cewka (do nawijania); zwojnica (el.)
 = Drahtspule.
 Spundmaschine—wpuściarka.
 Spundwand—rozgoda (bud.).
 Spurerweiterung—poszerzenie toru.
 Spurkranz—obrzeże (na kole wagonowym).
 Spurmass—wzorzec torowy.
 Spurrinne—šłobek.
 Spurstange—šciąg lub zespóra torowa.
 Spurweite—przešwit toru.
 Spurzapfen—czop storcowy, stojący.
 Stabanker—twornik opętowany (el.).
 Stabiles Gleichgewicht—równowaga trwała.
 Stabilitätsmoment—moment stateczności.

- Ständer—słup; stojec; stojak.
 Stag—przewież (okręt).
 Stahl—stal.
 Stahl, temperierter—stal odwęgłana.
 Stahl, zementierter—stal nawęgłana.
 Stahlguss—odlew stalowy.
 Stahlhalter—trzymak (noża).
 Stammende—odziomek.
 Stammholz—szczapy.
 Stampfbeton—beton ubijany.
 Stampfen, Galloppieren—cwałowanie (parowozu).
 Stand, Stehplatz—stań.
 Starseite, Steuerbordseite—prawa strona statku.
 Starkstrom—prąd wielki; S.—wielkoprądny (el.).
 Statik—statyka.
 Statisch—statyczny.
 Statisch bestimmter Träger—belka lub dźwigar statycznie wyznaczalny.
 Statisch unbestimmter Träger—belka lub dźwigar statycznie niewyznaczalny.
 Statisches Moment—moment statyczny.
 Stau—podparcie, spiętrzenie (wody).
 Staubkammer—odpylnia.
 Stauchen—napęczać.
 Stauhöhe—podpór.
 Stauweite—dalekość podparcia.
 Steckdose—gniazdo wtykowe (el.).
 Stecker—wtyczka (el.).
 Steckvorrichtung—przyrząd wtykowy (el.).
 Stegkette—łańcuch z rozpórkami.
 Stehblech—średnik (w dźwigarce).
 Stehbolzen (Dampfk.)—zespórka.
 Stehender Kessel—kocioł stojący.
 Stehlager—łożysko stojące.
 Stehplatz—stań.
 Steigen; Steigung—wznios (np. w metrach); wzniesienie (np. w %).
 Steighöhe—wysokość wzlotu; w. podrzutu.
 Steigrohr—rura wznosna.
 Steinbrecher—gniotownik szcękowy.
 Steinkohle—węgiel kamienny.
 Steinschotter—szaber, lepiej tłuczeń.
 Steinschranbe—śruba zalewna.
 Stellmacher—kołodziej, a w warsztatach kol.: więźbiarz.
 Stelling—pierścień osadny, lepiej osa d c z y.
 Stellschraube—śruba osadna, lepiej osadzca; ś. nastawna.
 Stellvorrichtung—nastawiadło.
 Stellzeug—nastawiak.
 Stemmeisen—doszczelniać.
 Stemmmaschine—dłuciarka.
 Stempel—bijnik; przebijnik; wybijnik i t. d.
 Stereometrie—stereometria.
 Sternförmige Kupplung—sprzęgło gwiazdźiste.
 Sternschaltung—skojarzenie dośrodkowe (el.).
 Steuerkanal—kanał rozdzielczy (w cylindrze); k. rozrządczy (w suwaku).
 Steuerlastigkeit—przebiegłość tylna (okręt).
 Steuerschalter—nastawnica (el.).
 Steuerung (Dampf.)—stawidło (przyrząd); rozrząd (czynność).
 Steuerungskanäle—kanały rozrządcze.
 Steuerungsnocken—ksiuk rozrządczy.
 Steuerungsscheibe—tarcz rozrządcza.
 Steven, Hinterstevan—tylnica (okręt).
 Stevenrohr—pochwa przyśrubowa (okręt).
 Stichspaten—rydel.
 Stielhammer—młot z trzonem, t. j. młot na dźwierżaku (ręczny), albo na wahaku (mechaniczny).
 Stiftschraube—kołek śrubowy.
 Stirnfläche des Zapfens—sterc czopa.
 Stirnhammer—młot wahakowy z nosem.
 Stirnrad—koło zębate zwykle, lepiej storcowe.
 Stirnseite—ściana czołowa (wagonu).
 Stockholz—karpiny.
 Stössel—strużak (w strugarce).
 Stofbüchse—dławnica.
 Stoss—zderzenie, uderzenie.
 Stoss; Schienenstoss—złącze (szyn); schwebender S.—złącze wiszące; fester S.—złącze podparto; gegenüberliegende Stösse—złącza naprzeciwno; Wechselstösse—złącza naprzemianne (kol.).
 Stossmaschine—strugarka pionowa.
 Stosschwelle—podkład złączowy (przyzłączowy lub podzłączowy) (kol.).
 Stossunterlagsplatte—podkładka złączowa (przyzłączowa lub podzłączowa) (kol.).
 Stossvorrichtung—zderzadło.
 Strahlkondensator—skraplacz smoczkowy (strumieniowy).
 Strahlpumpe—strumienica, smoczek parowy.
 Strahl turbine—turbina odrzutna.
 Strassenbahn—kolejka nadrożna; tramwaj.
 Strassenbrücke—most drogowy; m. uliczny.
 Strassenleitung—przewody uliczne; p. poduliczne.
 Strebe—zastrzał (bud.).
 Strebebogen—łuk przyporowy (bud.).
 Strebe feiler—przypora (kontrforsa) (bud.).
 Strecke—kresa (mat.); szlak (kol.).
 Streckenlast—obciążenie ciągłe.
 Streckgrenze (Festigkeit)—granica ciastowości.
 Streudüse—rozpryskiwacz.
 Strom—prąd; nurt; rzeka.
 Stromkreis—obwód prądu (el.).
 Stromspannung—napięcie prądu (el.).
 Stromstärke—wielkość prądu (el.).
 Stromstrich—wart (rzeki).
 Stromverbraucher—wchłonnik prądu (el.).
 Stromwechsel—przemiana rozprądu (el.).
 Stromzeiger, Ampermeter—wskaźnik wielkości prądu, ampernik (el.).
 Stützmoment—moment nadpodporowy.
 Stützkraft (Reaction)—siła odporowa, odpór.
 Stützlinie—naporowa, linia n.
 Stützmauer—mur wsporczy.
 Stützzapfen—czop storcowy, stojący.
 Stufenscheibe—koło schodkowane.
 Stufentrommel—bęben schodkowany.
 Sturmdeck—pomost odburzny (okręt).
 Stutzen—króciec.
 Support (Drehbank)—suwnik.
 Synchronmotor—rozprądnik nadążny (el.).

- T-Eisen**—teownik.
T-Stück—rozczepka prosta.
Tachometer—tachometr.
Tagelohn—dniówka.
Tagesleistung—dziönka (t. j. wytwórczość całodzienna).
Takelage—olinowanie; ożaglenie (okrętów).
Tandemaschine—silnik spółtłoczyskowy.
Tangens—styczna.
Tangentialbeschleunigung—przyspieszenie po stycznej.
Tangentialekraft—siła po stycznej.
Tank—przegroda (na wodny naciaz statku).
Taubahn (funiculaire)—kolej powrozowa, lecz i tramwaj o ciagnicy okrężnej.
Taucherkolben—nurnik.
Tauwerk—olinowanie (statku).
Teer—maż.
Teilkreis—obwód podziaływy.
Teilstrecke des Netzes—działka sieci (rur, przewodów el. i t. p.).
Teilung der Zahnräder—podziałka kół zębatach.
Tellerventil—płaski grzybek zaworowy.
Temperatur—temperatura (ciepłota).
Temperatur, absolute—temperatura bezwzględna.
Temperguss—odlew częściowo odwęglony.
Tender—tender (kol).
Tendermaschine—tendrzak (kol).
Teufe—głębizna (górn.).
Teufenzeiger—wskaźnik głębizny (górn.).
Thalsperre—przetamowanie.
Thermometer—termometr.
Tiefgang—zagłęb (okręt).
Tiegelofen—tyglak.
Tiermotor—silnik zwierzęcy.
Tirefond—wkręt (kol).
Tisch (einer Hobelmaschine)—stolnica.
Tonnenblech—blacha sklepieniasta.
Tonnengewölbe—sklepienie kolebczaste, s. półkoliste.
Total—całkowity.
Totbrennen (des Kalkes)—przepalić (wapno).
Tote Umdrehungszahl (der Dynamomaschine)—czcza ilość obrotów (prądniczy) (el.).
Tourenzähler—liczydło obrotów, liczyobrot.
Träger—dźwigar.
Träger auf mehreren Stützen (kontinuierlicher)—dźwigar wieloprzesłowy.
Trägerwellblech—blacha głęboko falowana (fakista).
Trägheitsellipse—elipsa bezwładności.
Trägheitsellipsoid—elipsoid bezwładności.
Trägheitshauptpunkt—główny punkt bezwładności.
Trägheitskreis—koło bezwładności.
Tragfähigkeit—nośność.
Tragfeder—resor; sprężyna nośna.
Traglager—łożysko siodłowe.
Tragmodul—granica sprężystości.
Tragrolle—koło (krążek) podporne.
Tragseil—nośnica (kol. lin.).
 — umlaufendes—nośnica okrężna.
Tragzapfen—czop leżący.
Trajektorie—trajektoria.
- Traineur**—przenośnik.
Transformator—przetwornik (el.).
Transformatorstation—przetwornia (el.).
Transmission—pędnia.
Transmissionsaufzug—dźwig pędniany.
Transmissionsrad—koło pędniane.
Transmissionsseil—lina pędniana.
Transmissionswelle—wał pędniany.
Trapezträger—trapeźnica.
Treiben (des Mörtels, Zementes)—pęcznienie; pęcznić.
Treibhaus—cieplarnia.
Treibkette—łańcuch napędny.
Treibriemen—pas napędny.
Treibstange—goleń.
Treppe—schody.
Treppenhaus—schodnia.
Treppenwange—schodnica.
Tretrad—deptak.
Triangulierung, Triangulation—trójkątownie (miern.).
Trieb—zębny (tryb).
Triebachse—oś napędna.
Triebkette—łańcuch napędny.
Triebrad—koło silnikowe (parowozu).
Triebband—kurzawka, mułek.
Triebstockverzahnung—uzębienie palczaste.
Triebwerkwellen—wały pędniane.
Triwalze—trójka walcarska.
Trockenelement—stadło suche (el.).
Trockenfülle—próchnienie; próchnić (na sucho).
Trommelanker—twornik bębnowaty (el.).
Trommelwicklung—uzwojenie nabębenne (el.).
Tropfapparat—wykraplarka (smaru).
Tropfboden—ściekiew (pod zbiornikiem wody).
Tropfrohr—rurka ściekiewkowa (łożyska).
Trottoir—chodnik.
Trumm des Seiles—tok liny.
Tür- (oder Fenster-) Verkleidung—okładzina, np. odzwycy, ościeżu, oboknia i t. p.
Turbine—turbina.
- U-Eisen**—ceownik.
Ueberdruck—nadcisnienie (cieczy); nadprężność (gazów).
Ueberfall—przelew.
Ueberfallwehr—jaz przelewowy, przewał.
Uebergangsbogen—łuk przejściowy (kol.).
Uebergangskurve—łuk przejściowy (kol.).
Uebergangswiderstand—opór na styku (prądu) (el.).
Ueberhitzer—pizegrzewacz.
Ueberkompoundieren—przegłównić (el.).
Ueberlappungsnietung—nicenie na zakładkę.
Ueberschlags-Rechnung—obliczenie dorywcze; o. ocenne; ocenianie.
Ueberschubmuffe—nasówka.
Uebersetzung—przełożenie.
Uferbefestigung—umocnienie brzegów.
Uferkran—żóraw nadbrzeżny.
Uferpfeiler (Widerlager)—przczółtek.
Umformer = Gleichstromumformer — przetwornica jednotwornikowa (el.).
Umgezogener Boden—dennica.

- Umklöpfung—oplot (el.).
 Umschalter—przełącznik (el.).
 Umschliessung der Baugrube—obgroda wykopy.
 Umspinnung—omotanie (el.).
 Umsteuermaschine—nawracarka (na parowach).
 Umsteuervorrichtung—nawrotnica, odwrotnica.
 Undrehbar befestigt—niepokretnie osadzony.
 Unempfindlichkeit—nieczułość.
 Unfreie Bewegung—ruch krępowany.
 Ungleichförmigkeitsgrad von Maschinen—niejednostajność; stopień niejednostajności.
 Ungleichschenkliges Winkeleisen—kątownik nierównoramienny.
 Universalgelenk—sprzęgło przegubowe.
 Universalwalze—walcarka czterostronna.
 Unrundes Rad—tarcz nieokrągła.
 Unterbau—poddroże (kol.).
 Unterfeuerung—palenisko podolne.
 Untergestell (Wagen)—wozak (kol.).
 Unterlagsplatte—podkładka.
 Untermast—pniak (okręt).
 Unterwasser—poziom dolny; woda dolna.
 Unterwasserzapfen—czop podwodny.
 Unterwind—nadmuch.
 Unterwindgebläse—przewietrznik nadmuchiwy.
 Wagabondierende Ströme—prądy waleśające się (el.).
 Vakuum—próżnia.
 Vakuumdampfheizung—ogrzewanie parowe, próżniane.
 Variation—waryacja.
 Ventil—zawór.
 Ventilationsschacht—szyb przewietrzny.
 Ventilator—przewietrznik; nawietrznik; wywietrznik; wietrzak.
 Ventilbuchse—siodło wsadzane.
 Ventilgehäuse (V. körper)—kadłub zaworowy.
 Ventilkegel—grzybek zaworowy.
 Ventilkolben—tłok z zaworem.
 Ventilsitz—siodło zaworowe.
 Ventilspindel—wrzeciono (pokretny); trzon (niepokretny) zaworu.
 Verankerung (Dampk.)—ściągnięcie; ściągnięcie.
 Verbindungsstelle—złącze.
 Verblendstein—licówka (bud.).
 Verbrennbarkeit—palność.
 Verbrennung—spalanie.
 Verbrennungsabfälle—wypaliny.
 Verbrennungsgase—spaliny.
 Verbrennungsmotor—silnik spalinowy.
 Verbrennungsprodukte—spaliny.
 Verbrennungsraum—spalisko.
 Verbund-Dampfmaschine—sprzężony silnik parowy.
 Verdampfung—parowanie; odparowanie.
 Verdampfungswärme—cieplik (ciepło) parowania.
 Verdampfungsziffer—iloczynność odparowania.
 Verdichtung des Baugrundes—utłaczanie gruntu (bud.).
 Verdichtungsverhältniss—iloczynność sprężania.
 Verdrängung (Displacement)—wyporność.
 Verdrehung—skręcenie.
 Verdrehungswinkel—kąt skręcenia.
 Verdunstungshöhe—wysokość parowania.
 Vergaser—ulatniak.
 Verjüngte Nietung—nicenie w klin.
 Verketteter Strom—prąd skojarzony (el.).
 Verlust an Nutzeffekt—strata sprawności.
 Verlustloser Motor—silnik bezstratny.
 Verpuffung—wzbuch.
 Verpuffungsfähigkeit—wzbuchliwość.
 Verripping—uźebrowanie.
 Verschlusskappe—naparstek (na rurze).
 Verschnitte, Abschnitte—krajki (przy cięciu blachy do formatu); skrawki (odcinki przy wycinaniu z formatu).
 Verschraubung—śrubunek.
 Verschwindungspunkt—punkt zaniku.
 Versenkvorrichtung—zapad; zapadanka (w teatrach).
 Verspliss—spłecenie.
 Versteifung—usztynwienie; a jeżeli wokoło lub t. p. osztynwienie.
 Verstemmen—doszczelniać.
 Verteilungsgleis—tor rozstawczy (kol.).
 Verteilungsleitung—przewód rozsyłowy (el.).
 Verteilungstafel—rozdzielnica (tablica rozdzielcza) (el.).
 Vertikale (im Fachwerk oder Gitter)—pręt pionowy, stojek, słup.
 Vertikalturbine—turbina stojąca.
 Verzahnung—zazębienie; uźebnienie.
 Verziehen, sich—wchryżać się; pacyć się.
 Verzögerung—zwolnienie.
 Vieleck—wielokąt.
 Vierblatt—czworoliść.
 Viereck—czworokąt.
 Vierkant—czworográn.
 Vierlingsmaschine—silnik czworaczy.
 Viertakt—czworosuw (sil. spal.).
 Virtuelle Arbeit—praca przysposobiona.
 Virtuelle Verrückung—przesunięcie przysposobione.
 Volligkeitsgrad—pełnota; pełnotliwość.
 Volldruckverhältniss—iloczynność rozszerzenia.
 Vollrad—koło zewnętrznie uźebnione, k. zębate, storcowe.
 Vollschiif—statek pełnożaglony, pełnożagłowiec.
 Vollstein, poriger—cegła dziurkowata (gąbczasta).
 Vollturbine—turbina całkowista.
 Voltameter—woltametr (el.).
 Vorarbeiten—prace przedwstępne.
 Voraströmung—wylot przedzwrotowy.
 Vordeck—pokład przedni (okręt).
 Vorderwagen—wagon przedni (kol.).
 Voreilen—przodować.
 Voreinströmung—wlot przedzwrotowy.
 Vorfeuerung—palenisko odprzednie.
 Vorgelege (Antrieb)—przystawka (napędna).

- Vorhafen—przedporcie.
 Voröffnungswinkel—kąt odmyku przedzwrotowego.
 Vorsteven—dzióbница (okręt).
 Vorwärmer—podgrzewacz (kot. par.).
 Vorwalzenstuhl—walcarka wstępna; w. przygotowawcza.
- W**ärme—ciepło; ciepłik (na jednostkę).
 Wärme, spezifische—ciepłik właściwy.
 Wärmeäquivalent—równoważnik ciepła.
 Wärmedurchgang—przenikanie ciepła.
 Wärmeinheit—ciepłostka (cpł.).
 Wärmemotor—silnik ciepłikowy.
 Wärmegenerator—odzyskownica ciepła.
 Wärmeschutzmasse—masa otulinowa, m. otulacza.
 Wärmespeicher, Wärmeakkumulator—gródznica ciepła, zasobnik ciepła.
 Wärmetheorie, mechanische—mechaniczna teoria ciepła.
 Wärmetönung—ciepłik chemiczny.
 Wagen—wóz; wagon.
 — gedeckter—wagon kryty.
 — offener—wagon niekryty (kol.); wagon bezścienny (tramwajowy).
 — geschlossener—wagon ościeniony (tramwajowy).
 — eingelaufener—wagon objeżdżony.
 Wagenkupppler—sprzęgacz.
 Wagenrahmen—ostoja wagonu (podobnie ostoja parowozu), a jej części: Hauptträger—ostojnica; Stirnträger—czołownica; Querträger—poprzecznicza; Längsträger—podłużnicza; Diagonalträger—przekątnica.
 Wagenschuppen—wozownia; wagonownia.
 Wagenuntersuchungsschuppen—sprawdzalnia wagonów.
 Wagenwinde—dźwignik do wozów.
 Wageschneiden—rzezy wagi.
 Wahrscheinlichkeitsrechnung—rachunek prawdopodobieństwa.
 Walzenkessel—kocioł walczasty; walczak.
 Walzenstrasse—zespół walcarek.
 Walzenstuhl, Walzengerüst—walcarka.
 Walzenzugmaschine—silnik walcarski.
 Walzprocess—przebieg walcowania.
 Walzwerk—walcownia.
 Walzwerkkupplung—sprzęgło walcarskie.
 Wandarm, Wandarmleuchter—naściennik.
 Wandern der Schienen—pełzanie szyn (kol.).
 Wandglieder des Fachwerks—wykratowniki.
 Wandkran—żóraw przyścienny; ż. naścienny.
 Wangenträger (Treppen. W.)—schodnica.
 Wanken (der Locomotive)—kołysanie się (parowozu).
 Wasser, hygroskopisches—woda nawilżająca, wilgoć.
 Wasser, kristallinisches—woda kryształująca.
 Wasserableiter (Kondensstopf)—odwadniacz.
 Wasserabscheider—odkraplacz.
 Wasserbau—wodnictwo.
 Wasserdampf—para wodna.
 Wasserdruck—napór wody; ciśnienie wody.
 Wasserdruckpresse—tłoczarka hydrauliczna.
- Wasserdruckprobe (Dampf.)—sprawdzanie ciśnieniem wodnym.
 Wasserdüse—wytrysk; dysza wodna.
 Wassergas—gaz wodno-węglany.
 Wasserhaltungsmaschine—wywadniarka (górn.).
 Wasserkrahn—żóraw wodny (kol.).
 Wasserleitung—wodociąg.
 Wassermantel—obchtodek (siln. spal.).
 Wassermessung—pomiar wody.
 Wassermotor—silnik wodny.
 Wasserrad—koło wodne.
 Wasserrad, watendes—unurzone koło wodne.
 Wasserradkranz—wieniec koła wodnego.
 Wasserradkropf—podkolina.
 Wasserrohrkessel—kocioł opłomkowy.
 Wassersack—odnoga odwadniająca.
 Wasserschnecke—przenośnica śrubowa, pocyha; przelewnica ślimakowa.
 Wasserstandsapparat—wodoskaz.
 Wasserstandsglas—szkło wodoskazowe.
 Wasserstation—wodownia, stacja wodna.
 Wasserstrahlpumpe—strumienica; smoczek wodny (do cieczy); dyszak wodny (do gazów).
 Wassertopf—odwadniacz.
 Wasserturm, Wasserstation—baszta wodna.
 Wasserzoll—cał wodniczy.
 Watt—wat (el.).
 Wattlos—bezmocny (el.).
 Wattstundenzähler—zliczak watogodzin (el.).
 Webstuhl—tkarka.
 Wechsel, Balkenwechsel—przejma (bud.).
 Wechselfeld—pole przemienne (el.).
 Wechselgeschwindigkeit—prędkość wzajemna (kin.).
 Wechselkreis—koło zmianowe (kin.).
 Wechselläufige Kolben—tłoki różnobieżne.
 Wechsellpolmaschine—prądnicza naprzemianobiegunowa (el.).
 Wechselrad—zębate koło zmianowe.
 Wechselstösse—złącza naprzemienne toru (kol.).
 Wechselstrom—rozprąd (prąd przemienny) (el.).
 Wegebau—drogownictwo.
 Wegeüberführung—przejazd górą (kol.).
 Wegeübergang—przejazd (kol.).
 Wegeübergangsschranke—rogatka (kol.).
 Wegeunterführung—przejazd dołem (kol.).
 Wehr—jaz.
 Weiche—rozjazd (kol.).
 — zentral verstellbare—rozjazd zespolony.
 Weichenbock—zwrotnik (kol.).
 Weichenhebel—przetawiak (kol.).
 Weichen-Markirzeichen—ukres rozjazdowy (kol.).
 Weichenschwelle—podkład rozjazdowy (kol.).
 Weichenstellwerk—zespolenie zwrotnic (kol.).
 Weichenstrasse—rozjezdnia (kol.).
 Weichenverbindung—przełącze rozjazdowe, (prawozwrotne i lewozwrotne) (kol.).
 Weichenverschlingung (links, rechts)—rozjazd niedokrzyżny (lewozwrotny, prawozwrotny) (kol.).

- Weichenzunge—iglica (kol.).
 Weissmetall—metal biały, stop biały.
 Weissstrahlenleisen—biała surówka promienista.
 Wellblech—blacha falista, lepiej falowana; głęboko, albo płytko falowana.
 Welle—wał; fala.
 Welle, comprimirt—wał ściłczany.
 Wellen, geschränkte—wały mijające się.
 Wellenkämpfung—wykorbienie wała.
 Wellrohr—rura falowana; płomienica f.
 Wellrohrkessel—kocioł o płomienicy falowanej.
 Wendegetriebe—przystawki nawrotne.
 Wendekreis—koło zwrotne (kinem.); zwrotnik (geogr.).
 Wendepunkt—punkt zwrotny, lepiej punkt zwrotu.
 Werft—okręciarnia (okręt.).
 Werkstatt, Werkstätte—wyrobnia.
 Werkzeugerei—narzędzia.
 Werkzeugmaschinen—obrabiarki.
 Wicklung—uzwojenie (układ zwojów); nawój (zwoje nawinięte) (el.).
 Widder (hydraulischer W.)—taran wodny.
 Widerlagsmauer—mur wezłowiowy, ściana w.
 Widerstand—opór, a w elektrotechnice nadto: opornik, czyli reostat, oraz oporzec, np. część składowa opornika.
 Widerstandseinheit—oporostka (el.).
 Widerstandshöhe—wysokość oporu (hydr.).
 Widerstandsmoment—moment wytrzymałości.
 Winddruck—parcie wiatru.
 Winde—dźwignik; dźwignica.
 Windmaschine—dźwigarka.
 Windkreuze, Windverband—odwiatrowniki.
 Windmühle—wiatrak.
 Windrad—koło wiatrakowe.
 Windseite—strona podwietrzna, ściślej: do-wietrzna.
 Windung—zwój.
 Winkelbeschleunigung—przyspieszenie kąto-we.
 Winkeleisen—kątownik.
 Winkelgeschwindigkeit—prędkość kątowna.
 Winkelhalbierungslinie—dwójściczna.
 Winkelhebel—dźwignia kolankowata.
 Winkelkopf—dajkąt przeziernikowy (miern.).
 Winkelaschen—łubki kątownikowe (kol.).
 Winkelprisma—dajkąt przyzmatowy (miern.).
 Winkelpunkt (einer Leitung)—załom, punkt załomu.
 Winkelräder—stożki węglowe.
 Winkelspiegel—dajkąt zwierciadełkowy (miern.).
 Winkeltrieb—napęd o pasie kierowanym.
 Winkelzähne (Zahn.)—zęby daszkowe, lepiej daszkowate.
 Wippen—chylać.
 Wippwerk—chylarka (zórawia).
 Wirbelströme—prądy wicherzące (el.).
 Wirkungsgrad—sprawność.
 Woltmänncher Flügel—młynek woltmanowski.
 Wurf—rzut.
 Wurfrad—przerzutnica.
- Wurfweite—przelot (rzutu).
 Wurzel—pierwiastek.
- Xyloolith**—trocinowiec (ksyolit).
- Z**-Eisen—zetownik.
 Zählstab—śpilką (miern.).
 Zähigkeit—wisność.
 Zahnbreite—szerokość zęba.
 Zahndruck—parcie zęba.
 Zahnflanke—bok zęba.
 Zahnform—kształt zęba.
 Zahngesperre—wechwył zębąty.
 Zahnkranz—wieniec uźębiony, w. zębąty.
 Zahnlänge—wysokość zęba.
 Zahnlücke—wręb.
 Zahnprofil—zarys zęba (obrys zęba).
 Zahnrad—koło zębate.
 Zahnradbahn—kolej zębnicowa.
 Zahnreibung—tarcie międzyzębne.
 Zahnperrwerk—wechwył zębąty.
 Zahnstärke—grubość zęba.
 Zahnstange—zębica.
 Zahnstangenwinde—dźwignik zębnicowy.
 Zahntrieb—zębny, np. drilling—trójzębny.
 Zahnzwischenraum—międzyzębie.
 Zange—cegi, kleszcze; dyby.
 Zapfen—czop.
 Zapfenreibung—tarcie czopa.
 Zapfenschneidmaschine—czopiarka.
 Zarge, Türzarge—drzwica (bud.).
 Zeitabschnitt—okres.
 Zeitintervall—rozkres.
 Zeitschmierung—zaolejanie okresowe.
 Zellenregulierung—nastawianie wlotu (turb.).
 Zellschalter—doprzegarka (zasobnika el.).
 Zerdrücken—rozgniecenie, rozmiżdżenie.
 Zerreiben—rozierwanie.
 Zetlaschen—łubki zetownikowe (kol.).
 Zickzacknietung—nicenie w zakosy.
 Ziegel auf flacher Seite—cegła na płask.
 Ziegelmauerwerk—mur z cegły.
 Ziehband—okleszczka.
 Zinnstein—cyniak.
 Zinseszins—odsetki składowe.
 Zucken (d. Locomotive)—szarpanie (parowozu).
 Zünder—zapłonnik.
 Zündung—zapłon.
 Zufuhr von Wärme—przybytek ciepła.
 Zug-Absperrvorrichtung—zawieradło ciągu (kof. par.).
 Zugeordneter Punkt—punkt skojarzony.
 Zugfestigkeit—wytrzymałość na ciągnięcie.
 Zughaken—hak pociągła, h. pociągIELNY (wagonu kol.).
 Zugkeil—klin dociągany.
 Zugkraft—rozciąg; siła pociągowa (np. konia).
 Zugleine—linka ostrzegawcza (w pociągu kol.).
 Zugorgan—ciągnio.
 Zugschraube—śruba pociągowa; ś. naciągowa.
 Zugseil—ciągnica (kol. lin.); nmlaufendes Z.—ciągnica okrężna.
 Zugspannung—ciągnięcie.

- Zugspindel—śruba przesuwowa (tokarka).
 Zugstärke (Schornst.)—siła ciągu.
 Zugstauge—pociągiciel (wagonu kol.).
 Zugvorrichtung—ciągło (wagonu kol.); ściąg.
 Zulässige Spannung—naprężenie bezpieczne;
 n. dozwolone.
 Zulage—zrąb, pierwszy dolny wieniec zrębin.
 Zunge—jaz boczny (w obmurzu kotła).
 Zungenspitze—śpic iglicy (zwrotnicowej)
 (kol.).
 Zungenverbindungsstange—zespora (między-
 iglicowa w zwrotnicy) (kol.).
 Zungenvorrichtung—zwrotnica (kol.).
 Zungenwurzel—osada (iglicy zwrotnicowej)
 (kol.).
 Zusammengesetzte Festigkeit—wytrzymałość
 złożona.
 Zusatzdynamo—prądnicza wzmożna (el.).
 Zusatzspannung—napięcie wzmożne (el.).
 Zuschläge—top (kuźn.).
 Zustandsänderung—zmiana stanu.
 Zustandsgleichung—wzór (równanie) na stan.
 Zuverlässig—zaufny.
- Zwangsläufige Bewegung—ruch kierowany
 lepiej spętany.
 Zwangsschiene, Leitschiene—prowadnica
 (kol.).
 Zweibogenweiche—rozjazd w łuki (kol.).
 Zweicylindermaschine—silnik dwucylindro-
 wy.
 Zweiflammrohrkessel—kocioł dwupłomienio-
 wy.
 Zweiphasenstrom—dwuprąd (el.).
 Zweitakt—dwusuw (siln. gaz. i spal.).
 Zweiveghahn—kurek zwykły, np. przeloto-
 wy.
 Zwergkessel—kociołek małej zawartości.
 Zwillingmaschine—silnik bliźniaczy.
 Zwischenbahnsteig—wsiad międzytorowy.
 (jednostronny lub obustronny).
 Zwischengeschoß—półpiętrze (bud.).
 Zwischenparren—krokiew jałowa (niewią-
 zarowa) (bud.).
 Zwischenstation—stacya pośrednia (kol.).
 Zwischenträger—belka drugorzędna.
 Zwischenwand—ściana przedziałowa.

Rosyjsko-polski *)

spis alfabetyczny niektórych, ważniejszych wyrazów technicznych, zawartych w tomach I i II.

- Абсолютная система мѣръ**—bezwzględny układ miar.
 — температура—temperatura bezwzględna.
Абсцисса—odcięta.
Аванпортъ—przedporcie.
Адиабатическая кривая—krzywa adiabatyczna.
Азимутъ—odpołudnik (miern.).
Аккумуляторъ—akumulator, zasobnik, sta-
 dło wtórne (ogniwo).
 — овъ батарея—rzęsa zasobników.
 — уравнительная батарея—rzęsa wy-
 równawsza (zasobników) (el).
 — перезарядъ—naprądniać nadmiernie zas.
 — помещеніе—zasobnia (el). [(el).
Аксометрическая проекція—półperspek-
 tywa.
Активная турбина—turbina odrzutna (t. roz-
 рѣдова).
Алебастръ—gips.
Алидада—celownica (miern.).
Амальгама—rtęcień.
Амальгамированный—nartęciony.
Амбаръ—towarownia.
Амперометръ—wskaźnik wielkości prądu,
 ampernik (el).
Амьчяная вода, огаз нашатырный спиртъ—
 а) вода газова (gaz.); b) вода амо-
 ниакowa (czysty roztwór amoniaku).
Анкерная балка—belka podniebienna (nad
 paleniskiem parowozu).
 — труба—ściągówka.
 — болтъ—zespórka.
 — скръпленія—ściagi.
Анкеръ балочный także штырь—kotew.
Антифрикционная кривая—krzywa antyfryk-
 cyjna, traktorya Huyghens'a.
Арматура (пар. котловъ)—osprzęt.
Архимедова спираль—spirala Archimedes'a.
 — винтъ—podnośnica śrubowa.
Асимптота—niemaltyczna.
Асимптотическая точка—punkt niedobież-
 ności.
Аспидъ—lupek.
Астатическій регуляторъ—miarkownik nie-
 stateczny.
Астроида—krzywa gwiazdzista.
Ахроматическій—niebarwiący, np. ustrój so-
 czewek.
Ахтерштевень—tylnica (okręt).
Баба—baba.
Баббитъ—biały stop, biały metal.
Багажный вагонъ—wagon tłómkowy.
 — отдѣленіе—przedział na tłómoki, p. tłó-
 мосцу (w wagonie); tłómkownia (w bu-
 dynku dworcowym).
Базальтъ—bazalt, słupień.
Бакаутъ—drzewo gwaajakowe.
Балка—belka.
 — двуглавовая—dwuteownik.
 — Гербера—belka wspornikowa, belka
 wieloprzęsłowa z przegubami.
 — многопролетная—belka (dźwigar) wie-
 lorzęsłowa.
 — поперечная—poprzecznicza.
 — продольная—podłużnicza.
 — свободная—belka osadzona jednym koń-
 cem zresztą swobodna.
 — со сплошной стѣнкою—blachownicza.
Балластъ—naciąg.
 — —подсыпка (w podtorzu kolejowym).
Балластный слой—podtorze żwirowe, łoże
 ż. (kol).
 — слоя упругость—poddajność podtorza
 (kol).
Бандажъ—obręcz (koła kol).
Барabanъ (подъемной машины)—bęben
 (dźwigarki).
 — веревочный (канатный)—bęben linowy.
 — цѣпной—bęben łańcuchowy.
Башенка—wykuszt.
Вашмакъ—grot (pała).
 — а лапа—łapa (grota).
Безконечный винтъ—ślimak.
Безопасная рукоятка—korba zabezpieczona.
Безсильный—bezmocny (el).
Бензиновый двигатель—silnik benzynowy.
Бессемеровская груша—gruszka besseme-
 rowska.
Бетонъ—beton.
 — трамболоанный—beton ubijany.
Бетонная кладка—mur ubijany, m. beto-
 nowy.
Биномъ Ньютона—dwumian Newtona.
Блокъ—krążek; wciąg.
 — для канатовъ—krążek linowy.
Болтъ—sworzeń.
 — анкерный (паров. котловъ)—zespórka.
Боровъ дымовой—czorupch.
Бортъ судна лѣвый—lewa strona statku.
 — — правый—prawa strona statku.
Борштанга—wytaczadło.
Брандмауеръ—grodziżar.
Браунштейнъ—manganiak szary.
Бронза—bronz, spiż.
Брусь—bal.
Будка швейцаря albo сторожка—odźwiernia.
Буй—pława (w portach).
Букса—maźnica (całość bez panewek).
Буксовая вилка—widły maźnicowe (kol).
Буксованіе—cwałowanie (parowozu).
Буравъ—świder (do drzewa); wiertło (do
 metali).

*) Wyrażenia rosyjskie zaczerpnięto przeważnie z rosyjskiego tłumaczenia pod-
 ręcznika „Hütte“.

- Буферный стержень—tłoczek zderzakowy.
 — тарелка—tarcza zderzaka.
 Бушпритъ—dzióbak (okręt.).
 Бѣгуны—miażdżarka.
 Бѣлый металлъ—stop biały.
 Бѣлъ—biel.
- Вагонъ, возъ—wóz, wagon.**
 — закрытый—w. ościeniony (tramwajowy).
 — крытый—wagon kryty.
 — объѣженный—w. objeżdżony.
 — открытый—w. niekryty (kol.); w bez-
 ścienny (tramwajowy).
 — двигатель—wagon silnikowy.
 — задний—wagon tylny (kol.).
 — передний—wagon przedni (kol.).
 — проходной—wagon przechodni (z ko-
 rytarzem na wylot).
 — прямого сообщения—w. przechodzący
 (prowadzący do celu bez przesiadania).
 — салонный—wagon bezprzedziałowy.
- Вагранка—żeliwiak (kopalak).
 Валъ колѣчатый—wał wykorbiony.
 Вальцовъ рядъ—zespół walcerek.
 Ватерпасъ плотничій—krokiewka.
 Ваттометръ—wskaźnik mocy, watnik.
 Вентиляторъ лопастный—przewietrznik ło-
 patkowy.
 — винтовой—przewietrznik śrubowy.
 — всасывающий—wywietrznik.
 — вытяжной—wywietrznik.
 — центробѣжный—przewietrznik odśro-
 dkowy, bąk.
 — цилиндрический—wietrzak o łożkach
 zębniakowatych.
 — пароструйный—dyszak parowy.
 — пароструйный, всасывающий—wydu-
 szak, dyszak wysysający.
 — Пельцера—przewietrznik odśrodkowy
 z szerepkami paraboloidalnymi.
- Вентиляционный шахтъ—szyb przewietrzny.
 Вентиляція вытяжная—wywietrzanie.
 — здания—zład przewietrzający.
- Веревочный многоугольникъ—wielobok
 sznurowy.
 — передача—napęd liną, n. linowy.
- Вертикальное водное колесо—koło wodne.
 Вертукша Вольтмана—młynek Woltmanow-
 ski.
- Верхнебояное колесо—koło wodne nasię-
 biejne.
- Весло, руль—wiosło; ster.
- Верфи—okręciarnia (okręt.).
- Верхнее строение—budowa wierzchnia, tor
 (kol.).
- Взглядъ передний, задний, боковой—celo-
 wanie naprzód, wstecz, w bok (miern.).
- Взрывъ—wybuch (kotła); wzbuch (w silni-
 ku spalinyowym).
- Виляние—wężyкование (parowozu).
- Винтовая линия—linia śrubowa.
 — наръзка—gwint.
 — наръзка, прямоугольная—gwint płaski.
 — наръзка, треугольная—gwint ostry.
 — колесо—koło śrubowo użebione.
 — домкратъ—dźwignik śrubowy.
- Винтъ—śruba napędna.
 — безконечный—ślimak.
 — водяной—podnośnica śrubowa.
 — микрометричный—leniwka (miern.).
 — передающий движение—śruba napędo-
 wa, ś. napędna, ś. napędzca.
 — пресовой—śruba tłoczna; ś. tłoczar-
 kowa.
- Виртуальная данна—długość zastępcza
 (обрыву) (kol.).
- Витворта наръзка—gwint Whitworth'a.
- Вкладышъ—panew.
- Включитель аккумуляторный—doprzegarka
 (zasobnika) (el.).
- Включитель—włącznik (el.).
 — мгновенный—włącznik migowy.
 — однополюсный—włącznik jednorowy.
- Включатель оправа—obsada z włącznikiem
 (el.).
- Включение звѣздообразное—skojarzenie do-
 środkowe (el.).
 — параллельное—łączenie oboczne (el.).
- Влажность (воздуха)—wilgość; wilgotność
 (powietrza).
- Вмязка котловъ—obmurze; obmurowanie ko-
 tła.
- Вогнутость (кривой)—wklęsłość (krzywej).
- Водобойное колесо—przelewnica łopatkowa
 (rzutnica).
- Водоемное здание—baszta wodna; wodownia;
 stacya wodna.
- Водоизмѣнение—wyporność.
- Водомѣрное стекло—wodoskaz, szkło wodo-
 skazowe.
- Водоотдѣлитель—odkraplacz.
- Водоподъемная машина—wywadniarka
 (górn.).
 — колесо—przelewnica kuletkowa.
- Водосливъ—przewał, upust, jaz (zatopiony).
- Водоснабжение—wodociągi.
- Водоспускной кранъ—zawór (kurek) spus-
 towy.
- Водоструйный насосъ—strumienica wodna;
 smoczek wodny; dyszak wodny (do po-
 wietrza).
- Водоуказательное стекло—wodoskaz; szkło
 wodoskazowe.
- Водяная рубашка—obchłodek.
- Водяное колесо—koło wodne.
 — пространство котла—przestrzeń pod-
 wodna.
 — горшокъ—odwadniacz.
 — двигатель—silnik wodny.
 — дюбимъ—cał wodniczy.
 — мѣшокъ—odnoga odwadniająca.
 — столбъ—słup wody.
- Воздуха очистка—odpylanie powietrza.
- Воздуховыпускной кранъ (кауанъ)—ku-
 rek (zawór) odpowietrzający; sapek.
- Воздуходувка—dmuchawa.
 — цилиндрическая—dmuchawa tłokowa.
- Воздухонеприемникъ—cierpnia powietrza.
- Воздушное пространство—cieśnina po-
 wietrzna (el.).

- Воздушный колпакъ насоса—powietrznik pompy.
 — насосъ—pompa od powietrza.
 — столбъ—slup powietrza.
- Возможная работа силы—przysposobiona praca sily.
- Вокзалъ—stacja (kolejowa); dworzec (= budynek).
- головной—dworzec czolowy (kol.).
 — клинообразный—dworzec półwyspowaty (kol.).
 — островной—dworzec wyspowaty (kol.).
- Возникшее желѣзо—blacha falista, lepiej: falowana.
 — желѣзо сводчатое—sklepieniasta blacha falowana.
 — труба—rura falowana.
 — труба жаровая—płomienica falowana.
- Вольтметръ—wskaznik napięcia, woltnik.
 Вольтова дуга—luk prądny (el.).
 Ворота—kolewrot.
- Воспламенение (газовъ)—zapłonienie; zapłon; zapłomienienie.
- Виадина—zapadlina.
- Вредное пространство—przestrzeń szkodliwa; niedosuw; niedosuwnia.
- Вредныя движения—ruchy uboczne (parowozu).
- Временное сопротивление—wytrzymałość nietrwała.
- Время существования—okres trwania (budowli).
- Врубка застачкинымъ хвостомъ—wcios pletwowy.
 — въ полъдерева—złącze na wcios (bud. kol.).
- Врѣзь—wrąb.
- Вспыхаемость—wzbuchliwość.
- Вторичный—wtórny (напряжение, узвоение i t. p.).
- Втулка—tuleja.
- Выключитель автоматическій—wyłącznik samoczynny (el.).
- Выемка—przekop, wykop.
- Вынырание, величина вынырания—wypur.
- Выпуклость—wypukłość.
- Выталкивание газовъ—wypychanie (w silnikach spalinowych).
- Вытравитель—wytrawa (np. kwas do wytrawiania metali).
- Вѣнецъ нижній—zrąb, pierwszy dolny wieńiec zrębin.
- Вѣроятности теорія—teorya prawdopodobieństwa.
- Вѣсъ—waga.
- Вѣсъ, удѣльный—ciężkość właściwa.
- Вѣсы вагонные—waga podtorowa (kol.).
 — мостовые—waga pomostowa.
- Вѣтеръ, давление его—parcie wiatru.
- Вѣтровыя связи—odwiatrowniki.
- Вѣтряной мельницы колесо—koło wiatrakowe.
- Вюрбургскія нормы для паровыхъ котловъ—prawidła wurburskie.
- Габаритъ—obrysie (gabaryt); г. подвижнаго состава—obrysie taborowe; г. приближенія строеній къ путямъ—obrysie torowe (kol.).
- Гавань—port.
- Газовый двигатель—silnik gazowy.
- Газовая нартзка—gwint gazowy.
- Газовикъ—ulatniak (siln. spal.).
- Газъ—gaz.
 — водородный—gaz wodnowęglany.
 — генераторный—czad z gazownicy.
 — доменныхъ печей—czad (gaz) wielkopiecowy.
 — коксовый—gaz koksowniany.
 — масляный—gaz tłusty.
 — свѣтлной—gaz świetlny.
 — доменный—czad wielkopiecowy.
 — кухонный—gaz kuchenny.
 — для отопленія—gaz grzewny, g. grzejny.
 — рабочій—gaz roboczy.
- Газа изменение состоянія—zmiana stanu gazu.
 — добывание—wyrób gazu.
 — отдача—odbyt gazu.
 — производство—gazownictwo.
 — промыватель — очиститель — płóczka (gazu).
- Газозаждеръ—gazieniec (w gazowni).
- Газовый генераторъ—gaziarka; gazownica.
- Газовая реторта—wygaźnica.
- Газовыхъ ретортъ зданіе—wygaźnia.
- Газовый заводъ—gazownia.
- Газомѣръ—miernik gazu.
- Газы отработанные—wudyszyny.
- Гайка—naśrubek.
 — съ закраиною—naśrubek z obrzeżem.
- Галловая труба—garlacz Gallowaya.
- Галяи цѣнь—łańcuch przegubowy.
- Гальваническій элементъ—stadło (ogniwo) galwaniczne.
- Гафель—soszel (okręt.).
- Гафель—socha (okręt.).
- Гвоздь—gwóźdź.
- Геометрія кинематическая—geometrya kinematyczna, kinematyka.
- Гибкое тѣло—ciężno.
- Гигроскопическая вода—woda nawilżająca, wilgoć.
- Гидравлика—hydraulika.
- Гидравлическая подъемная машина—dźwig hydrauliczny.
- Гидравлическій—hydrauliczny.
 — запоръ—syfon.
 — кранъ—zóraw hydrauliczny.
 — пресъ—tłoczniа, lepiej tłoczarka hydrauliczna.
 — растворъ—zaprawa wodotrwała, z. podwodna.
- Гидростатическое давление—ciśnienie hydrostatyczne.
- Гипербола равнобокая—hyperbola równoramienna.
- Гиперболоидъ—hyperboloid.
- Гипоциклоида—hipocyклоида.

- Гистерезисъ—uprówność magnetyczna (el.).
 Главное напряжение—naprężenie główne;
 n. pierwszorzędne.
 Глубина—głębokość; głębizna (górn.).
 Глухія соединенія вазовъ—sprzętła stałe,
 sztywne.
 Гнейсъ—gnusiec (gnejs).
 Гниение—próchnienie; próchniec (na sucho).
 Годографъ движения—hodograf ruchu.
 Головка болта—łeb śruby.
 — заклепокъ—łeb i nakówek nita.
 — рельса—łeb szyny.
 — шатуна—łeb gołeni korbowej.
 Гольццементъ—warstwiec.
 Гончарныя трубы—rury kamionkowe.
 Горизонталь—warstwica.
 Горка—grzbietnia (kol.).
 Горловина—gardziel.
 Горниъ—gar (wielkiego pieca).
 Горный заводъ—kuźnica.
 Горѣлка—palnik.
 — бузеновская—palnik buzenowski, albo
 bezwiatły.
 — плоская—palnik szczelinowy (lecz jego
 plomień „motylkowaty“).
 — регенераторная—palnik odzyskowy.
 Горѣние—spalanie, palenie.
 Горѣнія остатки—wypaliny.
 — продукты—spaliny.
 Горючий материалъ—паливо.
 Градиентъ—rys pochyłych.
 Графическій—wykreślny.
 Графостатика—statyka wykreślna.
 Гребенчатая пята—czop grzebieniasty.
 Гребной подшипникъ—pochwa przyśrubo-
 ва (okręt).
 Громоотводъ—odgromnik.
 Груанная угольная—naładówka węgla (dla
 parowozów).
 — угольная наклонная—zesuwnia na wę-
 гiel.
 Грузъ мертвый—ciężar nieruchomy.
 — сосредоточенный—ciężar skupiony.
 Грузоподъемная машина—dźwignica, dźwi-
 гarka, dźwignik, dźwig towarowy.
 Гюйгенса траекторія—traktorya Huyghens'a,
 krzywa antytrykcyjna.
- Давление—ciśnienie (cieczy); prężność (ga-
 зów).
 — вѣтра—parcie wiatru.
 — опорное—odpór wezglowia, o. wezгло-
 wiowy.
 — рабочее пара—nadprężność пары.
 — силы инерціи—nacisk od bezwładności.
 — водозамѣщенія—wypór (wody, płynów).
 Дамба—tama, grobla, nasyp, gródza.
 Дверь поворотная—drzwi (drzwiczki) ро-
 крѣтне, d. na zawiasach.
 — задвижная—drzwiczki lub drzwi a)
 przesuwnе (jedne), b) rozsuwnе (para).
 Двигатель—silnik.
 — асинхроническій—rozprądnik niena-
 даўny (el.).
 — бензиновый—silnik benzynowy.
- Двигатель водяной—silnik wodny.
 — вѣтряной—wiatrak.
 — газовый—silnik gazowy.
 — двухтактный—silnik dwusuwny.
 — живой—silnik żywy.
 — калорическій—silnik ciepłikowy.
 — керосиновый—silnik naftowy.
 — компоундъ—silnik sprzężony.
 — крупный—silnik duży.
 — малый—silnik drobny.
 — нефтяной—silnik ropowy; s. na ropę
 naftową.
 — паровой—silnik parowy.
 — прокатной—silnik walcarski.
 — тандемъ—silnik spółtoczkowy.
 — тенаовой—silnik ciepłikowy.
 — четырехтактный—silnik czworosuwny.
 Движение—ruch.
 — двустороннее—ruch nawrotowy.
 — замедленное—ruch zwalniany.
 — криволинейное—ruch po krzywej.
 — несвободное—ruch kręпованы.
 — равномерное и неравномерное—ruch
 jednostajny i niejednostajny.
 — равномерно замедленное—ruch równo-
 miernie zwalniany.
 — равномерно ускоренное—ruch równo-
 miernie przyspieszony.
 — ускоренное—ruch przyspieszony.
 — свободное—ruch swobodny, ruch nie-
 kręпованы.
 — центральное—ruch ośrodkowy.
 Двойной кривизны кривая—krzywa podwój-
 nej krzywosci.
 Двойная точка (кривой)—punkt zdwojony
 (krzywej), p. dwoisty, p. podwójny.
 Двойное дѣйствие—obustronne działanie
 (w silniku lub pompie).
 Двутавровое желѣзо—dwuteownik.
 Двухцилиндровая паров. машина—silnik
 parowy, dwucylindrowy.
 Декарта листъ—liść Kartezjusza.
 Деревострогательный станокъ—wiórarka
 (heblarka) do drzewa.
 Державка—obsada (zarówki).
 Детали машинъ—części maszyn.
 Диагональ—przekątnia.
 Диаграмма—lakres; wykres; wskaźa.
 Диаметр просверливаемого отверстия—
 prześwit dziury.
 Дилатационная труба—wydłużka.
 Динамика—dynamika.
 Динамо-компоундъ—prądnica sprzężona lub
 bocznikowo-głównikowa.
 Динамомашина—prądnica (el.).
 — съ внутренними полюсами—prądnica
 o biegunach odśrodkowych.
 — съ вѣшными полюсами—prądnica o
 biegunach dośrodkowych.
 — несамовозбуждаемая—prądnica obco-
 wzbudna.
 — съ однопольными полюсами—prądnica
 naprzeciwnobiegunowa.
 — основная—prądnica głównikowa.
 — съ переменными полюсами—prądnica
 naprzemiannobiegunowa.

- Динамомашина самовозбуждаемая—prąd nica samowzbudna.
 — съ трехфазнымъ токомъ—trójprądni-
 ca; trójprądnik.
 — шунтовая—prądnicza bocznikowa (el.).
 Динамометръ Прови—hamownica Proni'ego.
 Директриса—kierownica.
 — параболы—kierownica parabol.
 Дисковый поршень—tłok tarczowy.
 Дiskoобразный—tarczowaty, tarczasty.
 Дифферентъ на корму—przejętność tylna
 (okręt.).
 — на носъ—przejętność dziobowa (okręt.).
 Дифференциальный полиспасть—wciąg róż-
 nicowy.
 — тормазъ—hamulec różnicowy.
 — насосъ—pompa różnicowa.
 Дифференциальное исчисление—rachunek
 różniczkowy.
 Дифференциальное уравнение—równanie
 różniczkowe.
 Дифференциалъ—różniczka.
 Дифференцирование—różniczkowanie.
 Диагональная крыша—krzepica (we więźbie
 dachowej).
 Диаграмма (упругости пара въ пар. ма-
 шинѣ)—wskaza, nakres, wykres (pręż-
 ności pary w silniku).
 Диаметры сопряженные—średnice sprzężo-
 ne.
 Диоптръ—przeziernik (miern.).
 — глазной—przeziernik.
 — предметный—celownik.
 Диоритъ—zieleniec.
 Днище цистерны (пар маш.)—pokrywa.
 — (паров. котловъ)—dno, dennica.
 Дозабельный станокъ—dłuzciarka.
 Домкратъ съ зубчатой рейкой—dźwignik
 zębnicowy.
 — винтовой—dźwignik śrubowy.
 — гидравлическій—dźwignik (lewar) hy-
 drauliczny.
 — прямого дѣйствія—dźwignik (lewar).
 Домкрата, станина—więźba dźwignika.
 Допускаемое напряжение—naprężenie bez-
 pieczne; n. dozwolone.
 Допускаемая нагрузка—nośność, obciążenie
 bezpieczne.
 Дорога канатная—kolej linowa.
 — — съ несущимъ неподвижнымъ кана-
 томъ—kolej polinowa (wózek jedzie po
 linie).
 — — съ несущимъ подвижнымъ кана-
 томъ—kolej palinowa (wózek spro-
 zużyna na linie krążącej).
 — канатно-проволочная—kolej podrutowa.
 — окружная—kolej obwodowa.
 Доски дѣлава сторона—strona odbielna lub
 lewa.
 — правая сторона—strona odrdzenna lub
 prawa.
 Досигаемый—osięgnięty.
 Дренажная канавка—kanalik odsączny.
 Дроссельный клапанъ—przepustnica.
 — приборъ—przymykanie.
 Дроссельшпундъ—tłumica (el.).
 Дубильное вещество—garbowiny.
 Дуга (круга)—łuk.
 Дуговая лампа—łukówka.
 — лампа въ магистралахъ—łukówka głów-
 nikowa (el.).
 — лампа шунтовая—łukówka bocznikowa
 (el.).
 Дымовая камера—dymnica (w parowozie).
 — труба—komin, oddymnik.
 — труба вытяжная—wudymnica.
 Дымогарная труба—płomieniówka (pozioma).
 Дымоходы (паров. котловъ)—kanały spali-
 nowe; loty spalin.
 Диропробивной станокъ—przebijarka.
 Дышло—wiązło (między kołami napędzemi
 parowozu).
 Единица—jednostka.
 — емкости—pojemnostka, np. farad.
 — напряжения свѣта—jasnostka.
 — свѣтовая—światłostka.
 — силы магнитнаго поля—magnetostka.
 — сопротивления—oporstka (el.).
 — теплоты—ciepłostka (cpl.).
 — электрическая—jednostka elektryczna.
 Елеваторъ—podnośnik.
 Емкость—pojemność.
 Жаровая труба—płomienica.
 Желобокъ—żłobek.
 Желобъ (вод. мельн.)—pogródka.
 Железная дорога—kolej.
 — дорога воздушная—kolej nadziemna.
 — дорога горная—kolej górska.
 — дорога предгорная—kolej podgórska.
 — дорога равнинная—kolej równinna.
 — дорога уличная—kolejka nadrożna;
 tramwaj.
 — дорога ширококолейная—kolej szero-
 kotorowa (tor rosylski).
 Железныя блескъ—blyszcz żelazny.
 — блескъ—iskrzyk żelazny.
 Железнякъ красный—żelaziak czerwony.
 — магнитный—żelaziak magnetyczny.
 — оолитовый—czerwony żelaziak nacieko-
 [wy].
 Железо—żelazo.
 — ковкое—żelazo kowalne.
 — литое—żelazo zlewne, zleiwno.
 — рифленое—blacha karbowana.
 — сварочное—żelazo zlipne, ż skowalne,
 albo wprost: żelazo.
 Железная труба—rura żelazna.
 Железнодорожный кранъ—zóraw kolejowy.
 Жесткость—sztywność (usztywniać—oszty-
 wniać).
 Живая сила—energia rozprędu, e. kinetycz-
 na, praca rozprędu.
 Живой двигатель—silnik żywy.
 Жироочиствитель—odtłustnik.
 Забивка свай—bicie pali.
 Заерошина—zadziór (np. na obrzeżu dziury
 wierconej w metalu); krawęż (dachu,
 strzechy).
 Задвижка—zasuwa, zasówka.

- Зажимъ—zacisk (jako przyrząd do zaciska-
 nia); kraniec (jako koniec przewodu
 w danym przyrządzie elektrycznym,
 franc. borne).
 Зазоръ—luz.
 Закленка—nit.
 Заклепочный шовъ—szew nitowany.
 Заклепочное соединение—nicenie.
 Заклепочный шовъ шахматный—nicenie
 w zakosy.
 Закругление переходное—łuk przejściowy
 (kol.).
 Заля—świetnica, salon, sala.
 Замедление—zwolnienie.
 Заплетчикъ—przyłga.
 — дом. печи—spadki.
 Запоръ, запорный приборъ—zawieradło.
 Зарубка—zacięcie (kol.).
 Заряжать—naiskrzać, naprądnąć (el.).
 Заступъ—gudel.
 Затворъ переѣздный—rogatka (kol.).
 Затяжка—jęтка, najwyżej z dwóch lub kil-
 ку јѣтек położona, zwie się „grzędą”
 (bud.).
 Зацепление зубовъ линия—linia przyrętu
 zębów.
 Зацепление циклоидальное—zazębienie cy-
 kloidalne.
 — прямобочное—zazębienie prostoboczne.
 — пѣвочное—zazębienie palczaste.
 — развертками—zazębienie ewolwentowe.
 Звено—dzwono; ogniwo.
 — (трубы или котла)—pierściono.
 Звѣздочка для цѣпей—krążek gniazdkowy.
 Землечерпальная работа—pogłębianie (pod-
 wodne).
 Земля добыча—dobycie, dobywanie (ziemi)
 — давление—parcie ziemi, napór z.
 — перевозка—przewóz ziemi.
 Земляные работы—roboty ziemne.
 Зетобразное железо—zetownik.
 Змѣвикъ—węzowiec (minerał).
 Змѣвикъ—szlak wężykowaty (kol.), węzo-
 wnica (tura).
 Знакъ молнии—godło pioruna (strzałkowate).
 Зола—popiół.
 Золотникъ (паровой)—suwak.
 — раздѣленный—suwak dwupołówkowy.
 — распределительный—niezmiann.
 — расширительный—suwak - zmiennik,
 krócej zmiennik.
 — качающийся—suwak pokretny.
 — со щелью—suwak rusztowaty.
 — уравновѣшенный—suwak odciążony.
 — двойной—suwak dwoisty.
 Золотниковая коробка—skrzynka suwakowa.
 Золотниковое зеркало—gładź podsuwakowa;
 g. podzmiennikowa.
 Зубило—dłuto.
 Зубца головка—wierzchołek zęba.
 Зубчатая рейка—zębnica (drąg zębaty).
 Зубчатка—zębnik (tryb).
 Зубчатое колесо—kolo zębate.
 — колесо, коническое—stożek zębaty.
 Зубчатый вѣнецъ—kolo zębate storcowe.
- Известь спущенная въ яму—wapno dolo-
 wane.
 Извести гашение—gasić; gaszenie (wapna).
 Изгибъ—gięcie.
 — продольный—boczenie, wyboczenie.
 — сопротивление на—wytrzymałość na
 gięcie.
 Измѣнение формы—odkształcenie.
 Изолировать—zosobnić (el.).
 Изолирующая оболочка—odzież (przewodu
 elektr.).
 Изолирующее вещество—osobniwo (el.).
 Изолирующий кружокъ—grzybek (el.).
 Изоляторъ—kołpak porcelanowy (el.).
 — osobniak (el.).
 Изоляционная масса—masa otulcza (od strat
 ciepła).
 Изоляция (тепло)—otulina.
 Изысканія—prace przedwstępne.
 Индикаторъ—wskaziec.
 Индикаторное давление—prężność wskazana.
 Индикаторная диаграмма—wskaza.
 — сила—moc wskazana.
 Индукція электрическая—wzniesanie (elek-
 tryczne).
 Инерція—bezwładność.
 Инерція эллиса—elipsa bezwładności.
 — моменты—moment bezwładności.
 — ось—oś bezwładności.
 Инжекторъ—smoczek, dyszak, strumiennica.
 Инструментальная—narzędzia.
 Инструменты дальнѣйшаго действия—przy-
 rządzy zdalczynne.
 Интегралъ—całka.
 Интегральное исчисление—rachunek całko-
 wy.
 Интегрирование—całkowanie.
 Инфузорная земля—krzemkówka, martwica
 krzemionkowa.
 Искроудержатель—odiskiernik.
 Искровый индукторъ—iskiernik (el.).
 Испарения теплота—cieplik parowania (cie-
 plo utajone).
 Испарительная способность—ilokrotność
 odparowania.
 Истечение жидкости—wypływ cieczy.
 Истечение газовъ—wylot gazów.
 Источникъ—ogrzewca, obsługujący ogrze-
 wanie.
- Кабельный башмакъ—końcówka kabla (el.).
 Калевка—ucios.
 Калиброванная цѣпа—łańcuch dokładny.
 Калибръ—wzorzec.
 Кальильная лампа, л. накаливанія—żarówka.
 — трубка—zapłonka (w silniku spalino-
 wym).
 Кальильной лампочки груша—bańka (ża-
 rówki).
 Калориферъ—nagrzewnica.
 Калория—ciepłotka.
 Камень въ кулисъ—przesuwek jarzma.
 — ключевой—zwornik (bud.).
 — опорный—wezłównik (bud.).

- Камень палый—syniak.
 — пробковый—korkowiec.
 — тесовый—cios, kamień ciosowy.
 — точильный—toczak.
 Камера шлюзовая—komora przepustowa.
 — газомотора—spalisko.
 Каната часть набгающая, сгибающая—
 tok liny.
 Канатная дорога—kolej powrozowa, lecz
 i tramwaj o ciagnicy okężnej.
 Канатный блок—krążek linowy.
 — шкив—koło linowe.
 Канать поддерживающий—pośnica (kol.
 linowa).
 — тянуций—ciagnica (kol. lin.).
 Канаты проводочные—liny druciane.
 — пеньковые и хлопчатобумажные—liny
 koporne i bawełniane.
 — передаточные—liny napędowe; I. na-
 pędne; liny napędzce
 — подъемные—liny nośne, liny dźwigni-
 cowe, I. dźwigowe, I. wyciągowe (górn.).
 Канделябр—stupiec (latarniowy).
 Карборизация—nawęglanie (gazu).
 Кардиоида—kardioida (krzywa sercowata).
 Касательная—styczna.
 Касательное ускорение—przyspieszenie po
 stycznej.
 Катаракт жидкий—przytłumiak z cieczą.
 Катающаяся бабка—suwnica dźwigarkowa;
 dźwigarka przesuwna.
 Катюшка—zwojnica (el.).
 — —сеwka (do nawijania).
 Квадратура—obliczenie pola (powierzchni).
 Квадраты наименьшие, способ—metoda
 najmniejszych kwadratów.
 Кварц—twardziec (kwarciec).
 Керосиновый двигатель—silnik naftowy.
 Кизельгурь—mawica (masa) krzemionko-
 wa.
 Киль—stępka (okręt).
 — поднять—wunurzyć stępkę (okręt).
 Кинематическая геометрия—geometria ki-
 nematyczna (kinematyka).
 Кипящая температура—temperatura wrzenia.
 Кирка—oskard.
 — —czekan.
 Кирпич фасонный—kształtówka.
 — плашмя—cegła na płask.
 — пористый—cegła dziurkowata (gąbcza-
 sta).
 — пустотный—cegła dęta.
 — пустотный—cegła drążona (dziurowa-
 na).
 — желобчатый—wpustówka.
 Клапанъ—zawór.
 — выпускной—zawór wydychowy.
 — оборотный—zawór zwrotny.
 — предохранительный—zawór bezpie-
 czeństwa.
 — редукционный—przymkadło samo-
 czunne.
 Кливеръ—dzióbek (żagiel trójkątny na dzió-
 bie żaglowca).
 Клиновый пресс—łoczarka klinowa.
 Клинь—klin.
 Клинкеръ—klinkier.
 Кауль—gwintownica.
 Коваль—klepać, młotować.
 Ковшъ—czepak.
 Ковши—przegródki.
 Козлы подъемные для паровозов—dźwi-
 ги для parowozów.
 Коксовальня—koksarnia.
 Колесная—kolarnia.
 Колесникъ—kołodziej, a w warsztatach kol :
 więźbiarz.
 Колесо—koło łopatkowe.
 — без шпиль—koło bosc.
 — ведущее—koło silnikowe (parowozu).
 — верхнебойное—koło nasiebierne.
 — среднебойное—koło śródbierne.
 — водоподъемное—przerzutnica, przelew-
 nica łopatkowa.
 — водяное—koło wodne.
 — дисковое—koło tarczowe.
 — концевое—koło skrajne.
 — коническое—koło zębate stożkowe,
 stożek zębaty.
 — направляющее—stałka kierownicza (tur-
 бина), wieniec kierownic.
 — полуналивное—koło z podkolina.
 — зубчатое—koło zębate.
 — поддерживающее—koło potoczne (kol.).
 — сваренное—koło dowiązane (w parowo-
 zie).
 — со спицами—koło sprychowe.
 — среднее—koło pośrednie (między skraj-
 nemi); k. środkowe (na środku osi) (kol.).
 — фрикционное—koło cierne.
 Колеса скать—zestaw kół (kol.).
 Козли ширина—prześwit toru.
 Количество движения—wielkość rozpędu.
 Коллекторъ кольцевой—pierścień zdawny
 (el.).
 Колосникъ—rusztowina.
 Колосники подвижные—ruszt drgawkowy.
 Колосниковая рѣшетка—ruszt bez pali
 (bud.).
 — рѣшетка наклонная—ruszt pochylny.
 Колосниковой рѣшетки обшая поверхность
 —całkowita powierzchnia rusztu, pole
 rusztu.
 — рѣшетки свободная поверхность—
 przewiewie (rusztu).
 Колотушка—pobijak.
 Колошникъ—gardziel.
 Колошника отверстие—paszcza.
 — платформа—pomost.
 Колпакъ воздушный—powietrznik.
 Колчеданъ зернистый жел.—żelaziak bo-
 biasty.
 Кольцевая пята—czop pierścieniasty.
 Кольцо—pierścień.
 — круговое—pierścień koła, p. kołowy.
 — цилиндрическое—pierściono.
 — поршневое—pierścień, sprężyna tłoka.
 Кольцо (трубы)—kolanko, krzywka.
 Кольчатый валъ—wał wykorbiony.
 Колье—odziomek.
 Коммутаторъ—przerządник (el.).
 Компоундъ машина—silnik sprzężony.

- Комплектная колеса—koła skojarzone.
 Комплектъ зубчатыхъ колесъ—dobór kół zębatach.
 Компрессоръ—kompresor, lepiej sprężarka.
 Конденсаторъ—skraplacz.
 — объемный—skraplacz bezprzeronny.
 — поверхностный—skraplacz przeronny, s. przeronowy.
 — съ трубою—chłodnica z kominem.
 Конденсация (пара)—skraplanie.
 — отдѣльная—skraplanie samotne.
 — центральная—skraplanie skupione.
 Конденсационный гортокъ—odwadniacz.
 Коническая муфта—zwężka.
 Коническое зубчатое колесо—stożek zębaty.
 Копопатить—utykać (okręt.).
 Консоль—wspornik; naściennik.
 Контактъ—styk (czynność lub miejsce stykania się); styczka; stycznik.
 — штенсельный—przyrząd wtykowy (el.).
 Контактное плечо—ramię zdawne (el.).
 Контактный роликъ—krążek zdawny (el.).
 Контръ-гайка—nakrętka.
 Контръ-рельсъ—przewadnica (kol.).
 Контръ-форсѣ—przypora (kontrforsa) (bud.).
 Конусъ—stożek; dysza (w dymnicy parowozu)
 — (фасонная часть трубы)—zwężka.
 Конхоида—konchoida, krzywa muszlowata.
 Конхоидальное коромысло—prostowód konchoidowy.
 Координаты—spółrzędne.
 Коперъ—kafar; taranek.
 — машинный—kafar dźwigarkowy.
 — паровый—kafar parowy.
 — ручной—kafar ręczny.
 Коптовой обдѣлка—obgroda wykopu.
 Корень—pierwiastek.
 Коробка золотниковая—skrzynka suwakowa.
 — подъемника—klatka dźwiga, kosz dźwiga (wyciągu w gór.).
 Коромысло—wodzidło, prostowód.
 — эллиптическое—prostowód elipsowy.
 — конхоидальное—prostowód konchoidowy.
 — главное—wodzik.
 — земнискатоидальное—prostowód lemni-skatowy.
 — обратное—odwodzik, nawodzik.
 Косинусъ—dostawa.
 Костыль—szyniak.
 Котангенсъ—dotuczna.
 Котель водотрубный—kocioł opłomkowy.
 — маленький—kocioł o małej zawartości, lepiej kocioł drobny.
 — отдѣльный—kocioł samotny.
 — паровый—kocioł parowy.
 — паровозный—kocioł parowozowy.
 — пароходный—kocioł parowocowy.
 — стоящий—kocioł stojący.
 — цилиндрической—kocioł walczasty, walczak.
 — цилиндрической обмыковенный—kocioł jednowalczasty.
 Котель цилиндрической составной—kocioł wielowalczasty.
 Когда установка—sadowienie kotła.
 Кочегарная яма—podłaz (kol.).
 Коэффициентъ—spółczynnik.
 — безопасности—spółczynnik bezpieczeństwa.
 — полезности диаграммы—pełnota wskazy; pełnotliwość wskazy.
 — полезного дѣйствія—sprawność.
 — расширения (тепла)—spółczynnik rozszerzalności.
 — трения—spółczynnik tarcia.
 — упругости—spółczynnik sprężystości.
 Кранъ—żóraw; kurek.
 — воздушный—kurek powietrzny, sapek.
 — въ шахтахъ—żóraw z łożyskiem podziemnem.
 — поворотный—żóraw obrotny; kurek z wylotem pokrętnym.
 — поворотный съ тѣлѣжкой—żóraw obrotny z kotem.
 — железнодорожный—żóraw kolejowy.
 — мостовой—suwnica dźwigarkowa.
 — на передвижныхъ козлахъ—suwnica bramiasta.
 — съ качающейся укосной—żóraw z chylnym wysięgnikiem.
 — съ канатнымъ приводомъ—żóraw (suwnica) z napędem linowym.
 — паровый—żóraw parowy.
 — гидравлическій—żóraw hydrauliczny; ż. napędzany wodą.
 — пробный (пар. котловъ)—kurek dozozczy.
 — продувной—kurek spustowy.
 — спусковой (пар. котл.)—kurek spustowy.
 — водяной—żóraw wodny.
 Красноломкій—ogniokruchy (np. żelazo).
 Краткое соединеніе—skróć, skrótować (el.).
 Кремьнь—krzemień (skałka).
 Кренъ—przechył, przochylenie (okręt.).
 Крестовина—krzyż tokowy (kol.).
 Крестовина, крѣйдопфъ—krzyżulec.
 — крѣйдовница звычайна (jednodzióbowa).
 — двойная—krzyżownica dwudzióbowa (kol.).
 Крестовины острие—dziób krzyżownicy i jego śpic.
 Крестовое желѣзо—krzyżownik.
 Кривая—krzywa.
 — коробовая—linia kabłakowata.
 — переходная—łuk przejściowy (kol.).
 — плоская—krzywa płaska.
 — вогнутая—krzywa wklęsła.
 — выпуклая—krzywa wypukła.
 — двойной кривизны—krzywa przestrzen-na.
 Кривизна (круга)—krzywość (koła).
 Кривизны центръ—środek krzywości.
 — радиусъ—promień krzywości.
 Криволинейное движениe—ruch krzywolini-jny, ruch po krzywej.
 Кривое ложе водяного колеса—podkolina.
 Кривошницъ—korba.
 — съ кулисою—krzyżulec na korbie.

- Кристаллическая вода—woda kryształca.
Кричное производство—uszczerzanie żelazca (kuźn.).
Кровля—kryśba, pokrycie dachu.
Кронштейн—wspornik.
Круглая пила—piła tarczowa; piłak tarczowy.
Кругляки—krągłak.
Круговая функция—funkcja kołowa.
Круговое кольцо—pierścienią koła.
Круговой сектор—wycinek koła.
— сегмент—odcinek koła.
— процесс—przebieg kołowy; p. okrężny.
Кругъ—ława pokrętna (wagonu).
— кривизны—koło krzywosci.
— перегиба—koło zwrotowe.
Кружала—krążuny (bud.).
Крыло крестовины—skrzydło krzyżownicy.
Крышка цилиндра—pokrywa cylindra.
Крюк—hak.
— стальной—hak pociągła. h. pocięgielny (wagonu kol.).
Ксилолитъ—trocinowiec (ksylolit).
Кубъ—kostka, sześciан prawidłowy.
Кубическая парабола—parabola sześcienna.
Кузнечный пресс—kuźniarka (tłoczarka kuzienna, hydrauliczna).
Кузница—kuźnia.
Кулакъ—ksiuk; kief; kułak.
Кулачный молотъ—młot wahakowy.
Кулисa—szatkownica, włotnica wielokrotna (koło wodn.).
Кулисса—jarzmo (siln. par.).
— винтовая—nastawnica śrubowa.
Куполъ—kopiła, bania (bud.); kołpak, lepiej dzwon parowy (kotły).
Коэффициентъ непроводимости—spółczynnik nieprzewodności.
- Лазъ (паров. котловъ)—wiaz, wyczystka.
Лампы накаливания державка—trzonek żarówки.
— накаливания укрѣпление—obsada żarówки.
Латунь—mosiądz.
Лебедка—dźwigarka.
Леблана муфта—sprzęgło rozłączne, o walcach ciernych (Leblanca).
Лежень—przycieś, podwalina.
— продольный—podkład podłużny (kol.).
Лемниската—lemniskata.
Ленинскатоидальное коромысло—prostowód lemniskatowy.
Лента—taśma (miernicza).
Лещадъ—spodek.
Линия давления—naporowa, linia n.
— нагрузки—wykresowa obciążen.
— силъ—szlak magnetyczny, lecz jako jednostka natężenia pola: magnetostka.
— ядра счтения—obrys rdzenia.
Листъ Декарта—liśc Kartezjusza.
— котельный—arkusz blachy kotłowej.
Литейная—żeliwnia.
Литейное дѣло—odlewnictwo.
— дѣло—żeliwnictwo.
- Лобовой молотъ—młot wahakowy z nosem.
Логарифмическая спираль—spirala logarytmiczna.
Логарифмъ—logarytm.
— натуральный—logarytm naturalny.
Лодка—łódź, łódka, czółno.
Ломъ—druzg.
Ломъ—łamak (zamiast „łom“, który ma już kilka innych znaczeń).
Лопастный вентиляторъ—przewietrznik łopatkowy.
Лопата—szufia; łopaska (turbiny).
Лотковое желѣзо—blacha sklepieniasta.
— желѣзо—blacha nieckowata, albo wykłasta.
Лошадиная сила—moc konia, koł mechaniczny. MK.
Луна—łupa (kuźn.).
Лѣсной материалъ—budulec.
Лѣсонильная рама—piła tartaczna, trak tartaczny.
Люкъ—czeluć okrętowa.
- Магнитное возбуждение—wzbudzenie (magnetyczne).
— поле—pole magnetyczne.
— расщивание—usmyk magnetyczny.
Магнитный полюсъ—biegun magnesu.
— сердечникъ—rdzeń magnesu.
Магнитодвижущая сила—usił magnetyczny.
Мазъ—maź.
Максимумъ—największość.
— относительное—największość względna.
Маносмана труба—rura Manosmanowska.
Манжетъ—cholewa, lepiej natłoczka (skórzana).
Манометръ—manometr.
— перепончатый—manometr przeponowy, m. o przeponie.
— повѣтрочный—manometr sprawdzający.
— трубочный—manometr rurkoprężny.
Мариотта законъ—prawo Mariotte'a.
Машина водостолобовая—tłokowy silnik wodny.
— рабочая—silnica, maszyna robocza.
Машинное помещение—silnicznia.
Масса—masa.
Мастерская фотографическая—świetlica, atelier (malarskie, fotograficzne i t. p.).
Мастерская—wyrobnia.
— ремонтная—naprawnia.
Матрица—podbijka; podtłoczka (matryca).
Маховое колесо—koło rozpedowe.
Маштабъ—wymiaraka.
Материякъ—grunt dziewiczy.
Маховичекъ—pokrętło. kółko pokrętne.
Мачта—maszt.
Машинная—silnicznia.
Машинное зданіе—silnia.
Машина съ расширениемъ пара—silnik rozprężny.
— для раствора—zaprawiarka.
Маятникъ—wahadło.
Междуэтажное помещение—półpiętrze (bud.).

- Мензула—stolik (mierniczy).
 Мертвое положение поршня—zwrot, punkt zwrotny.
 Металлургический завод—kuźnica.
 Металлургия—kuźnictwo.
 — железа—kuźnictwo żelaza.
 Метацентр—nibyśrodek.
 Метчик—gwintnik.
 Метчик—gwinciak.
 Метельник—odgarniacz.
 Механизм кривошипа и шатуна—paręd korbowy.
 Механика—mechanika.
 — строительная—statyka budowlana
 Механическая теория теплоты—mechaniczna teoria ciepła.
 Механический эквивалент теплоты—mechaniczny równoważnik ciepła, (praca równoważna ciepłocie).
 Минимум—najmniejszość.
 — относительное—najmniejszość względna.
 Минная величина—wielkość urojona.
 Многоугольник—wielokąt.
 — правильный—wielokąt prawidłowy.
 — сил—wielobok sił.
 — перевочный—wielobok sznurowy.
 Модуль упругости—sprężystość.
 Молот—młot.
 — кулачный—młot wahakowy.
 — паровой—młot parowy.
 — фрикционный—młot cierny.
 Момент пары сил—moment pary sił, lepiej m. dwusił.
 — вращающий—moment obrotu; moment wywracający.
 — статический—moment statyczny.
 — инерции—moment bezwładności.
 — сопротивления—moment wytrzymałości.
 — устойчивости—moment stateczności.
 Монастырский свод—sklepienie kopankowate (klasztorne).
 Монтежюль—przetłaczarka parowa, ssawa parowa, montejus.
 Мостовой брык—silar mostowy.
 — кранъ—brama z dźwigarką.
 Мость арочный—most łukowy.
 — висячий—most wiszący.
 — подъ обыкновенную ѳазу—most drogowy; m. uliczny.
 Моста полотно—pomost.
 — проѳажная часть—jezdnia mostu.
 Мотыль—rękojeść, korba.
 Мощность максимальная—moc krańcowa.
 Муфта соединительная—sprzęgło.
 — кулачная—sprzęgło kłowe.
 — створчатая—sprzęгło łubkowe.
 — шарнирная—sprzęгło przegubowe.
 — фрикционная—sprzęгło cierne.
 Мѣдъ красная—miedź.
 — желтая—mosiądz, bronz.
 Мѣсто—siedza.
 Мѣшок резиновый—piśco gumowe (siln. spalin).
 Мягкий припой—lut miękki.
- Набережная—ulica nadbrzeźna, nadbrzeże.
 Набивка кожаными манжетами—uszczelnienie cholewą, lepiej natłoczka skórzana.
 Набивка (сальниковъ)—uszczeliwo.
 Набивка кольцевая—uzwojenie papierścienne (el).
 Наѳѣс надъ путями—wiata dworcowa.
 Нагрузка нормальная—obciążenie ustanowione.
 Нагрѣва поверхность непосредственная—powierzchnia opromieniona.
 Нагрѣватель—grzejnik.
 Нагрѣвательная камера—nagrzewnia.
 Нагрѣвательное устройство—zład ogrzewczy.
 Нагрѣвательный приборъ трубчатый—grzejnik drabinkowaty.
 Надпись на чертежѣ—p-wpis.
 Наждачная шайба—krążek szmyrgłowy.
 Нажимъ Прони—hamownica Prony'ego.
 Наименьшие квадраты, способъ—metoda najmniejszych kwadratów.
 Накалывающееся вещество—zarzywo.
 Накипь—przuwara.
 Накладка—łubka.
 Накладка—nakładka.
 Накладки зетобразныя—łubki zetownikowe (kol).
 — угловыя—łubki kątownikowe (kol).
 — фасонныя—łubki kształtowe (kol).
 Наклонная плоскость—pochylnia.
 Намѣръ—namiar (kuźn.).
 Наковальня фундамента (шаботта)—kłodzisko.
 Наконечникъ—wylot.
 Наполнение (паров. машинъ)—napełnienie.
 Направляющая—obwodnica, prowadnica.
 — лопастъ—kierownica.
 — полоса—prowadnica.
 Напряжение допускаемое—naprężenie bezpieczne, n. dozwolone.
 — междукажнное—napięcie międzykrajcowe (el).
 — нормальное—naprężenie normalne.
 — главное—naprężenie główne; n. pierwszorzędne.
 — полюса—natęż biegana (magnetycznego).
 Нарѣзка винта—gwint śruby.
 — для газовыхъ трубъ—gwint na rury gazowe, gwint gazowy.
 Насадка—wylot nasadzany, nasadka.
 Насось—pompa.
 — водо-пароструйный—strumiennica wodna, wzgl. parowa, smoczek i t. p.
 — воздушный—pompa od powietrza, p. próżniana.
 — дифференціальный—pompa różnicowa.
 — поршневою—pompa tłokowa.
 — центробѣжный—pompa odśrodkowa.
 Настиль желѣзный—pomostownik.
 Насыщенный паръ—para nasyciona.
 Натуральные логарифмы—logarytmy naturalne.
 Натяжный роликъ—krążek wyprężający.

- Необратимый процесс—przebieg nieodwracalny.
 Неопределенность—nieokreśloność.
 Непроводимость—nieprzewodność (elektryczna).
 Непроводник—nieprzewodnik (el.).
 Непроницаемая переборка—grodziec (okręt).
 Неравномерность маховика—niejednostajność biegu koła rozprędowego.
 — регулятора—niejednostajność miarkownika.
 Несвященное пламя—płomień nieświecący, p. bezświatły.
 Нечувствительность регулятора—nieczułość miarkownika.
 Нивелирь—poziomnik (miern.).
 Нивелировочный журнал—dziennik poziomniczy (miern.).
 Нижнее строение (полотно)—poddroże (kol.).
 Ножь (в тисовых рычагов)—rzez.
 — долбежный—strużak.
 Ножница—przecinarka.
 Нониус—noniusz (drobniomiar).
 Нория—podnośnica kulełkowa.
 Нормаль к кривой—normalna krzywej.
 Нормальное ускорение—przyspieszenie normalne.
 — натяжение—naprężenie normalne.
 Нормы Гамбургские для паров. котлов—prawidła hamburskie.
 Нырало—nurnik.
 Ньютона бинюм—dwumian Newtona.
 Обдѣлка (кирпичем)—wykładzina.
 Обелиск—obelisk.
 Обертывающая кривая—krzywa obwijająca (geom.); k. odcaczająca (kinem.).
 Обжимка—nakównik.
 Облицовка—licówka (bud.).
 Облицовочный ряд на ребро—cegła na rąb.
 Обмотка—oplot, omotanie (el.).
 Обмотка—uzwojenie (układ zwojów); nawój (zwoje nawinięte) (el.).
 — барабанная—uzwojenie nabębienne (el.).
 — петлевая—uzwojenie pętlicowe (el.).
 Объем воды—pomiar wody.
 Ободь колеса—wieniec koła.
 Обратная величина—ilość odwrotna.
 Обратимый процесс—przebieg odwracalny.
 Обрэзки—krajki (przy cięciu blachy do formatu); skrawki (odcinki przy wycinaniu z formatu).
 Обрэзь, берма—odsada.
 Обрэзь—wysadzenie; wysadzka; odsadzka.
 Обрэштина стронийный прочель—leźnia, płatwa (bud.).
 Обдѣлка откосов—roboty stokowe.
 Обшивка—poszycie okręt.).
 Объем—objętość; zawartość.
 Огарина—zendra.
 Однородный—jednolity.
 Окаины—młotowiny.
 Окраска—powłoka.
 Окружность (круга)—obwód (koła).
- Олово—cyna.
 Оловянная труба—rury cynowe.
 Опасное счѣние—przekrój niebezpieczny, p. rozłamujący się.
 Опока—skrzynia odlewnicza.
 Оползень—osuw.
 Оползок—okrajka (oblader).
 Опора—węzłowie (np. sklepienia).
 Опора, реакція ея—odpór podpory.
 — на катках—łożysko na walcach.
 — шарнирная—łożysko przegibne.
 Опорный момент—moment nadpodporowy.
 Определенные интегралы—całki oznaczone.
 Определитель—wyznacznik.
 Оранжевая—cieplarnia.
 Ордината, красная отметка—pionik (miern.).
 Осадка—zagłęb (okręt).
 Острик—iglica (kol.).
 Острик корень—osada iglicy (zwrotnicowej) (kol.).
 — острие—śpic iglicy (zwrotnicowej) (kol.).
 Остриковая стяжка—zespora (międzyiglicowa w zwrotnicy) (kol.).
 Ось—oś.
 — нейтральная—oś obojętna.
 — свободная—oś swobodna.
 — свободная наклоняющаяся—odchylna oś swobodna (kol.).
 Оси сопряжения—osie spójnastawne (kol.).
 Основание зубца—pień zęba.
 Останов—wstrzymnik.
 — зубчатый—wechwyт zębaty.
 Остановочный пункт—postanek, postojnia.
 Острия (тисовь)—rzezy.
 Отбросы—odpadki.
 Отвод чугунный—krzywka żeliwna.
 Отдача—uślizg (pozorny i rzeczywisty).
 Отжигать—wyzarzać. [(okręt.).
 Откоса укрѣпление—odzież (brzegów, stoków).
 Открытый мостик—przepust (kol.).
 Отливка душиковая—odlew rdzeniowy.
 — открытая—odlew otwarte lany.
 — в опоках—odlew skrzyniowy.
 Отопление—ogrzewnictwo.
 — водяное съ быстрою циркуляцією воды—ogrzewanie wodne szybkookrężne.
 — паровое—ogrzewanie parowe.
 — паровое пустотное—ogrzewanie parowe próżniane.
 — самостоятельное—ogrzewanie niezespolone.
 — центральное—ogrzewanie zespolone.
 Отопитель—ogrzewnik.
 Охлаждающая смесь—mieszanina ochładzająca.
 Охлаждение обратное—studzenie.
 Очаг—palenisko.
 Очертание зубца—zarzą zęba
- Падение свободное в безвоздушия. простран.—spadanie swobodne w próżni.
 Пазъ—szczelina.
 Пакгаузъ—towarownia.
 Пакетъ—sporec; sporcowanie (kuźn.).
 Паленъ—kruik.

- Палуба верхняя—pomost górny (okręt).
 — задняя—pokład tylny (okręt).
 — передняя—pokład przedni (okręt).
 Панель—chodnik.
 Пара силъ—para sił (dwusił).
 Параболa—parabola.
 — кубическая—parabola sześcienna.
 — полукубическая—parabola półsześcienna.
 Параболоидъ—paraboloid.
 Параллелинедъ—równoległościan.
 Параллелограмъ силъ—równoległobok sił.
 — скоростей отн. ускорений—równoległobok prędkości, wzgl. przyspieszeń.
 Параллельная перспектива—rózperspektywa.
 Параметръ—parametr.
 Парашетъ—podoknica, deska parapetowa.
 Паравозъ—parowóz.
 — тендерный—tendrzak (kol.).
 — а дерганіе—szarpanie (parowozu).
 — а качаніе—kołysanie się (parowozu).
 Паровозный сарай—parowozownia.
 Паровозосборнал—parowozarnia.
 Паровый котелъ—kocioł parowy.
 — котелъ: объемъ воды и пара—zawartość pary i wody; przestrzeń nadwodna i podwodna.
 — — горизонтальный—kocioł parowy leżący.
 — — вертикальный—kocioł parowy, stojący.
 — — съ жаровыми трубами—parowy kocioł płomieniowy.
 — — съ прогарными трубами—parowy kocioł płomieniówkowy.
 Парового котла дноще—дно kotła; dennica kotła par.
 — — вмазка—obmurze; obmurowanie kotła par.
 — — арматура—osprzęt kotła par.
 — — топочный гарнитуръ—obsada paleniskowa kotła par.
 Паровый кранъ—kurek parowy, zawór p.
 Паровая машина—silnik parowy.
 — — быстроходная—silnik parowy, szybkobieg.
 Паровой машины расходъ пара—rozechód pary silnika par.
 Паровая машина компаундъ—silnik parowy sprzężony.
 — — многоцилиндровая—silnik parowy, wielocylindrowy.
 — — трехцилиндровая—silnik parowy trójcylindrowy.
 Паровый молотъ—młot parowy.
 — — цилиндръ—cylinder parowy.
 Паромъ—prom.
 Парораспределение—rozrząd pary.
 — — золотниковое—rozrząd suwakiem.
 Парораспределительный механизмъ—stawidło.
 Парораспределительно-растирительный механизмъ—stawidło zmieniakowe.
 Парораспределеніе кулисами—rozrząd pary jazmem lub jazmowy.
- Пароструйный приборъ (инжекторъ)—strumienna parowa, smoczek.
 — — вентиляторъ—dyszak parowy.
 Парусъ—żagiel.
 — — на реяхъ—rejel (okręt).
 Паръ—para.
 — — мятый—para wydychowa.
 — — насыщенный—para nasyczona.
 — — отработанный—para odłotowa.
 — — перегрѣтый—para przegrzana.
 Патрубокъ—przyłącze (odnoga przyłączna).
 Паукъ—rajak.
 Паяльная лампа—lutownica.
 Паяльникъ—lutownik.
 Пемза—pumeks (gąbczak).
 Пеньковый канатъ—lina konopna.
 Первичный—pierwotny (nawój, napięcie przetwornika) (el).
 Переключатель—przełącznik (el).
 Череводная штанга—przesuwnik (zwrotnicy) (kol.).
 Перегиба точка—punkt zwrotny.
 — — полюсъ—biegun zwrotny.
 Перегонка—przekraplanie.
 Перегрѣватель—przegrzewacz.
 Передача—napęd; przystawka.
 Передаточное число—przełożenie, t. j. stosunek w przekładni.
 Пережечь—zeszkwarzyć.
 Перемята воздуха—wymiana powietrza.
 — — хода, механизмъ для онаго—stawidło odwrotcze, s. nawrotcze, nawrotnica.
 Переплетъ дверной (окошный)—okładzina пр. odrzwicy, ościeżu, oboknia i t. p.
 Перепонка—przerona.
 Перестановка—przemiana (permutacja).
 Пересытить—przeładować (el).
 Перезнать—przepalic (wapno).
 Переѣздъ—przejazd (kol.).
 Периодъ—okres.
 Периодъ—częstotliwość drgawek (rozprądu) (el).
 Перио весла—pióro wiosła; pióro steru.
 Перонъ, платформа—wsiad, peron.
 Песководука—dmuchawa piaskowa.
 Несочинца—piasecznica.
 Пестикъ—stępor.
 Печь газовая—gaziak.
 — — генераторная—czadnica (piec).
 — — доменная—wielki piec.
 — — и — ой газоприемникъ—czadnia wielkiego pieca.
 — — газъ—czad wielkopieczowy.
 — — горный—gar wielkiego pieca.
 — — заплочникъ—spadki wielkiego pieca.
 — — котловникъ—gardziel wielkiego pieca.
 — — распаръ—przestron w. pieca.
 — — шахта—szyb w. p.
 — — сырой ходъ—zimny bieg wielкого pieca (gdy grozi zamarzliско).
 — — известковая—wapienniak.
 — — колосниковая—piec półczadnicowy.
 — — съ насыщеннымъ топливомъ—piec zasypny.
 — — обжигательная—prażak (kuźn.).
 — — пламенная—płomieniak.

- Печь ретортная—piec wygaźnicowy.
 — сварочная—złapiak, piec złipczy.
 — тигельная—tyglak.
 Пила—piłak; piła.
 — для металла—piła do metalu.
 — круглая—piła tarczowa.
 — ленточная—piła taśmowa.
 — фигурная—wyrzynarka.
 Пирамида—ostrostup.
 Пирометр—pyrometr.
 Питание место—punkt dosyłowy (el.).
 Плавание тѣлъ—pływanie ciał.
 Плавка—top (rodz. m.) (kuźn.).
 Плавление—topienie.
 Плавления теплота—cieplik (ciepło) topnie-
 nia.
 Плавающий предохранитель—bezpiecznik
 (topniakowy).
 Планиметр—powierzchnik, planimetr.
 Планъ расположения—plan położenia, p.
 sytuacyjny.
 Пластичный—ugniotny.
 Плата за отопление—ogrzewne.
 Платформа боковая пассажирская—wsiad
 przytorowy.
 Пластина—gwintnica.
 Плетень—opłotek.
 Плита плоская—plyta płaska.
 Плоскость—płaszczyzna.
 — касательная—płaszczyzna styczna.
 — жесткая—płaszczyzna sztywna (kinem.).
 Плотина—jaz.
 Площадка эстакады—zawrat (bud.).
 Площадь—pole; powierzchnia; plac.
 Плыунъ—kurzawka, mułek.
 Поверхность грунта—naziom.
 — прикосновения пламени—powierzchnia
 ogrzewana spalinami, powierzchnia opłom-
 nieniana.
 — нагрѣва (котла)—powierzchnia ogrze-
 wana, p. grzewalna (kotła).
 Поверхностная конденсация—skraplanie na-
 przeronne.
 Поверхностный холодильник—skraplacz
 przeronowy.
 Пвозка—wóz; wozidło.
 Поворотная машина—pokręcarka.
 Поворотный кругъ—obrotnica.
 Поглотитель дыма—obezdymiak.
 Погрѣшность наблюдения—błąd spostrzega-
 nia.
 Подъ нечи (нпр. пудлинговой)—żarowisko
 (нр. pieca pudlingowego).
 Подача ножа—podsuw noża; przesuw noża.
 Подвижное соединение валовъ—luźne sprzę-
 гnięcie wałów, a więc: suwliwe, wahlwe,
 giętkie, albo sprzęgnujące.
 Подвижный грузъ—obciążenie ruchome.
 Подѣльной ступи (стойки)—storczyk, jeżeli
 z jednego kawała drzewa; lisica (dwie
 lisice, para lisic), gdy dwa bale w po-
 staci dyb zastępują storczyk.
 Подкасательная—podstyczna.
 Подкладка—podkładka z nachwytem (kol.).
 Подкова цилиндрич.—kopyto walcowe.
 Подливное колесо—koło wodne podsięberne.
 Подножка—chodnica (wzdłuż wagonu).
 Поднормаль—podnormalna.
 Подогрѣватель—podgrzewacz, ogrzewacz.
 Подпорная стѣнка—mur wsporczy.
 Подпоръ воды—podrór (wysokość podpar-
 cia wody).
 — пара—dławienie pary.
 Подпируда, плотина глухая—upust, jaz.
 Подружная арка—podłęczce (bud.).
 Подпятникъ—łożysko storowe, spodnie.
 Подсыпка песку—podsyp piaskowy (pod
 posadę budowlą).
 Подушка каменная—cios podpoduszkowy.
 Подшивка—podbitka.
 Подшивникъ—łożysko, panewka.
 — качающийся—łożysko pochylne, wahlwe.
 — подѣльной—łożysko wiszące.
 Подъемный козелъ—dźwignik.
 Подъемная машина—dźwignica, a więc dźwi-
 гник; dźwigarka; dźwig; wyciągarka; wy-
 ciąg (kopalniany).
 — — гидравлическая—dźwignica hydrau-
 liczna.
 — — съ ниряломъ—dźwig nurnikowy.
 Подъемникъ—dźwig; dźwignik.
 Подъемъ—podnios (wysokość podnoszenia),
 wznios (нр. w metrach); wzniesienie
 нр. w %).
 Показание—przeczyt (miern.).
 Поле вращающееся—pole wirujące (el.).
 — переменное—pole przemienne (el.).
 Поля напряжение—natężenie pola (el.).
 Полезное давление пара—prężność użyt-
 kowa.
 Полезности диаграммы коэффициентъ—peł-
 nota wskazy; pełnotliwość w.
 Ползунъ—krzyżulec.
 Полиспасть—wciąg.
 Политроническая кривая—krzywa politro-
 piczna.
 Полоса цюаса—taśma pasa (нр. w blacho-
 wnicу).
 Полосовое желѣзо—płaskownik.
 Полотно—torowisko (plant) (kol.).
 Полотно—poddroże.
 Полуналивное колесо водное—koło wod-
 ne, śródbierne.
 Подъ сточный—ściekiew (под zbiornikiem
 wody).
 Полюсный путь—tor bieguna, biegunowy.
 Полось вращения—biegun obrotu.
 Полярное уравнение—równanie biegunowe.
 Полярный момент инерции—biegunowy
 moment bezwładności.
 Полярная система координатъ—układ spół-
 rzędnych biegunowych.
 Помость свалочный—zesuwnia, zrzutnia.
 Поперечина—podkład poprzeczny.
 Поплавокъ—pływак; zawór (kurek) pływa-
 ковы.
 Порохострѣльная работа—rozsadzanie.
 Поручи—poręcz, podłęczce.
 Поршень—tłok.
 — дисковый—tłok tarczowy.
 Поршневое кольцо—pierścień tłokowy, sprę-
 зына tłokowa.

- Поршневой стержень—łoczysko.
— насосъ—pompa tłokowa.
- Поршневого пути диаграмма—wykresowa drogi tłoka.
- Постельный—położysty (np. kamień).
- Постъ машиниста—stań, stanowisko silniczego.
- Потенциалъ—potencjał.
- Потеря жельза—straty na żelazie (kuźn.);
Помпное колесо, водяное—koło wodne, podsiębierne.
- Поясъ—pas.
— подъемной м.—taśma dźwignicowa.
- Правильный ходъ печи—zdarny bieg pieca (kuźn.).
- Предохранительный клапанъ—zawór bezpieczeństwa.
— козпакъ—kaganiec (żarówki).
- Предѣльная нагрузка—obciążenie krańcowe.
— турбина—turbina odrzutna, o strumieniu ujętym.
- Предѣлъ пропорциональности—granica proporcjonalności.
— упругости—granica sprężystości.
- Преобразование координатъ—przemiana współrzędnych.
- Препятствие—opór podniesiony (el.).
- Прессъ—tłocznia, lepiej tłoczarka.
— винтовой—tłocznia (lepiej tłoczarka) śrubowa.
— гидравлическій—tłocznia (lepiej tłoczarka) hydrauliczna.
- Приведение въ ходъ—rozzuszanie (np. silnika).
- Приводные ремни кожаные—skórzane pasy napędne, albo pędniane.
- Приводный валъ—wał pędniany (transmisyjny); w. napędny.
— канатъ проволочный—druciana lina pędniana, albo napędna.
- Приводъ—pędnia.
— конный—kierat.
- Призма—pryzmat, graniastostup.
- Проводка пара—dłot pary.
- Проводникъ—a) przewodnik (ciało przewodzące elektryczność), b) przewód (prądu elektrycznego).
— воздушный—przewód zdawny (el.).
— полевой—przewód obojętny (el.).
— самонадукционный—przewód samowznietny (el.).
- Проводность—przewodność (el.).
- Проводъ замкнутый—obwód prądu (el.).
— обнаженный—przewód goły (el.).
— питательный—przewód dosyłowy (el.).
— распределительный—przewód rozsyłowy (el.).
— уличный—przewody uliczne, p. podliczne.
- Проводы наружные—a) przewód zewnętrzny (powietrzny), b) przewód skrajny.
- Проволока—drut.
— пробирная—drut dozorowy (el.).
- Проволочный канатъ—lina druciana.
— гвоздь—druciak.
- Провѣтривание естественное—przewietrzanie samoistne.
— искусственное—przewietrzanie pobudzane.
- Провѣшиваніе прямыхъ—wytukiwanie (linii prostych).
- Прогарная труба—płomieniówka (pionowa).
- Прогибъ—ugięcie.
- Продольный изгибъ—wyboczenie.
- Продуктъ—wytwór (wyrób).
- Проекція аксонометрическая—różperspektywa.
- Проекционный аппаратъ—rzutownica.
- Прожекторъ—pajaszka.
- Производительность—moc (silnika); wydajność (kotła); wytwórczość i t. p.
- Прокатки процессъ—przebieg walcowania.
- Прокатная—walcownia.
- Прокатной станъ отблочный—walcarka wykończająca.
- Прокладка—wkładka; uszczelka.
- Пролетъ—rozpiętość.
- Промежутокъ—rozkres (czasu).
- Промежуточная платформа—wsiad międzytorowy (jednostronny lub obustronny).
- Промежуточный резервуаръ—pośredek, lepiej przelotnia (receiver).
- Прони нажимъ—hamownica Prony'ego.
- Пропорциональности предѣлъ—granica proporcjonalności.
- Просачивание—przeciek (okręt).
— воды—przesiákanie wody.
- Противовѣтрная сторона—strona zawietrzna (okręt).
- Противодавление—przeciwcisnienie; przeciwprężność.
- Протокъ жидкости—przepływ cieczy.
- Профиль—obrys, profil.
— (зубца)—zarys (zęba).
- Процентъ сложный—procent składany.
- Процессъ—proces; przebieg; postępowanie.
- Пружинить—sprężynować, lecz o zasobnikachъ электричныхъ: prądować.
- Пружины игра—sprężynowanie.
- Пружинящая труба мѣдная—wydłużka miedziana.
- Прутьякъ—pręciny drewniane.
- Прутье—butwienie; butwieć (naprzemian w mokrem i w suchem).
- Прямозинное движение—ruch prostoliniowy, ruch po prostej.
- Прямоугольникъ—prostokąt.
- Пульзометръ—tętnik.
- Пусканіе въ ходъ—rozzuszanie.
- Путепроводъ верхній—przejazd górą (kol.).
— нижній—przejazd dołem (kol.).
- Путь—tor (kol.).
— вытяжной—tor wyciągowy.
— главный—tor główny (stacji); tor zasadniczy (zwrotnicy) (kol.).
— запасный—tor boczny.
— нормальной колеи—kolej średniotorowa (normalny tor niemiecki).
— подъездный—kolejka.
— подъездной—kolej podjazdowa.

- Путь распределительный—tor rozstawczy (kol.).
 — сборный—tor zestawczy, tor zborny.
 — сквозной—tor przelotowy.
 — сортировочный—tor przerządezy.
 — узкоколейный—kolej wązkotorowa.
 Пути скрещение—krzyżnia (kol.).
 Пути уширение—poszerzenie toru.
 Пылевая камера—odpylnia.
 Пята—czop spodni.
 — гребенчатая—czop grzebieniasty, spodni.
 — плоская—spodni czop pełny, płaski.
- Работа**—praca.
 — индикаторная—praca wskazana.
 — полезная—praca pożytkowa.
 Работы способность—możność pracy.
 Равновесие устойчивое—równowaga trwała.
 — неустойчивое—równowaga chwiejna (nietrwała).
 — безразличное—równowaga obojętna.
 Равнодействующая сила—wypadkowa siła.
 Равнобокая гипербола—hyperbola równoramienna.
 Рабочий день—dzionka.
 Радиальная турбина—turbina promiennicza.
 Радиаторъ—grzejnik organkowy, organki.
 Радиус кривизны—promień krzywosci.
 — инерции—ramię bezwładności.
 Разбивка (кривыхъ)—wyznaczanie (krzywych).
 Разборка грунта—odspajanie gruntu.
 Разверточное зацепление—zazębienie ewolwentowe.
 Развертывающая—rozwinięta (ewoluta).
 Развертывающаяся—rozwijająca (ewolwenta).
 Разъединительный приборъ—wymykadło; rozprzęgadło.
 Разжелобокъ—hultaj.
 Разлагаться—gnić.
 Разрывъ—rozerwanie.
 Разрядъ—wyrząd (el.).
 Разрядная контактная вилка—pałak zdawny (el.).
 Разряжать—wyrządzać (el.).
 Расстояние между осями—rozstawa osi (wózów i t. p.).
 Расчетъ массы—obliczenie objętości, o. mas.
 Раздѣлка—pasek (kosztorys).
 Рама—oprawa; obwodzina (dachowa).
 Рамы—ostoja wagonu (podobnie ostoja parowozu), a jej części: главные рамы—ostojnica; буферный брусъ—czołownica; поперечные балки—poprzecznicza; продольные балки—podłużnicza; диагональные балки—przekątnica.
 Рама дверная—odrzwica (bud.).
 — оконная—okna.
 — вилкообразная—oprawa rozsochata (stojąca); o. rozwidlona (leżąca).
 — эксцентричная—piła tartaczna, lepiej trak.
 — паров. машинъ—oprawa silnika par.
- Рамный рельсъ—opornica (zwrotówki).
 Ранкина формула—wzór Rankinowski.
 Раскосъ—zastrzał.
 Раскосъ—pochylnik (w kratownicach bezstojcowych, przekątnik (w stojcowych).
 Раскосъ—krzyżulec.
 Распорка—zastrzał (bud.).
 Распоръ—przestron (wielkiego pieca).
 — горизонтальный—napór poziomy, rozrór np. sklepienia.
 Распределение обыкновенными азотниками—rozrząd suwakowy zwykły.
 — массъ—rozemieszczenie mas (ziemnych).
 — рычажное—nastawnica dźwigniowa.
 Распределительное помещение—rozrządnia (el.).
 Распределительная доска—rozdzielnicza (tablica rozdzielcza (el.).
 — доска—rozrządnicza (tablica rozrządna (el.).
 Распределительный дискъ—tarcza rozrządca.
 — падець—ksiuk rozrządcy.
 Растворъ—zaprawa.
 — воздушный—zaprawa wapienna; z. zwykła; z. parowietrzna (bud.).
 Раствора разбухание—pęcznienie; pęcznieć.
 Расточка пилноровъ, (станки для)—wytaczanie (na wytaczarce).
 Раструбъ—kieliszek.
 Растяжение—ciągnięcie.
 — виденгальное—ciągnięcie mimoosiowe (pręta), с. mimośrodkowe (przekroju).
 Расходъ пара—rozchód pary, zużycie pary.
 Расширение—rozprężanie; rozszerzanie.
 Распиритель—rozszeralnik.
 Рашпиль—tarnik (raszpla).
 Реактивная турбина—turbina naporowa.
 Реакция опоры—odpór podpory (opory, poduszki).
 — якоря—przeciwwzbudzenie twórnikowe.
 Реборды—obrzeże (na kole wagonowe).
 — набѣгание—najeżdżanie obreża na...
 Ребро—żebro (np. sklepienia odlewu).
 Регенераторное помещение—świeżalnia (w gazowniach).
 Регенераторъ тепловой—odzysknicza ciepła.
 Регуляторъ давления пара—miarkownik prężności (pary).
 — съ маятникомъ—miarkownik wahakowy.
 — псевдоаэстатическій—miarkownik omalniestateczny.
 — точки, тяги—miarkownik paleniska, m. ciągu.
 — центробѣжный—miarkownik odśrodkowy.
 — производительности машинъ—miarkownik energiczności.
 — непрямого дѣйствія—miarkownik pośrednio działający.
- Резервуаръ—zbiornik.
 Рейдъ—postań (okret.).
 Рейка зубчатая—zębnica.
 Рельса верхняя грань—grzbiet lub wierzch szyny.
 Рельсовый стыкъ—styk (szyn).

- Ременная передача—napęd pasowy.
 Ремень спиной—pas odgrzbietny.
 Ремины—pasy.
 Реомюра градусы—stopnie Reaumur'a.
 Реостат пусковой—opornik rozruszny, rozrusznik.
 Реперъ—pionik ustalony (reper).
 Рессоры—sprężyna; resor (u wozów).
 Регорта—wugaźnica (w gazowniach).
 Регортное здание—wugaźnica.
 Рефлекторъ—odbłaśnik.
 Рея—reja (okręt).
 Ржавление железа—rdzewienie.
 Ригель—przejma (bud.).
 Рожокъ—palnik (gazowy).
 Ромбъ—ukośnik.
 Рубашка водяная—obchłodek.
 — паровая—ogrzewek (płaszcz parowy).
 Руда болатная—żelaziak łukowy.
 — зернистая—żelaziak ikrzasty.
 — почечная—żelaziak nerkowy.
 Рудъ обжигание—prażenie rud.
 Руды сортировка—dobieranie rud.
 Рукоятка—korba ręczna, uchwytką.
 — безопасная—korba zabezpieczona.
 Рулевая машина—nawracarka (na parowcach).
 — рубка—pomost sterniczny (okręt).
 Рудъ балансирный—ster odciążony.
 Руля ось—oś steru.
 Руда вентиляторъ—wietrzak Root'a.
 Ручка—perlik.
 Рыбина, кильсонъ—przewięź (okręt).
 Рычагъ—dźwignia.
 — колочатый—dźwignia kolankowata.
 — обратный—dźwignia dwuramienna.
 Рыжущее ребро—rzeź (ostrze).
 Рышетка самоохлаждающаяся—wieża chłodnicza.
 — фермы—wykratowniki.
 — колосниковая—ruszt.
 Рышето—sito, rzeszoto (plecione); przetak (dziurowany).
 Рышетчатая арка—łuk kratowiany.
 — система—а) kratowie, b) ściana rozwojowa.
 — ферма—kratownica.
 Рышетчатый конденсаторъ съ искусственной тягой—chłodnica sztucznie przewietrzana.
 — — съ естественной тягой—chłodnica tężniowata.
 Рыдь—szereg, rząd.
 Сажень—sążeń rosyjski.
 Сальникъ—dławница.
 — въ паропроводъ—wydłużka dławnicowa.
 Самоиндукция—samowzniesienie, samowzniesanie, samowzniet (el.).
 Самотормажения способность—samohamowność.
 Сарай вагонный—wozownia; wagonownia.
 — для осмотра вагоновъ—sprawdzalnia wagonów.
 Сблачивать рельсы—łubczyć szyny.
 Сборка—zład.
 Сваи острие—zacios pala.
 Свайный ростверкъ—ruszt na palach.
 — кустъ—trójpal (wodnictwo).
 Сварочная печь—płomieniak.
 Сверхлинейный станокъ—wiertarka.
 — — для дерева—świdrownica.
 Сверло—świerd, wiertło, wiertak.
 Свиные твердый—ołów twardy; ołów utwardzony.
 Свитокъ—zwój.
 Свободное пространство—luz.
 Сводъ—sklepienie.
 — цилиндрический—sk. kolebczaste.
 — монастырский—sk. kopankowate.
 — крестовой—sk. krzyżowe.
 — обратный—sk. odziemne.
 — боcharный—sk. kolebczaste, sk. półkoliste.
 — купольный—sk. kopulaste.
 — чешский—sk. żaglaste, sk. czeskie.
 Свода нижняя поверхность—podniebienie sklepienia.
 — пазуха—pachwina (sklepienia).
 — парусъ—połac sklepienia (ogólnie).
 — спина—grzbiet sklepienia.
 Сводчатый—sklepieniasty.
 Светою дворъ—świetlnik.
 Светъ каменно-газовый—światło gazowo-żarowe.
 Света напряжение—jasność (np. powierzchni oświetlonej).
 — сила—światłość.
 Светильное вещество—świetliwo.
 Светъ—okar.
 Света Гефнера—światłostka hefnerowska.
 — метровой—jasnostka metrowa.
 — портальной—światłостка obrotowa.
 Связь—ściąg.
 Связка головчая—ramię, para ramion (bud.).
 Сгоряемость—palność.
 Сгоряния продукты—spaliny.
 Сдвигание—ciąęcie, przesuwanie (wytrzym.).
 Сегмент круговой—odcinek koła.
 — шаровой—czasza kulista (odcinek kuli).
 Секторъ круговой—wycinek koła.
 — шаровой—wycinek kuli.
 Сердечникъ—rdzeń odlewnicy.
 Сердцевина—rdzeń.
 Сжатие—ciśnienie; ściskanie; dławienie; sprężanie; spręż.
 Сигнальная веревка—linka ostrzegawcza (w pociągu kol.).
 Сигналъ хвостовой—sygnał odtyłowy (kol.).
 Сила—siła.
 — света—światłość.
 — электродвижущая—napięcie prądотворче.
 — — противодействующая—napięcie prądochłonne; przeciwnapięcie.
 Синусъ—wstawa.
 Синхрономоторъ—rozprządnik nadążny (el.).
 Система мѣръ абсолютная—bezwzględny układ miar.
 — кривыхъ—rój krzywych.
 Сифонъ—ssawa (lewar).
 Скатъ—półwozak (truck).

- Скоба—szrona (bud.).
 Скорость—prędkość.
 — угловая—prędkość kąтова.
 Скребокъ механический—skrobaczka.
 Скручивание—kręcenie, skręcanie.
 Сложное сопротивление—wytrzymałość złożona.
 Сложные проценты—procenty składane.
 Слой—słój (drzewa).
 Слюда—luszczuk, mika.
 Смазка единичная, временная—zaolejanie dorywcze.
 — периодическая—zaolejanie okresowe.
 Смола—smoła.
 Смолистый—smolisty, smolnawy.
 Смоляки—karpiny.
 Смесь охлаждающая—mieszanina ochładzająca.
 — взрывчатая—mieszanina wzbuchowa.
 (siln. spralin.).
 Сигуровая защита—odsńieżnia.
 Сигурозащитный заборъ—plot odsńieżny.
 Сигуротитель—odsńieżarka.
 Собачка—piesek.
 Соединение—złącze.
 — валовъ—złączenie wałów; sprzęgło.
 — послѣдовательное — złączenie posobne; с. параллельное—l. oboczne (el.).
 Соединить съ землей—doziemienie, doziemić (el.).
 Созженіе опоздавшее—dopalenie pozaspalskowe.
 Сообщающиеся сосуды—naczynia skojarzone.
 Сопротивление—opór przewodu (el.).
 — индуктивное—opór wzniecony (el.).
 — изгибу—wytrzymałość na gięcie.
 — продольному—wytrzymałość na wyбочение.
 — критическое—opór obezprądniający (el.) (może być pochłонczy, albo niemożliwy).
 — материаловъ — wytrzymałość materiałów.
 — опорное—odpór (oddziaływanie podpór i t. p.).
 — отъ тренія—opór tarcia.
 — переходное—opór na styku (prądu) (el.).
 — растяженію—wytrzymałość na ciągniение.
 — сжатію—wytrzymałość na ciśnienie.
 — свалыванію—wytrzymałość на ціęcie (пресуваніе).
 — скручиванію—wytrzymałość на kręcenіе.
 — сложное—wytrzymałość złożона.
 Сопротивленія момента—moment wytrzymaемости.
 Сопряженные диаметры—średnice sprzężоне.
 Сопряженные точки—punkty sprzęжоне; punkty skojarжоне.
 Сортировать—przerządzać (pociągi kolejowe).
 Сортировочная станція—przerządnia (kol.).
 Состояніе покоя—stan bezруchu; bezruch.
 — установившееся—stan ustalenia.
 Сосудъ—naczynie.
- Сохранение энергии—zachowanie energii, niezniszczальность энергии.
 Сочетание—kombinacja.
 Спинка—odgrзбiecie, wezglówek.
 Спираль—spirala (krzywa зwojова).
 Спирца—ramię koła, spryча.
 Сплавъ—stop.
 Сплетение—splatanie, splot.
 Спускъ—sprust (żeliwiака lub wielkiego pieca).
 Среда, дѣйствующая—czynnik.
 Среднеобойное колесо—koło wodне, średniobieorne.
 Средняя кривая свода—krzywa pośrodkова łuku, albo sklepienia.
 Сталь литая—stal zlewna.
 — цементная—stal nawęglана.
 Стальная отливка—odlew stalowy, staliwo.
 Станокъ винторѣзный—gwinciarка.
 — для выдѣлки шиповъ—czopiарка.
 — для выдѣлки шпунтовъ—wpuściарка.
 — для обработки дерева—obrabiарка дрzewа.
 — для обработки металловъ—obrabiарка metali.
 — для расточки цилиндровъ—wytaczарка.
 — добежний—gluciарка.
 — дыропробивный—przebijaрка; dziurка (do dziurкованя blach).
 — зарубочный—zacinарка.
 — копирующий—obrabiарка do kopiowania, małpiарка.
 — сверлильный для дерева—świdrownica.
 — для металловъ—wierтarka.
 — строгальный для дерева—wiórarka.
 — для металловъ—strugownica (o suwającej się stolnicy); strugарка (shaping).
 — стрѣлочный—zwrotnik (kol.).
 — токарный—tokарка; tarczownica (borbank).
 — фрезерный (шарошечный)—gryзарка.
 Станъ прокатной—walcарка.
 — двойной—dwójка walcарска.
 — спаренный двойной—dwudwójка walcарска.
 — пригтовительный—walcарка wstępна; w. przygotowawcza.
 — тройной—trójка walcарска.
 — универсальный—walcарка czterostonna.
 Станція конечная—stacyа krańcowa.
 — скрещенія—stacyа krzyжна (kol.).
 — промежуточная—stacyа pośrednia (kol.).
 — промывочная—stacyа oporządca.
 — трансформаторная—przetwornia (el.).
 — электрическая—elektrownia.
 Статика—statyka.
 — жидких тѣлъ—hydrostatyka.
 Статическій момент—moment statyczny.
 — регуляторъ—miarkownik stateczny.
 Стекло—szkło; szkлина (= szyba).
 — водоструное—szkło wodoskazowe.
 — съ сѣткою—szkło на siatce.
 Стекольная—oszkliniарня.

Стекольный заводъ—szkłoownia.
 Степень надежности—stopień bezpieczeństwa.
 — неравномерности — stopień niejednorodności (ruchu).
 — полезного действия—sprawność.
 Стержень—sworzeń.
 — клапана—wrzeciono zawora (pokrętne); trzon zawora (niepokrętny).
 Стойка—pręt pionowy, stojak, stojec, słup.
 — (стулья)—stojec, słup.
 Стойло—stań.
 Стоки—odcieki, ścieki.
 Стоянка—postój.
 Строгальный станокъ—strugownica; strugarka; wiórkarka.
 Стропила—krokiew więzargowa.
 Стропило—krokiew.
 — промежуточное—krokiew jałowa (nie więzargowa) (bud.).
 Стропильная нога разжелобочная—hultajnica.
 — — угловая—krawężnica.
 Стропильный прогонъ рѣшетчатый—piąta z kratowia (kratownicowa).
 Стружки—otoczki, wióru.
 Струйный холодильник—skraplacz smoczkowy.
 Стрѣлка—strzałka (łuku); skazówka; zwrotnica (kol.), rozjazd.
 — круговая—rozjazd w łuki (kol).
 — лѣвая—rozjazd lewozrotny.
 — накаданная—rozjazd przeskokowy.
 — перекрестная английская — rozjazd krzyżny.
 — правая—rozjazd prawozrotny (kol).
 Стрѣлки точка перелома криза—załom (w krzyżownicy).
 Стрѣлокъ сдвѣтение—rozjazd niedokrzyżны.
 — — лѣвое, правое—r. n. lewozrotny, prawozrotny (kol).
 — централизация — zespolenie zwrotnic (kol).
 Стрѣлочная подушка—płytka podglicowa (zwrotnicy) (kol).
 — рама—zwrotówka, t. j. iglica z opornicą i podparciem (kol).
 — узда—rozjezdnia (kol).
 Стрѣлочный брусь — podkład rozjazdowy (kol).
 — переходъ—przełącze rozjazdowe (kol).
 — — правый и лѣвый—p. r. prawozrotne i lewozrotne (kol).
 — переводный рычагъ—przestawiak (kol).
 — предѣльный знакъ—ukres rozjazdowy (kol).
 Ступа—stępa.
 Ступенчатый шпинь—koło schodkowate.
 Ступица—piasta (koła).
 Стыкъ рельсовый—złącze szyn.
 Стыки на вѣсу—złącze wiszące.
 — на шпалѣ—złącze podparte.
 — противузажание—złącza naprzeciwne.
 — въ перемешку—złącza naprzemianne.
 Стыковой болтъ—śruba tubcza.

Стыковая подкладка—podkładka złączowa (przyzłączowa lub podzłączowa) (kol).
 — прокладка—łuznik (torowy) (kol).
 — шпала—podkład złączowy (przyzłączowy lub podzłączowy) (kol).
 Стыковое соединение—złącze szynowe.
 Стѣнка береговая—mur nadbrzeżны
 — боковая—ściana boczna (wagonu).
 — передняя albo добовая—ściana czołowa (wagonu).
 — подпорная—mur wsporczy.
 — раздѣльная—jaz górny, wzgl. dolny (w obmurzu kołta).
 — (пар. котловъ)—ścianka.
 Стяжка—zespora; rozpora wyprężająca.
 Стяжной стержень—ściąg, zwora.
 Судна корпусъ—kadłub okrętu.
 — скелетъ—więźba okrętowa.
 — суточный пробѣгъ—droga na dobę (w miłach morskich).
 — неподвижный—statki niedożaglone
 Судно мелкоосидищее—statek płytковиenny.
 — полное—statek pełnożaglony, pełnożagłowiec.
 Судостроение—okrętownictwo.
 Судоходный каналъ—kanał spławny; k. żeglowny.
 Судоходство, плавание—żegluga.
 Сферическій двухугольникъ—dwukąt kulisty (sferyczny).
 — трехугольникъ—trójkąt kulisty (sferyczny).
 — эксцесъ—nadmiar kulistości (n. sferyczny).
 Сдѣлание—zczepność; przyczepność (fiz.)
 сзепность (kol).
 Сыпучія гѣза—ciała sypkie.
 Сѣтка предохранительная—siatka ochronna.
 Сѣть трубъ—sieć rur.
 Сѣти отрѣзокъ—działka sieci (rur, przewodów el. i t. p.).
 Счетчикъ вагочасовъ—zliczak watogodzin (el.).

Тангенсъ—styczna.
 Танкъ—przegroda (na naciaz wodny statku).
 Такежажъ—olinowanie (statku).
 Театра—wóz.
 Театра крана—kot żorawia.
 Температура—temperatura (ciepłota).
 — воспаменения—temperatura zapalności; t. zaplonienia (zaplonienia).
 — кипящая—temperatura wrzenia.
 — критическая—temperatura krytyczna.
 — плавления—temperatura topnienia.
 Тендеръ—tender (kol).
 Теория вѣроятностей—teorya prawdopodobieństwa.
 Тепловой аккумуляторъ—gromadnica ciepła, zasobnik ciepła.
 Теплопроизводительность—wartość opałowa, lepiej ciepłikowa.
 — абсолютная—wartość ciepłikowa.
 Теплота—ciepło; ciepłik (na jednostkę).
 — испарения—ciepłik parowania.

Теплота пара—ciepłik pary.
 — плавления—ciepłik topnienia.
 — химическая—ciepłik chemiczny.
 — эквивалентная единицы работы—ciepłik równoważny jednostce pracy.
 Теплоты механическая теория—mechaniczna na teorya ciepła.
 — проникание—przenikanie ciepła.
 Термометръ—termometr.
 Течение обратное—przeciwprąd.
 — параллельное—spróprąd.
 Тиски—segi, kleszcze, dyby.
 Тигельная сталь—stal tyglowa.
 Токарный станокъ—tokarka.
 Токарная (мастерская)—tokarnia.
 Тока напряжение—napięcie prądu (el.).
 — переменная—przemieniana rozprądu (el.).
 — преобразитель—sprądniarka.
 — сила—wielkość prądu (el.).
 Токи блуждающие—prądy waleśające się (el.).
 — круговые—prądy wiczące (el.).
 Токъ—prąd.
 — двухфазный—dwuprąd (el.).
 — заряджающий—naprąd.
 — магнитный—dąż magnetyczny (lecz przepływ energii promieniującej).
 — многофазный—wieloprąd (el.).
 — переменный—rozprąd (prąd przemien-
 ну (el.).
 — — превратить въ постоянный—sprąd-
 niać.
 — постоянный—sprąd (el.).
 — сильный—prąd wielki, (wielkoprądny)
 (el.).
 — слабый—prąd watty, (wałoprądny) (el.).
 — сопряженный—prąd skojarzony (el.).
 — трехфазный—trójprąd.
 Толь—smółwiec.
 Топка внутренняя—palenisko wewnętrzne.
 — наружная—palenisko zewnętrzне.
 — нижняя—palenisko podolne.
 — передняя—palenisko odprzednie.
 — съ насыпкою топлива—palenisko za-
 сурне.
 Топки потолокъ—podniebienie paleniskowe.
 Топливникъ—grzeiwo.
 Топливо—paliwo.
 Торецъ—sterc, powierzchnia drzewa на ро-
 прещадку przekroju pnia.
 Тормаза непрерывные—hamulce zespolone.
 Тормазъ—hamulec.
 — воздушный—hamulec powietrzny (kol.).
 — дифференциальный—hamulec (taśmowy)
 różnicowy.
 — съ храповиками—hamulec wychwyto-
 wy.
 Тормазная площадка—koziół (na wagonie).
 Тормазное колесо (дискъ)—koło hamulcowe.
 Тормазной динамометръ—hamownica.
 Тормазныя колодки—klocki hamulcowe.
 Точильная машина—toczydło (toczak).
 Точильный камень—toczak.
 Тѣчка безконечно удаленная—punkt zani-
 ку, p. nieskończenie odległy.

Точка двойная—punkt podwójny, lepiej
 zdwojony lub dwoisty.
 — изолированная—punkt odosobniony.
 — мертвая—punkt zwrotu.
 — перегиба—punkt zwrotu.
 Точки сопряженные—punkty sprzężone; p.
 skojarzone.
 Траекторія—traktorya.
 Трансформаторъ—przetwornik (el.).
 — постоянного тока—przetwornica jedno-
 twornikowa (el.).
 Трапеция—trapez.
 Трение въ покоѣ—tarcie w spokoju, t. w
 bezruchu.
 — добавочное—tarcie niejałowe.
 — при катании—tarcie przy toczeniu.
 — скользящее—tarcie przy ślizganiu.
 Трения уголъ—kąt tarcia.
 Треугольникъ—trójkąt.
 Трехгранникъ—trójgrząd.
 Трехгранное железо—trójgrannik.
 Трехфазный генераторъ—trójprądnicą; trój-
 prądник.
 Трехцилиндровая паровая машина—trójcy-
 lindrowy silnik parowy.
 Тригонометрія—trygonometrya (trójkątni-
 ctwo).
 Триангуляция—trójkątowanie (miern.).
 Труба—rura.
 Труба подосточная, настѣнный желобъ—
 deszczówka; rura opadna.
 — всасывающая—rura ssawna, rura ssaw-
 cza.
 — дымовая—komin.
 — дымогарная (пар. котл.)—płomieniów-
 ka (pozioma).
 — жаровая (пар. котл.)—płomienica.
 — напорная—rura tłoczna, r. tłoczeza.
 — паропроводная—rura parowa.
 — подзорная—luneta.
 — прогарная—płomieniówka (pionowa).
 — пружинящая, мѣдная (гибкая)—wy-
 dłużka.
 — ребристая—żebówka.
 — фасонная—kształtka.
 — чугунная съ раструбомъ—rura żeliw-
 na (lanożelazna) kielichowa.
 — съ фланцами—rura żeliwna (lano-
 żelazna) kołnierzowa.
 Трубопроводъ—przewód rurowy.
 Трюмъ—zęza (okręt.).
 — угольный, бумкеръ—węglownia (na
 statku).
 Трюмный насосъ—pompa odnurna (okręt.).
 Тупикъ—tor ślepy.
 Турбина—turbina.
 — активная—turbina odrzutna (rozpędo-
 wa).
 — предѣльная—turbina odrzutna o stru-
 mieniu ujętym.
 — радиальная—turbina promiennicza.
 — реактивная—turbina naparowa.
 Тѣло—ciało; kadłub.
 Тяга—pociągciel (wagonu (kol.); siła pocią-
 gowa; ciąg (kominowy); przewiew.

Тяговой приборъ—ciągło (wagonu kol.).
 Тягучесть материала—wisność (ciągłość).
 Углы параллелограммъ — równoległobok Watt'a.
 Угаръ—zgar, пр. в ‰; zgorzyny, пр. в kg.
 Угловая скорость—prędkość kątowna.
 — точка—załom, punkt załomu.
 Угловое ускорѣние—przyspieszenie kątowne.
 — желѣзо—kątownik.
 Угловые зубцы—zęby daszkowe, lepiej daszkowate.
 Уголь—węgiel.
 Угольный бункеръ—zasiek węglowy.
 Уголь естественнаго откоса—kąt zesypu.
 — предваренія взрыва — kąt zapłonu przedwrotowego (siln. spalin).
 — крученія—kąt skręcania.
 Угонъ рельсовъ—pełzanie szyn (kol.).
 Ударный приборъ—zderzadło.
 Ударъ—uderzenie; uderz.
 Удлиненіе—wydłużenie; wydłuż.
 Удлиная теплота—ciepłik właściwy.
 — потеря работы—stratność (pracy).
 Удлиный вѣсъ—ciężkość właściwa.
 Удлиное давленіе—prężność właściwa; ciśnienie właściwe.
 Узелъ—węzeł. [Прędkość 1 го węzła=1 mila морская на годз.].
 Узловая точка—punkt węzłowy.
 Указатель кривизны—wskaźnik krzywizny.
 — уклона—wskaźnik pochyłości (kol.).
 Уклонъ—spad (miara), spadek (stosunek), pochyłość, stoczystość.
 — поchylnia.
 — (капна)—zbieżność.
 Улицы проезжая часть—jezdnia.
 Универсальный шарниръ—sprzęgło przegubowe.
 Уплотненіе грунта—utłaczanie gruntu (bud.).
 Упоръ—koźciół odbojowy (kol.).
 Упругая линія—odkształcona (oś pręta).
 Упругости модуль—spółczynnik sprężystości
 — предѣлъ—granica sprężystości.
 Упругий приборъ—sprzęgacz.
 Уравненіе состоянія—równanie stanu.
 — дифференціальное—równanie różniczkowe.
 Уравнительный приборъ—wydłużnik szynowy.
 Уравновѣшенный золотникъ—suwak odciążony.
 Уровень—poziomnica.
 — круглый—poziomnica okrągła
 — цилиндрической—poziomnica podłużna.
 Усадка линейная металловъ—skurcz liniowy.
 Ускореніе—przyspieszenie.
 — касательное—przyspieszenie po stycznej.
 — нормальное—przyspieszenie po normalnej.
 — угловое—przyspieszenie kątownе.
 Усиліе тяги—wysil (siła pociągowa).
 Установительное кольцо—pierścień osadny, p. osadczy.
 Устой—mur wezglowowy, ściana w.

Устойчивость—stateczność.
 Ушка—ucho, oko, oczko i t. p.
 Фальць—przyłga.
 Фазъ измѣритель—faznik (el.).
 Фасонная часть трубы—kształtka.
 Фахверковая стѣна—ściana rozworowa, ś. w rozworu, mur pruski.
 Ферберна кранъ—żóraw z łożyskiem podziemnem.
 Ферма—wiązar (bud.).
 — висячая—wieszarz.
 — параболическая—parabolnica.
 — — оба поля по кривой—dwuparabolnica (zwykła).
 — Паузи—parabolnica skrzyżowana (układu Paul'ego).
 — полупараболическая—parabolnica przycięta.
 — прямоугольная—równoleglica.
 — промежуточная—belka drugorzędna.
 — рѣшетчатая—rozpronica.
 — со скошенными концами—trapeźnica.
 — статически неопредѣляемая—belka lub dźwigar statycznie niewyznaczalny.
 — опрѣдлимая—belka lub dźwigar statycznie wyznaczalny.
 — стропильная—wiązar (dachu, strzechy).
 — съ полной стѣнкой—blachownica.
 Ферромарганецъ—żeliwo namanganione.
 Фигурная пила—wyrzynarka.
 Физическій маятникъ—wahadło fizyczne.
 Фильтръ—filtr, przesącznik.
 Флюсъ—topnik (fluspat).
 Фокусъ—ognisko (paraboli i t. p.).
 Фонарь буферный—latarnia odyłowa (kol.).
 Форштевень—dzióbница (okręt.).
 Фреза—gruz.
 Фрезерный станокъ—grызarka.
 Фрикціонное колесо—koło cierne.
 Фрикціонная муфта—sprzęgło cierne.
 Фундаментъ—posada.
 — закладывать—posadowić.
 Фурма—dyszka.
 Характеристика—znanienna (prądnicу).
 Хладноломкій—zimnokruchy (пр. żelazo).
 Хвостовой молотъ—młot wahakowy z ogonem.
 Хлопчатобумажный канатъ—lina bawełniana.
 Ходъ винта—skok śruby.
 — всомагательный—suw nieroboczy.
 — мертвый—czcza ilość obrotów (prądnicу) (el.).
 — остряка—rozsuw śpica iglicowego.
 — порожный—jałowy bieg (silnika).
 — рабочий—suw roboczy.
 Холодильная машина—oziębiarka.
 Холодильникъ—skraplacz.
 — поверхностный—skraplacz przepronny, s. przepronowy.
 — вспрыскивающий—skraplacz bezпрепronny; s. bezпрепronowy.

- Холодильникъ при искусствѣнномъ охлажденіи воды—skraplacz o wodzie studzonej.
- Холостой шкивъ—koło luźne, lepiej jałowe.
- Хорда—ścięświwa.
- Храповикъ—koło wechwytowe (uzębione).
- Храповое колесо—koło wechwytowe (uzębione).
- Цапа**—szor.
— поддерживающая—szor leżący.
- Цѣта отпуска**—barwy naleciałe.
- Цѣта казенія жѣлѣза**—barwa żaru żelaza.
- Цементация обратная**—powrotne nawęglanie (kuźn.).
- Центръ тяжести**—środek ciężkości.
- Центробѣжная выжималка (центрофуга)**—wirówka.
— сила—siła odśrodkowa.
- Центробѣжный маятникъ**—wahadło odśrodkowe, w. stożkowe.
— моментъ (инерціи)—moment odśrodkowy.
— насосъ—pompa odśrodkowa.
— регуляторъ—miarownik odśrodkowy.
- Центростремительная сила**—siła dośrodkowa.
- Циклоида**—cykloida.
- Циклоидальное зацепленіе**—zazębiecie cykloidalne.
- Цилиндра полого внутреннее пространство**—drąż cylindera.
- Цилиндрическая подкова**—kopyto walcowe.
— воздушная машина—dmuchawa.
- Цилиндрическое зубчатое колесо**—koło zębate, zwykłe.
— звено—pierściono.
- Цилиндръ**—walec (geom. i t. p.); cylinder (pompy i t. p.).
— паровой—cylinder parowy.
— (паровой) высокогаго давленія—cylinder wysokopiętny, c. mały.
— (паровой) низкаго давленія—cylinder niskopiętny, c. duży.
— (паровой) средняго давленія—cylinder średniopiętny.
- Циссоида**—cysoida (krzywa bluszczowa).
- Циферблатъ**—wskaźnica.
- Цоколь**—odziom (cokuł).
- Цѣпочное зацепленіе**—zazębiecie palczaste.
- Цѣпная линія**—krzywa łańcuchowa.
- Цѣпной колъ**—kostur (miern.).
— насосъ—przelewnica racjorkowa.
- Цѣпь**—łańcuch (mierniczy).
— параллельная—bocznica (przewodu)(el.).
— шарнирная, ц. Гааза—łańcuch przegubowy.
- Чанъ**—naczynie, zbiornik.
— (сточный)—ściekiew; ściekiewka.
- Чеканка**—doszczelnianie.
- Червякъ**—ślimak.
- Червячная передача**—napęd ślimaczy, n. ślimakowy.
- Чердакъ**—poddasze, podstrzesze; nadscenie (w teatrach).
- Черепина для конька**—gąsior.
— жедобчатая (голландская)—esówka (holendrówka).
- Черпальная машина** albo землекопалка—pogrzebiarka (draga).
- Черпательная машина**—podnośnica.
- Четырехугольникъ**—czworokąt.
- Четырехгранникъ**—czwógrąt.
- Чистка**—wyczystka.
- Чугунъ**—żeliwo, żelazo lane; surowiec (wytwór wielkopiecowy).
— бѣлый лучистый—biała surowka promienista.
— доменный—surowka.
— зеркальный—surowka zwierciadlista.
— ковкий—żeliwo odwęglone, ż. kowalne.
— кремнистый—żeliwo nakrzemione.
- Чугуно-литейная**—odlewnia żelaza, żeliwniana.
- Шаблонъ путевой**—wzorzec torowy.
- Шагъ зацепленія**—podziałka kół zębtych.
- Шайба наждачная**—tarcz szmyrglowa.
— подкладная—podkładka.
- Шарнирная муфта**—sprzęgło przegubowe.
— цѣпь (п. Гааза)—łańcuch przegubowy.
- Шарнирный механизмъ**—prostowód (wodzido po prostej).
- Шарниръ клячевой**—przegub zwornikowy.
— опорный—przegub wezglowowy.
— шаровой—przegub kulkowy.
- Шаровой кранъ**—kurek pływakowy.
— поясъ—pas kuli, strefa.
— сегментъ—czasza kulista, czasza kuli.
— секторъ—wycinek kuli.
- Шарошечный станокъ**—gryzarka.
- Шаротка (фреза)**—gryz (frez), gryzik.
- Шаръ**—kula.
- Шатунный механизмъ**—napęd korbowodowy, n. golenią korbową.
- Шатунъ**—korbwóód, goleń korbowa.
- Шахта**—szyb.
— (подземной машины)—dźwigownia; szyb wyciągowy (górn.).
- Шестигранникъ**—sześciogrąt.
- Шиподѣлательный станокъ**—szopiarka.
- Шипъ**—podkowiak (do kucia koni); podkówczak (do podkówek na obcasach itp.).
- Ширина**—szerokość; szerz; rozbrzeżność.
- Шпирить**—rozprza (okręt).
- Шкивъ канатный**—koło linowe.
— приводный—koło napędne, krążek napędny.
— ременный—koło pasowe.
— ступенчатый—koło schodkowate.
- Шкула**—szkunic (okręt).
- Шлакъ волокнистый**—żużel rozwiókniony, wata żużlowa.
— зернистый—żużel ziarnowany.
- Шлаковое окно**—przelewka (żużla) we wielkim piecu.
- Шлифовальная машина**—szlifierka.
- Шлюзовая камера**—komora przepustowa.
- Шлюзъ**—przepust; zasawa.
- Шляпка**—naparstek (na rurze).
- Шовъ въ нахлестку**—szew na zakładkę.

- Шпала—podkład.
 Шпангоута площадь—owręże (okręt.).
 Шпангоутъ—wrga (okręt.).
 — półwrag (okręt.).
 Шпильга—lon, lonek, zatyeczka.
 Шпунтовая стѣнка—rozgroda (bud.).
 Штанга—drażek; żerdzina (górn.).
 Штевень, акерштевень—tylnica (okręt.).
 Штемпель пробивающий—przebijnik (stem-pel).
 Штепель—wtyczka (el.).
 Штепселя гнѣздо—gniazdo wtykowe (el.).
 Штукатурка—wyrpawa, tynk.
 — въ наброску—obrzutka.
 Штурмдекъ—pomost odburzny (okręt.).
 Штурцеръ—krócioc.
 Шурупъ—wkrętka, wkręt (kol.).
 Шурфъ—rozkor.
 Шестигранное желѣзо—sześciogrannik.
 Щебень—tłuczeń (szaber).
 Щебеночный балластный слой—podtorze
 tłuczniwe, łoże t.
 Щекода—skobel, skobelek.
 Щетка—zdawa (prądnic).
 Щетки державка—grabki (u prądnic).
 Эвольвента—rozwijająca (ewolwenta).
 Эволюта—rozwinęta (evoluta).
 Эжекторъ паровый—smoczek parowy, prze-
 trowskowy.
 Экваториальный моментъ инерции—gówni-
 kowy moment bezwładności.
 Эккеръ—dajkąt prizeziernikowy (miern.).
 Эккеръ зеркальный—dajkąt zwierciadełko-
 wy (miern.).
 — призматический—dajkąt przyzmatowy
 (miern.).
 Эксплоатация, движение—ozysk (fabryki,
 kolei i t. p.); ruch kolejowy.
 Эксцентрикъ—mimośrodek.
 Электрический зарядъ—nabój elektryczny.
 Электродвигатель трехфазнаго тока—trój-
 фазnydmik.
 Элементъ мокрый—stadło mokre (el.).
 — соединительный—stadło odprzężне (el.).
 — сухой—stadło suche (el.).
 Эллипгъ—śluzyny (w okręciarni).
 Эллипсоидъ—elipsoid.
 Эллипсъ—elipsa.
 Эллиптическое колесо—tarcz eliptyczna.
 — коромысло—prostowód elipsowy.
 Энергия сохранение—zachowanie energii,
 niezniszczalność energii.
 Эпциклоида—epicyклоида.
 Этажъ нижний—przyziom, parter.
 Ядро стѣния—rdzeń przekroju.
 Якорный прортъзъ—wspustka.
 Якоръ—kotwica (okręt.); twornik (el.).
 — барабанный—twornik bębnowaty (el.).
 — брусковый—twornik oprętowany (el.).
 — кольцевой—twornik pierścieniowaty,
 pierścieniasty (el.).
 — плоский—twornik płaskopierścienny
 (el.).
 Якоря сегментъ—zwójka = działka tworni-
 kowa.
 Яма для поворотнаго круга—dół obrotni-
 cowy.

Spis rzeczy tomu I i II,

ułożony w porządku alfabetycznym, z podaniem stron, oraz tłumaczenia wyrazów na język rosyjski i niemiecki.

Liczby wskazujące strony tomu I są drukowane chudo: 137, 280, 45, 60.

Liczby wskazujące strony tomu II są drukowane tłusto: 24, 75, 638, 190.

Skrócenia podane kursywem w nawiasie przy wielu wyrazach wskazują, jakiego działu techniki wyraz dotyczy, i oznaczają:

bud. = budownictwo.

cpł. = ciepło.

cz. m. = części maszyn.

el. = elektrotechnika.

gaz. = gazownictwo.

kol. = kolejnictwo.

kił. = kotły parowe.

kuź. = kuźnictwo.

mat. = matematyka.

mech. = mechanika.

masz. = budowa maszyn.

mier. = miernictwo.

most. = mostownictwo.

obr. = obrabiarki.

ogrz. = ogrzewnictwo.

okr. = okrętownictwo.

ośw. = oświetlenie.

p. a. = przepisy austriackie.

p. n. = " niemieckie.

p. r. = " rosyjskie.

sil. = silniki.

st. b. = statyka budowlana.

T przed liczbą strony = tablica.

wod. = wodnictwo.

wytł. = wytrzymałość tworzyw.

Strony, podane przy każdym wyrazie, wskazują, kolejno o ile możności:

a) przy tworzywach: pochodzenie lub cechy ogólne, wagi i objętości, właściwości fizyczne, wytrzymałość, przewodnictwo ciepła i elektryczności, oraz główne zastosowania tworzywa (por. np. dąb, miedź i t. p.);

b) przy wytworach: zasadniczy urządzenie, podstawy obliczenia, teoretyczne i praktyczne, oraz główne zastosowania przedmiotów (por. np. cylinder, czop i t. p.).

Spis poniższy nie obejmuje broszurki z przepisami i prawidłami elektrotechnicznymi.

A.

Acetylen, ацетиленъ, Azetylengas 1082, 913

Adiabatyczna krzywa, адиабатическая кривая, Adiabate 291 i n.

Akumulator (el.) p. Zasobnik.

Akumulator (gromadnica), аккумуляторъ, hydraulischer Sammler, (Wasser) Akumulator 719, 663, 666, 561

Akumulatory zrzeszone, группа аккумуляторовъ, Gruppensammler 720

Aksometryra p. Półperspektywa 139

Alabaster, алебастръ, Alabaster 81, 7

d'Alembert'a zasada, принципъ Даламберта, d'Alembertsches Princip 205

Algebra, алгебра, Algebra 43

Alkohol, алкоголь, Alkohol 12, 314 i n., 722, 619, 605

Aluminium p. Glin.

Amalgamat (rtęci) p. Podlewa zwierciadłowa.

Amoniak, амьякъ, Amoniak 277

Ampér, амперъ, Ampere 782

Ampère'a pływacz prawidło, законъ Ампера, Ampersche Schwimmregel 796

Ampernik, амперометръ, измеритель тока, Ampermesser 800, 861

Amperodrut, амперовитокъ, Ampere draht 816

Amslera powierznik, планиметръ Амслера, A.-Planimeter 139

Anker p. Kotew.

Antioxyd, антиоксидъ, Antioxyd 68

Antracyt, антрацитъ, Anthracit 533, 6, 323

Antyfrukcyjny metal p. Metal przeciwcierny.

Areometr, ареометръ, Aräometer 12

Arytmetyka, ариметика, Arithmetik 43

Asfalt, асфальтъ, Asphalt 104, 7, 481, 627, 168, 197, 769, 187, 68

Astroida (krzywa gwiazdzista), астроида, Astroide 114

Atmosfera (= atm.), атмосфера, Atmosphäre 275

Atomowe ciężary, вѣсъ атома, Atomgewichte T. I, T. 5

Augit p. Sklistyn.

Azbest, азбестъ, Asbest 7, 594, 305

Azymutowy przyrząd p. Teodolit.

Liczby chude dotyczą stron tomu I.

B.

- Baba** (*obr. bud.*), баба, Bär, Fallgewicht 660, 156
- Baba ręczna p. Taranek.**
- Balast p. Naciąg.**
- Balkon** (obliczenie statyczne), балкон, Balkon 385
- Balwan** żelaza (ingot), балванка, Eisenblock 568
- Bandaż koła p. Koła kolejowego obręca.**
- Bankiet** (*bud.*) p. Ława.
- Barka** (*okr.*), барка, Bark 500 i n.
- Barometr** lewarkowy, сифонный барометр, Heberbarometer 138
- naczynkowy, б. Фортона, Reisebarometer, Gefäss-bar. 137
- sprężynowy, металлический б., пружинный б., Metallbarometer 138
- Barometru stan**, высота б., Barometerstand 276
- Barwy** naleciale stali, цвѣта отпуски стали, Anlassfarben d. Stahls 18, 47
- żaru żelaza, ц. каленія жельза, Glühfarben des Eisens 313
- Baszta** wodna, здание водяного бака, Wasserturm 340, *pr. kol. r.* 211
- Bauksyt**, баукситъ, Bauxit 540
- Bawelna**, хлопокъ, Baumwolle 481, 619, 488
- Bazalt** p. *Stupień.*
- Bazin'a wzór** (wodnictwo), формула Базона, Bazin'sche Formel 255
- Bąk** p. *Nawietrznik, Wietrzak ośrodkowy.*
- Beczka**, бочка, Fass 137
- Belka** drewniana, деревянная балка, Holzbalken 112, 481, 628 i n.
- kołsem jednym osadzona, zresztą swobodna, свободная балка (= свободно задѣланная балка), Freitragler 373, 384 i n.
- oprawy (*sil.*), балка рамы, Balken, Bayonette 928
- podpięta (*bud.*), Armierter Balken 172
- podniebienna (skrzyni paleniskowej), анкерная балка, FeuerBuchsDecken-Bügel, F. B. D.-Träger 1008, 381
- skłiniona (*bud.*), составные брусья на шпонкахъ, Verdübelter Träger 191
- o stałym przekroju, балка постоянного сечения (= б. катанная; б. позал), Balken von konstantem Querschnitt 372, 379
- o stałej wytrzymałości na gięcie, балка равнаго сопротивления нагибу, Träger von gleichem Widerstande gegen Biegung 390 i n.
- swobodnie podparta, свободнолежащая балка, Freiaufliegender Balken 372 i n., 658 i n.
- Belka nabrojona** p. *B. podpięta.*
- wspornikowa, балка Гербера, Gerberbalken 671
- Belka** wieloprzęsłowa, многопролетная б., Kontinuierlicher Tr., durchlaufender Tr., Tr. auf mehreren Stützen 393, 661
- zębiona, составные брусья на зубьяхъ, Verzählter Tr. 191
- Benzyzna**, бензинъ, Benzin 1082, 1083
- Berlińska**, берлинна, Elbschiff, Oderschiff 272
- Besemernia**, бессиернал, Bessemerwerk 559
- Beton**, бетонъ, Beton 95 i n., 7, 12, 627, 834 i n., 90
- Bezpieczeństwa stopień** p. *Spółczynniki bezp.*
- Bezpiecznik** (*cz. m.*), предохранительное приспособление) предохранитель, Sicherheitsvorrichtung 678, 706, 715, 754 i n., 733
- topniakowy (*el.*), легкоплавный преобразователь, Schmelz-Sicherung 861
- Bezruch** (silnika, dźwiga i t. p.), состояние покоя, Stillstand 736
- Bezwalność**, инерция, Trägheit 206 i n.
- Bezwodnik** siarkawy, стряпстая кислота, Schweflige Säure 12, 941
- węglowy, углекислота, Kohlensäure 12, 321 i n., 573 i n.
- Bęben linowy** (linkowy), канатный (веревочный) барабанъ (б. для каната), Seiltrommel 519 i n., 675
- łańcuchowy, цѣпной барабанъ, Ketentrommel 529
- do pasa, барабанъ для ремней, Riementrommel 519
- przewojowy (= pociągarka), фрикционный барабанъ, Reibungstrommel 678, 717
- stożkowaty (*wyciągów*) конический барабанъ, kegelformige Seiltrommel 749
- Biegie pali**, забивка свай, Rammen 155
- Bieg** naprzód silnika, ходъ впередъ, передний ходъ, Vorwärtsgang 883
- wsteczny silnika, задній ходъ, Rückwärtsgang 883
- Biegun** (= chwilowy punkt obrotu), полюсь, Pol 154
- magnesu (*el.*), магнитный полюсь, Magnetpol 784
- powrotowy, полюсь возврата, Rückkehrpol 157
- przyspieszenia, полюсь ускоренія, Beschleunigungspol 158
- rozpradniczy i t. d., (*el.*) полюсь динамо, Pol der Wechselstromdynamo 846
- zwrotowy, полюсь перегиба, Wendepol 155
- Biel ołowiowa**, свинцовое бѣлизно, Bleiweis 68
- Bijak młota**, баба молота, Hammerkopf 659
- Blacli**—nadwyżki ceny, приплаты, Ueberpreise 995
- skale, казібры листовыхъ металловъ, Blechlehren 16, 41, 44, 46, 71

- Blach** uchybienia wagi, отступления въ вѣсѣ листовъ, Gewichtsabweichung der Kesselbleche 997
- — wymiarów, отступления въ размерахъ, Abweichungen der Dimensionen der Kesselbleche 996
- a biała, бѣлая жельзъ, Weissblech 43, 183
- cienka, кровельное жельзо, Feinblech 41, T. 40, *przer. niem.* 55, 183
- cynkowa, цинковые листы, Zinkblech 70, T. 71, 185, 338
- cynkowana, жельзо, покрытое цинкомъ, Verzinktes Eisenblech 43, 183
- Blacha cynkowa** p. **Blacha biała.**
- Blacha czarna** p. **Bl. gładka.**
- dziurkowana, gelochtes Blech . . . 41
- falowana (gorzej falista), волнистое жельзо, Wellblech 43, 338, 365, 385 i n.
- — głęboko falowana (dźwigarowa), ба- лочное воз. жел., Trägerwellblech 45 365, 183, 187
- — płytkofalowana, пологое в. ж., flaches W.-B. 44, 365
- — sklepieniasta, сводчатое воз. жел. gewölbtes Wellblech, bombirtes W. 45, 338
- gładka (czarna), листовое жельзо, Glattes Blech, Schwarzblech 40, 183
- gruba, листовое, котельное жельзо, Grobblech 41
- karbowana, рифленое жельзо, Riffelblech 43
- kotłowa, котельное листовое жельзо, Kesselblech 995 i n., 1009 i n. 41 p. n. 54, *normy wyrcb.* 63 i n.
- miedziana, листы красной мѣди, Kupferbleche 73, 332 i n., 183
- miedziana (powleczone miedzią), жельзо, покрытое красною мѣдью, Verkupfertes Blech 43
- okrętowa, листы для судовыхъ корпусовъ, Schiffsblech 42, p. n. 54
- ołowiana, свинцовые листы (рольный свинецъ), Gewalzte Bleiplatten (Rollblei) 73, 169, 182
- ołowiana, жельзо покрытое свиномъ, Verbleites Eisenblech 43, 169, 183
- ponikłona, жельзо, покрытое никкедемъ, Vernickeltes Bl. 43
- sklepieniasta, сводчатые, цилиндрические листы, Tonnenblech, Hängeblech 42
- wzorzysta, Zierblech 41
- Blacha zbiornikowa** p. **Bl. okrętowa.**
- żelazna, жельзный листъ, Eisenblech p. n. 53, p. r. 61, *normy wyrcb.* 63
- Blachownica**, бабка со силошною стѣнкою, Blechträger, Blechbalkenträger 640 i n., 345, 673 i n.
- Błachówka** (dachówka blaszana (*bud.*)), Blechdachpfanne. 182, 186 i n.
- Blackband** p. **Żelaziak węglowy.**
- Błąd** sprzeczania, погрѣшность наблюденія, Beobachtungsfehler 88
- Błądów** teorya, теорія погрѣшностей, Theorie der Beobachtungsfehler . . . 88
- Blotnik**, собиратель грязи, Schlamm-sammler, Schlammfang. 990
- Błyszcz ołowiany**, свинцовый блескъ, Bleiglantz 73
- żelazny, жельзный блескъ, Eisenglanz 536
- Bocznik** (*el.*), индукторъ съ шунтовой обмоткой, Magnetschenkel mit Nebenschlusswicklung 807 i n.
- Boisko**, поль, Lehmestrich 88
- Bojnia**, залъ для гимнастики, Turnsäle 199
- Bojowiec** (*okr.*), линейное судно, Linienschiff 457, 492 i n.
- Brama** z dźwigarką, мостовой кранъ, Feststehender Bockkrahm 710
- Bronz** (spisz), бронза, Bronze 75, 8, 314 i n., 332
- nąfosforzony, фосфористая б., Phosphorbronze 75, 8, 332, 337
- nagliniony (glinowy), алюминіевая б., Aluminium-B. 7, 333
- Browar**, пивоваренный заводъ, Brauerei 204
- Bróźda wałca** (*kuź*), борозда прокатнаго вальца, Walzenfurche 569
- Bruk**, мостовая, Pflaster 196, 757, 769
- Bruniowanie** (nadtlęnianie) żelaza, вороженіе жельза 67
- Brygantyna** (*okr.*), бригантинъ, Brigantine 503
- Bryła** obrotowa, тѣло вращенія, Umdrehungskörper 138
- Budowla** drogowa, искусственный сооруженія, Kunstbau p. kol. r. 207, 209, 214
- w rozworu, фахверковая постройка, Fachwerkbauten 204
- Budowli** kosztu, стоимость строеній, Kosten von Bauwerken 201
- trwałość, продолжительность службы строеній, Dauer von Bauwerken 201
- Budowa spodnia kolei** p. **Poddrożie.**
- Budowa** wierzchnia kolei, верхнее строеніе жел. дор., Oberbau der Eisenbahn 270 i n., *przer. ros.* 208
- Budowlane** przepisy, строительные правила, Bauvorschriften p. a. 633, 341, p. n. 338 i n., 627 i n., p. r. 340
- Budownictwo**, строительное искусство, Hochbau 149 do 204
- Budulec**, строительный дѣлъ (дѣловой матеріалъ), Bauholz 110 i n., 333 i n.
- Budynki** fabryczne, фабричныя зданія, Fabriksgebäude 203
- kolejowe, желѣзнодорожныя постройки, Bahngebäude *przer. ros.* 209 i n.
- na silniki (silnie), машинныя помещенія, Maschinengebäude. 204

Budynków oddalenie od kolei, приближение строений къ пути, Abstand der Bahn von Gebäuden *przer. n.* 229
p. r. 221
Bufor gumowy p. Odbój.
Buk, букъ, Rotbuche 114, 7, 627, 481, 107
Burta okrętu (okr.), бортъ, Bord . . . 458
Busola, буссоля, Bussola . . . 131 i n.
But (bud.), башмакъ, Schuh . . . 172

C.

Cał wodny (lep. wodniczy), водяной дюймъ, Wasserzoll . . . 274
Całkowe wzory, формулы интегрирования, Integralformeln . . . 74
Carga p. Odrwaica.
Cechstejn, Zochstein . . . 80
Ceglica, Grosser Ziegelstein . . . 541
Cegla, кирпичъ, Mauersteine 85, 157, 481, 334 i n., 619, 960, 1035
 — ogniotrwała, шамотный кирпичъ, Chamottesteine . . . 86
 — na rąb, Rollschicht . . . 158
 — żużłowa, Schlackenziegel . . . 84
Celowanie (miern.), засѣчка, das Einschneiden . . . 143
Celownica (miern.), алядага, кипрегель, Alhidade, Kippregel . . . 128, 133
Cement, цементъ, Cement 91, 481, 314, 334 i n., 619, 68
Cement drzewny p. Warstwicc.
 — rzymski, романскій цементъ, Roman-cement . . . 91
Cement warunki dostawy, условия приемки цемента, Normen für Lieferung des Cementes *przer. n.* 92, *p. r.* 93
Cementowanie żelaza lub stali p. Nawęglanie żelaza lub stali.
Cementowicce, цементные камни, Cementstein . . . 97
Centralne ogrzewanie p. Ogrzewanie zespolone.
Ceownik, коробчатое желѣзо, E-eisen: U-eisen . . . T. 31, T. 38
Cewa (bobina wyciągarki), канатный барабанъ, катушка, Bobine . . . 748
Charakterystyka (znamienna) miarkownika, характеристика регулятора, Charakteristik des Regulators 624, 631
Chlorek cynkowy, хлористый цинкъ, Zinkchlorid . . . 109
Chłodnica (wielkiego pieca), водяной ящикъ, Kühlkasten . . . 541
 — z kominem, конденсаторъ съ трубою, Kaminkühler . . . 941
 — sztucznie przewietrzana, конденсаторъ съ искусственной тягой, Geschlossenes Gradierwerk . . . 940
 — tężniowata, рѣшетчатый конденсаторъ съ естественной тягой, Offenes Gradierwerk . . . 940
Chłodnik (gaz.), конденсаторъ, Kondensator . . . 919

Chłodzarnia, охладительное помещеніе, Kühlanlage . . . 788
Chodnica wagonu, Laufbrett . . . 371, 421
Chodnik, тротуаръ, галлерей, Fussweg, Steg, Laufsteg . . . 757, 768, 388
Chrom, хромъ, Chrom . . . 2 i n., 552
Chropowatość (hydraulicz.), шероховатость, Rauigkeit . . . 250, 255
Chylnik (= noga żerawia rozkraki), подвижная стрѣлка, Hintermast des Mastenkranes . . . 686
Ciało jednolite, однородное тѣло, Homogener Körper . . . 172
Ciąg (komina, kotła), сила тяги, Zugstärke . . . 958, 1069
Ciągnica (kolejki linowej), тянущій канатъ, Zugseil . . . 438 i n.
Ciągnięcie (wytrż.), вытягивающее напряжение, Zugspannung . . . 327, 343
Ciepłik, t. j. ciepło na jednostkę (p. ciepło), теплота, Wärme . . . 311
 — chemiczny, тепловая энергія, Wärmetönung . . . 792
 — całkowity, общее количество теплоты, Gesamtwärme . . . 283, 1125
 — cieczy, теплота жидкости, Flüssigkeitswärme . . . 283, 1130
 — parowania, теплота испаренія (= скрытая теплота), Verdampfungswärme . . . 283 i n., 321, 1130
 — parų, теплота пара, Dampfwärme 284, 1130
 — topnienia, теплота плавленія, Schmelzwärme . . . 320
 — właściwy, удѣльная теплоемкость, = удѣльная теплота, spec. Wärme 316 i n., 277
 — — spalin, удѣльная теплота продуктовъ горѣнія, Spezifische Wärme der Verbrennungsprodukte. 317, 952, 1085
Ciepłikowy równoważnik pracy, теплота эквивалентная единице работы, Wärmeäquivalent der Arbeitseinheit 1126, 325
Ciepło, теплота, Wärme 311 do 326, 1126
Ciepło utajone p. Ciepłik parowania.
Ciepła napływ, przepływ i wypływ (ogr.), передача теплоты, Wärmeübergang 617 i n.
 — przenikanie, передача т., W. übergang 326, 1127, 617, 589, 952, 975
 — wydajność z grzejników i pieców, передача теплоты, Wärmeabgabe 592 i n.
Ciepłotki rozmaite, единицы теплоты, Wärmeinheiten . . . T. 964
 — a metryczna (= с. kilogramowa, kalorya), единица теплоты (калорія), Wärmeinheit . . . 316, T. 964
 — gramowa, граммокалорія, Grammwärmeinheit . . . 790
Cieśnina powietrzna (el.), воздушное пространство, Luftraum . . . 819, 823

- Cięcie** (*wytr.*), сдвигающее напряжение, Schubspannung 330, 349, 354, 409
- Cięciw** kołowych długości, длина хорды круга, Kreissehnenlänge T. 36, 37
- Cięgło** (*kol.*), тяговая приборъ, Zugvorrichtung 363
- Cięgno**, гибкое тѣло, Zugorgan (= Faden) 232, 335, 470
- Ciężarów** prędkość podnoszenia, скорость подъема грузовъ, Hubgeschwindigkeit der Last.
- — — — — dźwigami 729 i n., 733, 737
- — — — — dźwigarkami 677
- — — — — suwnicami 695, 703, 710
- — — — — zórawiami 688 i n., 712, 726
- Ciężkość** właściwa ciał stałych, удѣльный вѣсъ твердыхъ тѣлъ, spezifisches Gewicht fester Körper 7
- — — — — cieczy, уд. в. жидкостей, sp. G. flüssiger Körper 10
- — — — — gazów, уд. в. газовъ, sp. G. der Gase 6. T. 277
- — — — — wody, уд. в. воды, sp. G. des Wassers 316
- Cios** (*bud.*), лещадный камень, тесаный кам., Quaderstein 157, 541
- Cisnienie** (*wytr.*), сжимающее напряжение, Druckspannung 329, 343 i n.
- — — — — hydrostatyczne, гидростатическое давление, Hydrostatischer Druck 236
- Cisnienie przyspieszenia mas p: Nacisk przyspieszenia mas.*
- Clapeyron'a** równania, уравнения Клапейрона, Clapeyronsche Gleichungen 284, 394
- Clausius'a** termiczna funkcya, функция Клаузиуса, Clausius'sche Temperaturfunktion 292
- — — — — prawo, законъ Клаузиуса, Satz von Clausius 1127
- Cofnięcie** tłoka, ходъ поршня назадъ, Kolben-Rückgang 883, 884
- Cowper'a** nagrzewnica, аппаратъ Каупера, Cowper-Winderhitzer 544
- Ćwierciownik**, колонное желѣзо, Quadranteisen 20, T. 33
- Cyferblat p. Wskaźnica.*
- Cykloida**, циклоида, Cykloide 112
- Cylinder**, цилиндръ, Cylinder 421, T. 579, 576 i n., 1114
- Cylinder** parowy, паровой ц., Dampfcyliner 577, 398, 519, 920.
- — — — — niskopiężny (с. duży), цилиндръ низкаго давления; ц. расшаривательный; ц. большой, Niederdruckcylinder 848 i n., 924
- — — — — rozdwojony, шарный цилиндръ, geteilter Cylinder 872
- — — — — średniopiężny, с. średni, цилиндръ средняго давления, Mitteldruckcylinder 864 i n.
- — — — — wysokopiężny (с. mały), цилиндръ высокаго давления, Hochdruckcylinder 849 i n., 924 i n.
- — — — — a parowego dna, днище п. ц., angogossener C.-Boden 418, 519, 920
- — — — — osprzet, арматура п. ц., Ausrüstung d. D. 926 i n., 398, 519
- — — — — pokrywa, крышка п. ц., C.-Deckel 418, 519, 921
- — — — — przestrzeń szkodliwa p. Przestrzeń szkodliwa (niedosuwienia).
- — — — — strona przednia, tylna, od pokrywy, od krzyżka p. Odkorbowa, kukorbowa strona cylindra. 882
- Cylindrów** parowych sadowienie, установка паровыхъ цилиндровъ, Stützung der Dampfzylinder 922
- — — — — sprężonych stosunek objętości, отношение объема пар. цил. машинъ компаундъ, Volumenverhältniss der Compoundmaschinen 863 i n., 873 i n., 396
- Cylinder** pompy, насосный цилиндръ, Pumpenzylinder 576, 770
- — — — — silników spalinowych, цилиндръ двигателя дѣйствующаго газами горения, Cylinder d. Verbrennungsmot. 1114
- — — — — tłoczkarki (gorzej tłoczni), цилиндръ прессы, Pressenzylinder 421, 577, 664
- Cyna**, олово, Zinn 74, 2 i n., 314 i n., 333, 619, 789 i n., 67
- Cynfolia**, Zinnfolie (Stanniol) 74
- Cynk**, цинкъ, Zink 70, 2 i n., 627, 314 i n., 333, 619, 789 i n., 67
- — — — — odlewny, литой цинкъ, Schmelzzink 72, 7
- Cynkara**, Zinkara 67
- Cysoida** (krzywa bluszczowata), циссоида, Cissoide 119
- Czad** wielkopiecowy, газъ доменныхъ печей, Hochofengas 544 i n., 1079, 1083
- Czadnia** wiekiego pieca, газоёмникъ домы, Gasfang des Hochofens 545
- Czadownica** (*gaz.*), генераторъ, Gas-Generator 917
- Czapa** nad kanałem spalinowym, заслонка дымоваго люка, Rauchglocke 1039
- Czasza** kulista (odcinek kuli), шаровой сегментъ, Kugelabschnitt (Kugelkalotte) 135, 177, 178, 191
- — — — — (*gaz.*), колоколъ газгольдера, Glockendecke 922
- Czekan**, широкая кирка, Breithacke 261
- Czeluść** (wsadowa pieca) (*kuź.*), дверцы, дверь, Offenthüroffnung 558
- Czepiec** (*bud.*), башмакъ, Schuh 173
- Czepność**, Adhäsion 904, 910
- Czerpak** (w przewietrzniku), ц. коницъ, Schöpf-Schaukel 765, 789
- Czerparka** (pogłębiarka), черпательная машина, Baggermaschine 716
- Czerpnia** (powietrza) (*ogrz.*), воздухоприемникъ, Entnahmestelle der Luft 585
- Czolownica** (*kol.*), буферный брусъ, Pufferbohle 405, 414 i n.

- Czop**, цафа, шип, Zapfen 223, 489, 559, 843
- grzebieniasty, гребенчатая п., Kammzapfen 224, 492, 523
 - końcowy, цафа, Stirnzapfen 489
 - korbowy, п. кривошипа, Kurbelzapfen 556, 1112, 559, 490, 520 i p.
 - leżąca, поддерживающая цафа, Tragzapfen 225, 489
 - kulisty, цафа шарообразная, Kugelzapfen 225, 491
 - nadwodny, надводная пята, Ueberwasserzapfen 843, 847
 - pienny (obrotnicy) (kol.), средняя пята, Mittelzapfen, Königszapfen 318
 - podwieszony, висючая цафа, Hängezapfen 843
 - podwodny, нижняя пята, Unterwasserzapfen 843, 847
 - pośredni, средняя пята, Mittelzapfen 843
 - stojący (= storcowy), цафа вертикального вала, пята вала, Stützzapfen 224, 491
 - storcowy pełny, płaski, плоская полная пята, ebener Spurzapfen 224, 491 843
 - — pierścieniasty, кольцевая пята, ringförmiger Spurzapfen 224, 492, 843
 - — wierzchni, верхняя пята, Endzapfen 843
 - wała korbowego, шейка коленчатого вала, Kurbelwellenzapfen 556, 1112, 558, 490, 521
 - widlasty (bud.), сквозной шип, Schlitzzapfen 170
- Czopa** grzanie się, нагрывание цафы, Warmlaufen des Zapfens 491, 514, 1143
- smarowanie, смазка цафы, Schmierung des Zapfens 227, 513, 828, 930
- Czopiarka**, шиподлательный станок, Zapfenschneidmaschine 668
- Czopuch**, боровъ, Fuchs 956, 961, 556
- a zasuw, заслонка борова, Rauchschieber 1039
- Czworokąt**, четырехугольник, Viereck 130, 175, 187
- Czworoliść (mat.)**, четверолистник, Vierblatt 119
- Czworosuw (siln. spal.)**, четырехтактъ, Viertakt 1078
- Czynnik**, действующая среда, Medium 941, 1125
- całkujący, интегрирующий множитель, integrierender Faktor 84
 - ów tablica, таблица простых множителей, Faktorentafel T. 39
- D.**
- Dalton'a prawo**, законъ Дальтона, Dalton'sches Gesetz 278
- Dach** (strzecha), крыша, Dach 169 do 190 705
- Dach** angielski, англійская крыша, englischer Dachbinder 706
- brogowaty, шатровая крыша, Zeltdach 173, 707
 - dwuchylny, двускатная крыша, Satteldach 170
 - dwusięcisty (czterochylny), вальмовая крыша, Walmdach 172
 - jednochylny, односкатная крыша, Pultdach 160, 172
 - jętkowy, стропила съ затяжкой, Kehlbalkendach 725
 - kolebczasty, сводчатая крыша, Tonnendach 173
 - krokwiowy, крыша со стропильными ногами, Spargendach 173
 - leżniowy, крыша съ прогонами, Fetendach 173, 184
 - namiotowy p. D. brogowaty.
 - sklepieniasty, бочарная крыша, freitragendes Tonnendach 185
 - wielokrotny, пилообразная крыша, sägeformiges Dach, Scheddach, Paralleldach 173
 - wieżowy, Thurmspitze 716
- Dachów** pochyłości, наклонъ крыши, Dachneigungen 179 i p.
- wagi własne i obciążenie, вѣсъ и нагрузка крышъ, Eigengewicht u. Belastung der Dächer 309, p. a. 634, p. n. 630
- Dachówka** (strzechówka), черепица, Dachziegel 87, 85, 179
- Dąjak** dwuzwierciadełkowy (mier.), зеркала подъ угломъ 45°, Winkelspiegel 123
- przyrządowy, треугольная призма, Winkelprisma 123
 - przeziernikowy, экеръ, Winkeltrammel, Winkelkopf 123
- Dalmerz** (mier.), дальномѣръ, Distanzmesser 138, 242
- Dąb**, дубъ, Eiche 7, 13, 481, 627, 317, 333 i p. 113
- Dąż** magnetyczny (el.), magnetische Strömung, m. Fluss 784, 786, 844
- Dążność**, направление, Sinn einer Richtung 796 i t. p.
- sił, направление силъ, Kraftrichtungssinn 797
- Delta** (rodzaj stopu), дельта-металлъ, Deltametall 76, 332 i p.
- Dennice** (ktt.), днища съ отогнутыми бортами, umgezogener, gekrempter Boden 1012, 996
- płaskie i wypukłone, плоскія и выпуклыя днища козловъ, gekrempte, flache u. gewölbte Kesselböden T. 998 do 1005, T. 1020 i p.
- Depolaryzacja** (el.), деполаризация, Depolarisation 803
- Deptak**, ступенчатое колесо, Steigrad 803

Deska (*mier.*), мензуральная доска, Mess-tischplatte 132

Deski gipsowe (*bud.*), гипсовые доски. Gipsdielen 90

Deskowanie (opierzenie) (*bud.*), досчатая подшивка, Schalung 170

Deszczak, гвоздь для досокъ, Brettnagel 181

Deszczówka (*bud.*), водосточная труба, Abfallrohr 189

Dinas, Dinasteine 87, 560

Dławienie (strumienia cieczy), сжатие струи, Kontraktion 240

— pary, подпоръ пара, сужение струи пара, Dampfrosslung 1132, 849, 860, 646

Dławik, буксъ сальника, Stopfbuchsbrille 549, 219

— a kołnierz, фланша буксы сальника, Flansch der Stopfbuchsbrille . . . 549

Dławikowa dokrętka, гайка буксы сальника. Ueberwurfmutter 550

— śruba, болтъ буксы сальника, Stopfbuchsbrillenschraube 549

— tuleja, втулка буксы сальника, Stopfbuchsaugę 549

Dławnia, сальниковое вн. пространство. Stopfbuchsgehäuse (S.-B.-Büchse) 549

Dławnica, сальникъ, Stopfbüchse 549, 219, 1142

— wstawiana, вставной сальникъ, Stopfbüchseinsatz 925

Dławniany kołnierz, фланша сальника, Flansch am Stopfbuchsgehäuse . . 549

Dławniana śruba, болтъ сальника, Stopfbuchsschraube 549

— tuleja, грундъ-букса, Grundring . 549

Dłuciarka (*obr.*), долбежный станокъ, Stemmmaschine 669

Dłuto, ручное зубило, Handmeissel . 47

Dłuz statku (*okr.*), длина судна, Schiffslänge 479

Dmuch (*kuźn.*), дутье, Wind 543, 563, 561

Dmuchawa, воздуходувка, Gebläsemaschine 790 до 799, 616

— kuźnicza, горнозаводская я., Hüttenwerkgebläse . 780, 791, 296, 543, 561

— łokowa, цилиндрическая воздуходувальная машина, Cylindergebläse 781, 790

— śrubowa, винтовой вентиляторъ, Schraubenventilator, Schraubenradgebläse 789

— wielkopięcowa, воздуходувка доменныхъ печей, Hochofengebläse . . 791

Dna okrągłe, днща круглыя, Cylinderboden 1012, 420

Dno kotła, плоское дно котла, flacher Kesselboden *nadto p. dennice* 1012, 1025

Dniówka, поденщина, Tagelohn 162, 804

Dobijak, штемейзъ для чеканки, Stemmeisen 582

Dociągacz pary, приборъ для натяжки ремней, Riemenspanner 477

Dociskanie pary (w młotach), дѣйствіе верхняго пара, frischer Oberdampf-Druck 661

Dodatki do silnika parowego (osprzet), арматура парового двигателя, Ausstattung der Dampfmaschinen . . 930

Dolerit (*tw.*), долеритъ, Dolerit . . . 79

Dolomit (*tw.*), доломитъ, Dolomit 80, 7, 537

Dolot pary (*sil.*), притокъ пара, Dampfzuleitung; Nacheinströmung 927, 869, 876

Domknięcie wlotki i t. p. (domykać, domykanie), отсѣчка пара, Dampfabspernung 877 i n.

Donicz gazięca (*gaz.*), бассейнъ газгольдера, Gasbehältergrube 923

Domy mieszkalne (*kol.*), жилия постройки, Wohngebäude 201 i n., *p. kol. r.* 210

Dopływica (koła wodnego), каналъ для провода воды, Einlaufschaufel . . 806

Doprażnianie zasobników (*el.*), дополнительное зарядженіе аккумулятора, Nachladen des Akkumulators . . . 806

Doprzęgarka zasobników (*el.*), включитель аккумулятора, Zellenwechsler 868 i n., 861

Dorzecza obszar, поверхность бассейна рѣки, Flussgebiet 261

Dostawa (= Cosinus), косинусъ, Cosinus T. 26, 27

Doszczelniać (*leż.*), подчеканить, Verstemmen 441, 606

Doszczelniać, чеканка, Stemmeisen 440, 47

Dotyczna, котангенсъ, Cotangens T. 28, 29

Dół lejarski (*kuźn.*), углубленная канава для отливки, Giessgrube 562

Drag goleni korbowej, стержень шатуна, Schaft der Schubstange 563

Drag sprzęgający osie parowozów p. Wiązło.
— *zębaty p. Zębica.*

Drąż cylindra, внутреннее пространство цилиндра, Cylinderbohrung 921

— kominowa, внутреннее отверстие дымовой трубы, Schornsteinhohlraum 961

Dreny p. Sączki.

Drewniak, деревянная торцевая мостовая, Holzpfaster 196

Drgania (oscylacje) prostolinijne, прямолинейная вибрація (осцилляция), geradlinige Schwingung 197, 412

Drgawka (*el.*), периодъ, Periode . . . 833

Drgawek częstotliwość (*el.*), число периодовъ, Periodenzahl Frequenz 839, 875

Drobnomiar (*mier.*), нониусъ, Nonius Vernier 125

Drobnowidz (*mier.*), сложный микроскопъ, Mikroskop 126

Droga tłoka—względna, относительный путь поршня, relativer Kolbenweg 849

— i wozowej projektowanie, подборъ проѣзжей дороги, Wahl des Strassen-Linienzuges 804

- Druciak**, проволочный гвоздь, Drahtstift, Drahtnagel. 56
- Drut** brązowy, бронзовая проволока, Bronzedraht 76, 335, 790
- dozorowy (el.), контрольный проводник, Prüfdrat 892
- miedziany, проволока из красной меди, Kupferdraht 72, 8, 335
- otowiany, свинцовая проволока, Bleidraht 74, 335
- kształtowy, профилированная проволока, Formdraht, Fassondraht, Dessindraht 40
- telegraficzny, телеграфная проволока, Telegraphendraht 76, p. n. 56, 67, 790
- żelazny, проволока желтая, Eisendraht 40, 7, p. n. 56; 314, 335 i n., p. n. 338
- Drutów skala**, калибры для проволоки, Drahtlehren T. 16
- wagi, веса проволоки, Drahtgewichte T. 14
- Druzg żelazny**, чугунный лом, Gusseisenbruch 552
- Druzgoty**, Gerölle 81, 261
- Drwa** (d. opałowe), дрова, Brennholz 111 i n., 13, 323, 954, 533
- Drzewo**, дерево, (Nutz)holz 105, 7, 13, 481, 314, 333 i n., p. n. 339, p. r. 341
- gwajakowe, бакаутъ, бакаутовое дерево, Pockholz 490, 843
- Drzewa nasycanie**, пропитывание дерева, Tränkung des Holzes, Imprägnierung des Holzes 109, 282
- skurcz, усушка дерева, Schwinden des Holzes 107
- Drzewny towar**, Holz als Ware 110
- Drzwi** (bud.; kol.), двери, Thür 162, 197, 421
- Dusza** koporna liny, пеньковая сердцевина к., Hanfseele eines Seiles 481, 522
- Dworzec szlowski** (kol.), конечная соединительная станция, Kopfbahnhof . . . 329
- osobowy (kol.), пассажирская станция, Personenbahnhof p. r. 210
- przelotowy (kol.), промежуточная станция, Durchgangsbahnhof . . . 329
- półwyspowaty (kol.), клинообразная станция, Keilbahnhof 330
- wyspowaty (kol.), станция свободностоящая, окруженная путями, Inselbahnhof 330
- Dwójsieczna**, прямая двоящая угол по поламъ, Winkelhalbierende 64
- Dwukąt kulisty** (sferyczny), сферический двухугольник, Kugelzweieck . . . 136
- Dwuksiuł** (cz. m.), двойной кулачекъ, doppelter Daumen 908
- Dwumian Newtona**, биномъ Ньютона, Binomischer Satz 35, 43
- Dwuprąd** (el.), двухфазный токъ, Zweiphasenstrom 788, 842
- Dwuprądnicą** (el.), динамо съ двухфазнымъ токомъ, Zweiphasenmaschine 846
- Dwurozjazd** (kol.), Doppelweiche . . . 306
- Dworozjezdnicia** (kol.), Doppelweichenstrasse 307
- Dwuskok** (sil.), двойной ходъ поршня, Doppelhub 884, 849
- Dwusuw** (sil. spal.), дутактъ, Zweitakt 1078
- Dwuteownik**, двутавровое желѣзо, Doppel-T-eisen, lub I-eisen T. 32, T. 38 i n.
- Dwuwregi okrętu**, Spanten 458
- Dyabaz** (tw.), диабазъ, Diabas 79
- Dyby** (okr.), салингъ, залечникъ, Saling 498 i n.
- Dymnica** (kfl.), дымовая коробка, Rauchkammer, Rauchfang 386, 530
- Dyna**, дина, Dyn 193
- Dynamika cieczy**, динамика жидкихъ тѣлъ, Hydrodynamik, Dynamik flüssiger Körper 238 до 275
- ciała sztywnych, динамика твердыхъ тѣлъ, Dynamik starrer Körper 192 до 215
- Dynamometr p. Hamowienia*
- Dyoryt** (tw.), диоритъ, Diorit 79
- Dystylacja sucha p. Koksownicę, oraz Wygazowanie.*
- Dysza**, конусъ, коническое сопло, Düse 1140, 296, 763, 838, 947
- parowozu (wylotowa), конусъ, Blasrohr 387
- kuzienna, кузнечное сопло, Schmie-defeuerdüse 787, 800
- wielkopięcowa, доменное сопло, Hoch-ofendüse 541, 547
- żeliwiaka, фурма, Form 554
- Dyzak** (strumiennica do gazów), инжекторъ для газовъ, Dampfstrahl-Luft (Gas) sauger, Wasserstrahl-Luft (Gas) sauger 762
- nadmuchowy, вентиляторъ для искусственной тяги, Unterwindgebläse 800
- parowy, пароструйный вентиляторъ, инжекторъ, Dampfstrahlgebläse 762, 781, 800
- Działowiec** (okr.), Kanonenboot 487, 492 i n.
- Dzida** do gruntowania (bud.), иика для зондировки, Visitiereisen 149
- Dziedzinniec towarowy** (kol.), пакгаузный дворъ, Rohgutbahnhof 338
- Dzionka**, производительность рабочего въ день, Arbeitertagewerk, Tagesleistung, Schicht 162, 254, 430, 802 i n.
- Dzióbak** (okr.), бугсприръ, улагарь, Bugspriet, Klüberbaum 498
- Dzióbel** (okr.), кливерсель, Klüversiegel 499 i n.
- Dzióbnica** (okr.), форштевень, Vorstevan 458
- Dziurniczka**, бородакъ, Pfriemen . . . 520
- Dzwon gazieńcowy** (gaz.), колоколь газгольдера, Gasbehälterglocke . . . 922

- Dzwon gazieńcowy wielowysuwny, teleskopny gazgolder, teleskopierte Gasbehälterglocke 922
- kościelny, kosczielnyy koloколь, Kirchenglocke 75, 212
- parowy, parowej koczak, Dampfdom. 965, 528, 385, 1033
- — *p. też Zbieralniki.*
- Dźwiękowiec** (*tw.*), фонолитъ, Phonolit 79
- Dźwig** (lift), подъемникъ, Aufzug 729 do 738
- elektryczny, электрический подъемникъ, elektrischer Aufzug 729, 734 i n.
- napędzany wodą (hydrauliczny), гидравлический подъемникъ, Druckwasseraufzug, Kolbenaufzug 730, 734 i n.
- osobowy, подъемникъ для людей, Personenaufzug 729 i n., 734 i n., 523
- pędny, приводной подъемникъ, Transmissionsaufzug 729, 734 i n., 519
- ręczny (dźwiżek), ручной подъемникъ, Handaufzug 729, 734, 737
- samostój, свободно установленный подъемникъ, freistehender Aufzug 734
- towarowy, подъемникъ для грузовъ, Lastenaufzug 729 i n., 734 i n., 532
- Dźwiga** jazdy prędkość, скорость подъемника, Fahrgeschwindigkeit des Aufzuges 729, 730, 733, 737
- Dźwigar** belkowy, балка, Balkenträger 658 i n.
- Dźwigar dachowy p. Wiżar.**
- łukowy, арочная балка, арочная ферма, Bogenträger 708 i n.
- mostu główny, главная ферма моста, Hauptträger der Brücke 640 i n., 770
- Dźwigarka**, подъемная машина, лебедка, воротъ, Winde, Hubwerk 675, 698, 714, 732
- o napędzie ciętnym, фрикціонная лебедка, Friktionswinde, Reibungswinde 677
- obrotowa, воротъ, сложный воротъ, лебедка, Räderwinde 675
- parowa, паровая лебедка, Dampfwinde 677
- przewojowa, лебедка съ фрикціоннымъ барабаномъ, Winde mit Reibungstrommel 678
- przesuwna na wózkach (= suwnicowa), подвижная лебедка, Laufwinde 677, 692 i n.
- samowchwytowa, самотормающаяся лебедка, selbstsperrendes Hubwerk 692
- stała, неподвижная лебедка, Standwinde 677
- wyciągowa, шахтовая лебедка, Schachtwinde 679
- Dźwignia**, рычагъ, Hebel 801, 162 i n.
- Dźwignica**, грузоподъемная машина, Lasthebemaschine 669 do 729
- bramiasta, подвижной порталный кранъ, Bockkran, Gerüstkran 709 do 715
- Dźwignica** hydrauliczna, гидравлическая подъемная машина, Druckwasser, Hebe-
maschine 718 do 729, 219
- pneumaticzna, пневматическая подъемная машина, Hebezeug mit Druckluftbetrieb 674
- Dźwignik** (że: lewar), домкратъ, Hebebock 674
- hydrauliczny, гидравлический домкратъ, Druckwasser-Hebebock . . . 718
- śrubowy, винтовой домкратъ, Schraubenwinde 674
- zębnicowy, домкратъ съ зубчатой рейкой, Zahnstangenwinde 674
- Dźwigniaki** bliźniacze do parowozów, подъемные козлы для паровозовъ, Locomotivwindebocke 675
- Dźwignowia**, шахта, Fahrtschacht 734 i n.
- Dźwigiowy**, управляющий подъемникомъ, Aufzugführer 735 i n.
- Dźwul** (*el.*), джауль, Joule 782, 193, 782

E.

- Efekt p. Moc, oraz Sprawność.*
- Erhardt'a rury** 571
- Ejektor p. Przetryskacz parowy.*
- Ekonomajzer p. Podgrzewacz.*
- Ekskawator p. Nabierak.*
- Elektroda** ostojna, отводящий электродъ, Ableitungselektrode 803
- rozczupna, растворяющийся электродъ, Lösungselektrode 803
- Elektromagnetyzm**, электромагнетизмъ, Elektromagnetismus . 793 i n.
- Elektrotechnika**, электротехника, Elektrotechnik 782 do 912
- Elektrownia**, электрическая станція, Electricitätswerk 859, 868, 870, 889
- tramwajowa, эл. ст. для конокъ, el. Strassenbahn-Kraftwerk 905
- Elektryczność**, электричество, Electricität 787 i n.
- Elementy kinematyczne**, кинематические элементы, kinematische Elemente 536
- Elipsa** (*mat. mech.*), эллипсъ, Ellipse 109, 176, 189
- bezwładności (*mech.*), эллипсъ инерціи, Trägheitsellipse 181
- centralna (*mech.*), центральный эллипсъ, Centraellipse 182
- Elipsoid** (*mat. mech.*), эллипсоидъ, Ellipsoid 128, 136, 179, 191
- bezwładności, эллипсоидъ инерціи, Trägheitsellipsoid 180
- centralny (*mech.*), центральный эллипсоидъ, Centraellipsoid 180
- Elipsownica** (*most.*), эллиптическая ферма, Ellipsenträger 774
- Emalowanie żeliwa**, эмальировка чугуна, Emailieren des Gusseisens. 67
- Energia kinetyczna p. Praca rozpędu.*
- Energii** zachowanie, сохраненіе энергіи, Erhaltung der Energie 206, 1127

Entropia (*mech.*), энтропия, Entropie 1127, 1132, 983
 Entropii miara, міра энтропії. Maas der Entropie 1132—1136, 983
Epicykloida (*mat.*), эпициклоида, Epi-cykloide 113
Erg (*mech.*), эргъ, Erg 193
Esówka (*bud.*), желобчатая черепица, Pfannendachziegel 180, 170
Eulera wzory i twierdzenia, Ейлера формулы и законы, Eulersche Formeln u. Sätze 128, 346, 156, 235, 238
Exhaustor p. Dyszak także Wywietrznik.

F.

Fala morska, морская волна, Meereswelle 475, 488, 271
Farad (*el.*), фарадъ, Farad 782
Faraday'a prawo elektrolityczne, электротитический законъ Фарадея, Faradays elektrolytisches Gesetz 791
Farba olejna, масляная краска, Oelfarbenanstrich 68
Farcot'a stawido suwakowe, золотинка Фарко, Farcot'sche Steuerung 908
Ferranti'ego zjawisko (*el.*), Ferranti-Effekt 887
Ferromangan p. Surówka, żelazo-mangan, i Manganiaak.
Filary mostowe, основания моста, Brückenpfeiler 760
 — podziemne murowane (*bud.*), основания на столбахъ, Pfeilergründung 153
Filtr (= odsącznik, przesącznik), фильтр, Filteranlage 267, 514
Fitingi p. Łączniki (lep. Złączniki) gazowe.
Flansza p. Kołnierz. Kołnierzyk, Obroża.
Fliegnera tablica dla pary wodnej, таблица Флигнера для водяного пара, Fliegner'sche Wasserdampf-tafel T. 286, 287
Fluspat p. Topnik.
Fonolit p. Déwiękwiec.
Forsunka p. Rozpylacz.
Fosforyt (*kuź.*) 537, 540
Fosfór, фосфоръ, Phosphor 2 i n., 317, 19, 551
Fotogrametria (*mier.*), фотограмметрия, Photogrammetrie 243
Fotometr (*óśw.*), фотометръ, Photometer 916
Fregata p. Statek pełnożaglony.
Frez, frezmaszyna p. Gryzarka.
Fryszarka p. Uszczerzak.
Fundament p. Posada.
Funkcja kołowa (*mat.*), круговая функция, Kreisfunktion 59 i n., T. 26—29
 — hyperboliczna (*mat.*), гиперболическая функция. Hyperbelfunktion 67, 81, T. 30 do 34
 — przestępna (*mat.*), трансцендентная функция, Transcendente Funktion 78
Fylit p. Lupek.

G.

Gabaryt p. Obrysie.
Gabbro (*tw.*), габбро, Gabbro 79
Galloway'a rura p. Gartacz.
Galman, галмей (цинковый шпатель), Gal-mel, Zinkspat 70, S
Ganguillet'a i Kutter'a wzór (*wodn.*), формула Гангизле и Куттера, Ganguillet u. Kutter'sche Formel 255
Gar (wielkiego pieca), горнъ доменной печи, Gestell des Hochofens 541
Garbowiny, Lohe 85
Gardziel (wielkopiecowa), колонникъ до-мны, Gicht d. Hochofens 541 i n.
Gartacz (*ktł.*), поперечная кипятельная труба, Quersiederrohr 1010, 1029 i n.
Garnek wuduchowy (*sil. spal.*), горшокъ для обработанныхъ газовъ, Auspuff-topf 1121
Gay Lussac'a prawo, законъ Гей Люссака, Gay-Lussac'sches Gesetz 278
Gaz paliwny, горючий газъ, Brenngas 1079
 — palny rodzimy, природный газъ, Naturgas 536
 — roboczy, промысловый газъ, Industrie-gas 1079
 — silniczy, газы для двигателей, Moto-rengase, Kraftgas 1079, 1096
 — świetlny (gorz. świetlny), светиль-ный газъ, Leuchtgas 913 i n., 1079, 1096
 — — olejny, светильный газъ изъ масла, Leuchtgas aus Oelen 937
 — wielkopiecowy (lep. czad w.), домен-ный газъ, Hochofengas 1079, 1083, 545, 799, 536, 1097
 — wodniany 1079
 — wodnoczadowy, водородный газъ, Wassergas 1079
Gazu świetlnego mieszanki z powietrzem wzbuchliwe, взрывчатый смѣсь газа, explodierbare Luft u. Gasgemische 914, 1085
 — — odbyt (*gaz.*), расходъ газа, Gas-abgabe 925
 — — przepływ (*gaz.*), потокъ газа, Gas-Durchfluss 930
 — — wartość opałowa, теплотворная способность газа, Heizkraft des Gases 914, 323, 1082
 — — — świetlna (gazu świetlny), сила свѣта газа, Leuchtkraft des Gases 914, 938
Gazów przepływ (*mech.*), движение газовъ (по трубопроводамъ), Bewegung der Gase 299
 — wypływ (*mech.*), истечение газовъ, Ausfluss der Gase 294
 — zmiany stanów (*mech.*), изменение состоянія газовъ, Zustandsänderung d. Gase 290
Gazy spalania p. Spaliny.

- Gazieniec** (*gaz.*), газгольдеръ, Gasbehälter 715, 922
— nieobudowany, свободно стоящій газгольдеръ, freistehender Gasbehälter 923
- Gazownica, gaziarka** (generator gazu), газовой генераторъ, Gasgenerator 800
563
- Gazownictwo**, производство свѣтлѣнаго газа, Gasfabrikation 913 do 938
- Gabczak** (*tw.*), пемза, Bimsstein . . . 79, 9
- Gasior** (*bud.*), черепица для конька, полукруглая чер., Firstziegel, Gratziegel, Hohlziegel 179
- Geometria** analityczna, аналитическая геометрия, analytische Geometrie. 93
— kinematyczna, кинематическая геометрия, kinematische Geometrie . 154
- Gęstościomierz p. Arcometr.*
- Gęstość powietrza** (*mech.*), плотность воздуха, Dichtigkeit d. Luft T. 281
- Gięcie** (*wyt.*), напряжение при изгибѣ, Biegungsspannung 351
- Gimnastyczna sala p. Bojnia.*
- Gips** (*tw.*), гипсъ, Gips 80, 8, 627 i n., 89, 195
- Gładnik gwiazdziarski p. Luneta astronomiczna.*
- Gliceryna**, глицеринъ, Glycerin II, 722, 619
- Glin**, алюминій, Aluminium 2 i n., 314 i n., 333, 619, 789 i n., 552
- Gлина**, глина, Thon 82, 8, 13, 619, 730, 150
- Gładzik** (= нóż obrabiarki do cienkiego wióra), рѣзецъ для чистой обработки, Schlichtstahl 654, 657
- Gładź podsuwakowa, nadsuwakowa, podmieniakowa p. Suwaka gładź.*
- Głębizna** (*gór.*), глубина, Teufe 739, 778
- Głowica** kominowa, капитель дымовой трубы, Kapital des Schornsteines . . . 961
- Głównik** (*el.*), индукторъ съ главной обмоткой, Magnetschenkel mit Hauptstromwicklung 807
- Gnejs** (lep. gnusiec) (*tw.*), гнейсъ, Gneis 79, 8
- Gnicie** drzewa, гниение дерева, Faulen des Holzes 108
- Gniotownik** szcękowy, механические клещи, Steinbrecher 539
— walcowy, дробильные вальцы, Walzwerk 539
- Goleń** korbowa (korbwód), шатунъ, Kurbelstange, Pleuelst., Triebst., Schubstange 551, 895, 562, 1115, 520, 870
— suwakowa (*sz. m.*), эксцентриковая тяга, Schieberstange 883, 892, 912
- Goźelnia** (*bud.*), водочный заводъ, Brennerei 204
- Gradienta p. Rys pochylności drogi.*
- Grafit**, графитъ, Graphit 8, 481, 317, 120
- Granastosłup** (*mat.*), призма, Prisma 133
- Granica ciastowatości** (*wyt.*), предѣлъ выдавливанія, Fließgrenze, Quetschgrenze, Streckgrenze 328
- Granica proporcjonalności** (*wyt.*), предѣлъ пропорціональности, Proportionalitätsgrenze 328, 331 do 336
— sprężystości (*wyt.*), предѣлъ упругости, Elasticitätsgrenze (=Tragmodul) 329
- Granit**, гранитъ, Granit 78, 8, 13, 481, 334 i n., 354
— belgijski, бельгійскій гр., belgischer G. 80
- Grodza** (*bud.*), водоудержательная плотина, Fangdamm 150
— wielościenna, коробчатая водоудержательная плотина, Kastenfangdamm 150
- Grodziec** (statku) (*okr.*), Schottendeck 458, 480
- Grodzień** (statku) (*okr.*), отдѣленіе, Schotten-Abtheilung 458, 473, 480
- Grodziżar** (*bud.*), брандмауеръ, Brandmauer 161
- Gródź** (statku) (*okr.*), Schötte 458, 480
- Grunt** (*bud.*), грунтъ, почва, Baugrund 149 i n., 637, 266
— u rozluźnianie, разрыхленіе грунта, auflockerung des Bodens 260
— utłaczanie, уплотненіе грунта, Verdichten des Erdreiches 152
- Gruszka** (Besemera) (*kuś.*), репортъ (груша), Birne 560
- Gruz** ubijany (*bud.*), бетонъ уплотненный бабой, Rammbeton 152
- Gryz** (*obr.*), шарочка, фреза, Fräser 657, 47
- Gryzarka** (frezarka) (*obr.*), фрезерный (шарочечный) станокъ, Fräsmaschine 657, 668
- Grzbiec** dachu, конекъ крыши, First 170 i n.
- Grzbiecunia** (*kol.*), Ablaufberg, Eselsrücken 352
- Grzbiecówka** (*bud.*), черепица для конька, Firstziegel 180
- Grzeiwo** (*ogr.*), подводящее тепло, Wärme zuführender Stoff . . . 593
- Grzejka** (*ogr.*), Warmflasche 422
- Grzejnik** drabinkowaty (*ogr.*), трубчатый нагревательный приборъ, Rohrregister 592
— płyciasty (*ogr.*), Plattenheizkörper 592
— żebrowany (*ogr.*), ребристый нагреватель, Rippenheizkörper 592
- Grzędą** (*bud.*), коньковая затяжка, Haulenbalken 170
- Grzechotka**, трещетка, Ratsche . . . 659
- Grzyb** drzewny (*bud.*), древесный грибокъ, Holzschwamm, Hausschwamm . . . 108
- Grzybek** zawora (*sz. m.*), клапанъ, Ventylkegel 609 i n., 726, 1042
- Guldina** (Pappusa) prawidło (*mat.*), правило Гульдена, Guldinsche Regel 138
- Gudron** (*tw.*), гудроль, Goudron . . 104
Guset p. Podcięcie.
- Gwint** (śruby), напѣзка винта, Schraubengewinde 425 i n., 1007

Gwint dla rur gazowych, газовая нартз-
ка, Gasgewinde T. 431
Gwintnik (*obr.*), мечикъ, Gewindebohrer
47
Gwizdawka rurowa, паровой свистокъ.
Dampfpfeife 391
Gwóddé p. Deszczak, Druciak, Łaciak,
Lurczak, Szyniak i t. p.

H.

Hak (*cz. m.*), крюкъ, Haken . . . 533 i n.
Hak szynowy p. Szyniak.
Hak wagonowy p. Pociągła hak.
Haeseler'a wzory (*wytr.*), формулы Ге-
зелера, Formeln von Haeseler. . . 345
Hamburskie prawidła o kotłach, гам-
бургскіи нормы о пар. котлахъ,
Hamburger Normen 1006
Hamownica, тормазный динамометръ,
Bremsdynamometer 801
Hamulec, тормазъ, Bremse 537 i n., 701
i n., 753
— bezpieczeñstwa, предохранительный
тормазъ, Sicherheitsbremse . . . 699
— elektryczny, электрическій тормазъ,
electriche Bremse 701, 911, 704 i n.,
713
— kloekowy, тормазъ съ колодками,
Backenbremse, Klotzbremse 537, 754,
372
— kolejowy, тормазъ, Bremse 371, 406,
428, *przer. kol. r.* 212
— — powietrzny, воздушный тормазъ,
Luftdruckbremsen 373
— — zespolony, durchgehende Bremse 373
Hartgus p. Odlew utwarzony.
Heblarka p. Strugarka, Strugownica, wió-
rarka.
Hefnerowska éwiatłostka (*ósw.*), лампа
Гейнера, Hefnerkerze. 915
Hematyt (*kuż.*), гематитъ, Hämatit . 536
Henry (*el.*), Henry 795
Histereza p. Upornosc magnetyczna.
Hodograf ruchu (*mech.*), годографъ дви-
жения, Hodograph der Bewegung. 150
Holcement p. Warstwice.
Holecznuda p. Wkrętko.
Holowice (*okr.*), буксирное судно, Schlep-
per. 457, 461 i n.
Hultajówka (*bud.*), черепица для угловъ.
Kehlziegel 180
Hurtliczy wyrób (*hurtem*, w. masowy),
оптовое производство, Massenfabri-
kation 663
Hydrodynamika p. Dynamika cieczy.
Hydrostatyka p. Statyka cieczy.
Hyperbola (*mat.*), гиперболоа, Hyperbel
103
Hyperboloid jednorówkowy (*mat.*), гип-
ерболондъ однополный, einschaliges
Hyperboloid 128
Hypocykloida (*mat.*), гиподиклоида, Hy-
pocykloide 113

I.

Iglica (rozjazdowa) (*kol.*), острякъ, перо
(стрѣлки), Weichenzunge. . . 302, 307
— у osada, корень пера, Zungenende.
Zungen drehpunkt 303, 308
— śpic, острие пера, Zungenspitze . 308
— odgromowa, Auffangstange . . . 912
Ikrowiec (*tw.*), известковый шпатель,
Oolalkalk, Roggenstein. 80
Pośó elektryczności, количество электри-
чества, Electricitätsmenge . . . 782
Pośó ruchu p. Wielkośó rozpedu.
Imadlo (*obr.*), тиска, Schraubstock . 435
Impregnowanie drzewa p. Drzewa nasycanie.
Inte'go dna zbiornikowe. 341
Iniektor p. Wtryskacz.
Irland'a żeliwiaki 555
Iskrzenie (*el.*), образование искръ, Fun-
kenbildung. 819, 821, 826, 828
Iskrzyk żelazny (piryt), Schwefelkies 537,
8, 13, 540
Izodynamiczna zmiana stanu (*mech.*),
изодинамическое измѣненіе состоя-
нія, izodynamische Zustandsänderung 289
Izolacja od strat ciepła p. Otulina.
Izotermiczna krzywa (wykresowa) (*mech.*),
изотермическая кривая, isothermi-
sche Zustandsänderungscurve 291, 293

J.

Jacht (*okr.*), яхта, Jacht 457, 461
Jalowy bieg (*silnika*, maszyny, turbiny),
ходъ (машинъ) порожнемъ, Leer-
gang, Leerlauf 646, 658, 943 i t. p.
— e koło pasowe, холостой шкивъ,
Losscheibe. 480
— у ciężar, мертвый грузъ, Tote Last
731
Jama grzewcza (*kuż.*), Wärmgrube. . 569
— powietrzna (*b. m.*), воздушное про-
странство, Luftsack 771, 937
Jazmo (*okr.*), сазингъ, Saling 498 i n.
Jazmo (*cz. m.*), кулисса, Kulisse 909 i n.
— krzyżne, кулисса съ скрещенными
тыгами, Kulisse mit gekreuzten Stan-
gen 911
— niedokrzyżne, кулисса съ открытыми
тыгами, Kulisse mit offenen Excen-
terstangen 911
Jaspis (*tw.*), Jaspis 79
Jastrzych p. Klepisko.
Jaz (*wod.*), плотина, Wehr 264
— przelewowy, глухая плотина, Ueber-
fallwehr. 264
— zatopiony (przewal), подируда, Grund-
wehr 264
— kanału spalinowego (*ktł.*), перегород-
ка, Kulisse 958, 1025
Jednoprąd (*el.*), однофазный токъ, ein-
phasiger Wechselstrom 788, 876, 878
Jednostka ciepła p. Ciepłostka.

- Jednostka** pracy (*mech.*), единица работы. Arbeitseinheit 193
 — elektryczna niemiecka, prawna, elektryczескія единицы, gesetzliche elektrische Masseinheiten 783
 — *magnetysmu* p. *Magnetostka*.
 — *oporu elektr.* p. *Oporostka*.
 — *swiatla* p. *Swiatlostka*.
Jedwab, шелкъ, Seide 481, 594, 805
Jezdnia (mostu i t. p.), Fahrbahn 757,
 767 i n.
Jętkа (*bud.*), затяжка. Kehlbalcken 170, 725
Jodla, езь, Tanne 7, 481, 627, 317, 333 i n.,
 113
Joule'a prawo (*el.*), законъ Джаула.
 Joulesches Gesetz 790

K.

- Kabel** (*el.*), кабель. Kabel 879, 892
Kabel p. *Lina wielolinkowa*.
Kadlub okrętowy, корпусъ судна, Schiffskörper 458 i n.
 — ропту, корпусъ насоса, Pumpenkörper 771, 776
 — zawora, клапанная коробка, Ventil-körper 612, 254, 600
Kadz wodna, водной бакъ, Wasserbehälter 341
Kafar (*bud.*), коперъ, Ramme 156
 — dźwigarkowy, механический коперъ съ лебедкой, Kunstramme 156
Kafel, изразецъ, Ofenkachel 87
Kamienie, камень, Stein 78 i n., 334 i n.
 — naturalne, естественные камни, natürliche Steine 78 i n.
 — polne, эрратическія массивныя глыбы, erratische Blöcke oder Findlinge 82
 — sztuczne, искусственные камни, künstliche Steine 83 i n.
Kanały rozdzielcze (*sil.*), парораспределительный каналъ, Steuerungskanal 881 i n.
 — spalinowe, дымоходъ, Rauchkanal, Feuerzug 955 i n., 596
Kanałów spalinowych jazy i półjazki, перегородки дымоходовъ, eingebaute Kulissen in Feuerzügen 958
 — zawieradła ciągu, заслонки для регулировки тяги, Zug-Absperrvorrichtung 1039
Kanały spalinowe kotła parowego p. *Kotła parowego kanały sp. k. p. obmurze*.
 — wodne, каналъ, Kanal, Wasserlauf 254 i n.
 — wywietrzające (*ogr.*), Abluftkanäle 587
Kanoniczka p. *Dziatowiec*.
Kaolin (*tw.*), каолинъ, Kaolin 82
Kaplica (*bud.*), часовня, Kapelle 202
Kardioida (krzywa sercowata) (*mat.*), кардиоида, Cardioide, Herzkurve 114
Karpiówka (*bud.*), плоская черепица, Flachziegel 87, 170, 179

- Katoptryczny** cyrkiel (*mier.*), катоптрический циркуль, katoptrischer Zirkel 133
Kauczuk, каучукъ, Kautschuk 619, 319
Kąt skręcenia (*wyt.*), уголъ крученія, Verdrehungswinkel 398
 — tarcia (*mech.*), уголъ тренія, Reibungswinkel 216, 216
 — zesypu, уголъ естественнаго откоса, natürlicher Böschungswinkel 750, 727, 730
Kątownik, угловое желѣзо, L-Eisen 20 i n., 446
 — łebkowe, угло-бимсовое желѣзо, Winkelwulsteisen T. 37
 — nierównoramienny, неравнобокое угловое желѣзо, ungleichschenkliges Winkeleisen 20, T. 28, 34, 37
 — równoramienny, равнобокое угловое желѣзо, gleichschenkliges Winkeleisen 20, T. 26 i n.
Kelbelka p. *Jętka*.
Keppler'a luneta 124
Kielich (u rur) раструбъ трубы, Rohrmuffe 581
Kieliszek (rura), фланцевый раструбъ, E-Stück 583
Kierat, конный приводъ, Göpel, Pferd-göpel 739, 802
Kierownica (*mat.*), директрисса, Leitlinie (Directrix) 102
Kierownica (łopatka kierownicza) (*cz. m.*), направляющая лопасть, Leitschaufel 789, 818, 824, 944
Kilogramometr (*mech.*), килограммометръ, Meterkilogramm 194
Kilowat (*el.*), киловатъ, Kilowatt 783
Kinematyczna geometrya (*mech.*), кинематическая геометрія, kinematische Geometrie 154
Kirchoff'a prawo (*el.*), законъ Кирхофа, Kirchoffsches Gesetz 788, 840
Kit (*tw.*), замазка, Kitt 102 i n.
Klamra p. *Sapona*.
Kłapa (*cz. m.*), створчатый клапанъ, Klappe 546, 253, 796, 938
Klatka schodowa p. *Schodnia*.
Klein'a strop 195, 629
Klepisko (jastrych) (*bud.*), каменный полъ, Estrich 90, 197
Kleszcze (*mier.*), зажимъ, Bremsvorrichtung 129
Klin (*mat.*), клинь, Keil 134, 178
Klin (*cz. m.*), клинь, Keil 423, 221, 465, 621
 — dwuwypustny, клинь двухсторонній, Nutenkeil 465
 — jednowypustny, клинь односторонній (плоскій), Flachkeil, Schlusskeil 465
 — łbiasty, клинь съ носомъ, Nasenkeil 465
 — osadczy, t. j. ze zbieżnością (gorz. osadny), шпонка, Befestigungskeil 465, 480
 — nastawczy, регуляційный клинь, Nachstellkeil 929

- Klin złobkowaty (gorz. wkleśły), клин
вогнутый, Reibungскеil, Hohlkeil 465
— złączny, соединительный клин,
Verbindungскеil 423
- Klinkier** (tw.). клинкеръ, кирпичъ-же-
лтый, Klinker 86, 627, 334 i n., 169
- Kłosek hamulcowy, тормазная колодка,
Bremsklotz 372, 218
- Kłosz omgłony (osiu.), matte Glasglocke
899
- Kłucz** (do naśrubków), гаечный ключъ,
Schraubenschlüssel 427
— Cardan'a (Hoock'a) (cz. m.), универ-
сальный шарниръ, Universalgelenk 501
703, 714
- Kłodzisko** (kuź.), фундаментъ наковаль-
ни (шаботта), Chabotte 663
- Kocioł** ogrzewniczy, котелъ для отопле-
ния, Heizungskessel 599, 611
- Kocioł parowy**, паровый котелъ,
Dampfkessel 951 i n., 379, 526
— a — go badanie wydajności, Unter-
suchung der Dampfkessel 1067 i n
— — blachy p. Blachy.
— — den i dennie grubość, толщина
двигъ п. к., Wandstärke der K.-Böden
1006, 1011, 529, T. 1020, T. 1024; 380
— — kanały spalinowe, дымоходы на-
ровыхъ котловъ, Heizkanal des Dampf-
kessels 955, p. a. 1063, p. n. 1055,
1060; p. r. 1050
— — manometr, манометръ, Manome-
ter 1044, p. a. 1063, p. n. 1056, 1062;
p. r. 1050
— — nicensia p. Nicensia.
— — obliczenia, подсчетъ п. к., Berech-
nung d. D.-K. 952, 378, 526
— — obmurze, вмазка котловъ, Kessel-
mauerwerk 1035, 967 do 995, p. n.
1056, 1060; p. r. 1051
— — obsada paleniskowa, грубая арма-
тура пар. к., grobe Armatur der D.-K.
1037
— — osprzęt, арматура п. к., Armatur
d. D.-K. 1037, p. a. 1062, p. n. 1055,
389; p. r. 1049, 214
— — paleniska p. Paleniska.
— — płaszcza grubość, толщ. цил. стѣ-
нокъ п. к., Wandstärke der cyl. K.-
Mantel 1006, 1009, 528, T. 1013, 385
— — płomienie grubość, т. жаровыхъ
трубъ, Wandstärke der Flammrohre
1009, 529, T. 1016
— — podparcie, поддержка пар. котла,
Unterstützung d. D. Kessels 970, 1034
— — podwieszenie, подвѣшеніе пар. к.,
Aufhängung der D. Kessel 1034
— — powierzchnia ogrzewana, поверх-
ность нагрѣва п. к., Heizfläche d.
D.-K. 1069, 1061, 953, 378, 527, T. 956,
T. 376, p. n. 1056, 1060; p. r. 1050
— — przewody zasilające, питательные
провода, Speiseleitung 1041, p. a. 1063,
p. n. 1055, 1062; p. r. 1050
- — pozwolenie ustawienia, разрѣше-
ніе на установку, Dampfkessel Geneh-
migung p. a. 1066; p. n. 1054, 1055,
1057, 1059; p. r. 1053
— — próba na ciśnienie, гидравличес-
кое испытаніе, Wasserdruckprobe p. a.
1064; p. n. 1056, 1058, 1059, 1063; p. r. 1052
— — sadowienie, установка пар. кот.,
Lagerung d. D.-Kessel 1034
— — sprawdzanie, проверка пар. кот.,
Prüfung der D.-Kessel p. a. 1062; p. n.
1056, 1057, 1059; p. r. 1051
— — sprawność p. Kottowego urządze-
nia sprawność.
— — szczy p. Nicensia.
— — ścianek usztywnienie i wzmośnie-
nie, укрѣпленіе стѣнокъ пар. кот.,
Verstärkung und Verankerung der D-
Kesselwände 1008, 1027, 1032 i n.
— — urządzenia sprustowe, спускные
и продувныя приспособленія, D.-K.
Ausblasevorrichtung 1042, p. a. 1063,
p. n. 1055
— — ustrój, конструкція п. к., Con-
struction d. D.-K. p. a. 1062, p. n. 1055,
p. r. 1050
— — waga, вѣсъ пар. кот., D.-K. Ge-
wicht. 966, a nadto
przy rozszerzających ustrójach.
— — właz, лазъ котла, Mannloch 1033.
p. n. 1060, p. r. 1051
— — wodostkaz, указатель уровня воды,
Wasserstandsanzeiger 1042, 428, p. a.
1063; p. n. 1055, 1060, 390; p. r. 1051, 215
— — wybuch, взрывъ пар. котла, D.-K.
Explosion p. a. 1065, p. n. 1059, p. r. 1054
— — zasilanie, питаніе п. к., Speisung
d. D.-K. 1041, p. a. 1063; p. n. 1055,
1060, 1062, 389; p. r. 1050
— — zawór bezpieczeństwa, предохра-
нительный клапанъ п. к., D.-K.-Si-
cherheitsventil 298, 1040, p. a. 1063.
p. n. 1056, 390; p. r. 1050, 215
— — złącza, соединенія пар. котла., Ver-
bindungen der Kesseltheile 1012 do 1027
- Kocioł parowy lokomobilowy**, локомобиль-
ный котелъ, Lokomobilkessel p. a. 1065,
p. n. 1056, p. r. 1050, 1054, nadto p.
Kocioł ruchomy lub przenośny.
— — opłomkowy, подогрубный к., Was-
serrohr-K., Siederohr-K. 978, 527, 530, 611
— — parowocowy, пароходный к., Schiffs-
D.-K. 526, p. n. 1055 i n., p. r. 1050
nadto p. Koc. ruchomy.
— — parowozowy, паровозный к., Ло-
komotivk. 377, p. n. 1056 i n.; p. r.
1050, 214; nadto p. Koc. ruchomy.
— — płomieniowy, к. съ жаровой тру-
бой, Flammrohr-K., Seitrohr-K., Well-
rohr-K., Rauchrohr-K. 966 do 982, 1033,
528, 611
— — z paleniskiem w płomieniu, к. съ
жар. тр. и внутренней топкой, Flam-
rohrkessel mit Innenfeuerung 972 i n.

- Kocioł płomienicowy z paleniskiem podolnem, kotłazь съ жаровой трубой (дымогарной) и наружной топкой, Rauchrohrkessel (= Flamrohrkessel mit Ausseifenfeuerung) 974
- płomieniówkowy, kotłazь съ прогарными трубами, Heizrohrkessel 974 i n., 994
- ruchomy lub przenośny, подвижные пар. котлы, transportable, bewegliche Dampfkessel p. n. 1056, 1057, 1059, 1060; p. r. 1050, 1051, 1054
- ustroju swoistego, котлы специальных системъ, besondere Kesselsysteme 973 do 995
- parowy stojący, вертикальный пар. котлзь, stehender D.-K. 967, 994
- — walczasty, цилндрический котлзь, Cylinderkessel, Walzenkessel 965 do 970, 975
- wielowalczakowy reiny, составной цилндрический котлзь, mehrfacher Walzenkessel 967 do 971, 975
- wodnourukowy p. K. optokowy.
- Koks**, коксзь, Koks 533, 6, 13, 481, 323, 954, 540, 553
- u uzysk (gaz.), получение кокса, Koks-Ausbeute 913
- Koksownia** (kuź.), коксoвальная печь, Koksofen 534
- Kolano** miedziane, красномѣдное колѣно, kupfernes Knierohr T. 599
- żeliwne, чугунное колѣно, gusseisernes Knierohr, I-Stück 584, 927
- Kolarnia** (kol.), колесная, Räderwerkstatt 436
- Kolei** budowa, постройка желѣзной дороги, Eisenbahnbau 255 do 358, p. n. 222, p. r. 205
- Kolei budowa spodnia p. Poddroże.*
- — wierzchnia, верхнее строение жел. дор., Eisenbahn-Oberbau 270 i n., p. r. 208
- rodzaje: niemieckich 224, rosyjskich 217
- zaopatrzenie w wodę, водоснабжение, Wasserversorgung der Eisenbahn 339, p. r. 211
- Kolej** (ka) ciągnicowa, жел. дор. съ канатной тягой, Taubahn 438
- drugorzędna, второстепенная жел. дор., Nebenbahn 217
- (ka) elektryczna, электрическая жел. дор., elektrische Bahn 904 i n.
- góriska, горная жел. дор., Gebirgsbahn 237
- (ka) linowa, канатно-проволочная дорога, Drahtseilbahn 438 do 450
- miejscowa czyli mała, мѣстная жел. дор., Lokalbahn 217
- (ka) nalinowa, канатно-проволочная дорога съ подвижнымъ несущимъ канатомъ, Seilbahn mit laufendem Tragsseil 441
- pierwszorzędna, магистральная жел. дор., Hauptbahn 217
- podjazdowa, подъездная жел. дор., Zuleitungsbahn p. r. 212
- (ka) polinowa, кан.-пров. дор. съ неподвижнымъ несущимъ кан., Seilbahn mit feststehendem Tragsseil 444
- (ka) powozowa 439
- równinna, Flachlandbahn 237
- (ka) wązkotorowa, узкоколейная ж. д., Schmalspurbahn 217
- Kolejnictwo**, желѣзнодорожное дѣло, Eisenbahnwesen 205 do 456
- Kolejowe** prawa sąsiedzkie, p. n. 229, p. r. 221
- przepisów, правительственные инструкции, amtliche Vorschriften niemieckie 222 i n., 411, rosyjskie 205 i n., 212 i n., 317, 356, 412
- Kolektor** (el.) p. Przerządnik.
- Kolimacyjna** oś p. Oś optyczna.
- Kolek** osadczy (cz. m.), приозштфтъ, Sicherungsstift 929
- Kolnierz** (cz. m.), приантый фланецъ, angegossener Flansch 587, 602, 920
- Kolnierzuk** (= kolnierz osadzony), присоединенный фланецъ, aufgesetzter fester Flansch 587, 602
- Koło** (mat.), кругъ, Kreis 103, 131, 187, 188
- a obwody, окружность круга, Kreisumfang 1 do 23
- powierzchnia (pole), площадь круга, Kreisinhalt T. 1 do 23
- równanie środkowe, вierzchołkowe, уравнение круга относительно центра, отн. вершины, Kreismittelpunkts-gleichung, Kreisseitelgleichung . 103
- Koło** (cz. m.).
- a gamię, спица, Radarm 465, 478, 621
- Koło bezwładności** (mech. wyt.), кругъ инерции, Trägheitskreis 185, 357, 401
- cierne (cz. m.), фрикціонное колесо, Reibungsräder 468
- hamulcowe (cz. m.), тормазное колесо (дискъ), Brems-scheibe . 537, 802
- kliniaste (cz. m.), фрикціонное колесо съ клиновиднымъ желобомъ, Keilrad 469, 677
- Koło kolejnicze**, жел. дор. колесо, Eisenbahnräd (nadto p. Zestaw kół) 358, 401
- — bosc. k. съ ненадѣтой шиной, Radkörper 360
- a — go obręcz, бандажъ, Radreifen 358, p. n. 50
- — obrzeże, острый гребень бандажа, Spurrkranz d. Rades 358
- — okrąg toczy, кругъ катанія кол., Laufkreis d. Rades 358
- Koło korby** (sil.), кругъ кривошипа, Kurbelkreis 885

- Kolo krzywosci (mat.),** кругъ кривизны, Krümmungskreis 98
- Kolo linowe,** канатный шкивъ, Seilscheibe 483, 486 i n., 521, 524
- — pośrodkowe, промежуточный к. шкивъ, Zwischenrolle 484
- — łańcuchowe użebione, зубчатое цѣпное колесо (блокъ), Verzahntes Kettenrad 530, T. 528
- — łożatkowe (okr.), гребное колесо, Schanfelrad 505
- — łożatkowe (sil) p. Wirnik.
- — mimośrodkowości (sil.), кругъ эксцентрика, Excenterkreis, Schieberkreis 885
- — odsuwów (sil.), золотниковый кругъ, Schieberkreis 887
- Kolo pasowe (cz. m.),** шкивъ (ременной), Riemenscheiben 477
- — jałowe (gorzej luźne), холостой шкивъ, Leerscheibe, Lossscheibe . 480
- — osadzone, robocze, рабочий шкивъ, Festscheibe 480
- — schodkowe, ступенчатый шкивъ, Stufenscheibe 480
- — podstawowe (stałe) (mat.), основной кругъ, Grundkreis 113
- Kolo podziałowe (cz. m.) p. Obwód podziałowy.**
- — podziałkowe (mier.), лимбъ, Limbus 128
- — powrotowe (mech.), кругъ возврата, Rückkehrkreis 157
- Kolo poziome (mier.) p. Teodolit.**
- — rozrędowe, маховое колесо, маховикъ, Schwungrad 615 do 623, 1120, 460
- Kolo ślimakowe p. Ślimacznica.**
- — tworzące (ruchome) (mat.), катающийся кругъ, erzeugender Kreis . . 113
- — wiatrakowe (sil.), колесо вѣтряной мельницы, Windmühlengrad . . . 309
- Kolo wodne (sil.),** вертикальное водяное колесо, Wasserrad 805 do 817, 494, 460
- — nasiębierac, верхнебойное колесо, oberschlächtiges Wasserrad . . . 805
- — śródbierne, среднебойное водяное колесо, Wasserrad mit Spannschütze 817
- — a — go użebienie, зубцы на ободкахъ водяныхъ колесъ, Wasserradzahnkranz 460
- Kolo zębate (cz. m.),** зубчатое колесо, Zahnrad 448 do 468, 230
- — z zębami drewnianymi, колесо съ деревянными зубьями, Kamhrad 462, 465
- — rędniane, зубчатое колесо для приводовъ, Transmissionsrad, Triebwerkrad 460, 462
- — skojarzone, комплекты колесъ, Satzräder 453, T. 467
- — storeowe (zwykle, czyli walcowate), зубчатое колесо, зубчатый вѣнецъ, Stirnrad 450 i n., 230, 810
- — stożkowe (stożki zębate), коническое колесо, Kegelrad 457, 463, 231
- — śrubowe, винтовые цилиндрические колеса, Schraubenräder 458, 463, 231
- — wechwytowe, храповое колесо (храповикъ), Sprehrad 536
- — wewnątrz użebione, колесо съ внутреннимъ зацеплениемъ, Nohhrad 454, 456, 231
- Koń zębatach dobór. комплекты зубчатыхъ колесъ, Rädersatz 453**
- — podziałka, шагъ зацепления (= деление) зубчатого колеса, Teilung des Zahnrades 448, 232
- — stało, пария зубчатыхъ колесъ, Einzelräder 453
- Kolo zmianowe (mech.),** кругъ перемены. Wechselkreis 158
- — zwrotowe (mech.), кругъ перегиба, Wendekreis 155, 158
- Kolowiec (okr.),** колесный пароходъ, Raddampfer 547, 561
- Kolowrot (b. m.),** воротъ, Haspel 738, 740, 802
- — parowy, паровый воротъ, Dampfkabel, Dampfhaspel 739 i n.
- Kolpaczek żarowy (osw.),** каменный чулокъ, Glüh-Strumpf 935
- Kolpak parowy p. Dymon parowy.**
- Kombinacje (mat.),** сочетание, Kombination 47
- Komin,** дымовая труба, Schornstein, Esse
- — a ciąg, сила тяги д. т., Zugstärke d. S. 958, 1069, 526
- — urządzenie odiskierne, искроудержательный приборъ, Funkenfänger 389, 555
- Komin domowy (bud.),** дымовая труба, Haus-Schornstein 596
- — a — go słupiak, Schornsteinkasten 597
- Komin fabryczny,** фабричная дымовая труба, Fabrikschornstein 962 i n., 204
- — a — go wyprostowanie, выпрямление дымовой трубы, Geraderichten des Schornsteines 962
- Komin kotła parowego,** дымовая труба пар. котл., Dampfkessel-Schornstein 958 do 964
- — parowozu, дымовая труба паровоза, Schornstein d. Lokomotive . . . 387
- — wygaźni (gaz.), дымовая труба, Schornstein 919
- Komin żelazny,** желѣзная д. т., Blechschorstein, Eisen-S. 964, 530, 439
- — a — ego uwięź, натяжное укрѣпленіе дим. трубы, Standverbindung des Schornsteines 964
- Kominek (ogr.),** каминъ, Kamin . . . 594
- Komorą paleniskową kotła,** огневая коробка котла, Feuerbüchse des Dampfkessels 1026, 1008

Komora prężarska (*kuź*), stożka, Stadel 538
Kompresya, kompresor p. Sprężanie, sprężarka.
Komutator (el.) p. Przerządźnik.
 Koń mechaniczny, moc konia, *MK*, łomadnia siła, *Pferdestärke* 194 i in., 961
 — a siła pociągowa (*sil.*), siła тяги łомаді, *Zugkraft* des Pferdes . . . 803
Konchoida (*krzywa muszlowata*) (*mat.*), *Konchoide* (*Muschelcurve*) . . . 119
Kondensator p. Pojemnik (el.), skraplacz (sil. par.).
Konglomerat p. Zlepienie.
Konstantan (*el.*) 619
Kontakt (el.) p. Styk, stycznik.
Kontrforsa p. Przypora.
Konus Parry'ego p. Parry'ego stożek.
Koparka, suchy garberz, *Ausschachtmaschine* 716
Kopulak p. Żeliwiak.
Kopuła kratowiana (*st. b.*), купольная крыша, *Kuppeldach* 720
Kopuła walcowa (*mat.*), cylindryczеская podkwa, *Cylinderhuf* 135
Korba (*cz. m.*), кривошипъ, *Kurbel* . . . 557
 — ręczna, рукоятка, ручной кривошипъ, *Handkurbel* 560
 — zabezpieczona, безопасная рукоятка, *Sicherheitskurbel* 540
 — u szpor, цапфа кривошипа, *Kurbelzapfen* 559, 490
 — *goleń p. Goleń korbowa.*
 — nacisk po stycznей, касательная сила кривошипа, *Tangentalkurbeldruck* 556
Korbwośd p. Goleń korby, goleń korbowa.
Korek (*cz. m.*), пробка, *Propfen* . . . 928
Korkowiec (*tw.*), пробковый камень, проб. масса, *Korkstein* 84, 8, 628, 334, 594, 619, 305
Korona podtorza (*kol.*), ширина полотна, *Kronenbreite* 255
Koryto (*gaz.*), газоприемникъ, *Vorlage* 919
Kosz (klatka) dźwiga (wyciągu), каретка подъемника, *Fahrkorb, Förderkorb, Fördergefäß, Fahrstuhl* 521, 732, 741
Koszulka żarowa p. Kołpaszek ż.
Kosztorys p. Nacen.
Kościóły (*bud.*), церкви, *Kirchen* 198, 202
Kota (rysunku) (mier.) p. Pionik.
Kotlina (*kuź*), подъ, *Bad, Herd* 568 i in.
Koś żórawia (*b. m.*), тележка крана, *Katze, Laufkatze* des Kranes 679, 700 i in.
Kotłak (*ktł.*), корпусъ котла, *Kesselkörper* 995, 975
Kotłowe towarzystwa, союзъ владальцевъ пар. котл., *Uebervachungsverein für Dampfkessel p. a.* 1063, p. n. 1058
Kotłowego urządzenia sprawność, коэфф. полезного дѣйствія к., *Wirkungsgrad* d. K.-Anlage 1073, 953, 956, 379, 527

Kotły p. Kociół.

Kotwa (*bud.*), якорь, *Anker* 193
Kotwica (*okr.*), якорь, *Anker* 484
Koziół odbojowy (*kol.*), *Prellbock* . . . 334
 — wagonu (*kol.*), *Bremssersitz* 374
Kratowie (*st. b.*), ферма, *Fachwerk, Gerippe* 683, 715, 923
Kratownica (*st. b.*), рѣшетчатая ферма, *Fachwerkbalken, Fachwerkträger* 683, 771 i n., 345
 — bezstojcowa, рѣшетчатая фермы съ раскосами, *Strebenfachwerkbalken* 687
 — ze stojcami, фермы раскосныя со стойками, *Ständerfachwerkbalken* 686
 — trójkatnikowa, *Dreieckfachwerkträger* 686
 — wieloprzęsłowa, неразрѣзная рѣшетчатая ферма на многихъ опорахъ, *durchlaufender Fachwerkträger* mit mehreren Stützpunkten 692
 — wspornikowa, рѣш. ферма Гербера, *Gerbersche Fachwerkbalken* 695
Kratownik (*tw.*), квадратное желѣзо, *Quadrat Eisen* 20, T. 21
Krawędź wlotcza suwaka (*sil.*), паровпускной край золотника, *Abschlusskante* des Schiebers für den Eintritt 884 i n.
 — wlotowa okienka, край паровпускнаго отверстия, *abchliessende Kanal-kante* für den Eintritt 884 i n.
Krawężnica (*bud.*), *Gratsparren* . . . 172
Krągownik (*tw.*), круглое желѣзо, *Rundeisen* 20, T. 21
Krażek (*przuząd.*), блокъ, роликъ, *Rolle* 670
Krażek kierowniczy (*cz. m.*), направляющій роликъ, *Leitrolle* 472, 484
 — linowy, канатный блокъ, *Seilrolle* 521, 524, 670
 — łańcuchowy, цѣпной блокъ, *Kettenrolle* 528 i n., 671
 — gniazdkowy, зубчатый цѣпной блокъ, звѣздочка, *verzahnte Kettenrolle* (K.-rad), *Daumenrolle* 526, 528 i n.
 — naprężający, (lepiej k. wypnężający) (*cz. m.*), натяжной роликъ (шківъ), *Spannrolle* 477, 483
 — podporny (*cz. m.*), поддерживающій роликъ, *Tragrolle* 483
 — przesuwny bierny (*przuząd.*), блокъ подвижной ведомый, *lose Rolle* . . . 671
 — przesuwny czynny (*przuząd.*), блокъ подвижной ведущій, *umgekehrte lose Rolle* 671
 — stały, блокъ неподвижный, *feste Rolle* 671
Krażek szmyrgłowy (*obr.*), наждачная шайба, *Schmirgelscheibe* 659, 1143
 — zdawny (*kol. el.*), *Fahrrolle* 907
Krażuny (*bud.*), кружала, *Lehrgerüst* 166
Kreda (*tw.*), мѣл., *Kreide* 80, 8, 619

- Kresa** (*mat.*), отръзокъ, Strecke . . . 93
Kreozot (*tw.*), креозотъ, Kreosotöl . . . 109
Kręcenie (*wytr.*), напряжение при скручиваніи, Drehungsspannung 337, 396, 495
Kriger'a żeliwiaki 555
Krok (*skok*) śruby (gwintu) (*cz. m.*), ходъ винта, Schraubensteigung, Ganghöhe 227, 426
Krokiew (*bud.*), стропильная нога, Sparren 170, 720
 — jałowa (międzywiązarowa), промежуточная стропильная нога, Zwischen-sparren 174
Króciec (*ktł.*), штудеръ, Rohr-Stützen 921, 970, 1026
Kryśba dachów (*bud.*), кровля, Dachdeckungen 179 i n. 634
Krzem (*tw.*), кремній, Silizium 3, 6, 19, 551
Krzemień (*skalka*) (*tw.*), граніт, Feuerstein [79
Krzemkówka (krzemionkowa masa, margwica krzemionkowa) (*tw.*), кизельгуръ, Kieselguhr 82, 8, 594, 305
Krzywa antifrykcyjna (Traktorya Huyghensa) (*mat.*), антифрикціонная кривая, Antifriktionskurve 118
 — kołowa (cykliczna), циклоидальная кривая, cyklische Kurve 112
 — łańcuchowa, цѣпная линія, Kettenlinie 117, 471
 — Mariotte'a (*mech.*), кривая Мариотта, Mariottesche Linie 290
 — obwijająca (*mat.*), обертывающая кривая, einhüllende Kurve 101
 — odłączająca (*mech.*), кривая отсвѣрывающаяся, Hüllkurve 154
 — płaska (*mat.*), плоскія кривыя, krumme Linien in der Ebene 96
 — o podwójnej krzywosci, кривыя двойной кривизны, Kurve doppelter Krümmung 124
 — wklęsła, вогнутая кривая, konkave Kurve 99
 — wypukła, выпуклая кривая, convexe Kurve 99
 — zrzutu (*b. m.*), кривая сбрасыванія сыпучихъ тѣлъ, Abwurfkurve 756
Krzywych wutykanie (*mier.*), разбивка кривыхъ, Abstecken der Kurve 243 i n.
Krzywka (*cz. m.*), Bogen-Stück 927
 — żeliwna, чугуинный отводъ, gusseiserner Krümmer, L u. K-Stück 584
Krzywość (*mat.*), кривизна, Krümmung 99
Krzyż przymatowy (*mier.*), крестъ призмъ, Prismenkreuz 124
Krzyżka (*cz. m.*), крестъ, Rohr-Kreuzstück 599, 927
Krzyżnia (*kol.*), пересѣченіе путей, Kreuzung 300
 — przełączna (*kol.*), крестъ изъ стѣлокъ, Weichenkreuz 306, 315
Krzyżowiec (*okr.*), крейсера, Kreuzer 492 i in.
Krzyżownica (*kol.*), крестовина, Herzstück 301, 310
 — u dziób, остріе крестовины, Herzstückspitze 301, 310
 — skrzydło, Herzstückflügel 302, 310
Krzyżulec (*cz. m.*), крестовина, кулакъ, позлуць, Kreuzkopf, Querhaupt 555, 567, 399, 520
 — a łyżwa, позлушка крестовины, Kreuzkopfschuh 569
 — tor, дорога позлуца, Gleitbahn 928, 568, 555
Krzyżulec na korbie, кривошипъ съ кулиссою (безъ шатуна), Kurbelschleife 560, 635
Ksiuk (*wyskok*) (*cz. m.*), палець, кулачекъ, Anschlag, Daumen 753, 869
Kzylolit p. Trocinowiec.
Kształtka kielichowa (*cz. m.*), раструбчатая фасонная труба, Muffenformstück 583, T. 585
 — kołnierkowa, фланцевая фасонная труба, Flanschen-Formstück 583 i n.
 — miedziana, фасонныя трубы изъ красной мѣди, kupferne Formstücke 599 i n.
 — żeliwna normalna, нормальные фасонная труба, gusseiserner normale Formstücke 583 i n., T. 585 i n., 600
Kształtownik (*tw.*), фасонное желѣзо, Formeisen, Profileisen, Walzeisen 20, T. 26 i n.; p. r. 62: 446
Kuchenka gazowa, газовая кухня, Gaskochherd 986
Kukorbowy bieg tłoka (*b. m. sil.*), ходъ поршня впередъ, Hingang des Kolbens 882
 — a tyrona tłoka (cylindra), передняя сторона поршня, vordere (untere) Kolbenfläche, Kurbelseite des Cylinders 867, 882
Kula (*mat.*), шаръ, Kugel 129, 135, 177, 191
 — i objętość, объемъ шара, Kugelinhalt T. 38
 — wydrążonej wytrzymałość, сопротивление стѣнокъ полого шара, Festigkeit der Hohlkugel 422
Kulisa p. Jarzmo.
Kulomb (*el.*), кулонъ, Coulomb 782
Kurek dozorczy (*ktł.*), пробирный кранъ, Probierhahn 1044, 390, 429, nadto p. *kottów wołoskas.*
 — rozczepkowy (trójdrogowy) (*cz. m.*), трехпутевый кранъ, Dreiweghahn 614
 — spustowy, продувной к., Entwässerungshahn, Cylinderhahn, Wasserablasshahn 926, 1042, 721, 391
 — wtryskowy (*sil.*), вспрыскиваемый кранъ, Einspritzhahn 931
Kuter (*okr.*), катеръ, Kutter 486, 501

Kuzienne ognisko, кузнечное горно, Schiedefeuer. T. 787, T. 800
 Kuźnia, кузница, Schmiede 436
 Kuźniarka (tłocznarka kuzienna) (obr.), кузнечный пресс, Schmiedepressen 663 do 666
 — hydrauliczna, гидравлический кузнечный пресс, Druckwasserschmiedepresse. 664, 559
 Kuźnica, горный завод, Hüttenwerk 538 i n. 689
 Kuźnictwo żelaza, металлургия железа (горнозаводское дело), Eisenhüttenkunde, Hüttenbetrieb . . . 532 do 571
 Kwadratów najmniejszych metoda (mat.), способ наименьших квадратов, Methode der kleinsten Quadrate . 90
 Kwarce (Kwarzec) p. Twardzic.
 Kwarcyt (tw.), кварцит, Quarzit. . . 79
 Kwas węglany p. Bezwodnik węglowy.

I.

Lak asfaltowy p. Maź asfaltowa.
 Lampa łukowa p. Łukówka.
 — żarowa p. Żarówka.
 Landsberg'a wzory (wytr.), формулы Ландсберга, Formeln von Landsberg 344
 Langen'a dzwon (kuś), Langensche Glocke. 546
 Laska węglowa (osw.), Kohlenstift . 900
 Laval turbina parowa, турбина Лавала, Lavalturbine 947, 1140
 Lawa, лава, Lava. 79, 8, 334
 Legar (bud.), половая балка, Lagerholz 195
 Lejnica (do surówki), ковш, Giesspfanne 559, 725
 Lemniskata (mat.), лемниската, Lemniskate 119
 Leniwka (mier.), микрометрический винт, Mikrometerschraube. 126, 129
 Lep wodotrwały (tw.), гидравлический раствор, hydraulischer Bindemittel 94
 Lewar p. Dźwignik także Przesysak.
 Leźnia (bud.), прогонъ, Fette 173 i n., 184
 Licowanie ścian, облицовочная кладка, Verblendungsmauerwerk 158
 Licówka (cegła), облицовочный кирпич, Verblendstein 86, 158
 Liczykrok (pedometr) (mier.), счетчик числа шаговъ, Schrittzähler . . 122
 Lift p. Dźwig.
 Lina bawełniana, хлопчатобумажный канатъ, Baumwollenseil 488, T. 486
 — druciana, проволочный канатъ, Drathseil 481 i n., 522, 741 i n., 336, 235
 — z drutu kształtowanego, согнутые кабаты, verschlossenen Drathseil 524, 747
 — do dźwigni, подъемный канатъ, Lastseil 520, 741 i n., 336, 234
 — do dźwigoń, канаты для подъемниковъ, Aufzugseile 736, T. 520, T. 745 i n.

Lina koporna, пеньковый канатъ, Hanfseil 486, 520 i n., 336, 234
 Lina napędowa, передаточный канатъ, Transmissionsseil T. 482, 486
 — u — ej prędkość, скорость движения передаточного каната, Transmissionsseilgeschwindigkeit. 485, 488
 — — trwałość, продолжительность службы пер. канатовъ, Dauerhaftigkeit der Transmissionsseile. 481, 486
 Lina o skrętkach płaskich, проволочный канатъ изъ плоскихъ шпрангъ, flachlitziges Drathseil 524, 746
 — płaska, канатъ проволочный плоский, flaches Drathseil . . . 522, T. 744
 — wielolinkowa, кабельный канатъ, Kabelseil T. 744
 — wyciągowe (górn.), канатъ подъемный, Förderseil 523, 741 i n.
 Liny smarowanie, смазка каната, Schmierendes des Seiles 481
 — splatanie, сращивание каната, Verspleissen des Seiles. . . 481, 486, 439
 — zwisanie, провисъ каната, Durchsenkung des Seiles 484, 488
 Linia kabłąkowa (bud.), коробчатая линия, Korbogennlinie 163
 Linia koszykowa p. Linia kabłąkowa.
 — sprężysta (wyt.) p. Odkształcona.
 — śrubowa (mat.), винтовая линия, Schraubennlinie 125, 426
 — ugięta (wyt.) p. Odkształcona.
 Linka ostrzegawcza pociągu, Zugleine 430
 Linoleum (tw.), линолеумъ, Linoleum 84
 Linowa taśma, плоский пеньковый канатъ, Hanfflachseil 520, T. 521
 Lipowicza metal (tw.) 78
 Lisica, zweiteilige Hängesäule . . . 192
 Listwa (w pokryciu dachu) (bud.), планка въ кровли, Deckungsleiste . . 186
 Liść Kartezjusza (mat.), листъ Декарта, Descartesches Blatt 119
 Log (okr.), Log 490
 Logarytmy (naturalne, zwykłe), натуральные логарифмы, бригговый л., natürliches Logarithm, Briggsches L. 24, 32 i n., 46, T. 1 do 21
 Lloyd'u przepisy o kotłach parowych. 528
 Lonek (cz. m.), шплицъ, Splint . . 429
 Lössl'a wzór na parcie wiatru . 307, 631
 Luneta (mier.), подзорная труба, повтрительная тр., Fernrohr . . . 129
 — astronomiczna (mier.), астрономическая подзорная труба, astronomisches Fernrohr. 124
 Lustró snwaka p. Snwaka gładź.
 Lut (lutowie) (tw.), припой, Lot 77, 319
 Lutowanie elektryczne, электрическое спаивание, elektrisches Löten . . 791
 Luz (b. m.), зазоръ, Zwischenraum, Spielraum 806, 922, 292 i t. p.
 — międzywieńcowy (turbiny), зазоръ между турбинными колесами, Spalt, Kranzspalt 831, 826

E.

Escenie dachów (*bud.*), рѣшетины, Lattung 169
Esciak (*gwóźdz*), гвоздь для рѣшетинъ, Lattennagel 170
Eadowność towarów, Staugewicht 481
Eadownia (*kol.*), товарная платформа, Laderampe, Ladesteig 337 i n., p. r. 210
Eadówka przenośna (*kol.*), bewegliche Laderampe 338
Eadunkowe obręsia (*kol.*), Lademass. 437
Eadunku wagonowego zawartość, объемъ вагонной нагрузки, Inhalt der Wagonladung 13
Eamak ломъ, Brechstange 261
Eańcuch klinowy (*lepiej: kliny zrzeszone*) (*mech.*), клиновой прессъ, Keilkette 222
 — (*cz. m.*), цѣпь (заварная), Kette 525, i n., T. 527; 485
 — dokładny, калиброванная цѣпь, kalibrierte Kette 526, 527, T. 528
 — dźwigny, цѣпь для грузовъ, Lastkette 525, 531, 736
 — kotwiczny (*okr.*), якорная цѣпь, Ankerkette 485
 — mierniczy, цѣпь, Messkette 122
 — napędny, приводная цѣпь, Treibgelenkkette 530 i n. T.
 — przegubowy, шарнирная цѣпь, Gelenkkette 233, 530
Eata drzewna (*tw., bud.*) 111 i n., 169
 — miernicza, деревянная сажень (рѣпка), Messlatte 122
 — z krokiewką (*mier.*), обыкновенный вагерасъ, Setzwaage, Setzlatte 134
Eawa (*bud.*), Absatt, Bankett 161
Eazienki (*bud.*), купальни, Badeanstalt 199
Eączniki (*lep. złączniki*) gazowe, газовыя фасонныя части, Gas-Fittinge 587, 927
Eączniaki szynowe (*kol.*), рельсовыя соединительныя части, Schienenverbindungsteile p. r. 209
Ebica biegunowa (*el.*), арматура полюса, Polschuh 825
 — cylindra (*sil. spal.*), передняя часть цилиндра, Cylinderkopf 1081, 1104 i n.
Eeb goleni korbowej (*gorzej korbowodu*) (*cz. m.*), головка шагуна, Schubstangenkopf 564
Eebkownik (*tw.*), жезло бимсовое, I-Wulsteisen 20, T. 37
Eojek, талькумъ, Talk 549
Eopata, лопата, Schaufel 261
Lopatka (*b. m.*), лопатка, лопасть, Schaufel 759, 763, 808 i n., 837 i n., 841
Łożyska grzanie się p. Czopa grzanie się, — ranwie (ranewki), вкладышъ подшипника, Lagerschale 509
 — podstawki, основная плита, Schloplatte 517
 — smarowanie (*oliwienie*) p. Czopa smarowanie.

Łożysko grzebieniaste, l. odporowe (*cz. m.*), гребенчатый подшипникъ, Kamm-lager 512, 520, 523
 — gwiazdziste, звездообразный подшипникъ, sternförmiges Lager 510, 847
 — kulkowe, подшипникъ съ шариками, Kugellager 514
 — nadwodne, надводный подшипникъ, Überwasserzapfenlager 842, 847
 — pasyjne, направляющій подшипникъ, Halslager 510, 847
 — napienne (*obrotnicy*), Königszapfenlager 320
 — odporowe p. Ł. grzebieniaste.
 — pędziane, приводной подшипникъ, Transmissionslager 514
 — prądniczy, подшипникъ динамомашинны, Dynamolager 828
 — przegibne mostu, опора шарнирная, Kipplager 168
 — przewietrznika, подшипники вентиляторовъ, Lager der Ventilatoren 786
 — przykorbowe silnika, подшипники двигателя, Kurbellager, Kraftmaschinenlager 509, 929, 1113, 520
 — siodłowe, нормальный подшипникъ, Stehlager, Traglager 510
 — storcowe, пятникъ, Spurlager 509, 843
 — turbin, подшипники турбинъ, Turbinenlager 842 i n., 1143
 — uchylnie szynicy, подшипникъ (на маятникъ) качающійся, Kipplager 696
 — wagonowej osi, подшипникъ для вагонныхъ осей, Eisenbahnwagenachsenlager 513, 415 i n.
 — z wahlwemi ranwiami (*i. Sellersa*), подшип. Селлерса, Sellersches Lager 511 1143
 — na walcach (*most.*), опора на каткахъ, Brücken-Rollenlager 168
 — wałkowe, подшипникъ съ роликками, Rollenlager 514, 681, 683
 — wała głównego, подшипники коренныхъ валовъ, Hauptwellenlager 512
 — wiszące, подвѣсной подшипникъ, Hängelager 515
 — wspornikowe, кронштейнъ съ подшипникомъ, Consollager 518
Łódź (*czółno*), лодка, Boot, Kahn 486, 272
Łój, сало, Talg 120, 8, 481, 459
Łubki do szyn kolejowych, накладки, Laschen p. n. 49, 294; p. r. 60, 209, 282, 293
Łuk (*bud., st. b.*), арка, Bogen 709 i n., 733
 — u krzywa pośrodkowa, внутренняя направляющая, Bogenmittellinie 733 i n.
 — linie rdzenne, основныя линии арки, Kernlinie des Bogenträgers 709
Łuk koła opięty cięgnem (*cz. m.*), охватывающая дуга, umspannter Bogen 232, 470 670, 678
 — u — długość (*mat.*), длина дуги круга, Kreisbogenlänge T. 36, 37

- Luku koła strzałka (*mat.*), стрѣлка дуги круга, Kreisbogenhöhe . . . T. 36, 37
- Luk kratowiany (*st. b.*), арочная решетчатая ферма, Fachwerkbogenträger . . . 710
- prądny (*el.*), вольтова дуга, elektrischer Lichtbogen . . . 899 i n.
- toru kolejowego, кривая пути, Gleiskrümmung . . . 243, 273, 313
- Łukówka (*osw. el.*), Bogenlampe 898 i n., 895
- barwna, Effectbogenlampe, Flammenbogenlampe . . . 900
- bocznikowa, Nebenschlusslampe . . . 902
- głównikowa, Hauptstrom.-B.-L. . . 901
- różnicowa sprzężona, Differentialbogenlampe . . . 903
- trwałopalna (małozgarowa), Dauerbrandbogenlampe . . . 899
- Łupa (*kuź.*), крица, Luppe . . . 559
- Łupezak (gwóździ) (*bud.*), гвоздь для асфидных плит, Schiefernagel . . . 181
- Łupek (*tw.*), слянецъ, Schiefer 79, 8, 482, 169, 179
- gliniasty, асфидная глина, Thonschiefer . . . 540
- Łupkówka (*bud.*), асфидная плита, Schieferplatte . . . 181
- Łuska (*bud.*), чешуя, Schuppen . . . 187
- Łyszczyk (*tw.*), слюда, Glimmer 78 i n., 8
- Łyża lejarzka (*kuź.*), ковшъ, Giesspfanne . . . 554
- M.**
- Magnes (*el.*), магнитъ, Magnet 784, 787, 821 i n., 701 i n.
- Magnetostka (*el.*), мѣра магнитнаго поля, Kraftlinie . . . 784
- Magnetyzm (*el.*), магнетизмъ, Magnetismus . . . 784 i n.
- Magneśnica (*el.*), корпусъ динамомашины, Magnetgestell . . . 824
- Magnez (*tw.*), марнiй, Magnesium 3, 8, 333, 791
- Malowanie okien (*bud.*), окраска оконъ, Fensteranstrich . . . 197
- ustrojów żelaznych, Anstrich von Eisenkonstruktionen . . . p. n. 69
- Malpiarka (obrabijarka do kopiowania), копировальный станокъ, Kopiermaschine . . . 668
- Małżowiec (*tw.*), Lumachellamarmor . . . 80
- Mangan, марганецъ, Mangan 3, 6, 8, 19, 551
- Manganiak (*tw., kuź.*) . . . 537
- Mannesmannowskie rury . . . 571, 20, 589
- Manometr, манометръ, Manometer 589, nadto p. Kot. par. man.
- Mansarda (*bud.*), мансарда, Mansarde 172, 202
- Margiel (*tw.*), мергель, Mergel . . . 80, 482
- Marmur, мраморъ, Marmor . . . 80, 8, 619
- Martynowski płomieniak (*kuź.*), Мартена пламенная печь, Martinofen . . . 563
- Martwica (*tw.*), туфль, Tuff SI, 8, 149, 594
- Mariotta prawo (*mech.*), законъ Мариотта, Mariottesches Gesetz . . . 278
- Masa (*mech.*), масса, Masse . . . 192
- Maszt (*okr.*), мачта, Mast . . . 498 i n.
- przedni, фокъ-мачта, Fockmast . . . 498
- przedytny, крюйсъ-мачта, Kreuzmast . . . 500 i n.
- tylny, бизань-мачта, Besahnmast 498 i n.
- wielki, гротъ-мачта, Grossmast 498 i n.
- zaprzadni, Mittelmast . . . 498 i n.
- Maszyn podział, подраздѣленіе машинъ, Klassifikation der Maschinen . . . 649
- dostawy, warunki niemieckie, условия поставки машинъ, Lieferungsbedingungen für Maschinen . . . 1076
- Materyały (lep. tworzywa) budowlane, строительные материалы, Baustoffkunde . . . I do 120
- kolejowe, железнодорожные материалы, Eisenbahn-Baustoff p. n. 48, p. r. 57
- Matematyczne tablice, математическія таблицы, mathematische Tafeln T. 1 do 42
- Matryca p. Podtłoczka.
- Maximum p. Największości.
- Maxwell'a zasada o odkształconych (*wyt.*), Maxwellscher Satz . . . 669
- Mazut p. Odpadki naftowe.
- Maż asfaltowa, асфальтовая замазка, Asphaltlack . . . 169, 188, 68
- (smoła) pogazowa (*tw.*), деготь, Teer 535, 913, 169, 188, 68
- Mażnica (*kol., cz. m.*), бурса, масленка, Achsbüchse, Schmiernapf 415, 419, 513
- Mechaniczna teoria ciepła, механическая теорія теплоты, mechanische Wärmetheorie . . . 1125, 324
- Mechaniczny równoważnik ciepła, механический эквивалентъ теплоты, Arbeitsäquivalent der Wärmeinheit, Mechanisches Wärmeäquivalent . . . 325
- Mechanika ciał stałych, механика твердыхъ тѣлъ, Mechanik fester Körper . . . 143
- gazów, механика газовъ, Mechanik der Gase . . . 275
- par, механика паровъ, Mechanik der Dämpfe . . . 275
- Megom (*el.*), мегомъ, Megaohm . . . 783
- Melafir p. Porfir.
- Metacentrum p. Nibysródek.
- Metal biały (*tw.*), бѣлый металлъ, Weissmetall . . . 76, 491 i n.
- delta, дельта металлъ, Delta-Metall 76
- przeciwierny, антифрикціонный сплавъ, Antifrictionsmetall . . . 76
- Meyer'a stawidło suwakowe, золотникъ Мейера, Meyersche Steuerung . . . 902

- Mekarskiego tramwaje** 455
- Miarkownik** energiczności pomp, regulator przewodności maszyn, Leistungsregulator 646, 721
- niestateczny, астатический регулятор, астатический Regulator (Regler) 625
- odśrodkowy, центробежный регулятор, Centrifugalregulator 623 do 646
- omalniestateczny, pseudoastatyczny regulator, pseudoastatischer Regulator 626
- płaski, плоский регулятор, Flachregler, Achsenregulator 624, 631
- o pośrednim działaniu, regulatorъ непрямого действия, mittelbar wirkender Regulator 631, 647
- prężności gazu, regulatorъ давления газа, (Stations-) Gasdruckregler 924, 933, 1123
- przepływu gazu, реометръ, Rheometer, Verbrauchsregler 934
- przepustnic parowych, per. съ podpornymi (запорнымъ, дроссельнымъ) клапаномъ, Regulator mit Dampfdrosselventil 646
- sprężynowy, пружинный регулятор, Federregulator 624, 643
- wahakowy, регуляторъ съ маятникомъ, Pendelregulator 623
- Miarkownika** energiczność, работа регулятора, Arbeitsvermögen des Regulators 629, 631
- nieczułość (nieruchliwość), нечувствительность регулятора, Unempfindlichkeit (Unbeweglichkeit) des Regulators 626, 628
- niejednostajność, неравномерность регулятора, Ungleichförmigkeitsgrad des Regulators 626, 631
- siła, энергия регулятора, Energie des Regulators 629
- skok zastępczy, редукованный ходъ регулятора, reducirter Muffenhub des Regulators 630
- Miary** w różn. krajach, мѣры различныхъ странъ, Masse verschiedener Länder 942
- i wagi złożone, сложные мѣры и вѣса, zusammengesetzte Masse und Gewichte 961
- Miar układ** bezwzględny, абсолютная система мѣръ, absolutes Masssystem 193, 782
- zamiana, переводъ мѣръ, Verwandlung der Masse 952 i n.
- Miedź** czerwona, красная мѣдь, Kupfer 72, 3 i n., 627, 314 i n., 332 i n., 1006, 619, 789 i n., 591, 67
- Mielarz** (kuz., tw. b.), куча для обжиганія древеснаго угля, вапальная кирпичеобжигательная печь, Meiler 583, 85
- Miernictwo**, геодезия, Vermessungskunde 122 do 148
- Miernik** gazu (gaz.), газомѣръ, Gasmesser 922, 933
- Mieszanie** pary z cieczą, смѣсь пара и жидкости, Dampfwassermischungen 292, 297, 1130 i n.
- Mieszanki** gazów, смѣсь газów, Gasgemische 279, 1080 i n., 914
- Mieszarka** zaprawы, машина для выдѣлки растворовъ, Mörtelmühle 88, 688
- Międzytorze** (kol.), Planumstreifen zwischen zwei Gleisen . . p. r. 208, 213
- Mika p. Lyszczyk.*
- Mikroskop** (mier.), микроскопъ, Mikroskop 125
- Mikrowolt** (el.), микровольтъ, Mikrovolt 783
- Mila** morska, морская миля, Seemeile 490
- Milihenry** (el.), Миліенри 795
- Milivolt** (el.), милівольтъ, Milivolt . 783
- Mimośród**, эксцентрикъ, Excenter 557 i n., 911 i n.
- pokrętny, свободно вращающийся эксцентрикъ, loser Excenter 911
- przesuwny, передвижной эксцентрикъ, verschiebbares Excenter . 910
- ruchu wynikowego, эксцентрикъ равнодѣйствующаго хода, resultirendes Excenter 900
- ruchu względnego, относительный эксцентрикъ, Relativexcenter . . 900
- ujawniający bieg, эксцентрикъ показывающий ходъ впередъ, назадъ, reducirtes Excenter 913
- wynikowy, равнодѣйствующій эксцентрикъ, resultirendes Excenter 913
- Mimośrodo** grzanie się, Warmlaufen des Excenters 562
- obręcz, серья эксцентрика, Excenterbügel 562
- tarcz, эксцентриковая шайба (дискъ), Excenterscheibe 562
- Mimośrodo**wość, эксцентриситетъ, Excentricität 102, 561, 884
- Minia** ołowkowa, свинцовый сурикъ, Bleimennige 9, 68
- Minimum p. Największości.*
- Młot** cierny, фрикціонный молотъ, Reibungshammer 660
- z nosem, лобовой молотъ, Stirnhammer 660
- z ogonem, хвостовой молотъ, Schwanzhammer 660
- parowy, паровой молотъ, Dampfhämmer 660, 559
- wahakowy, кулачный молотъ, Stielhammer 659
- z wytkły, пестовой молотъ, Aufwerfhammer 659
- Młotowiny**, Hammerschlag 540
- Młynek** Woltmanowski, вертушка Вольмана, Woltmannscher Flügel . . . 273

Liczby tłuste dotyczą stron tomu II.

- Moc** (= efekt pracy), производительность (= величина работы = эффект), Leistung (= Arbeitsstärke = Effect 194, 210, 470 i t. p.
- elektryczna, электрическая производительность, эл. эффект, elektrische Leistung, el. Effekt. 782, 791
- hamowana (moc tarcia), работа трения, Bremsleistung 801
- konia, koń mechaniczny, МК, лошадиная сила, Pferdestärke 194, 782, 961
- mianowana silników parowych, номинальная производительность паровых машин, Nennleistung der Dampfmaschinen 879
- — silników spalinowych, ном. пр. газовых двигателей, Nennleistung der Verbrennungsmotoren 1099, 1085
- pożytkowa, полезная работа, пол. производительность, Nutzleistung 802
- — robotnika, производительность рабочего, Arbeiterleistung 802
- — silników parowych, пол. произв. пар. машин, Nutzleistung der D.-Maschinen 862, 1069, 1075, 378
- — silników spalinowych, пол. пр. газовых двигателей, Nutzleistung der Verbrennungsmotoren 1095, 1098
- — turbin parowych, Nutzleistung der Dampfturbinen 946 i n., 1138
- prądu (el.), энергия тока, Stromleistung 801
- wskazana silników parowych, индикаторная пр. пар. машин, indicirte Leistung der D.-Maschinen 862, 867, 1069, 1075, 513
- — silników spalinowych, индикатор. произв. газовых двигателей, indicirte Leistung der Verbrennungsmotoren 1088
- — turbin parowych, индик. работа паровых турбин, indicirte (Brutto) Leistung der Dampfturb. 1089
- Modrzew** можжевельник, Lärche 113, 7
- Moinot'a** tachometr (mier.) 138
- Moivre'a wzór** (mat.), формула Муавра, Moivrescher Satz. 46
- Moment** bezwładności (mech.), момент инерции, Trägheitsmoment 179, 186, 212, T. 362 i n., 675 i n.
- gnący (wyt.), изгибающий момент, Biegemoment 351 i n., T. 372 i n., T. 395; T. 668; T. 764
- obrotu (mech.), момент вращения, Drehmoment T. 209; T. 210; 461
- odśrodkowy (mech.), центробежный момент, Centrifugalmoment 180
- osadzenia sklepienia 741
- nadproporowy, момент над опорами, Biegemoment über den Stützpunkten 393, 661 i n.
- rozruszny (el.), Anfahrmoment 853
- Moment** siły (mech.), момент силы, Moment einer Kraft. 162, 166
- skręcający (wyt.), момент кручения, Drehmoment 396
- stateczności ciała (mech., wyt.), момент устойчивости тела, Stabilitätsmoment 169, 385
- statyczny sił (mech.), статический момент сил, statisches Moment der Kräfte 170
- wytrzymałości, м. сопротивления, Widerstands-M. 353 i n., T. 362 i n., T. 680 i n., T. 674 i n.
- wywracający, вращающий момент, Kippmoment 385, 386
- Monety**, валюты монет, Muntztafel. 939
- Monier'a** sklepienia i ustroje, своды и сооружения Монье 98, 194, 634
- Montejus** p. *Przelotzka parowa*.
- Mosiądz**, желтая медь, латунь, Messing 74, 8, 314 i n., 332, 619, 789, 591
- biały, бѣлая латунь, Weissmessing 75
- glinowy, алюминиевая желтая медь, Aluminium-Messing. 333
- Most**, мостъ, Brücke 344, 637 i n., 658 do 726
- blachownicowy, желѣзный балочный мостъ со сплошной стѣнкой, Blechbalkenbrücke 641
- dla pieszych, м. для пѣшеходовъ, Fussgängerbrücke 770
- drewniany, деревянный мостъ, holzerna Brücke p. r. 656, 204
- drogowy, мостъ прѣѣзжей дороги, (Land-) Strassenbrücke 637 i n., 757
- kolejowy, желѣзнодорожный м., Eisenbahnbrücke 638 i n., 757 i n., p. o. 341, 657, p. n. 642, 657, p. r. 340, 207, 650, 781
- — jednotorowy, мостъ для одного пути, eingleisige E.-B.-B. 641
- kratownicowy, жел. мостъ съ фермами, Fachwerkbrücke. 641
- łańcuchowy, цѣпной мостъ, Kettenbrücke 698
- łukowy, арочный мостъ, Brücke mit Bogenträgern 642
- sklepiony, арочный мостъ, einfache massiv-gewölbte Brücke 637, 733 i n., 204
- uliczny, городской мостъ, Stadtstrassenbrücke 638 i n.
- żelazny, желѣзный мостъ, eiserne Brücke 638 i n., 756 i n.
- Mostów** ugięcia, прогибъ моста, Durchbiegung d. Br. 683, 701, p. r. 656
- Mostek** Wheatstone'a (el.), Витстоновъ мостикъ, Wheatstonesche Brücke. 798
- Możność** pracy, обшая работа, Arbeitsvermögen, Leistungsfähigkeit 299, 691, 874
- Muska prosta* p. *Złazka*.
- Muska redukcyjna* p. *Zwężka*.

- Mur**, cztyna, kamionna kładka, Mauerwerk
 — z cegły, cegielnicza kładka, Ziegelmauerwerk 9, 334 i n., 408, 157 i n.
 — z kamienia łomowego, butowa kładka, Bruchsteinmauerwerk. . . 157, 619
 — odosobniony (zagrodowy), swobodno stojąca cztyna, freistehende Mauer 159
 — odziewny (*kol.*), obшивочная cztyna, Bekleidungsmauer 257
 — odziomkowy (sokułowy), występująca cztyna pokozia, Plintenmauer. 161
 — oporowy p. *Mur wsporczy*.
 — pruski p. *Sciana rozmorowa*.
 — na sucho, cztyna izъ сухой kładki, Trockenmauer 258
 — wezłowny sklepienia, ustoj swoda, opora swoda, Kämpfermauer. . . 753
 — wsporczy, podpornia cztyna, Stützmauer, Futtermauer 731 i n., 257, 267
Murów grubość, толщина cztyny, т. каменной kładki, Mauerstärke 159, 731, 924
Muru wznoszenie, производительность при производствѣ каменныхъ работъ, Arbeitsleistung bei Herstellung von Mauerwerk 162
Murlata p. Podbelcze.
Müller'a z Wrocławia wzór o sklepieniach, Müller-Breslau 734

N.

- Nabierak**, экскаваторъ, Selbstgreifer (Exkavator). 716, 712
Nabijak, чеканка, Setzeisen 582
Nabój (ilość elektryczności), количество электричества, Elektrizitätsmenge 782 i n.
 — ołowiany (w kielichu rury), свинцевая набивка, Bleidichtung 581
Nacem, смета, Kostenanschlag 231 i n.
Naciaz, нагрузка, Belastungsgewicht, Ballast 690, 777, 303, 471, 525 i t. p.
Nacisk na oś, давление на ось, Achsdruck 471, 476
 — na tor krzyżulca, д. на направляющую, Druck auf die Gleitbahn 555, 568, 520
 — od przyspieszenia mas, давление силы инерции движущихся массъ, Beschleunigungsdruck der hin- und hergehenden Massen 555, 617
Naczynie złączone (lepiej: skojarzone) (*tech.*), сообщающіеся сосуды, communicierendes Gefass 243
Naczuy wytrzymałość, сопротивление сосудовъ, Festigkeit der Gefasse 418
Naczóki filarów mostowuch, края мостовыхъ боковъ, Pfeilerhaupt (Kopf des Brückenpfeilers) 260
Nadbrzeze, набережная, Kaistrasse 712, 716

- Nadcieś** (*bud.*), Rahmenholz der Wand 168
Nadciśnienie, давление, Ueberdruck 421, 239 i t. p.
Nadrdzwica (*bud.*), перемичка, Ueberlagbohle 163
Nadmiar sferyczny, n. kulistości (*mat.*), сферическій избытокъ, sphärischer Excess 136
Nadmuch p. Palenisko nadmuchiowe.
Nadmuchnia, Windkammer 561
Nadpiętrze (drempel) (*bud.*), чердачная лицевая cztyna, Drempel 389
Nadprężność pary, рабочее давление пара, Dampfüberdruck 1069
Nadszenie (lep. nadwidnie), Schnurboden 200
Nadwęglanie drzewa, обугливание дерева, Ankohlen des Holzes 109
Nadwodność (koła wodnego, turbiny), зазоръ между колесомъ и нижнимъ отводнымъ каналомъ, Freihängen 806, 840
Nadyszak (dyszak natłaczający), нагнетающий пароструйный вентиляторъ, drückendes Dampfstrahlgebläse 781, 800
Nafciarka, вагонъ-цистерна, Petroleum-(behälter)wagen 426
Nafta, керосинъ, Petroleum 1083, 1082, 320, 619, 482, 426
Nagazniak (*gaz.*), реципиентъ газа, Gas-Füll-Ständer 938
Nagrzewnia (*ogr.*), воздушная камера, Heizkammer 583
Nagrzewnica (*ogr., kuź.*), калориферъ, Luftheizapparat, Winderhitzer 583, 615, 543
Największość i najmniejszość (maksima i minima) (*mat.*), максима и минима, Maxima und Minima 72
Nakówek (nita), замыкающая головка зацепки, Schliesskopf des Nietes 438
 — a okrajka, борозда зацепочной головки, Bart am Schliesskopf 447
Nakównik (szelazja), обжимка, Schelleisen 438
Nakres (wykres wykonany samoczynnie przyrządkiem), диаграмма, Diagramm 848 i t. p.
Nakrętka (*cz. m.*), контргайка, Gegenmutter, Kontramutter 428, 928
Namiar (*kuź.*), колоза, засыпка, Möller, Gicht 539, 552
Naparstek (*cz. m.*), пробка трубы, Verschlusskappe 928
Napelnienie (stosunek napelnienia) silników parowych (*sil. par.*), степень наполнения (ст. впуска) пар. маш., Füllung der Dampfmaschine 848, T. 853
 — ogólne (*sil. par.*) 513
 — zastępcze (*sil. par.*), ст. нап. отнесенная къ цилиндру низкаго давления, reducirte Füllung 848, 863 i n., 513
Napelnienia linia (*sil.*), линия наполнения въ цилиндрѣ, Einströmlinie, Voll-drucklinie 868

- Napęd (siły) (mech.)**, импульсъ (силы), Antrieb (der Kraft) 195
 — *elektryczny p. Napęd prądniakiem.*
 — *korbowy*, механізмъ кривошипа и шатуна, Kurbeltrieb 551, 616
 — *mięsoosiowy*, эксцентрической механізмъ шатуна, geschränkter Schubkurbel 552
 — *liną*, канатная передача, Seiltrieb 469, 481 i n.
 — — *bawełnianą*, передача хлопчатобумажнымъ канатомъ, Baumwollenseiltrieb 486 i n.
 — — *drucianą*, передача проволочнымъ канатомъ, Drathseiltrieb 483 i n.
 — — *koporną*, передача пеньковымъ канатомъ, Hanfseiltrieb 486 i n.
 — *linowy okrężny*, круговая передача безконечнымъ канатомъ, Kreistrieb, Kreisseiltrieb 484, 487
 — *pasem*, ременная передача, Riementrieb 469, 472
 — — *kierowalnym*, угловая ременная передача, Winkeltrieb 472, 477
 — — *obrotowatym*, передача открытымъ ремнемъ, Antrieb mit offenem Riemen 474, 481
 — — *pośkrzyżowanym*, полукрестная ременная передача, Halbkreuztrieb 473, 477
 — *prądniakiem*, передача электродвигателемъ, elektrischer Antrieb, Elektromotoren-Antrieb 677, 712 i in.
 — *ručny*, ручная передача, Handantrieb 676, 560
 — *wałami*, передача силы при помощи валовъ, Kraftübertragung mittels Wellen 489 do 519
Napięcie międzykrajowe (el.), напряжение у зажимовъ, Klemmspannung 799, 804, 848, 901 i in.
 — *prądochłonne (el.)*, обратная электро-возбудительная сила, elektromotorische Gegenkraft 792
 — *prądowórcze (el.)*, электродвигательная (— движущая), сила; напряжение тока, Stromspannung; elektromotorische Kraft 782, 788, 794 i n.
 — *wzmoczone (el.)*, добавочное напряжение, Zusatzspannung 869
 — *zastępcze (el.)*, эффективное напряжение тока, effective Spannung 833, 847
Napięcia podskok (zjawisko Ferrantiego) (el.), Spannungserhöhung (Ferranti-Effekt) 837
 — *sieci miarkowanie (el.)*, регулирование силы тока въ проводникахъ, Regelung der Netzspannung 892
Narogowa (sklepienia), опорная линия, Stützlinie 735 i n.
Narór wody (sil. wod.), давление воды, Wasserdruck 819
Narór ziemi (st. b.), активное давление земли, aktiver Erddruck 726 i n.
Naprawnia kolejowa, желанодорожная мастерская, Reparaturwerkstatt 431 i n.
Naprad (el.), заряжающій токъ, Ladestrom 869
Napładnianie zasobnika (el.), зарядженіе аккумуляторовъ, Laden des Sammlers 806, 864
Napreżenie (wytr.) bezpieczne, допускаемое напряжение, zulässige Spannung 331 i n., 520, 635 i wiele innych.
 — *ciągące p. Ciągnięcie.*
 — *ciągące p. Ciśnienie.*
 — *dozwolone*, допускаемое напр., zulässige Sp. 338 i n., p. a. 342, 635; p. n. 338, 648; p. r. 340, 655
 — *główne*, главное напряжение, Hauptspannung 354
 — — *zastępcze (największe wyciężenie)*, наибольшее теоретическое напряжение материала, ideale Hauptspannung 354 i n.
Napreżenie gnące p. Cięcie.
 — *normalne*, нормальное напряжение, Normalspannung 328, 342, 400, 409
 — *postronne*, случайное и дополнительное напряжение, Neben- u. Zuschlagspannung 344
 — *przemienne*, переменное напряжение, wechselne Spannung 336, 340
 — *przesuwające p. Cięcie.*
 — *skrajne*, предельное (= наибольшее) напряжение, Grenzspannung 401
 — *skręcające p. Kręcenie.*
 — *tnące p. Cięcie.*
Napreżenіe bryły powierzchnia, поверхность напряжений, Spannungsfläche 404
 — *oznaczenie*, определѣние напряжений, Spannungs-Ermittlung 356
 — *powierzchnia oznaczna*, поверхность влияния напряжений, Einflussfläche 404
Narzędzia miernicze p. Przyrządy miernicze.
Narzędzia nitownicze, клепальный инструментъ, Nietwerkzeug 445
Nasówka (cz. m.), падающей раструбъ, U-Stück 583
Nastawa (mier.), приспособленіе для приведенія въ горизонтальное положеніе, Horizontiervorrichtung 127, 132
Nastawiaki, установительный рычагъ (тѣга) для распределительнаго механизма, Stellhebel, Stellzeug, Steuerungshebel 624, 713, 721, 736
Nastawnica (b. m.), распределительный механизмъ, Steuerung 736, 737, 400
 — *prądniaka, prądu (el.)*, реостатъ, Anlasser, Schalter, Fahrschalter, Controller 713 i n., 704, 697, 910
Nasuw (poza) (obr.), поперечный ходъ ножа, Quervorschub 655 i n.

- Nasycanie drzewa (tw.)**, пропитывание дерева, Durchtränken des Holzes 109, 282
- Nasrubek, гајка**, Schraubenmutter 427 i n., 229
- **Penna, гајка Пенна**, Pennsche Schraubensicherung 430
- Nateż bieguna magnetycznego (el.)**, напряжение магнитного полюса, Polstärke 784
- Nateżenie pola magnetycznego (el.)**, сила магнитного поля, Feldstärke 784, 793
- Natloczka skórzana (gorzej cholewa) (cz. m.)**, кожаный манжетъ, Lederstulp 542, 219, 665
- Natrysk (sil. par.)**, душъ, Brause . . . 931
- Nawęglanie żelaza, stali (kuź.)**, цементование жельза, стали, Zementieren des Eisens, d. Stahls 566, 18
- Nawietrzanie (ogr.)**, нагнетательная вентиляция, Druck-Lüftung 585
- Nawietrznik (przewietrznik włączający)**, вдавливающий вентиляторъ, Pulsionsventilator, Druckventilator 781 i n., 584
- Nawiewnik (ogr.)**, отверстие для впуска воздуха, Lufteinströmungsöffnung 587, 614
- Nawilżacz powietrza**, воздухоувлажнительный приборъ, Luftbefeuchtungsapparat 586
- Nawilżenie powietrza**, увлажнение воздуха, Befeuchtung der Luft 280, T. 281
- Nawodzik (cz. m.)**, обратное коромысло, Gegenlenker 570, 573
- Nawój (el.)**, обмотка магнита, Magnetwicklung 701, 704
- Nawracarka (sil.)**, Umsteuermaschine 525 i n.
- Nawrotnica p. Stawidło nawrotcze.**
- Nawrotnik**, Umsteuerungshebel 525 i n.
- Naziom**, уровень земли, поверхность земли, Geländeoberfläche 554, 562, 728 i t. p.
- Nibyśrodek (mech., okr.)**, метacentръ, Metacentrum 237, 460, 472 i n.
- Nicenie (b. m.)**, заклепочное соединение, Nietverbindung 439, 1006
- **w klin**, клинообразное или раскосное заклепочное соединение, Verjüngte Nietung 439
- **kotłowe**, клепка паровыхъ котловъ, Dampfessel-Nietung 440, 1006, T. 1022
- **w łubki**, клепка съ накладками, Laschennietung 442, 1006, T. 1023
- **z nakładką**, заклепочный шовъ съ накладкой, Laschennietung 439, T. 1022
- **proste (jednorzędne)**, заклепочный однорядный шовъ, Kettennietung, Parallelnietung 439, T. 1022
- **na zakładkę**, шовъ въ нахлестку, Ueberlappungs-nietung 439 i n., 1006, T. 1022, T. 1013 i n.
- Nicenie w zakosy**, шахматный заклепочный шовъ, Zickzacknietung 439
- **zbiorników na gaz**, заклепочное соединение для газовыхъ сосудовъ, Gasnietung 444
- **zeskładów żelaznych**, зак. соед. частей жельзныхъ сооружений, Nietung der Eisenkonstruktionen 444 i n., 678
- Niedoskok (strata na skoku tłoka) (sil.)**, потеря хода поршня, Hubverlust. 775
- Niedossanie**, неполное всасывание, Nichtvollsaugen 768
- Niedosuw (sil.)**, зазоръ между поршнемъ и цилиндровой крышкой, Spielraum zwischen Kolben und Cylinderdeckel — **(sil. spal.)**, диня вредного пространства, lineares Maass des schädlichen Raumes 1087, 1089
- Niedosuwca p. Przestrzeń szkodliwa.**
- Niemalyczna (asymptota) (mat.)**, асимптота, Asymptote 89, 98, 105
- Nienadążność wirnika (el.)**, Schlüpfung des Ankers, Schl. d. Läufers . . . 552
- Niemnian p. Suwaki.**
- Niezmiennik równania stożkowej (mat.)**, инвариантъ уравнения конического сѣчения, Invariante der Kegelschnittgleichung 103
- Nikiel**, никель, Nickel 3 i n., 317 i n., 619, 789 i n., 67
- Niszczenie drzewa (tw.)**, разрушение дерева, Zerstörung des Holzes 108
- Nit**, заклепка, Niet 437 i n., 1006; p. n. 339, 56; p. r. 63
- **zecerpu (zcerpiający)**, предварительная заклепка, Heftniet 445
- **a ciśnienie na ścianki dziury**, давление между стѣнкой дыры и заклепкой, Leibungsdruck 445
- **a łeb**, начальная головка заклепки, Setzkopf des Nietes T. 438
- **a nakówek p. Nakówek.**
- **a napręzenie**, осадка стержня заклепки, Stauchung (des Nietschaftes). 446
- **a obliczenie**, расчетъ заклепочныхъ соединений, Nietberechnung 440 i n.
- Nitowanie**, клепка, das Vernieten, nadto p. Nicenie 438
- **na zimno**, холодная клепка, kalte Vernietung 444
- Nomiusz p. Drobnomiar.**
- Normy hutników niemieckich o żelazie i stali**, Vorschriften des Vereins deutscher Eisenhüttenleute 47
- **wyrburgskie o wytrzymałości tworzyw kotłowych**, Würzburger Normen 63
- Nośnica kolejki linowej**, поддерживающий канатъ, несущій к., Tragseil 438 i n.
- Nośność** (całkowite obciążenie bezpieczne), допускаемая нагрузка, полезная нагр., подъемная сила, zulässige Belastung, Nutzbelastung Tragkraft, Tragfähigkeit 372, 412, 527, 342, 346, 787 i t. p.

Nośność magnesu (*el.*), сила магнита.
Tragkraft d. Magneten 787
Nożyce (*obr.*), рязальный станокъ.
Scheere 490, 654
Nóż tokarski, токарный рязецъ, Dreh-
stahl 46
Nurnik, нырало, Plunger (Taucherkolben)
542, 771, 1115, 720, 731

O.

Obchłodek (*sil. spal.*), водяная рубашка,
Wassermantel 1114
Obciążenia budowli, нагрузки строи-
тельныхъ сооружений, Belastungen
der Bauwerke 627 i n.
Obciążenie bezpieczne (*weyt.*) p. Nośność.
— ciągłe, нагрузка сплошная, Strecken-
last 379, 381
— równomierna, равномерная нагруз-
ка, gleichförmige Belastung 374 i n.,
658 i n.
— ruchome, подвижная нагрузка, Ver-
kehrslast 343, 639, 668, p. n. 642, p. r.
668, 781
— zastępcze, эквивалентная нагрузка
637, p. n. 643, p. r. 781
— zmienne, переменная нагрузка, wech-
selnde Belastung. 343
Obelisk, обелискъ, Obelisk . . . 134, 178
Obzdymiak, поглотитель дыма, Rauch-
verzehrer 380
Obgroda wykopy (*bud.*), ограждения для
оснований, Umschliessung der Bau-
grube 150
Objęcie masztu (*okr.*), Fisch . . . 499 i n.
Objętość brył (*mat.*), объемъ тѣлъ, In-
halt der Körper 133 do 139
— skoku tłoka, объемъ описываемый
поршнемъ, Kolbenhubraum 768, 791
— właściwa wody, удѣльный объемъ
воды, spezifisches Volumen des Was-
sers 316
Oblączel (*okr.*), Lateinsegel . . . 498 i n.
Obląg (*okr.*), Ruthe 498 i n.
Obłó okrętu, Kimm 458 i n.
Obłożo (skrzynia murowa) (*cz. m.*), стѣн-
ная коробка, Mauerkasten 518
Obłuczyna (wałcowaта часть przy za-
obleniu) (*kit.*), цилиндрической отог-
нутый бортикъ, Krempe 1025, 1026
Obmurze (koła, wugażnicy, i t. p.),
вмазка, Einmauerung, Mauerwerk 1035,
918; p. n. 1056, 1060; p. r. 1051
Obojętna p. Oś obojętna.
Oboknie (*bud.*), Fensterleibung. . . 199
Obrabiarka, рабочая машина, станокъ.
Werkzeugmaschine 653 do 671
— do drzewa, станки для обработки де-
рева, Holzbearbeitungsmaschine 666 do
669
— do metali, станки для обработки ме-
талловъ, Metallbearbeitungsmaschinen
653 do 666

Obracadlo, вращательный приборъ, Dreh-
vorrichtung. 320
Obracarka, механизмъ для поворота,
Drehwerk, Schwenkwerk 715, 725, 320
Obrączka nakuta (*cz. m.*), приваренный
бортъ, aufgeschweisster Bund 587, 924
— skurczna, стяжное кольцо, Schrump-
f-ring 623
Obwód żagla (*okr.*), ликъ, Liek. . . . 501
Obreze kół, бандажъ, обручь, Radreifen
218, 699, nadto p. koła kolejniczego
obreza.
Obrotniki, машинныя части для вра-
щательнаго движения, Maschinen-
theile der drehenden Bewegung 448 do
519
Obrotnica, поворотный кругъ, Dreh-
scheiben 318 i n., 226, 713, p. kol. r. 210
— tarczowata (*kol.*), Voll(dreh)scheibe
319
— wielokrzyżniowa (*kol.*), Stern(dreh)-
scheibe 319
— u wieniec posadowy (*kol.*), круговой
рельса, Kranz, Spurrkranz . . . 319, 322
Obroza (*cz. m.*), свободно вращающийся
фланецъ, loser Flansch 587, 602
Obrót ciała (*mech.*), вращение тѣла, Dreh-
ung der Körper 208, 212
— czezy (pradnicy i t. p.) (*el.*), беспо-
лезные обороты, Tote Umdrehungen
der Dynamo, T. U. des Motors . . 811
Obrysie (*b. m.*), габаритъ, Umgrenzung-
linie, Durchgangsprofil 603, 735 i t. p.
— ładunkowe (*kol.*), габаритъ для гру-
зовъ, Lademass 437
— taborowe (*kol.*), габаритъ для под-
вижного состава, Normalprofil, 409,
p. n. 226 i n., 374; p. r. 214, 218
— torowe (*kol.*), габаритъ, Normalprofil
des lichten Raumes 409, p. n. 226 i n.,
p. r. 213, 218
Obrysy mas ziemnych (*mier.*), профили
массъ, Massenprofile 253
— poprzeczne (*mier.*), поперечныя про-
фили, Querprofile. 243, 248 i n.
— pł (*mier.*), профили площадей, Flä-
chenprofile 251
Obryśnica, Lademass 337
Obrzutka (*bud.*), Rappputz 169
Obsydian (*tw., bud.*), обсидианъ, Obsi-
dian 79
Obszar wlotu (koła wodnego, turbiny), Be-
aufschlagung 821, 943
Obwodnica (tor) (*b. m.*), направляющая,
krumme Führung, Gleitbahn 686, 569,
909
Obwodzik (sanie) (*b. m.*), ползунокъ,
Gleitstück 569, 909
Obwodzina (*bud., kol.*), прогонъ, обя-
зочный брусъ, Stuhlrahme, Rahmen-
holz 170, 420
Obwód magnetyczny (*el.*), магнитный
кругъ, magnetischer Kreis 786

- Obwód podziałowy (koła zębatego), начальная окружность, Theilkreis . . . 448
 — zasadniczy (koła zębatego), основная окружность, Grundkreis . . . 455
- Ocalnik (*b. m.*), предохранитель, Fangvorrichtung . . . 678, 735
- Ochładzające mieszaniny, охладительная смесь, Kaltemischung . . . 318
- Ochronnik (*b. m.*), предохранитель, Schutzvorrichtung . . . 678, 736
- Oczep (tloczarki, nurnika) (*b. m.*), (pala) (*bud.*), голова, поперечина, Holm, Kopf, Querhaupt . . . 665, 720, 733; 154
- Odbiornica pary (*ktł.*), паротводная труба, Dampfnahmerohr . . . 965
- Odblasznik, рефлектор, Reflektor 899, 936
- Odbój, кулачек, буферъ, Buffer, Anschlag, Finger, Preller 908, 938, 1042, 334
- Odciążek (*b. m.*), противовѣзъ, Gegengewicht . . . 402, 559 i t. p.
- Odcinek koła (*mat.*), круговой сегментъ, Kreisabschnitt . . . 175, 188, T. 36
 — kulki p. Czasza kulista.
- Oddymnica (*bud.*), дымовытяжная труба, Rauchabzugsrohr . . . 346
- Oddymnik, Rauchfang . . . 346
- Odgarniacz (*kol.*), метельникъ, Bahnräumer . . . 406, 407
- Odgrom (*el., bud.*), громоотводъ, Blitzableiter . . . 981, 912a
- Odkorbowa strona tłoka cylindra (*b. m.*), задняя сторона поршня, hintere (obere) Kolbenfläche, Deckelseite des Cylinders . . . 867, 882
 — u bieg tłoka, ходъ поршня назадъ, Rückgang des Kolbens . . . 882
- Odkraplacz, водоотдѣлитель, Wasserabscheider . . . 927
- Odkształcenie (*wytr.*), изменение формы (деформация), Formänderung 327, 330, 360
- Odkształcona (oś sprężyste odkształcona), упругая линия, elastische Linie 361, T. 373
- Odlew hartowany p. O. utwardzony.
 — kowalny, kutolany, lanokuty p. O. odweglony.
 — odweglony, ковкий чугунъ, schmiedbarer Guss, Temperguss . . . 17
 — utwardzony, твердый чугунъ, жесткий чугунъ, Hartguss . . . 17, 553, 699
 — zlewny (stalowy), стальная отливка, Stahlformguss 17, p. n. 57, p. r. 61 i n.
- Odlew i modelu wagi . . . 557
 — żeliwnego rodzaju . . . 552
 — waga . . . 557
- Odlewnia mosiądzu, мѣдно-литейная, Messinggiesserei . . . 436
- Odlewnictwo żelaza p. Żelwnictwo.
- Odlodowiec (*okr.*), ледоколъ, Eisbrecher 487
- Odlociny (spalania), газы отработанные (горѣнія), Abgase . . . 536
- Odlot pary, отведение пара, Dampfableitung . . . 927
- Odlotka (okienko odlotowe), каналъ, окно для исходящаго пара, Auspuffkanal 882
- Odlupy (*tw., bud.*), камни отдѣляющіеся отъ скаль, Geschiebe . . . 82
- Odmyk nazwrotowy (gorzej: przedzwrotowy) (*sil.*), линейное предвареніе, lineares Voreilen 849, 885, 889, 913
- Odnoga (rury), отростокъ, Abzweigrohr 583, 926
- Odpadki naftowe, нефтяные остатки, Naphtarückstände . . . 1082, 382, 536
 — gazowe, остатки при добываніи газа, Rückstände der Gasfabrikation 925
- Odparowania iokrotność (*ktł.*), производительность горючаго, Leistung des Brennstoffes, Verdampfungszahl 954 i n., 1069, 527
- Odpór (reakcja), опорное сопротивление, Stützkraft, Reaktion, Auflagerdruck 167, 351, 372, 379 i t. p.
 — ziemi, давление земли въ покоѣ, пассивное дав. зем., passiver (ruhender) Erddruck . . . 726
- Odprężenie (*wytr.*), разгрузка, Spannungsentlastung . . . 329
- Odpylnia (powietrza), камера для осаждения пыли, Staubkammer . . . 585
- Odpylnica, фильтръ для воздуха, Luftfilter 585
- Odryśnik (*mier.*), пантографъ, Pantograph . . . 139
- Odrzwica (*bud.*), дверной переплетъ, Thürzarge . . . 163, 197
 — paleniskowa (*ktł.*), топочная палта, Feuerschrank (des Dampfkessels) 1039
- Odsadzka muru (*bud.*), выступъ, Absatz 161, 258, 732
- Odsiarczacz (*gaz.*), газоочиститель, Gasreiniger . . . 921
- Odsiarczanie gazu, очистка газа, Gasreinigung . . . 921
- Odsiarczarnia gazu, помѣщеніе для очистителей газа, Gasreiniger-Raum . . . 922
- Odsuw suwaka, путь золотника, Schieberausweichung . . . 884
 — nazwrotowy, путь золотника для мертвой точки поршня, Schieberweg für die Kolbentotlage . . . 885
- Odszumka, приборъ для уменьшения шума, Schallfänger, Schalldämpfer 800
- Odśnieżnica (*kol.*) (wał przeciwnieżny), Schneedamm . . . 266
- Odświeżalnia (*gaz.*), помѣщеніе для регенераторовъ, Regeneriererraum . . . 922
- Odlustnik, жиросодѣлитель, Oelabscheider . . . 934

- Odwadniacz**, конденсационный горшок, отвод для воды, Wasserableiter, Condenswasserableiter, Condenswasserstopf, Wasserablauf 927, 924
- Odwęglanie** (żelaza, stali) (*kuź.*), обезуглероживание, Entkohlung 567
- Odwiatrowniki** (*most.*), Windverband p. n. 649, p. r. 654
- Odwietrek** (*ogr., okr.*), Presskopf. 586
- Odwodnienie** (*kol.*), Entwässerung 207, 209
- Odwodzik** (*cz. m.*), обратное коромысло, Gegenlenker 570, 573
- Odwrotnica p. Stawidło odwrotcze.*
- Odzłom** kominu, цоколь дымовой трубы, Sokel des Schornsteines 961
- Odzień z darni**, Rasenbekleidung 257
- Odzysknicia ciepła** (*kuź.*), регенератор, Wärmespeicher 563 i n.
- Odzuzlanie** (żelaza i stali) (*kuź.*), Zängen 558
- Ognisk** kuziennych wietrzaki, вентиляторы для кузнечных горня, Schmeldefeuergebläse. T. 787. T. 890
- Ogniwko łańcucha** składane, соединительное звено цепи, Kettenschloss 527
- Ogniwko galwaniczne p. Stawidło galwaniczne.*
- Ogrodzenie kolejowe**, барьера, Einfriedigung der Eisenbahn 265
- Ogrzewanie** niezespalone, отопление отдельными печками, Einzelheizung 594
- parowe wysokoprężne, паровое отопление высокого давления, Hochdruckdampfheizung 611
- powietrzne, воздушное отопление, Luftheizung 614
- spalinowe, Kanalheizung 596
- spalinowo-powietrzne, Feuerluftheizung 614
- wodno, водяное отопление, Wasserheizung 597 i n.
- szybkookrężne, Warmwasserschnellumlaufheizung 608
- zespolone, центральное отопление, Centralheizung, Sammelheizung 597
- Ogrzewek** (płaszcz) parowy (*sil.*), паровая рубашка, Dampfmantel 850 i n., 920 i n.
- Ogrzewnictwo**, отопление, Heizung 588 do 617
- Ohm'a prawo** (*el.*), законъ Ома, Ohmsches Gesetz 788
- Okleszczka** (*bud.*), крюкъ, Schelleisen, Schelle 189
- Okladzina** (*buz.*), Thürbohle 198
- Oknica** (*bud.*), оконная рама, Fensterleibung 168
- Okno**, окно, оконный переплетъ, Fenster 162, 197
- a wystawowego belka, балка магазинного окна, Schaufensterträger. 388
- Okrętownictwo**, судостроение, Schiffbau 457 do 531
- Okruchowce** (*tw., bud.*), Breccien 80, 81
- Olbrót**, сперталець, Wairat 118, 9, 915
- Oleje**, масла, Oele 116, 11, 482, 317 i n., 1080, 619, 513
- Oliwiarki**, масленки, Oelschmiergefasse 513, 930
- Olsza**, ольха, Erle 114, 7, 627, 107
- Olwó**, свинець, Blei 73, 3 i n., 627 i n., 314 i n., 333, 619, 789 i n., 591, 169, 182, 67
- utwardzony (gorzej: twardy), твердый свинець, гартблей, Hartblei 333, 177, 591
- Om** (*el.*), омъ, Ohm 782
- Oolit p. Ikrowiec.*
- Opady** atmosferyczne, атмосферические осадки, atmosphärische Niederschläge 261, 262
- Opalowe** (cieplikowe) wartości paliw, абсолютная теплопроизводительность, absoluter Heizwerth 321, 324, 1082
- Opiętnik** (maszta) (*okr.*) 499
- Opłomka** (*ktł.*), кипятильная трубка, Wasserrohr, Siederohr 978, 1026
- Opłomkowe złączeni, коробка кипятильных трубок, Wasserrohrkarpe. 978
- skrzynki, камера кипятильных трубок, Wasserrohrkammer 984 do 988
- Oproka**, скалистый грунтъ, Felsboden 149
- Oprona**, козухъ, Mantel, Verkleidung 541, 593 i t. p.
- Oprza** sklepienia (*bud.*), пята свода, Kämpfer 163
- Opronica** (rozjazdowa) (*kol.*), наружный рельс, Backenschiene. 302, 308
- Opornik** (*el.*), реостатъ, Regelwiderstand — rozruszny, реостатъ, Anlasswiderstand 832
- Oporostka** (jednostka oporu) (*el.*), единица сопротивления, elektrische Widerstandseinheit 782
- Oprzecie** wzorcowy (*el.*), нормальное сопротивление, Normal-Widerstand . 783
- Oprór** (*el.*), сопротивление, Widerstand 782, 786
- chwilowy (*el.*), мгновенное сопротивление, scheinbarer Widerstand 903
- hydrauliczny, гидравлическое сопротивление, hydraulischer Widerstand 239
- niemożny (obezprądniający sprądnicę) (*el.*), критическое сопротивление, kritischer Widerstand d. Dynamo 811
- poślónczy (obezprądniający sprądnicę) (*el.*), критическое сопротивление, kritischer Widerstand d. Dynamo 811
- podniecony (*el.*), Impedanz 835
- powietrza (*mech.*), сопротивление воздуха, Luftwiderstand 306
- przewodu elektrycznego, сопротивление въ проводникахъ, Leitungswiderstand 789, 881

- Opór tarcia**, сопротивление трения. Reibungswiderstand 215 do 235, 321, 329, 700
- — pływów w przewodach, сопротивление трения в трубопроводах. Widerstände in Rohrleitungen 247, 251
- — pociągów (*kol.*), сопротивление поезда, Zugwiderstand 233
- — powietrza w przewodach, сопротивление воздуха в воздушных каналах, R. W. in Luftleitungen 582
- — statków, сопротивление судов, Schiffswiderstand 490
- Opór wynikowy** (*el.*), общее сопротивление, Gesamtwiderstand 788
- — wzniecony (*el.*), Реактанс 835
- — zosobnienia (*el.*), сопротивление изоляции, Isolierungswiderstand 799
- Oprawa silników**, рама двигателя, Motorrahmen, Motorgestell 927, 1100, 1104, 1112
- Opust wzbuchu** (*sil. spal.*), пропуск взрывозащиты, Aussetzer, Ausfall der Verbrennung 1079, 1121
- Organki (radiator)** (*ogr.*), радиаторы, Radiator 592
- Orkan**, оркань, Orkan 475, 306
- Osadka** (*klin bez zbieżności*), шпонка, Feder, Clavette, Reibungsprisme, Federkeil 480
- Oscylacje p. Drgania.*
- Oskard**, острая кирка, Spitzhacke 261
- Osprzęt** (pompy, silnika, kotła i t. p.), арматура, принадлежности, Zubehör, Armatur, Ausrüstung 771, 926, 1037, 389, 483
- Ostoja wagonu**, рама, Ramen 405, 414 i in.
- Ostojnica**, доска, балка рамы, швеллерный брус, Rahmenbalken 414
- Ostrosłup** (*mat.*), пирамида, Pyramide 134, 177, 178, 190
- Ostrze krzywej** (*mat.*), точка возврата (оскріе) кривой, Rückkehrpunkt (Spitze) der Kurve 100
- (rzeź wagi, przyska (нож) в весовых рычагов, Wageschneide. 492
- Osuwistość gruntu**, оползень, Abrutschungsfähigkeit 257, 726
- Osuwowa (linia)** (*st. bud.*), линия обвала, Gleitfläche 727
- Oś główna** (*mech.*), главная ось, Hauptachse 181, 356
- obojętna (*wyt.*), нейтральная ось (узеловая линия), Nulllinie (neutrale Achse) 352
- optyczna (*lunety*) (*mier.*), оптическая ось, визирная ось, optische Achse, Kolimationsachse 125, 129
- pływania (*mech.*), ось плавания, Schwimmachse 238
- sił (*mech.*), линия сил, Kraftlinie 356
- sprzężona (*mech.*), сопряженная ось, zugeordnete (konjugierte) Achse 181
- Oś swobodna** (*mech.*), свободная ось, freie Achse. 180, 211
- wzajemności (*kolineacyj*) (*mat.*), коллинеационная ось, Kolineationsachse 157
- zderzenia (*mech.*), линия удара, Stosslinie 213
- Oś** (*cz. m.*), ось, Achse (Maschinenteil) 493
- kolejnicza, железнодорожная ось, Eisenbahnachse 362, 400, p. n. 50
- zwrótowa, подвижная ось, Lenkachse 418
- turbiny, ось турбины, Turbinenachse 419, 842, 948
- Ośrodkowa** (*mat.*), Seitenhalbierende 65
- Oświetlania czas** (*gas*), время освещения, Beleuchtungszeit 926
- Oświetlenie**, освещение, Beleuchtung 894 do 904, 573, 347, 421
- Otoki** (*tw. bud.*), камни отделившиеся, гальки, Gerölle 82, 149
- Otulina**, состав плохо проводящий теплоту, Wärme-Isolation, Umhüllung 617 i n., 305, 594, 930
- Owadnianie** (pól i t. p.), отвод воды, Entwässerung. 258, 98
- Owroże** (*okr.*), площадь шпангоута, Spantenfläche 458, 460, 466 i n.
- Owrożna** (*okr.*), строевая по шпангоутам, Spantenskala. 466
- Oziębiarka**, холодильная машина, Kältemaschine. 941
- Ozysk**, эксплуатация, Exploitation, Betrieb — kolei (ruch), движение жел. дор. Eisenbahnbetrieb 426 do 439
- Ożaglenie** (*okr.*), система парусовъ, Segelriss, Takelage 498, 504

P.

- Pachwina** (sklepienia) (*bud.*), паха, Gewölbezwickel 167
- Pal** (*bud.*), свая, Pfahl 155
- Palenisko kotłowe**, топка паровых котлов, Dampfkesselfeuerung 955 i n., 1035 i n., 379, 527
- nadmuchowe, топка с нагнетанием воздуха, Unterwindfeuerung 963, 956, 527, 787
- odprzednie p. Palenisko zewnętrzne.
- parowozy, топка паровоза, Feuerbuchse 379 i n.
- podolne, нижняя топка, Unterfeuerung 975, 625, 956
- przedmuchowe, топка с искусственной тягой, Feueung mit künstlichem Zug 963
- wewnętrznе, внутренняя топка, Innenfeuerung 972, 624, 956, 1038
- wudmchowе, топка с высасыванием продуктов горения, Feueung mit künstlichem Zug durch Saugung 963, 387, 528

- Palenisko zasupne**, насынная топка, Fullfeuerung 611, 917
 — zewnętrzne (odprzednie), наружная топка, передняя топка, Vorfeuerung 956, 1035, 1038
- Paleniska odrzwice**, лицевая плита топки, Feuergeschränk 1039
 — przewał, порожек, Feuerbrücke . . . 958
 — sprawność, коэф. пол. действия топки, Wirkungsgrad der Feue- rung 1072, 952, 956, 379
 — stopień natężenia, степень напряже- ния топки, Anstrengungsgrad der Feue- rung 953, 956, 378, 526
- Paliwo**, топливо, горючий материал, Brennstoff, Kraftstoff 322 i n. 1071 i n., 532, 1082
- Paliw wartość opałowa** (cieplikowa), те- плопроизводительность топлива, Heiz- wert des Brennstoffes 321, 324, 1082
 — właściwości (sil. spal.), свойства то- плива, Eigenschaften der Kraftstoffe 1081, 1082
 — badanie, анализ топлива, Prüfung des Brennstoffes 1071
- Palnik (osic)**, горелка, Brenner . . . 934
 — szczelinowy (osic), просякая горелка, Schnittbrenner 914
 — wzorcowy (osic), нормальная горел- ка, Normalbrenner 914
- Pancernik (okr.)**, панцирное судно, Panzerschiff 457, 463 i n.
- Pantograf p. Odryśnik.*
- Papa p. Tektura smołowcowa.*
- Papier** (wytr.), бумага, Papier . . . 333
 — odbiegunowy (el.), Polreagenzpapier 796
- Papirolit**, Papyrolith (bud.) 197
- Para sil** (dwusil) (mech.), пара силь, Kräftepaar 162, 163, 165
- Para wodna**, водяной паръ, Wasserdampf 283, 296, 301, 321, 1074, T. 286 i n.
 — — odlotowa, отработанный паръ, Ab- dampf 927, 763
 — — przegrzana, перегрѣтый паръ, überhitzter Dampf 277, 290, 1075, 871
 — — wydychowa, мятый паръ, Aus- puffdampf 935
- Parę przegrzanej zmiany stanów**, изме- нения состоянія перегрѣтого пара, Zustandsänderung des überhitzten Dampfes 290, 292
 — wodnej ilość na 1 kg węgla kamiennego, количество пара производимое каменнымъ углемъ, durch 1 kg Stein- kohle erzeugte Dampfmenge 954, 956
 — — przepływ, движение пара по трубопроводамъ, Bewegung des Was- serdampfes 301
 — — skraplanie się, конденсація пара, Kondensation d. Dampfes 293, 304, 611, 619
 — — wypływ, истечение пара, Aus- fluss des Wasserdampfes 296
- Parabola**, парабола, Parabel 176, 108, 189
 — półsześcienna (Neill'a), полукубичес- кая парабола, Semikubische Parabel 110, 392
 — sześcienna, кубическая парабола, Ku- bische Parabel 110, 392
- Paraboloid**, параболоидъ, Paraboloid 129, 136, 178, 191
- Parabolnica**, параболическая ферма, Parabelträger 701, 641, 774
 — przycięta, полупараболическая фер- ма, Halbparabelträger 641, 774
- Parametr (mat.)**, параметръ, Parameter 108, 117, 471
- Parapet p. Podokmica.*
- Parcie wiatru**, давление вѣтра, Winddruck 306, 475, p. a. 635, p. n. 631, p. r. 340: 647
 — ziemi (st. bud.), давление земли, Erd- druck 726 do 753
- Parkan**, заборъ, Zaun 201
- Parowiec (okr.)**, пароходъ, Dampfer 457, 461, 272
- Parowozłarnia**, паровозная сборная, Lokomotivrepauraturwerkstatt . . . 435
- Parowozownia**, паровозное здание, Lo- komotivschuppen 345 i n., p. r. 210
- Parowóz (kol.)**, паровозъ, Lokomotive 374 do 408, p. r. 214, 216
 — sprzężony, паровозъ компаундъ, Ver- bundlokomotive 395
- Parowozu koło napędne**, ведущее колесо паровоза, Triebrad d. Lokomotive 401
 — — toczone, бѣгущее колесо, Laufrad d. Lokomotive 402
 — obsługa, служба паровозовъ, Loko- motivdienst 430
 — płaszcz paleniskowy, наружная огне- ная коробка, Feuerbuchsmantel der Lokomotive 380 i n.
 — płyta podkowiasta, смычной листъ пар., Stiefelknechtplatte d. Lok. . 380
 — podniebienie paleniskowe, потолокъ (небо) топки пар., Feuerbuchsdecke der Lokomotive 380
 — popielnik, поддувало пар., Aschkas- ten d. Lokomotive 382
 — siła pociągowa, сила тяги паровоза, Zugkraft d. Lok. 293, 393, p. kol. r. 211
 — skrzynia paleniskowa, огневая короб- ка пар., Feuerbüchse d. Lok. . . 379
 — spodni wieniec paleniskowy, топочная рама пар., Bodenring d. Lok. . . 381
 — sprawdzanie, испытание паровоза, Untersuchung der Lokomotive . . 431
 — szarpanie, подергивание паровоза, Zucken der Lokomotive 402
 — ścianka sitowata, (трубная) рѣшет- чатая стѣнка паровоза, Rohrwand der Lokomotive 380, 385
 — wężykowanie, виляніе (качаніе) пар., Schlingern der Lokomotive . . . 402

- Parry'ego stożek** (*kuź.*), воронка Парри, Parryscher Kegel. 546
- Parson'a turbina**, турбина Парсона, Parsonsturbine 944, 1144
- Parter p. Przymiot.*
- Pas bawełniany**, хлопчатобумажный ремень, Baumwollenriemen. 474, 477
- **dźwigniowy**, ремень (попояс), Lastriemen 234, 336, 519, 736
- **gumowy**, резиновый ремень, Gummiriemen 474, 477
- **obręczowaty**, открытый ремень, offener Riemen 474, 481
- **ogniwokowy**, суставчатый ремень, Gliederriemen 477
- **parciany**, пенковый ремень (п. поляр.), Hanfgarbe 519
- **przeciwprożarowy** (*kol.*), Wundstreifen 266
- **z sierści wielbłądziej**, ремень из верблюжьей шерсти, Kameelhaarriemen 474
- **skórzany**, кожаный ремень, Lederriemen 120, 336, 234, 474, 519
- **napędny**, кожаные приводные ремни, Ledertreibriemen 120, 336, 234, 474
- **skrzyżowany**, перекрестный ремень, gekreuzter (ganz g.) Riemen. 474, 481
- **teownika**, belki, mostu i t. p., попка, пояс, Flansch, Gurt. 29, 676 i n.
- Passów napędnych złączenie końców**, соединение ремня, Riemenverbindung 477
- **prędkość**, скорость ремня, Riemen-geschwindigkeit 475
- **zwisanie**, провис ремня, Durchsenkung des Riemens. 476
- Pascala prawo**, закон Паскаля, Pascalsches Gesetz 235
- Paszca** (*kuź.*), отверстие (колошниковое), горловина, Gichtöffnung Halsmündung. 538, 554, 560 i in.
- Patenty na wynalazki**, привилегии на изобретения, Patentwesen 970
- Patyna**, Patina. 75
- Pauli'ego dźwigar**, ферма Паули, Pauliträger. 702
- Pedometr p. Liczykrok.*
- Peltona turbina wodna**, колесо Пельтона, Peltonrad. 838, 1144
- Pelnota wskazy** (lep. pelnotliwość), коэффициент полноты диаграммы, Volligkeit des Diagrammes 872, 513, 1089
- Pelnotliwość statku** (*okr.*), степень полноты, Volligkeitsgrad d. Schiffes 460, 466
- Pelzanie szyn** (*kol.*), дозовое перемещение рельсов, Wandern d. Schienen 287
- Perkins'a zład ogrzewczy**, отопление Перкинса, Perkinsheizung 604
- Perlik**, ручная толчея, Handfaustel 538
- Leron kolejowy p. Wsiad.*
- Perspektywa** (*mat.*), перспектива, Perspektive 139
- Pęcina żagla** (*okr.*), Segelschot 499
- Pęczenie**, осаживание, Zusammenstauchung. 446, 52 i in.
- Pędnia** (transmisya), привод, Transmission 493 i n.
- Pędzisz**, пропеллер, Propeller. 505
- Piasecznica** (parowozu), песочница, Sandstreuer 407
- Piasek**, песок, Sand 82, 9, 13, 482, 150, i in.
- **normalny**, Normalsand. 92
- Piaskowiec**, песчаник, Sandstein 81, 9, 334 i n., 659
- Piasta kół**, ступица, Nabe 622, 465, 480, 842
- **korb**, втулка кривошипа, Kurbelnabe 557
- **mimośrodków**, втулка эксцентрика, Excenternabe 561
- Piec gżewczy** (*kuź.*), нагревательная печь, Warmofen 568
- **koksiański p. Koksownicza.**
- **pierscieniowaty** (*bud.*), кольцевая кирпичеобжигательная печь, Ringofen 85
- **miarkowny** (*ogr.*), регулирующая печь, Regulierofen 595
- **z paleniskiem zasypnem**, печь с насыпной толкой, Schüttofen, Füllofen 595
- **puddingowy** (*kuź.*), puddинговая печь, Puddelofen. 558
- **szkajsonowy p. Złupiak.**
- **szybowy** (*kuź.*), шахтная печь, Schacht-ofen 565
- Piecyk gazowy**, газовая печь, Gasheizofen 935
- Pień obrotnicy**, подпятник поворотного круга, Drehstuhl, Königstuhl der Drehscheibe. 322
- Pień zęba p. Zęba pień.*
- Pieniek biegunowy** (magnesowy) (*el.*), стержень полюса, Polschenkel 825 i n.
- Pierścień kołowy** (*mat.*), круговое кольцо, Kreisring 131, 176, 188
- **osadczy**, установительное кольцо, Stelling. 496
- **samoprężny**, самопружинящее кольцо, selbstspannender Dichtungsring 543
- **skurczny**, стяжное кольцо, Schrumpfring 621, 929
- **uszczelniający** (*łoka p. Tłoki.*)
- **walcowy** (*mat.*), кольцо цилиндрическое, cylindrischer Ring 136, 192
- Pierściono**, звено, Schuss 720, 733, 1010, 541 i t. p.
- Pierwiastki** (*mat.*), корни, Wurzeln 41, 44, T. 1 do 21
- **chemiczne**, химические элементы, chemische Elemente 1
- Piesek**, собачка, Sperrklinke. 505, 536

- Piezometr**, пьезометръ, Piezometer . 272
- Pięść** (gruza, wytarczarki), головка съ рѣзцами, Messerkopf, Bohrkopf . 657
- Pięta masztu** (okr.), стеньга, Fuss 499 i n.
- Pilśń**, войлокъ, Filz 104, 168, 421, 594, 619
- Pila** do drzewa, машина для распиловки дерева, Holzsägemaschine . . . 666
- do metalu, пила для металла, Metall-säge . . . 659
- tarczna, лѣсопильная рама, Gatter 667
- tarczowa, круглая пила, Kreissäge 659
- taśmowa, ленточная пила, Bandsäge 659, 667
- Pilak tarczowy**, пила круглая, Kreissägeblat. 659, 667
- Pion** (ołowianka) (mier.), отвѣсъ, Lot 134
- schodzący, лер. опадну (ogr.), нисходящая труба, Fallrohr 598
- wschodzący, лер. wznosny (ogr.), восходящая труба, Steigrohr . . . 598
- Pionik** (mier.), ордината, отмѣтка, Ordinate 137, 242
- Pionu okrętu**, перпендикуляры судна, Schiffsarependikel 459
- Piorun**, молнія, Blitzschlag 912
- Piryt p. Iskrzyk żelazny.*
- Planimetr p. Powierzchnik.*
- Plant kolejowy p. Torowisko.*
- Pletwa** (bud.), ласточкинъ хвостъ, Schwalbenschwanz 170
- Plaskownik**, плоское (полосовое) (шпирное) желѣзо, Flacheisen, Universal-eisen 20, T. 22 i n.
- Plaszczyna** pochyła (mech.), наклонная плоскость, schiefe Ebene . . . 204, 212
- ściśle styczna (mat.), плоскость кривизны, Schmiegungs-, Krümmungs-ebene 124
- Platow** (bud.), накатина, Fette 171, 174 i n.
- Plawa** (okr.), Schwimmer 485
- Plomieniak** (kuź.), отражательная печь, пламенная печь, Flammofen 566, 563, 565
- przeciwplomienny (kuź.), Rollofen 568
- Plomienica**, жаровая труба, (Dampfkes-sel)flamrohr 1009, 529, 1016, 1017, 1030, 1027
- falowana, волнистая жаровая труба, Wellen-Flamrohr . 1030, 1011, 1028
- zewnętrznie uźebrowana, жаровая труба съ ребрами, geripptes Flamrohr 1011, 1029
- Plomienic osztynwienia**, укрѣпленіе стѣнокъ жаровыхъ трубъ, Flamrohr-versteifung 1010, 529, 1027
- Plomieniówka**, прогарная трубка, Heiz-rohr 974, 385, 1026
- Plot odśnieżny** (kol.), Schneezau . . 266
- Plóczka** (kuź.), очиститель, Waschapparat 539
- Plóczka** (gaz.), газоочиститель, Scrubber 920
- deszczótkowa (gaz.), Jalousie-Scrubber 920
- półczkowa (gaz.), Etagenscrubber 920
- Płył metalowych wagi**, вѣса металлическихъ листовъ, Gewichte v. Metallplatten T. 15
- wytrzymałość, сопротивление плоскихъ стѣнокъ, Festigkeit der Platten 418, 1011
- Płyty żupkowe** (bud.), аспидная черепица, Schieferplatten 169
- niekwate (wypuklaste), сподчатые листы, Buckelplatte, Trogblech . 42
- posadowe, фундаментная планка, Sohlplatte, Grundplatte 521 i t. p.
- Płytko podiglicowa** (kol.), Weichenzungen-Unterlagsplatte 302, 308
- Pływak**, поплавокъ, жезъ, Schwimmer, Tonne 273, 940, 1044, 526
- Pływania**, Schwimmsal, S.-anstalt . 199
- Pływaniak**, Schwimmbecken 199
- Pływania statku** (okr.), Schwimmlinie 459 i n.
- Pniak** (okr.), нижняя мачта, Untermast 498
- Pniel** (okr.), нижній парусъ, Untersegel, Bagniensegel 499 i n.
- Pobieg śruby okrętowej**, Fortgang der Schiffschraube 508
- Pobijak**, борodka, Döpper 47
- Pobróddek** walca (kuź.), Walzenfurche 569
- Pobrzeże wsiadowe** (kol.), Bahnsteigkante 334
- Pochylenie statku** (okr.), Schlingerbewegung des Schiffes 475
- Pochylnia** (kol.), горка, уклонъ, Ablaufgleis 351
- Pochylnik** (most), Schräge . . . 697 i n.
- Pochwa przyśrubowa** (okr.), Stevenrohr 523
- Pochyłości zwierciadła rzek**, уклонъ поверхности рѣкъ, Wasserspiegelgefalle 263
- Pociągu długość** (kol.), длина поѣзда, Zuglänge 427, p. n. 230
- obsługa, поѣздная служба, Zugdienst 427
- opory (kol.), сопротивление поѣзда, Zugwiderstand 232 i n.
- prędkość (kol.), скорость поѣзда, Zuggeschwindigkeit 427, 272, 376, p. a. 272, p. n. 230, p. r. 216; (el.) 906
- Pociągiciel** (kol.), тяговой стержень, сквозная упряжная тяга, Zugstange . 363
- Pociągła hak** (kol.), упряжной (тяговой) крюкъ, Zughaken 365
- złączka (kol.), муфта тягового стержня, Verbindungsmuffe 364
- Podbelcze** (bud.), мауерлатъ, Mauerlatte 193
- Podbijka** (matryca), матрица, Matrice 653

Podchwyt (kaps) wyciągu, задержка, останова, Aufsetzvorrichtung (Caps) 750, 752, 755

Podciąg p. Siostrzan.

Podcisk (lewarek), Nietwinde, Vorhalt 447

Poddroże (kol.), земляное полотно, Unterbau, Bahnkörper 555 i n.

Podest p. Zawrat.

Podgrzewacz (wody), подогреватель, Vorwärmer 954, 1044 i n.

Podgrzewnia (ogr.), Vorwärmeraum . 583

Podgrzewnica (ogr.), Vorwarm-Kalorifer 583

Podkład kolejowy drewniany, żelazno-dorodnia szpala, Eisenbahnschwelle p. n. 112, p. r. 208, 213, 287

— — podłużny, dołowej лежень, Längschwelle 281, 298, 763

— — poprzeczny, поперечина, Querschwelle 281 i n., 311, 763

— — żelazny, stalne szpale, eiserne Eisenbahnschwellen 288 i n., p. n. 49

Podkładka, podkładowa szайба, п. płyta, опорная płyta, Unterlagscheibe, Auflagerplatte, Unterlagplatte 429, 20, 385, 285

Podkładki kolejowe żelazne, podkładki, Unterlagplatte, Hackenplatte 285, p. n. 50; p. r. 60

Podkolina (sil. wod.) (дно okolicy), кривое ложе колеса, Kropf 760, 809

Podlewa zwierciadłowa, зеркальная амальгама, Spiegelamalgam 78

Podłaz (kol.), коцегарная яма, Reinigungsgrube, Löschrube 344 i n., 435

Podłazce (sklepienia) (bud.), арка свода, Gurtbogen 166 i n.

Podłoga, полъ, Fussboden 195

Podłużnica (most.), продольная балка, Längsträger 648, 763 i n.

Podniebienie sklepienia (st. bud.), Gewölbeleitung 733

Podnios (wysokość podnoszenia), подъемъ, Förderhöhe, Hubhöhe 670, 759, 763, 1117, 502

Podnormalna (mat.), поднормаль, Subnormale 97

Podnośnica, черпательная машина, Schöpfwerk 759

— kubełkowa, норія, Eimerwerk 759

— rasiorkowa, цѣпной насосъ, чешки, Kettenpumpe 759

— śrubowa, wodной винт (Архимедовъ винт), Wasserschnecke 759

Podnośnik kubełkowy, элеваторъ, Besser-Elevator 758

Podoknica (bud.), подоконникъ, Fensterbrett 197 i n.

Podparcia wody dalekość (wod.), пространство подпора, Stauweite 259

Podpiętek masztu (okr.) 499

Podpór (wysokość podparcia wody) (wod.), подпоръ (высота подпертаго горизонта воды), Stauhöhe. 259, 833, 265

Podrzutu wysokość, высота подъема, Steighöhe 148, 659 do 661

Podstopia (bud.), проступь, Auftritt, Auftrittstufe 190

Podstopnica (bud.), долевой прогонъ, Sparrschwelle 170

Podstrzesze (bud.), Drempel 171

Podstyczna (mat.), подкасательная, Subtangente 97

Podsuw (noża lub przedmiotu), (obr.), подача, Vorschub 654, 657, 667

Podsywka (z piasku) (bud., most.), насыпка песка, Sandschüttung 152, 766

Podtłocze (obr.), штамп, Ambos 664, 665

Podtłoczka (obr.), матрица, Matrice 663

Podtorze (kol.), балластъ (верхній), Bettung 299, 255, 763, p. r. 208, 213

Poduszka (bud., most.), подушка, Auflagerplatte 176, 679, 776

— przegibna (bud., most.), качающаяся опора, Kipplager 177, 778

Podwężle (bud.), планка, Knotenblech, Anschlussplatte 176

Podwiew, давление вѣтра снизу, Unterwind 184

Podsiarka kół szpatych p. Koła szpat.

Podsiarka (skala, masztab) p. Wymiarka.

Pogroda (okr.), Bunker, Tank 473

Poisson'a równania, уравнения Пуассона, Poissonsche Gleichungen 291

Pojemnik (el.), конденсаторъ, Kondensator 792

Pojemność, вместимость, емкость, Rauminhalt, Inhalt 758 i in., 479 i in.

— elektryczna, электроемкость, elektrische Kapazität, el. Aufnahmefähigkeit 782, 792, 805, 884

Pokład z betonu (bud.), насыпка бетона, Betonschüttung 152

— — na palach (bud.), лежни на сваяхъ съ бетономъ, Beton-Pfahlrost 155

— okrętu (okr.), палуба, декъ, Deck 458

Pokładnica (okr.), палубный бимсъ, Deckbalken 458

Pokost lniany, льняное вареное масло, Leinölfirniss 68

Pokręcarka, Drehmaschine 526

Pokręto, ручной маховикъ, Handrad 321, 525

Pokrycia dachów p. Krycia dachów.

Pokrywka, глухой фланецъ, Blindflansch 602, 927

Polaryzacja (el.), поляризация, Polarisation 792

Pole magnetyczne (el.), магнитное поле, magnetisches Feld 784, 794

— — przemienne (el.), переменное маг. поле, Wechselfeld 851

— — wirujące (el.), вращающееся маг. поле, Drehfeld 851

— — momentów przekształcone, измененная площадь моментова, verzerrte Momentenfläche 360

- Pole naprężeń, diagramma naprężeń, Spannungsfäche 357
- powierzchni figur płaskich, площадь плоских фигур, Flächeninhalt ebener Gebilde 130 do 133
- przekroju (kol), площадь поперечных профилей, Querprofilinhalt. 246
- wpływowe (most.), площадь влияния, Einflussfläche, Einfussfläche 691
- wytrzymałości, diagramma сопротивления материала, Widerstandsfläche 358, 401
- Pól zasada, законъ площадей, Princip der Flächen 207
- zawartości (mier.), измерение площадей, Flächenermittlung 246, p. n. 148, p. r. 148
- Polera (bud.), смазка потолка, Windelboden. 193
- Politropiczna krzywa, политропическая кривая, polytropische Kurve 289
- wartość, (sin. spal.), политропическая величины, polytropische Werthe 1092
- Polonceau'a wiązary dachowe, крыша Полонсо, ферма П., Polonceau-Binder 172, 704 i n.
- Pomiary elektryczne, измерение электрических величин, elektrische Messungen 798 i n.
- poziomu (mier.), съемка плановъ, Landesvermessung 140 i n.
- wysokości (mier.), измерение высотъ, Höhenmessung 144
- Pomost mostu, Fahrbahn 763 i n., 757
- okrętu, Oberdeck, Komandobrücke 458
- zasuwowy (kuź.), платформа колошника, п. для подачи материала, Gichtplattform 541, 562
- Pompa, насосъ, Pumpe 616, 760 i n., 646, kol. 342, p. kol. r. 211
- bliźniacza, сдвоенный насосъ, Zwillingpumpe 770, 665
- chłodząca, циркуляционный насосъ, Cirkulationspumpe, Umlaufpumpe 524
- nurnikowa zdwojona, сдвоенный насосъ съ ныряломъ, Doppelplungerpumpe. 773
- odbiorna, насосъ для откачки воды на судахъ, Lenzpumpe 525, 762
- odśrodkowa, центробежный насосъ, Kreiselpumpe, Centrifugalpumpe 763, T. 766
- podnosząca, поднимающий насосъ, Hubpumpe 774
- pogłębiarska, шахтовый насосъ, Abteufpumpe 775
- powietrzna (próżniowa), воздушный насосъ, Luftpumpe 935 i n., 524
- różnicowa, дифференциальный насосъ, Differentialpumpe 773
- tłocząca, нагнетательный насосъ, Drückpumpe 721, 776, 773
- Pompa tłokowa, поршневого насосъ, Kolbenpumpe 766 do 774
- zasilająca, питательный насосъ, Speisepumpe 525, p. a. 1063, p. n. 1055, p. r. 1050
- Pompownia, насосная станция, водоподъемное здание, Pumpstation 339 i n.
- Poroplek, зола, Flugasche 961, 958
- Poprzecznica (most., kol.), поперечина, поперечная балка, Querträger 618, 764 i n., 414
- Poręczownik, поручневое железо, Handleisten (Handläufer)-Eisen T. 33
- Porfir, порфиръ, Porphyr 79, 9, 334
- Porowiec, Kunststoffstein 594
- Posada, фундаментъ, Fundament 682, 961, 922
- Posadowienie budowli (fundamentowanie), основание строений, Gründung von Bauwerken 149 i n., 760
- Posadzka, мостовая, полъ, Fussboden 196, 85, 435
- Poskok uzwojenia (el.), шагъ обмотки, Wicklungsschritt. 812
- Poszycie statku (okr.), обшивка судна, Aussenhaut des Schiffes 458
- Pośredek (śle) p. Przelotnia.
- Posrednica, вспомогательный цилиндръ, Druckübersetzer 666, 664, 732
- Potencjal (mat.), потенциалъ (силовая функция), Potential (Kräftefunktion) 200
- Potega, степень, Potenz (mat.) 43, T. 1 do 21
- Pothenet'a zadanie 143
- Powala (bud.), смазка потолка, gestreckter Windelboden. 193
- Powierzchnia bryły (mat.), поверхность тела, Oberfläche des Körpers 133 do 139
- krzywa (mat.), кривая поверхность, krumme Fläche 126
- obrotowa (mat.), поверхность вращения, Umdrehungsfläche. 138
- ogrzewana kotła parowego, поверхность нагрева пар. котла, Heizfläche des Dampfkessels 953, 956, 378, 527
- ośrodkowa (mat.), поверхность имеющая центр, Mittelpunktfläche 128
- Powierzchni parowania wydajność, производительность испаряющей поверхности, Dampferzeugung des Wasserspiegels 965
- Powierzchnik, планиметръ, Planimeter 139, 250
- Powietrze, воздухъ, Luft 277; 279 do 282; 317; 619; 295, 547; 300; 573 i n., 614
- czadujące, первый воздухъ, primäre Luft 917
- dopalające, второй воздухъ, sekundäre Luft 917
- Powietrza prędkość, скорость истечения воздуха, Austrittsgeschwindigkeit der Luft 295, 547

- Powietrznik** ssawny, всасывающий воздушный колпакъ, Saugwindkessel 767, 771
- Носзны, напорный воздушный колпакъ, Druckwindkessel . . . 769, 771
- Powłoka** (tw.), pokrycie, Ueberzug 67 i n.
- Powtórzenia** (mat.), повторение, Wiederholung 47
- Poziomnica okrągła** (mier.), круглый уровень, Dosenlibelle 127 i n., 135
- podłużna, трубчатый уровень, Röhrenlibelle 126 i n., 135
- Poziomnik** (mier.), нивелиръ, ватерпасъ, Niveau, Waage, Nivellirinstrument 134 i n.
- wodny, водяной ватерпасъ, Kanalwaage 134
- Poziomowanie** (mier.), нивелировка, Nivellieren . . . 136 i n., 145, 241 i n.
- barometrem, барометрическія измѣренія высоты, barometrische Höhenmessungen 242
- Półczadownica** (gaz.), печь съ насыпной тошкой, Ofen mit Schütrost 917
- Półjazek** (w kanale spalinowym) (ktł.), перегородка дымохода, Kulisse im Feuerzuge 958, 1035
- Półkole** zwierciadłkowe (mier.), Reflexionskreis 133
- Półpalik** (bud.), полусвая, Halbholzpfehl 151
- Półperspektywa** (aksonometrya), аксонометрическая проекція, Axonometrie, Parallelperspective 139
- Półprostka** kolnierzowa, прямая фасонная труба съ однимъ фланцемъ, F-Stück 583
- Półwózek** (kol.), поворотная тележка, Drehgestell 418, 405
- Półwrg** okrętu, Wrange 458
- Prac** technicznych wynagrodzenie . . . 965 (inne języki: p. *Wynagrodzenie i t. d.*)
- Praca**, работа, Arbeit 193, 1126
- elektryczna, электрическая работа, elektrische Arbeit 782, 791
- przemagnetyzowania (el.), работа перемagnичиванія, Ummagnetisierungsarbeit 786
- przysposobiona (mech.), возможная работа, virtuelle Arbeit 170
- rozprędu (energia kinetyczna), живая сила (кинетическая энергія), lebendige Kraft (kinetische Energie) . . . 195
- tarcia, работа тренія, Reibungsarbeit 221, 490, 1144
- — napędu korbowego, работа тренія въ шатуновомъ механизме, Reibungsarbeit des Kurbeltriebes 557
- uzyskalna (sil.), получаемая работа, nutzbare Arbeit 1128
- Prawdopodobieństwa** rachunek, теорія вѣроятностей, Wahrscheinlichkeitsrechnung 87
- Prażak** dmuchowy (kuźl.), обжигательная печь съ дутьемъ, Gebläse-Gasröstofen 538
- lejowaty, воронкообразная обж. печь, Trichter-Röstofen 538
- szybowy, шахтная печь, Schachtrostofen 538
- Prażenie** rud, обжиганіе рудъ, Röster der Erze 538
- Prąd** elektryczny, электрический токъ, elektrischer Strom . . . 787, 796, 802
- ciągły, stały (el.) p. Sprąd.
- dwufazowy (el.) p. Dwuprąd.
- przemienny (el.) p. Rozprąd.
- trzyfazowy (el.) p. Trojprąd.
- walęsający się (kol., el.), блуждающій токъ, vagabondierender Strom . . . 908
- wicelzący (el.), круговой токъ, Wirbelstrom 819, 826 i in.
- wielofazowy p. Wieloprąd.
- (zmienny) przemienny p. Rozprąd.
- Prądu** kojarzenie dośrodkowe (el.), звездообразное включеніе проводовъ, Sternschaltung 840
- — poobwodowe (el.), включеніе проводовъ, Netzschaltung 841
- odbył (el.), расходъ тока, Stromentnahme, Stromabgabe . . . 882, 886, 905
- wielkość (el.), сила тока, Stromstärke 782, 800, 805
- wybór (el.), выборъ рода тока, Wahl des el. Stromes 877
- zdawanie (koleje el.), отведеніе тока, Stromentnahme, Stromabgabe . . . 907
- Prądnic** (el.), динамомашина, Dynamomaschine 807 i n., 619
- Prądnik** (el.), электродвигатель, Elektromotor 649, 807 i n., 677
- a twornik, якорь электр., Anker des Motors 812 i n., 692
- a nastawianie p. *Nastawnic*.
- Prędkość** (mech.), скорость, Geschwindigkeit 143
- jazdy tramwaju, скорость конки, Fahrgeschwindigkeit d. Strassenbahn 906
- kątowna (mech.), угловая скорость, Winkelgeschwindigkeit 150, T. 151
- kolei p. *Pociągu kol. prędkość*.
- obwodowa największa kół żelaznych (sz. m.), наибольшая скорость по окружности колеса, höchste Umfangsgeschwindigkeit der Gussräder 621
- pary wodnej, скорость движенія пара, Dampfgeschwindigkeit 296 i n., 949, 301 i n., 519, 940
- polowa (mech.), плоскостная скорость, Flächengeschwindigkeit . . . 201
- skrawania (obr.), скорость сръзыванія, Schnittgeschwindigkeit 654 do 659
- tłoka silnika par., скорость поршня пар. маш., Kolbengeschwindigkeit der Dampfmaschine T. 852, 515
- wody, скорость воды, Wassergeschwindigkeit T. 247 do 251, 257, 273

- Prędkość wypływu cieczy, скорость истечения, Ausflussgeschwindigkeit** . . . 240
 — wzajemna (*mech.*), переменная скорость, Wechselgeschwindigkeit . . . 158
- Pręt** (miara), Ruthe . . . 948 i n.
 — у дзвігарów (*most*)), Glied, Stab 648 i in.
- Prężność pożytkowa** (do zużycia) (*siłuki par.*), полезное давление пара. Nutzspannung . . . 848 i n., 1074
 — pracy jałowej (*siłn. par.*), давление для хода машины порожнемъ. Leer-gangswiderstandsspannung 848, T. 859
 — właściwa (*mech.*), удельное давление, spezifische Spannung 276, 325, 1125
 — wskazana (*siłn. par.*), индикаторное давление, indicirte Spannung 848, 872, 856 i n., 513, 793
 — — zastępcza (*siłn. par.*), отнесенное давление, reducirte Spannung 867, 872
- Procenty** składane, сложные проценты, Zinseszinsrechnung . . . 56
- Profil p. Brzoza, Obrysie, Obrysy.**
- Profile** normalne kształtowników, нормальные профили прокатного железа, Normalprofil . . . 26 do 37
- Promień hydrauliczny** (*wod.*), гидравлический радиус, hydraulischer Radius 247, 254
 — rdzenia (*wytr.*), радиус ядра, Kernweite, Kernradius . . . 404
- Promieniowanie ciepła, лучевыпускание** теплоты, Wärmestrahlung . . . 623, 326
- Prony'ego hamownica** (wędziło), ва-жимъ Прони, Pronyscher Zaum . . . 801
- Propełer p. Pędzias.**
- Prostka** (rura prosta, króciec prosty), прямая труба, gerades Rohr . . . 583
- Prostowód** (*cz. m.*), коромысло, Gerad-führung, Lenker . . . 569 do 576
- Prowadnica** (*cz. m.*), направляющая по-лоса, Führung . . . 569, 741, 918
 — krzywoliniowa, направляющая для крестовины, Kreuzkopfführung . . . 920, 928
 — rozjazdowa (*kol.*), рамный рельс, контръ-рельс, Zwangsschiene, Radlen-ker . . . 310
- Prowadnik** (*cz. m.*), ползунок, Führungsstück, Gleitstück . . . 569
- Próbka** (przy odbiorze żelaza, stali itp.), образецъ для испытанія, Probiertab normy wurgsburskie 63 i n., przepisy hutników niemieckich 47 i n., przepisy ministerjum ros. 57 i n.
- Próżnia, вакуумъ, Vakuum** . . . 1069
- Pryzmat do kątów p. Dąskat pryzmatowy.**
- Pryzmoid** (*mat.*), призмодъ, Prismoid 137
- Przebieg kołowy** (*mech.*), круговой процесъ, Kreisprozess . . . 1127, 326, 1086
- Przebijarka** (*obr.*), дыропробивной ста-ночек, Lochmaschine . . . 490, 653
- Przebijnik** (*stempel*), пробивающий штампель, Stempel . . . 653
- Przechwył** (*bud.*), якорь, Dubel . . . 157
- Przechylarka, лобедка** для опрокиды-вания, Kippwindwerk . . . 725, 561
- Przechył statku** (*okr.*), Krängung des Schiffes . . . 470
- Przećinak, кузнечное зубило, Schrott-meissel, Kaltmeissel** . . . 47
- Przećinarka, ножицы, Schere** . . . 653
- Przećinawk, Gegenkurve** . . . 334
- Przećiwpóžarny mur p. Grodziziar.**
- Przećiwpreżność, противодействие, Ge-gendruck** . . . 869
- Przećiwaga p. Odciężek.**
- Przećiwwzbudzenie twornika** (*el.*), о-братное дѣйствие якоря, Anker-Rückwirkung . . . 824, 852
- Przeddraże cylindra, Absatz des Cylin-ders** . . . 920
- Przeddzłóbel** (*okr.*), кавіфоксець, кан-версель, Klüvfocksegel, Klüversegel 499 i n.
- Przedstopek** (*bud.*), подступенокъ, Fut-terstufe . . . 190
- Przeżleb statku** (*okr.*), тримтъ, погру-жение судна, Trimm . . . 459, 476 i n.
- Przeżródka międzyłopatkowa** (turbin, kół wodnych i t. p.), пространство между двумя лопатками, ковша, Schau-felraum, Zelle . . . 759, 806
- Przeżzewacz pary, перегрѣватель** па-ра, Dampfüberhitzer 954, 1046 i n., 408
- Przeżub** (*cz. m., most.*), шарниръ, Ge-lenk . . . 501, 530, 708 i n.
 — galkowy, Kugelgelenk . . . 928
- Przejazd kolejowy, переѣздъ, Wegeüber-gang p. n. 267; p. r. 208, 215, 266; 330**
- Przejma** (*bud.*), Wechselbalken, Balken-wechsel . . . 171, 194
- Przekatnica** (*kol.*), діагональный брусь, Diagonale . . . 414
- Przekatnik** (*st. b.*), раскосъ, Strebe, Schräge . . . 689 i n., 706, 721
- Przekładnia p. Przełożenie.**
- Przekrój niebezpieczny** (p. rozłamujący się) (*wytr.*), опасное сѣчение, сѣче-ние излома, gefährlicher Querschnitt (Bruchquerschnitt) . . . 354, 373 do 379
- Przelew wody, водосливъ, Wasserüber-fall** . . . 242, 244, 263
- Przelewka żużła** (wielkopięcowa), фурма для шлаковъ, Schlackenform . . . 542
- Przelewница kubelkowa, наливное ко-лесо** (водоподъемное колесо), Pum-penrad . . . 759
 — łopatkowa, водобойное колесо, Wurf-rad . . . 760
 — przedziałkowa, лопастное водопод-ъемное колесо, Schöpfrad . . . 760
 — ślimakowa, червячный насосъ, Schne-kenpumpe . . . 759
- Przelot rzutu** (*mech.*), дальность полета, Wurfweite . . . 199

- Przelot strumienia wodnego, дальность бол водяной струи, Wurfweite des Wasserstrahles 268
- Przelotnia** (Receiver) (zle pośredek), промежуточный резервуар, ресиверъ, Aufnehmer (Receiver) 793, 850 i n., 925 i n.
- Przelotność** (lep. przepuszczalność) kolei, пропускная способность 205
- Przeladownia**, перегрузная платформа, Umladeschuppen 337
- Przełączak** (przewodu wodnego), Umschaltevorrichtung 921
- Przełącze** (kol., el.), Gleisverbindung — гождздове (kol.), соединение стрѣлками двухъ параллельныхъ путей, Weichenverbindung zwischen Parallelgleisen 305, 314
- Przełącznik** (el.), коммутаторъ, Umschalter 861
- Przełącze** (między cylindrowe), часть соединяющая цилиндры тандемъ, Verbindungsstück an Tandemaschine 923 925
- Przełożenie** (stosunek w przekładni) (cz. m.), передаточное число, Ubersetzungsverhältniss 450, 459, 462, 676, 472, 672, 476, 488
- Przemiana** (el.), перемѣна, Wechsel 833
- Przemiany** (permutacje) (mat.), перестановка, Permutation 47
- Przemianka** (el.), перемѣна, Wechsel 833
- Przenikalność powietrza** (ogr.), пропускательность воздуха, Luftdurchlässigkeit 579
- Przenikanie ciepła**, передача теплоты, Wärmedurchgang, . . . 589 i n., 618 i n.
- Przenośnik drgawkowy**, корытчатый транспортеръ, Förderrinne 757
- taśmowy, ленточный транспортеръ, Fördergurt (Traineur) 755
- ślimakowy (ślimak), винтовой транспортеръ, Förderschnecke 755
- Przepisy** o dźwigach, правила для подъемниковъ, Vorschriften über Aufzüge 734 i n.
- o kotłach parowych, правила о паровыхъ котлахъ, Dampfkessel-Geetze p. a. 1062, p. n. 1054, p. r. 1049
- o rurach miedzianych, тех. условия для медныхъ трубъ, Vorschriften über Kupferrohren . . . p. n. 592, p. r. 592
- o napięzeniach tworzyw, предписанія о напряженияхъ материаловъ, Vorschriften betref. Materialsparnungen p. a. 341; 635, p. n. 338; 648, p. r. 340; 655
- Przepluw** (cieczy), протокъ жидкости, Durchfluss 239
- Przepona**, Membrane (Trennfläche) 931 i n., 610
- Przepust** (szluz) (wod.), шлюзъ, Schleuse 259, 266
- kolejowy, боза, Durchlass . p. r. 207
- Przepustnica**, дроссельный клапанъ, Drosselklappe 646, 253, 1132, 739
- parowozu, регуляторъ, Absperrschieber, Regler 391
- Przerządnia** (kol.), сортировочная станція, Verschiebebahnhof, Rangierbahnhof 349
- Przerzadnik** (el.), коммутаторъ, расплитель, Stromwender, Stromabgeber, Kommutator 827, 853
- Prześląkanie** wody przez grunt, просачиваніе воды черезъ грунтъ, Durchsickerung 266
- Przestawiak**, Umstellvorrichtung . . . 309
- Przestron** (wielk. piecea, gruzki), распачъ (дом. печи груши), Kohlsack d. Hochofens, Bauchweite d. Birne 541, 542, 560
- Przestrzeń szkodliwa** (lep. niedosuwnia) (sil.), вредное пространство, schädlicher Raum 849, 870,
- Przesunięcia** (ruchy) przysposobione, (mech.), возможное перемѣщеніе, virtuelle Verrückung (Bewegung) . 169
- Przesuwacz** (przesuwnik) pasa, вилка для передвиженія ремня, Riemen-ausrücker 480, 677, 721
- Przesuwek** jarzma, камень въ кулисе, Gleitstück der Kulisse, Kulissenstein 909, 916
- Przesuwnica** (kol.), передвижная тележка, Eisenbahnschiebebühhne 326 i n., 226, 488
- bezdołowa, тележка безъ канада, Schiebebühhne ohne Laufgrube . . . 327
- Przesuwnik** tokarki, суппортъ токарнаго станка, Support der Drehbank 655
- zwrotnicy (kol.), Lenkstange 302, 309
- Przesył** pracy elektryczny, зл. передача силы на расстояние, elektrische Kraftübertragung 851, 877, 880
- Przesysak** (lewar), сифонъ, Saugheber 761
- Prześwit** (rury, mostu i t. p.), диаметръ, прозель, lichte Weite
- Przetapiak** (kuź.), плавильная печь, Umschmelzofen 559
- Przetapianie** surowki, переплавка доменнаго чугуна, Umschmelzen d. Roheisens 554
- Przetłocznka** parowa (montejus), монтежио, Dampfdruckwasserheber . . . 761
- Przetłocznica**, приборъ для подъема жидкости давлениемъ, Flüssigkeits-Druckhebevorrichtung 650, 761 do 779
- Przetop**, плавка, das Einschmelzen . 556
- Przetryskacz** parowy, эжекторъ, Ejektor 762
- Przetwornica** (el.), трансформаторъ постоянного тока, Umformer 854
- niedochłonna, Sparschaltungsumformer 854
- Przetwornik** garnkowy (el.), трансформаторъ перемяннаго тока, Manteltransformator 855

Liczby tłuste dotyczą stron tomu II.

- Przetwornik jarzmowaty, Kerntransformator 855
- Przetyk** (*bud.*), клинь, Ankersplint . 193
- Przewal** (jaz zatopiony), подпруга, Grundwehr 264
- w kotle, порожек, Feuerbrücke 955 i n.
- Przewietrzak** (*gaz.*), эксгаусторъ, Exhaustor 921
- Przewietrzanie**, вентиляция, Lüftung 572 do 588, 483
- pobudzone, искусственная вентиляция, künstliche Lüftung 579
- samoistne, естественная вентиляция, natürliche Lüftung 577
- Przewietrze** (*sil. spal.*), Spülluft 1078 i n.
- Przewietrznik**, вентиляторъ, Ventilator 781 i n., 584
- elektryczny, электрический вентиляторъ; elektrischer Ventilator . . T. 788
- kopalniany, рудничный вентиляторъ, Bergwerksventilator 783, T. 788
- *odśrodkowy* p. *Wietrzak*.
- śrubowaty, винтовой вентиляторъ, Schraubengebläse 788, T. 790
- Przewiewie* (*szczególny między rusztowaniami*) p. *Rusztu przewiewie*.
- Przewięć** (*okr.*), штага, Stag 499 i n.
- Przewięziel** (*okr.*), штаксель форштеги, штакфоксель, Vorstängestagsegl, Stagfoksegl 499 i n.
- Przewodniki**, части машинъ для проточка жидкостей, Maschinenteile zur Aufnahme und Fortleitung von Flüssigkeiten 576 do 614
- Przewodnictwo ciepła**, теплопроводимость, Wärmeleitung 619
- Przewód dmuchowy** (*kuź.*), воздухопроводъ, Windleitung 549
- dosyowy (*el.*), питающий проводникъ, Speiseleitung 881
- elektryczny, электрический проводъ, эл. проводникъ, elektrische Leitung 788, 113, 912a
- u — go przekrój (*el.*), сечение эл. провода, Leitungsquerschnitt . 881
- Przewód gazowy**, газопроводъ, Gasleitung 926, 924 i n., 578, 1123
- kanalizacyjny, канализационный трубопроводъ, Kanalisationsrohrleitung 580
- powietrzny (*el.*), воздушный пров., Freileitung, Oberleitung 891, 907
- obojętny (*el.*), нулевой проводникъ, Nulleiter, Ausgleichsleiter . 840, 864
- odziany (*el.*), изолированный проводникъ, isolierter Leiter 879
- ogrzewczy (*ogr.*), трубопроводъ для отопления, Heizungsrohrleitung 600 i n., 587 i n.
- na oświetlenie (*el.*), проводникъ для освѣщенія, Beleuchtungsleitung . 880
- parowy, паропроводъ, Dampfleitung 301 i n., 600 i n., 578 i n., 392, 530
- z miedzi, паропроводъ изъ красной мѣди, Kupferne Dampfleitung 592
- Przewód parowy odlotowy**, паропроводный трубопроводъ, Dampfableitung 927, 940, 519, 392
- podziemny (*el.*), подземный проводникъ, Unterleitung 909
- powietrzny, (dmuchowy), воздухопроводъ, Luftleitung, Windleitung 300, 578, 1123
- powrotny (*kol., el.*), обратный проводникъ, Rückleitung 908
- przeciekowy (*okr.*), трубопроводъ для откачки, Lenzleitung 531
- rozsyłowy, распределительный проводникъ, Verteilungsleitung 881
- rurowy, трубопроводъ, Rohrleitung 578 i n.
- u — go najoszczędniejszy prześwit, найвыгоднѣйшій диаметръ трубопровода, vorteilhafteste Rohrweite einer Rohrleitung 578, 769
- — wydłużenia, удлинение трубопровода, Längenausdehnung einer Rohrleitung 578, T. 599
- Przewód skrajny** (*el.*), крайній проводникъ, Aussenleiter 840
- spustowy (*ktł.*), спусковой и продувочной трубопроводъ, Ausblaseleitung 1042
- ssawny, всасывающий трубопроводъ, Saugleitung 767, 774
- tłoczniowy, трубопроводъ для прессы, Pressen-Wasserleitung . 578, 589, 590
- tłoczny, нагнетательный трубопроводъ, Druckleitung 721, 769
- wodny, водопроводъ, Wasserleitung 247 i n., 602, 578 i n., 1123, 721, 342, p. kol. r. 211
- wydychowy, трубопроводъ для отработанныхъ газовъ или пара, Auspuffleitung 927, 1124
- zasilający (*ktł.*), трубы для питания, Speiseleitung 1041, p. a. 1063, p. n. 1055, 1062, p. r. 1050
- zdawny (*kol., el.*), проводникъ отводящій токъ, Fabrleitung 905 i n.
- zlewowy, водосточный проводъ, Ausgussrohrleitung 580
- Przewodnictwo ciepła**, теплопроводимость, Wärmeleitung 326
- Przewojowy** bęben, фрикціонный барабанъ, Reibungstrommel 678
- Przewora** (*bud.*), Lattierbaum 200
- Przewozowa** zdolność kolei . . p. r. 205
- Przeziernik** (*mier.*), диоптеръ, Diopter 131
- Prześló** (*most.*) 758
- Przodowanie** korby korbie, кривошипъ опережаетъ другой кривошипъ, Vorgeilen der Kurbel 865, 876
- Przodowania** mimośrodę kąta, уголъ предваренія эксцентрика, Voreilwinkel des Excenters 884

- Przyciąg** rosadowy, фундаментный бортъ, Fundamentanker (Schraube), Grundanker 436, 682, 929
- Przyciągarka** (ślupowa), кабестанъ, Spill, Gangspill 716, 486
- Przycieś** (*bud., kol.*), продольный лежень, обвязочный брусъ, Schwelle, Rahmenholz 167, 420
- Przyciółek** mostu, Landpfeiler 760
- Przyłga**, заплечикъ, поверхность прилегания, Türanschlag, Arbeitsleiste, Anschlussfläche 582, 920, 276 i t. p.
- Przyłap** (*bud.*), подъездъ, Vorfahrt. 173
- Przyłącze** (*el.*), контактъ, Anschluss 881
— (odnoга przyłącza rury), патрубкокъ, Ansatzstutzen 771
- Przypora** (*bud.*), контрфорсъ, Stützpfiler 159, 179
- Przyrząd** do mierzenia kątów (*mier.*), угломерный приборъ, Winkelmessgerät 124
- Przysłonięcie** zewnętrzne (stawidła), наружная перекрышка, aussere Deckung 884
- Przyspieszenie** (*mech.*), ускорение, Beschleunigung 143, 192
— dośrodkowe, центробежное ускорение, Centripetalbeschleunigung 149, 150, 198
— kątowe, угловое ускорение, Winkelbeschleunigung 150, 208
— polowe, плоскостное ускорение, Flächenbeschleunigung 201
— po stycznej, касательное ускорение, Tangentialbeschleunigung 149, 150, 198
- Przystanek** kolejowy, остановочный пунктъ, Halbstation, Haltestelle 331, p. r. 206, 214; 905
- Przystawka** napędna suwnic, Triebwerk des Laufkranes 696 i n.
— sufitowa, потолочный передаточный приводъ, Deckenvorgelege . 655 i n.
— zębata, зубчатая передача, Räder-vorgelege 676, 949
- Przylumiak** ruchu (gorzej tłumnik), жидкий катарактъ, Luftflüssigkeitskataraktdämpfer 630, 704
- Przywieź** (*okr.*), Trosse 485
- Przywiewiel**, Poller 485
- Przyziom**, I-ny этажъ, Erdgeschoss 159
- Pucolana** (*tw.*), пуцоланъ, Puzzolannerde 81, 90, 95
- Pudlingowanie**, пудлингование, Pudell-ofenbetrieb 558
- Pudło** wagonowe, вагонный кузовъ, Oberkasten 420 i n.
- Pulsometr** p. Tętnik.
- Pumeks** p. Gąbcszak.
- Punkt** martwy (jarzma, stawidła) (*b. m.*), нулевая точка, Nullpunkt 909, 850 i n.
— martwy silnika p. Punkt zwrotu.
- Punkt** niedobieżny (asymptotyczny) (*mat.*), асимптотическая точка, asymptotischer Punkt 116
- Punkt** odosobniony (*mat.*), изолированная точка, isolierter Punkt 100
— podwójny (*mat.*), двойная точка, Doppelpunkt 100
— rdzenny (*wytr.*), крайняя точка ядра сѣчения, Kernpunkt 402
— skojarzony (*mech., wytr.*), сопряженные точки, zugeordnete Punkte 403
— sprzężony (*mat.*), сопряженная точка, zugeordneter Punkt 100
— topnienia, температура плавления, Schmelzpunkt T. 319
— wrzenia, температура кипѣнія, Siedepunkt T. 320
— zamarzania, температура заморзання, Gefrierpunkt . . . T. 318, 319, T. 722
— zaniku (*mat.*), бесконечно удаленная точка, unendlich ferner Punkt 98
— zerowy (*mat.*), нулевая точка, Nullpunkt 50
— zwrotny (*mat.*), точка перегиба, Wendepunkt 99, 155, 361
— zwrotu silnika (pompy i t. p.), мертвая точка, Todpunkt 554
- Pyrometr** (zaromierz), пирометръ, Pyrometer 311, 313
- Pyrometryczna wartość paliwa p. Temperatura spalania.*

R.

- Rabitz'a** ściany i stropy, Rabitzputz 90, 185, 195
- Radiatory p. Organki.*
- Rama** (*bud.*) p. Nadcieś.
- Rama** (*b. m., kol.*) p. Ostoja.
- Ramsden'a** szkło oczne 125
- Rankina** i Szwarz'a wzór (*wytr.*), формула Шварца-Ранкина, Schwarzsche Formel 348
- Rapowanie* (*bud.*) p. Obrzutka.
- Rdza** (żelaza), ржавчина (ржавление жельза), Rost (Eisenrost) 67
- Rdzeń** odlewniczy, сердечникъ, Kern 843, 522, 545
— przekroju (*wyt.*), ядро сѣчения, Kern des Querschnittes 402
— twornikowy (*el.*), ядро якоря, Ankerkern 818, 823
- Reakcyja p. Odpór.*
- Regenerator p. Odzysknicia ciepła.*
- Regulator odśrodkowy p. Miarkownik.*
- Reja** (przednia, wielka, wyżłowa i t. p.) (*okr.*), рея (фокрен, гротрен, марсен), Raa (Fockraa, Grossraa, Marsraa) 498 i n.
- Rejak** tylny (*okr.*), крьюсь-мачта, Kreuzmast 498 i n.
- Rejel** (*okr.*), рейный парусъ, Raalsegel 498 i n.
- Rent** rachunek, исчисление рентъ, Rentenrechnung 56
- Besor**, рессора, Tragfeder . . . 406, 416

- Restarting-injektor p. Smoczek parowy samochwytny.*
- Retorta p. Wygaźnica.*
- Rhumkorf'a** przetwornik (cewka) (el.), bobina Rумкорфа, Rhumkorf'scher Funkenapparat 897
- Richmann'a** prawidło (cpt.), правило Рихмана, Richmannsche Regel . . . 318
- Rider'a** stawidło suwakowe (sil.), золотникъ Ридера, Rider Steuerung . . . 904
- Ritter'a** metoda obliczeń kratownic (st. b.) Rittersche Schnittmethode 684
- Robaczliwość** (drzewa), червоточины. Wurmfrass 108, 110
- Robnik** (silnica robocza), рабочая машина, Arbeitsmaschine . . . 649 do 800
- Rogatka** przejazdowa (kol.), барьера, Schranke 269 i n.
- — rozwieralna (kol.), поворотная барьера съ вертикальной осью, Drehschranke 269
- — zachułna (kol.), барьера съ горизонтальной осью, Schlagschranke 269
- — zasuwna (kol.), задвижная барьера, Schiebeschranke, Rollschranke 269
- — zapadowa, versenkte Schranke 270
- Rolszycha p. Cegła na rąb.*
- Rondelet'a** dane o sklepieniach . . . 164
- Roof'a wieźraki p. Wietrzaki o łokach zębniokowatych.*
- Ropa** naftowa, нефть, Rohnaphta 536, 352
- Rose'go** metal, металл Розе, Rose'sches Metall 78
- Rotgus p. Bronz i spiż.*
- Rowy** (kol.), выемки, Bahnraben 256 i n. p. r. 207
- Rozbieganie się sprądnika** (el.), Durchgehen des Gleichstrom-Elektromotors 831
- Rozbrzeźność**, ширина, Weite 882, 884
- Rozchód pary** (zużytej) na pracę w silnikach, полезный расходъ пара, Nutzbarer Dampfverbrauch 849, 851, T. 860 i n., 870, 1075
- — całkowity w silnikach, общій расходъ пара, gesamtter Dampfverbrauch (Dampf m.) 849, 865 i n., 1072, 1075
- — turbin parowych, расходъ пара паровыхъ турбинъ, Dampfverbrauch der Dampfturbinen . . . 946, 950, 1138
- Rozciąganie** mimośrodkowe (uyl.), вкѣцентрированное растяжение, excentrischer Zug 406
- Rozciąganie jednostkowe**, относительное удлинение, Dehnung . . . 327 i n., 51
- — sprężyste, упругое удлинение, elastische Ausdehnung (Federung) 329, 342
- — trwałe, остающееся удлинение, Dehnungsrest 329
- Rozczepka** (tróźlączka), T-Stück . . . 927
- — miedziana, тройникъ изъ красной мѣди, kupfernes T-Stück . . . T. 599
- — podwójna, двойной тройникъ, AA, BB, CC-Stück 583
- — prosta, тройникъ, A- u. B-Stück. 583
- Rozczepka skośna**, тройникъ, C-Stück 583
- Rozczynnik** (el.), растворяющая жидкость, Lösungsflüssigkeit 803
- Rozdział** pracy silnika parowego na cylindry, распределение работы паровой машины на цилиндры, Arbeitsvertheilung auf die Cylinder 863, 879
- Rozdzielnik** napięcia (el.), распределитель напряжения, Spannungsteiler 861
- Rozzerwanie** (uyl.), разрывъ, Bruch, Zerreiben 329
- Rozgałęzienie** prądu, развѣтвление тока, Stromverzweigung 788
- Rozgroda** (bud.), шпунтовая стѣнка, Spundwand 151
- Rozjazd** kolejowy, стрѣлка, Weiche 302 i n., 353, p. r. 210
- — krzyżny (angielski), двухсторонняя крестовая стрѣлка, beiderseitige Kreuzungsweiche 305, 315
- — niedokrzyżny, Weichenverschlingung 305
- — w łuki, круговая стрѣлка, Bogenweiche 304, 314
- — oddawczy, Trennungsweiche . . . 355
- — odłączny, Spaltungsweiche . . . 355
- — podźpicowy, Spitzenweiche . . . 333
- — podwójny, двойная стрѣлка, Doppelweiche 304, 314
- — półkrzyżny (półangielski), односторонняя крестовая стрѣлка, einseitige Kreuzungsweiche . . . 305, 315
- — przejemczy, Anschlussweiche . . . 355
- — przeskokowy, Kletterweiche . . . 310
- — zdwojczy, Teilungsweiche . . . 356
- — złączny, Vereinigungsweiche . . . 355
- — zwykły, нормальная стрѣлка, Normalweiche 302, 311, 314 i n.
- u — go węzeł, узловая точка стрѣлки, Knotenpunkt der Weiche . . . 303
- Rozjezdnia** (kol.), Weichenstrasse 300, 306
- Rozkruchowiec** (tw.), Trümmergestein 261
- Rozłączka** (el.), Trennstück 870
- Rozoblić** (wytworzyć kołnierz przez wynięcie rury), отогнуть фланецъ на трубу, auskremen, umbördeln 1025 i n.
- Rozpiętość**, пролетъ, Spannweite 372, 638 i t. p.
- Rozpora** (bud.), шпиргель, Spannriegel 192, 724
- przegubowa, Kniehebel 715
- Rozpornica** (bud.), шпиргельная бабка, m. система, Sprengwerk 171, 192, 724
- Rozpór** (łuku, sklepienia) (st. b.), распоръ, Horizontalschub 709, 737 i n.
- Rozprza** (bud., okr.), Spannbohle 191, 499 i n.
- Rozprąd** (prąd przemienny) (el.), переменный токъ, Wechselstrom 787, 833
- Rozprądnica** naprzeciwnobiegunowa, динамо съ одноименными полюсами, Gleichpol-Dynamo 843, 847

- Rozprądnicą naprzemiannobiegunową, динамо съ перемѣнными полюсами, Wechselpol-Dynamo 844, 847
- nizkoparjéta (el.), динамо для тока низкаго напругения, Niedrigspannungwechselstromdynamo 842
- wysokoparjéta (el.), динамо для тока високаго напругения, Hochspannungwechselstromdynamo 843
- Rozprądnicę przyłączenie (el.), включение динамо, Schalten der Wechselstromdynamo 872
- Rozpręż, мѣра экспансиі, Mass der Expansion 781
- Rozprężający parę przyrząd, парорасширительный приборъ, Expansionsapparat 647
- Rozprężanie, расширение, Expansion 887 lin.
- a krzywa, кривая расширения, Expansionskurve 290, 868 i n., 1077 i n.
- Rozprężenie (stosunek rozprężenia), степень расширения, Expansionsgrad 848
- zastępcze, общія номинальная степень расширения, gesammter nomineller Expansionsgrad 848, 513
- Rozpromieniowanie ciepła, лученспусканіе теплоты, Ausstrahlung der Wärme 952
- Rozpryskiwacz, разбрызгивающій приборъ, Streudüse 941
- Rozprzel (okr.) 499
- Rozpylac, пульверизаторъ, форсунка, Zerstäuber 382
- Rozruszanie (ruszanie z miejscą), пусканіе въ ходъ, Angehen, Anlassen, Inbetriebsetzung 703, 765, 397 i t. p.
- Rozrusznik (el.), включатель, Anlassvorrichtung 882, 852
- Rozrząd pary (sil.), парораспределение, Dampfvertheilung, Steuerung 881 до 920
- jednosuwakowy (zwykły) (sil. par.), распределение обыкновенными золотниками, einfache Schiebersteuerung 882 до 899
- silników spalinowych, распределение Steuerung 1119
- suwakami dwoistymi (sil. par.), распределение двойными золотниками, Doppelschiebersteuerung 900 до 908
- suwakowy nawrotczy (sil. par.), золотникъ хода взадъ и впередъ, Umsteuerung 909 до 920
- Rozrządnica (el.), распределительная доска, Schalt-Tafel 870
- Rozstaw (kol.), расстояние, Abstand. 296
- Rozstępnosi (kol.), базисъ, Radstand 405, 410, 412, 419
- Rozsuw fal (el.), передвижение фазъ, Phasenverschiebung 834
- Rozszerzalnik (ogrz.), расширительный сосудъ, Ausdehnungsfass 604
- Rozszerzalność pod wpływem ciepła, расширение отъ теплоты, Ausdehnung durch Wärme 314
- Roztłaczarka do rur, трубораскатка, Rohrdichtvorrichtung 1026
- Rozwiertak, развертка, Reibahle 438
- Rozwijająca (mat.), развертывающаяся (эволюента), Evolvente 99, 114
- Rozwinięta (rozwita, ewoluta), развертываемая (эволюта), Evolute 99
- Rozwora (bud., kol.), поперечный брусъ, Biegel, Querriegel 168, 420
- Rójkrzywych (mat.), система кривыхъ, Kurvenschar 101
- Rógrei (okr.), нокъ, Nock 499 i n.
- Równania (mat.), уравнение, Gleichung 49 i n., 83
- stanu (mech.), уравнение состоянія, Zustandsgleichung 1125 i n., 276 i n.
- Równia (powierzchnia równych potencjałów), эквипотенциальная поверхность, Niveaufläche 200, 236
- Równia pochyla p. płaszczyzna pochyla.
- Równiaki (części maszyn wyrównawcze), регуляторы движения машины, regelnde Maschinenteile 615
- Równoleglica (mat.), ферма съ параллельными посами, Parallelträger 700, 641, 774
- Równoległobok, параллелограмъ, Parallelogramm 173, 174
- prędkości, параллелограмъ скоростей, Parallelogramm der Geschwindigkeiten 149
- sił, параллелограмъ силъ, Parallelogramm der Kräfte 160
- Watta, параллелограмъ Watta, Watt-Parallelogramm 575
- Równoległoscian, параллелепипедъ, Parallelpipeden 190
- Równowaga sił, равновѣсiе силъ, Gleichgewicht der Kräfte 167
- trwała, chwiejna i obojętna, устойчивое, неустойчивое и безразличное равновѣсiе, stabiles, labiles und indifferentes Gleichgewicht 168, 625
- Równoważnik chemiczny, химическiй эквивалентъ, chemisches Aequivalent 791
- Różniczkowe równania, дифференціальное уравнение, Differentialgleichung 83
- wzorów, формулы для дифференцирования, Differentialformeln 69
- Różniczyniki (fakultety), факультетъ, Fakultät 35, 44
- Rtęć, ртуть, Quecksilber . 4, 11, 315, 319, 320, 619, 275
- Buch ciała sztywnego (mech.), движение твердаго тѣла, Bewegung eines starren Körpers 207
- cząstkowy, элементарное перемѣненіе, Elementarbewegung 150
- geometryczny, геометрическое движение, geometrische Bewegung 143
- krępowany, несвободное движение, unfreie Bewegung 202

- Ruch ośrodkowy, центральное движение, Centralbewegung 201
 — płaski, движение в плоскости, ebene Bewegung 154
 — trwoniony, мертвое движение, toter Gang 916
- Ruch (kol.) p. Ozysk kolei.*
- Ruda żelazna, желѣзная руда, Eisenerz 536 i n.
- Rugowanie wykresline niewiadomych, графическое исключение неизвестных, zeichnerische Elimination 50
- Rur kosztu ułożenia, цѣна укладки трубъ, Verlegungskosten der Rohre 582
 — próbowanie, испытание трубъ, Rohrprüfung 582, 600
 — uszczelnianie, чеканка трубъ, Rohrdichtung 582, 602, 722
 — wytrzymałość, сопротивление трубъ, Festigkeit der Rohre 421, 722, 1009, T. 579
 — żeliwnych normy, нормы чугуинныхъ трубъ, Rohrnormalien T. 580; 722
- Rura barometryczna, барометрическая труба, barometrisches Rohr 939
 — z betonu ubijanego (cementowa), труба изъ штампованнаго бетона, Stampfbeton-Rohr 97 i n.
 — cynkowa, оцинкованная труба, verzinktes Rohr 587
 — cynowa, оловянная труба, Zinnrohr 591, T. 596
- Rura fasonowa p. Kształtki.*
 — gazowa p. Rura spawana.
 — giętka oprancerzona, гибкая труба, Seilrohr 591
 — kamionkowa, гончарная труба, Thonrohr 87
 — kotłowa, котельная труба, Dampfkessel-Rohr 589, 1027, T. 588
 — lutowana, паяная труба, gelötetes Rohr 587
 — Mannesmannowska, труба Манесманна, Mannesmannrohr 571, 20, 589 i n.
 — miedziana, труба изъ красной мѣди, Kupferrohr 78, 591, 592, T. 597; 1045
 — mosiężna, латунная труба, Messingrohr 691, T. 598; 1027
 — nitowana, клепаная труба, genietetes Rohr 587
 — odciekowa, Abflussrohr 257
 — odwadniająca, Entwässerungsrohr 613
 — z ołowiu miękkiego, труба изъ мягкаго свинца, Weichbleirohr 591, T. 594, 595
 — z twardego, труба изъ твердаго свинца, Hartbleirohr 591, T. 593
 — ołowiana z wnętrzem cynowem, свинцовая труба покрытая оловомъ, Mantelrohr 591, T. 596
 — płomienna p. Płomienica.
 — podnośnicza, элеваторная труба, Steigrohr 775
- Rura przegubowa, шарнирная труба, Gelenkrohr 725, 927
 — spawana (lep. zlipiana), труба сваренная, geschweisstes Rohr 571, 587 i n., 601
 — spizowa, бронзовая труба, Bronzrohr 591, T. 597
 — spustowa p. Deszczówka.
 — stalowa, стальная труба, Stahlrohr 571, 589
 — studzienna, труба для колодець, Brunnenrohr 589
 — walcowana, прокатанная труба, gewalztes Rohr 571, 591
 — wiertnicza, труба для буровыхъ скважинъ, Bohrohr 589
 — wyciągana (ciągniona), прокатная труба, gezogenes Rohr 571, 591
 — wysuwna, телескопная труба, Teleskoprohr 725
 — wznośna, восходящая труба, Steigrohr 919
 — zbiorcza, собирающая труба, Sammelrohr 934
 — żebrowa p. Żebrońka.
 — o żebrach podłużnych, труба съ продольными ребрами, längsgeripptes Rohr 589
 — żelazna (z żel. zlewnego i zlipnego), желѣзная труба, schmiedeeisernes Rohr 587, 601, norm. wyrch. 66, 1027
 — żeliwna, чугуинная труба, gusseisernes Rohr 578 i n., 601, p. n. 57
 — kielichowa, чугуинная труба съ раструбомъ, gusseisernes Muffenrohr 578, T. 580; 722
 — — kołnierzowa, чугуинная труба съ фланцами, gusseisernes Flanschenrohr 578, T. 580; 603; 722
- Rury jako przewod. do pewnego celu p. Przewody.*
- Rury kielich, раструбъ, Rohrmuffe . 580
 — kołnierz, фланць трубы, angesogener Flansch 580
 — kołnierzyk, насаженный фланць трубы, festaufgesetzter Flansch 587, 602
 — obrączka, бортъ трубы, Bordring des Rohres 587, 604, 607
 — obroża, свободный фланецъ, loser Flansch 587, 602
 — szyjka, шейка трубы, Rohrhals 582, 604
 — zelaznej długość, данна желѣзной трубы, Länge des schmiedeeisernen Rohres 588 i n.
 — żeliwnej długość użytkowa, полезная данна чугуинной трубы, Nutzlänge (Baulänge) des Rohres 580
- Rurka Pitot-Darcy'ego, трубка Пито, Pitot-Darcysche Röhre 273
- Rurownia, трубопрокатный заводъ, Röhrenwalzwerk 571

- Ruszt (kft.)**, колосниковая рѣшетка, Rost 955 i n., 1038, 382
 — bez pali (*bud.*), основание на леж-
 ныхъ, liegender Rost 154
 — na palach (*bud.*), лежки на сваяхъ,
 Pfahlrost 154
 — u powierzchni całkowita, общаѣ пло-
 щадѣ колосниковой рѣшетки, totale
 Rostfläche 952, 378, 526
 — u przewiewie, прозоры колосниковой
 рѣшетки, freie Rostfläche 952, 1038
Rusztownia, колосникъ, Roststab . 1037
Rusztownica, колосниковая балка, Rost-
 stabträger 1038
Rydel, лопата, Spaten 261
Ryjak (kuź.), Düsenrüssel 542
Rynna (bud.), желобъ, Dachrinne . . 189
 — zsuwowa, отводный желобъ транс-
 портера, Laufröhrl für Förderzwecke,
 Fallrohr 757
Rys pochyluch drogi, Gradientenzug . 804
Rysownicze narzędzia, чертежные при-
 боры, Zeichenapparate 138
Rzeka, rѣka, Fluss 254
Rzez (ostrze nożyc i t. p.), рѣзущее ре-
 бро, Schneide 653, 839
Rzut ciał (mech.), движение брошеннаго
 тѣла, Wurfbewegung 198
 — półperspektywiczny (aksonometrya),
 параллельная перспектива, Parallel-
 perspektive 139
 — prostokątny, вертикальная проекція,
 rechtwinklige Projection 140
Rzutnica, водобойное колесо, Wurfrad
 651, 760
*Rzymiska śruba, mutra p. Wypręgiak śru-
 bowy.*
- S.**
- Sala (bud.)**, залъ, Saal 200
Samodział p. Odwadniacz.
Samohamowność, способность самотор-
 маженія, Selbsthemmungsfähigkeit 221,
 229, 537, 673, 675
Samoindukcyja (el.) p. Samowzniesanie.
Samowzniesanie (el.), самондукція,
 Selbstinduktion . . . 795, 829 i n., 884
Sanie, sani, Schlitten 667, 220
Santorynowa ziemia, Santorinerde . . 90
Sączka, дренажная труба, Drainagerohr,
 Sickerrohr 87, 257
Scagliola 90
Schodnia (bud.), лѣстничная кѣтка,
 Treppenbaus 161, 190, 734
Schodnica (bud.), шека лѣстницы, косо-
 урь, Treppenwange 190, 386
Schody, лѣстницы, Treppe 190, 386, 483
Schownia, сарай, Schuppen 204
Schwedler'a dźwigar (most.), ферма
 Шведлера, Schwedlerträger . . 703, 641
Schył dachów p. Pochyłości dachów.
Scrubber p. Płoczek gazu.
Seefehlner'a tablice o mostach . . . 640
Seger'a stożek (cpt.), конусъ Сегера,
 Segersche Brennkegel 313
Sellers'a gwint (cz. m.), нартзка Сел-
 лерса, Sellersches Gewinde 432
Serpentyn p. Węzownic.
Sextans (mier.), секстантъ, Spiegelsex-
 tant 133
Sferosyderyt p. Żelaziak ilasty.
Siarka, сірка, Schwefel 19
Siatkownica (most.), vielfaches Fach-
 werk 653
Sięc przewodów elektrycznych, сѣтъ элек-
 трическихъ проводниковъ, elektris-
 ches Leitungsnetz 878 i n., 891
Siemens'a czadownica, Generator . . 568
 — płomieniak, Flammofen 563
Sierpownica (most.), приподнятаѣ па-
 рабочная ферма, Sichelträger 704
Siestrzan (bud.), поддуга, Unterzug . 192
Siestrzaniec (bud.), Unterzugständer . 192
Sikawka (sika pożarna), пожарный на-
 сосъ, Feuerspritze 268, 803, 201, 543
Silnica do podnoszenia cieczy, машины
 для подлѣма жидкихъ тѣлъ, Hebe-
 werke für flüssige Körper 759 до 779
 — robocza (robnik), рабочая машина,
 Arbeitsmaschine 653
Silnicznia, машинное помѣщеніе, Ma-
 schinenraum 780
Silnik, двигатель, Kraftmaschine, Motor
 649, 801 до 1146
 — na bezwodnik siarkawy (SO₂), дви-
 гатель SO₂, Kaldampfmachine . 941
 — Diesel'a, двигатель Дизеля, Diesel-
 motor 1077, 1087
 — a biegu niejednostajność, неравно-
 мѣрность хода двигателя, Ungleich-
 förmigkeit des Motors 618, 629, 1121
 — — spokojność, спокойный ход дви-
 гателя, ruhiger Gang des Motors. 618
Silnika moc p. Moc.
Silnik parowy, паровая машина, Dampf-
 machine 848 до 942, 1067 до 1076,
 392 i n., 513 i n.
 — — bliźniaczy, сдвоенная паровая ма-
 шина, Zwillingdampfmaschine 617, 721,
 393
 — — bystrobieg, быстроходная паровая
 машина, sehr schnell laufende Dampf-
 machine 852, 617
 — — jednocylindrowy, одноцилиндровая
 пар. маш., Eincylinderdampfmaschine
 851, 853 i n., 868, 615
 — — nawrotny, пар. маш. съ переднимъ
 и заднимъ ходомъ, Umsteuerbare
 Dampfmaschine 689, 909 до 919, 392
 — — okrętowy, корабельная пар. маш.,
 Schiffsdampfmaschine 513 i n., 1146
 — — przemysłowy (fabryczny), завод-
 ская паровая маш., Betriebsdampf-
 machine 619, 921, 1146

Silnik parowy skraplaczowy, par. маш. съ охладителемъ, Condensationsdampfmaschine 851 i n., 869, 930 i n., 524

— — sprężony, пар. маш. компаундъ, Compound-, Verbund-Dampfmaschine 617, 854 i n., 862 i n., 871 i n., 393 i n., 513 i n.

— — — spółłoczyskowy, пар. машина компаундъ тандемъ, Tandem(verbund-dampf)maschine . . . 619, 924, 863

— — — wielołoczyskowy, пар. машина компаундъ съ многими поршнями, Compound-, Verbund-Dampfmaschine mit mehreren Kolbenstangen 619, 863 i n., 871 i n., 393 i n., 513 i n.

— — szybkiobieg, быстроходная паров. маш., schnelllaufende Dampfmaschine 852, 513, 617

— — z tłokami przeciwbieżnymi, Dampfmaschine mit gegenläufigen Kolben 863, 874, 395 i n., 516 i n.

— — — różnobeieżnymi, Dampfmaschine mit wechselläufigen Kolben 865, 876, 396, 516

— — — spółbieężnymi, Dampfmaschine mit gleichsinniger Kolbenbewegung 863, 874, 516

— — Woolf'a, пар. маш. Вульфа, Woolf'sche Maschine . . . 863 i n., 874 i n.

— — wudychowy, пар. маш. безъ конденсациі, Auspuffdampfmaschine 851 i n., 864, 869, 393 i n.

— a — go badanie, испытание пар. маш., Untersuchung der Dampfmaschinen 1067, 1071, 1074

— — części, части пар. маш., Theile der Dampfmaschinen . . . 920 do 930

— — tegość budowy, прочность конструкции пар. маш., Stärke des Baues der Dampfmaschine. . . . 859

— — zrównoważenie mas, уравновѣшеніе масъ двигателя, Massenausgleich der Dampfmaschine. . . . 402, 516

Silnik parowozowy, паровозный двигатель, Lokomotivdampfmaschine . . . 392 i n.

Silnik spalinowy, двигатель дѣйствующій газами горѣнія, Verbrennungsmotor . . . 1077 do 1124

— — bliźniaczy, двоянный двигатель дѣйствующій газами горѣнія, Zwillingsmotor 1109

— — szworaczny, четверной двигатель дѣйств. газ. гор., Vierlingsmotor 1100

— — jednocylindrowy, одноцилиндровый двиг. дѣйств. газ. гор., Einzylinder-motor. 1100, 1104

— — o łbicach przeciwległych, двухконцовой двиг. дѣйств. газ. гор., Endzu-Endmotor 1109, 1110

— — spółłoczyskowy, двигатель тандемъ, Tandemmotor. 1109

— — trojaczny, тройной двигатель дѣйств. газ. гор., Drillingsmotor. . . . 1109

Silnik spalinowy wielocylindrowy, многоцилиндровый двигатель, Mehrzylindermotor 1102, 1108

— a — go przebieg pracy, рабочий процессъ въ газ. двиг., Arbeitsvorgang in V. M. 1077, 1086, 1089

Silnik wodny, водяной двигатель, Wassermotor. 805 do 848

Silnik wzbuchowy, двигатель дѣйствующій взрывомъ газовъ, Verpuffungsmotor. 1077, 1086

— benzynowy, бензиновый двигатель, Benzinmotor 1097, 1099

— gazowy, газовый двигатель, Leuchtgasmotor. . . . 1096, 1099, p. a. 1067 przewody doń 1123

— na czad wielokopiecowy, двигатель дѣйств. газ. доменныхъ печей, Hochofengasmotor 1097, 1099

— naftowy, керосиновый двигатель, Petroleummotor 1097, 1099

— spirytusowy, спиртовый двигатель, Spiritusmotor 1097, 1099

— wodnoczadowy, двигатель дѣйств. всасываемымъ газомъ, Sauggasmotor 1079, 1096, 1099

Silnik żarowo-powietrzny, calorическій двигатель, Heissluftmaschine . . 1067

Silnik żywy, живой двигатель, belebter Motor. 802

S11 a (mech.), сила, Kraft . . . 160, 192

— bezwładności, сила инерціи, Trägheitskraft 206

— dośrodkowa, центробежная сила, Centripetalkraft 198, 202

— magnetomotoryczna p. Usił magnetyczny.

— normalna, нормальная сила, Normalkraft 327, 352

— odśrodkowa, центробежная сила, Centrifugalkraft 211

— poprzeczna, сръзъывающая сила, Querkraft, Transversal-, Schub-, Vertikal-Kraft 351

— stracona, потерянная сила, verlorene Kraft. 206

— styczna, касательная сила, Tangentialkraft. 198, 202

— tnąca, сръзъывающая сила, Querkraft 349

— zewnętrzna, внѣшняя сила, aussere Kraft. 351

— żywa p. Praca rozprędu.

Siła i pracy stosunki w mechanizmach, соотношеніе работы и силъ въ механизмахъ, Arbeitsverhältniss in Getrieben 221

Simpsona prawidło, правило Симпсона, Simpsonsche Regel 83, 133, 176

Siniac (tw.), сиенитъ, Syenit . . . 79, 9

Skala p. Wymiarka.

Skala (tw.), скала, Felsen 79 i n.

- Skał roszadanie, Fels-Sprengarbeit . . . 260
 Skały warstwowe, каменные породы въ видѣ пластовъ, geschichtete Gesteine 80
Skarpa p. Stok.
Sklepienie, сводъ, Gewölbe 163 i n., 733
 — *baniaste p. Sklepienie kopulaste.*
 — *czeskie p. Sklepienie żaglaste.*
 — kolebczaste, цилиндрической сводъ, Tonnengewölbe . . . 164, 166, 137
 — korankowate (klasztorne), монастырскій сводъ, Klostergewölbe . . . 166
 — kopulaste, купольный сводъ, Kuppelgewölbe 167
 — krzyżowe, крестовый сводъ, Kreuzgewölbe 167, 137
 — łęczaste, пологий сводъ, flaches Karpengewölbe. 165, 194
 — półkoliste p. Sklepienie kolebczaste.
 — wspięte, Gewölbe mit Kämpferüberhöhung 164
 — żaglaste, českій сводъ, böhmisches Karpengewölbe 167
Sklityn (*tw.*), авгитъ, Augit 79
Składy towarów, склады, Magazine . . . 204
Skos (rozjazdu) (*kol.*), уклонъ, Neigung 303, 334
Skóra, кожа, Leder 120, 234, 328, 474
Skraplacz obciekowy, Rieselkondensator 934
 — otwarty zanurzony, конденсаторъ въ прудъ, Bassin-Kondensator . . . 933
 — przeciwprądowy, холодильникъ съ обратнымъ токомъ, Gegenstromkondensator 932
 — przeprowny, поверхностный конденсаторъ, Oberflächen-Kondensator 933, 524
 — smoczkowy, струйный холодильникъ, Strahlkondensator 934
 — srobrądowy, холодильникъ съ параллельнымъ токомъ, Parallelstromkondensator 932
Skraplanie bezprzeronne, охлаждение съ вспыскиваемъ воды, Mischkondensation 931
 — parzzeronne, поверхностная конденсация, Oberflächenkondensation 622, 933, 524
 — samotne, отдѣльная конденсация, Einzelkondensation 938
 — skupione, центральная конденсация, Centalkondensation. 931, 938
Skrościana kąt, уголъ крученія, Verdrehungswinkel 398
Skrotka liny, стренга каната, прядь, Litze (Strähne) 481, 486
Skrót (*el.*), короткое замыканіе тока, Kurzschluss. 829, 850
Skrzydło okienne (*bud.*), двустворчатый оконный переплетъ, Fenster-Flügel 197
 — śruby okrętowej, лопасть гребного винта, Schraubenflügel . . . 508 i n.
Skrzynia zabijana (*bud.*), опускной ящикъ, Senkkasten 153
Skrzynka suwakowa, золотниковая коробка, Schieberkasten 726, 902
Skrzynkownica, коробчатая балка, Kastenträger 683
Skurz drzewa, усушка дерева, Schwindmaasse der Holzarten 107
 — linijny ciął, линейная усушка, lineares Schwindmass. 315
 — objętościowy odlewów, объемная усушка, körperliches Schwindmass 557, 315
Skuteczność (*sprawność*) objętościowa (stopień wydajności), объемный коэффициентъ полезнаго дѣйствія, Lieferungsgrad 760, 770, 791, 799
Sloma, солома, Stroh 954
Slup telegraficzny drewniany, телеграфный столбъ, Telegraphenstange . 113
 — rtęci (śl. rtęciany) (śl. r.), ртутный столбъ, Quecksilbersäule 275
 — żeliwny, чугунная колонна, gusseiserne Säule 19, p. n. 57; 348, 867, 390
Slupień, базальтъ, Basalt 79, 627, 334 i n.
Slupowik p. Cwierzciownik.
Smary, смазочные материалы, Schmiermittel 114 i n., p. n. 119; 226, 513, 416, 619
Smarowanie, смазка, Schmierung 114, 227, 513, 416, 930
Smoczek, инжекторъ, эжекторъ, Injector, Strahlpumpe. 762, 760
 — wodny, водоструйный инжекторъ, Wasserstrahlpumpe 762
 — parowy, пароструйный насосъ, Dampfstrahlpumpe 762
 — niedosawczy, невсасывающій инжекторъ, nichtsaugender Injector 359
 — — samochwytny, рестартингъ инжекторъ, selbsttätig anziehender Injector 359
 — — wssawczy, всасывающій инжекторъ, saugender Injector. 359
Smoliste tworzywa (*bud.*), битуминозный материалъ, teeriger Stoff . . . 187
Smola (smoła twarda) (*tw.*), смола, Pech 68
 — płynna (maź) (*tw.*), деготь, Teer. . 68
 — ziemna p. Asphalt.
Snopiec (*kuź.*), пакетъ, Packet. . . 568
Snopcowanie żelaza (stali), проварка пакетовъ жельза, Packetieren (Ausschweissen). 18, 568
Socha (*okr.*), гафель, Besahnbaum, Gaffel. 498 i n.
Solenoid (*el.*), катушка, Solenoid. . . 794
Sosna, сосна, Kiefer. . . 113, 7, 107, 619
Soszak tylny (*okr.*), бизань-мачта, Besahnmast 498
Soszel (*okr.*), гафельсель, Gaffelsegel 498 i n.
Spad, высота паденія, Fallhöhe, Gefällhöhe 761, 762, 805

- Spadanie** w powietrzu, падение въ воздухѣ, freier Fall im Raume. 196
 — w próżni, падение въ безвоздушномъ пространствѣ, freier Fall im luftleeren Raume 145
- Spadek** (stosunek pochyłości), уклонъ, Gefälle 254, 757
- Spadki** wielkiego pieca, запячки доменной печи, Rast des Hochofens 541
- Spalanie**, горѣние, Verbrennung 299, 321, 956, 1071, 1082
- Spaliny**, продукты горѣнія, Rauchgase, Abgase, Verbrennungsproducte 322, 12, 952 i n., 1046, 545 i n.
 — in ciepliki właściwe, удѣльная теплота продуктовъ горѣнія, spezifische Wärme der Heizgase 317, 952, 1085
 — kotłowych badanie, испытание продуктовъ горѣнія, Rauchgas - Untersuchung 1071
 — kotłowych lot p. Kotła parowego obmurze.
 — objętość, объемъ продуктовъ гор., Volumen der Rauchgase 958
 — odlotowych ciepła wuzyskanie, использование тепла улетающихъ прод. гор., Wärmeausnutzung der Abgase 954, 1046, 1047, 545
 — prędkość, скорость прод. гор., Geschwindigkeit der Rauchgase 958
- Spalisko**, Verbrennungsraum 1077, 1114 i n.
- Spat** żelazny, желѣзный шпатъ, Spateisenstein 536, 538
- Spence'go metal** (*tw.*), Spenzemetall. 104
- Spiechrz**, амбаръ, Speicher 202
- Spirala** (krzywa zwojowa), спираль, Spirale 115
- Spirytus**, спиртъ, Spiritus 315 i n., 722, 1082
- Spiz** (bronz), бронза, Rotguss, Bronze 75, 332, 337, 600
- Spodek** (wielk. pieca, żeliwiaka i t. p.), подъ, лещадь, Boden(stein). 541, 554
- Spoina** (*bud.*), стыкъ, шовъ, Stossfuge 184, 733 i n.
- Spółczynnik** bezpieczeństwa, коэффициентъ прочности, Bruchsicherheit 331
 — dławienia cieczy, коэф. сжатія струи, Contractionscoefficient 241
 — — paru, коэф. подпора пара, Dampfdrosselungcoefficient 849
 — mocy rozprądów (*el.*), коэф. электрической провѣдательности, Leistungsfactor 835
 — nieprzewodności (*el.*), коэф. непрѣвѣдательности, Dielektrizitätszahl. 792
 — oporu (dla cieczy), коэф. сопротивленія жидкости, Widerstandcoefficient 240
 — — (pociągów) (*kol.*), коэф. сопротивленія поѣздовъ, Widerstandcoefficient der Züge 233
- Spółczynnik** poprawczy, Correctionscoefficient 548 i t. p.
 — przebiegu rozprądu (*el.*), Formfactor des Wechselstromes. 834
 — przenikania ciepła, коэф. теплопроводимости, Wärmedurchgangskoefficient 952, 954, 619
 — przesuwalności, коэф. сдвигенія, Schubcoefficient 330
 — rozciągliwości, коэф. растяженія, Dehnungcoefficient 328
 — rozszerzalności ciał stałych i cieczy, коэф. расширения, Ausdehnungcoefficient 314 do 316
 — — gazów, коэф. расширения, Ausdehnungcoefficient 277, 316
 — samowzietności (*el.*), коэф. самоиндукціи, Selbstinduktionszahl 795, 884
 — sprężystości, модуль упругости, Elasticitätsmodul 328, 234, T. 331 i n.
 — — na przesuwanie, модуль упругости при скользяніи, Gleitmodul 330, T. 331 i n.
 — tarcia ciał stałych, коэф. тренія, Reibungcoefficient 215 do 226, 1143
 — — wody, коэф. тренія, Reibungcoefficient 247, 250
 — wstrząsien, ударный коэф., Stosscoefficient 344
 — wypływu, коэф. расхода жидкости, Ausflusscoefficient 241, T. 244, 296
 — wytrzymałości, коэф. сопротивленія, Festigkeitzahl, Widerstandcoefficient 341
 — uporności magnetycznej, Hysteresis-C. 786
- Spółrzedne** biegunowe, полярная система координатъ, Polarkoordinaten. 95
 — ych przekształcanie, преобразование координатъ, Umwandlung der Koordinaten 95, 123
- Sprawność**, коэффициентъ полезнаго дѣйствія, Wirkungsgrad 221, 1076, 1138
 — hydrauliczna (*sil. wod.*), гидравлическій коэффициентъ полезнаго дѣйствія, hydraulischer Wirkungsgrad 818
 — wskazana (*sil. par.*), индикаторная степень полезнаго дѣйствія, indicierter Wirkungsgrad 848, T. 858
 — przetworników (*el.*), полезное дѣйствіе трансформаторовъ, Wirkungsgrad d. Transformatore 859
 — prężności (*sil. spal.*), коэффициентъ для давленія, Spannungcoefficient 848, T. 853 i n.
- Sprąd** (*el.*), постоянный токъ, Gleichstrom 787, 873, 877
 — w bocznicy (*el.*), токъ во вѣтвѣной цѣпи, Teilstrom 788
 — u napięciu (*el.*), напряжение постоянного тока, Spannung des Gleichstroms 877

- Sprządnic** (el.), динамо съ постояннымъ токомъ, Gleichstrommaschine 807, 829
- bosznikowa, динамо-шунтъ, д. съ параллельнымъ соединениемъ проводниковъ, Nebenschlussdynamo 807 i n.
 - głównikowa, динамо съ последовательнымъ соединениемъ проводниковъ, Hauptstromdynamo. . . 807 i n.
 - obcowzbudna, динамо съ отдѣльно возбуждаемыми электромагнитами, Gleichstromdynamo mit Fremderregung 808
 - przegłówniona, динамо черамерно компаундъ, übercompoundirte Dynamo 812
 - sprzężona, динамо-компаундъ, Doppelschlussdynamo, Compounddynamo, Verbunddynamo 808 i n.
 - wzmożna, добавочная динамо, Zusatzdynamo 863
- Sprządnic miarkowanie**, регулирование динамомашинъ, Regelung d. Gleichstromdynamo 867
- Sprządnik** (el.), электродвигатель для постоянного тока, Gleichstrommotor 880
- bosznikowy, электродвигатель съ параллельнымъ соединениемъ проводниковъ, Nebenschlussmotor. . . 881, 911
 - głównikowy, электродвигатель съ последовательнымъ соед. провод., Hauptstrommotor. 881, 911
- Sprządowe układy**, система распределения постоянного тока, Gleichstromschaltungen. 861 i n.
- trójprzewodowe, система трехъ проводниковъ, Dreileiterschaltungen 864
- Spręż.** мѣра сжатія, Maas der Compression 781
- Sprężanie** (kompresya), сжатіе, Compression 887 i in.
- a krzywa, кривая сжатія, Compressioncurve . . . 294, 869 i n., 1077 i n.
- Sprężarka** (kompresor), компрессоръ, Kompressor 781 do 799, 1106
- Sprężyna**, рессора (пружина), Feder 412 i n.
- giętna, рессора работающая на изгибъ, Biegungsfeder 413
 - krętna, пружина работающая на скручиваніе, Drehungsfeder, Torsionsfeder 416, 371
 - spiralna (zwita na płask), спиральная рессора, Spiralfeder 415
 - wagonowa, рессора, Tragfeder 416, 419
 - wiązkowa (uwarstwiona), составная рессора, geschichtete Blattfeder 414, 406
- Sprzeg** kolejniczy, стяжной приборъ, Wagenkupplung 365, 406
- — dodatkowy, запасная сѣпка, Sicherheitskupplung 367, 406
 - — śrubowy, винтовая сѣпка, Schraubenkupplung 367
- Sprzega** kolejniczego pałak, стяжная скоба, Kupplungsbügel, Einhängbügel 368
- Sprzęgło**, соединительная муфта, Kupplung 497 do 508
- cienne, фрикціонная соединительная муфта, Reibungskupplung 504, 506, 698
 - kłowe, кулачная соед. муфта, Zahnkupplung, Klauenkupplung . . . 504 i n.
 - łubkowe z pierścieniami, створчатая муфта съ кольцами, Hülsenkupplung 497
 - — ze śrubami, продольно свертная муфта, Schalenkupplung. 498
 - nasówkowe, обыкновенная соед. муфта, Muffenkupplung. 497
 - przegubowe, шарнирная соед. муфта, Kreuzgelenkkupplung 501
 - rozłączne, разъединительная муфта, Ausrückkupplung. 503
 - sprężynujące, упругая муфта, elastische Kupplung 706, 715
 - stałe sztywne, глухая муфта, Feste Kupplung 497
 - suwliwe (Sharp'a), удвѣяющаяся муфта, Ausdehnungskupplung 501
 - tarczowe, дисковая муфта, Scheibenkupplung 499, 522
 - walcarskie, муфта при прокатныхъ станкахъ, Walzwerkkupplung . . . 503
 - warstwowe, Lamellenreibungskupplung 506
 - wechwytowe, храповиковая муфта, Klinkenkupplung. 504, 505
 - zabiercze, Mitnehmer-Kupplung . . . 502
 - zaciskowe Sellers'a, муфта Селлера, Sellersche Kupplung 500
- Sprzęgnik**, выключительный механизмъ, Ausrückmechanismus 503, 507
- Spuszczenie** (cięcie) drzewa, валка дерева, Fallen des Holzes 106
- Ssawa** (lewaj), сифонъ, Saugheber . . . 760
- Stacja** kolejowa, станція жел. дор., Eisenbahnzugfolgestelle, Eisenbahnstation 329 i n., 352 i n., p. r. 206, 209, 214, 356
- — blokowa, Blockstation 331
 - — dwupoziomowa, Turmstation, Brückenstation, Treppenstation . . . 330
 - — gospodarcza, хозяйственная станція. 331
 - — krańcowa, конечная станція, Endstation 329
 - — krzyżna, станція для скрещивающихся линій, Kreuzungsstation 329, 334
 - — naładowcza, нагрузная станція, Ladestation 331
 - — oporządca, промывочная станція, Abstellbahnhof 349
 - — osobowa, пассажирская станція, Personenstation 331, p. r. 210
 - — pośrednia, промежуточная станція, Zwischenstation 329

- Stacya kolejowa przelotowa, промежуточная станция, Durchgangsstation . . . 330
- — rozjazdowa, станция для примыкающих линий, Anschluss-(Trennungs-)station . . . 329
- — towarowa, товарная станция, Güterstation . . . 331
- — węzłowa, узловая станция, Knotenpunktstation . . . 329, 334
- — wodna, станция съ водоснабжениемъ, Wasserstation 331, 339, p. r. 211
- — wyladowcza, разгрузная станция, Entladestation . . . 331
- Stacyi obsługa, станционная служба, Stationsdienst . . . 427
- Stadlo** elementów kinematycznych, пара кинематическихъ элементовъ, kinematisches Elementenpaar . . . 569
- galwaniczne (el.), гальванические элементы, galvanische Elemente . . . 802
- — pierwotne, первичные гальванические элементы, primäre galvanische Elemente . . . 802
- — wtórne (zasobniki), аккумуляторы, собиратели, sekundäre galvan. Elem. (Sammler, Akkumulatoren) . . . 802
- — wzorcowe, нормальный гальв. элементъ, galv. Normalelement . . . 802
- Stadło kół zębatych p. Koła zębate**
- Stadło ślimacze p. Ślimaczka, Ślimak.**
- zasobnikowe (el.), пара аккумуляторныхъ пластинокъ, Akkumulatorzelle 867 i n.
- Stajnia (bud.),** конюшня, Pferdestall 200
- Stal** panikłona, никелевая сталь, Nickelstahl . . . 332
- narzędziowa, инструментальная сталь, Werkzeugstahl . . . 46
- nawęglana (cementowana), цементная сталь, Zementstahl . . . 18, 566
- rafinowana, рафинированная сталь, Raffinierstahl, Gerbstahl . . . 18
- sprężynowa, рессорная сталь, Federstahl . . . 331, 337
- tyglowa, тигельная сталь, Tiegelstahl (Gussstahl) . . . 19, 565
- zlewna, литея сталь, Flusstahl 18, 558, 331, 337
- zlipna, сварочная сталь, Schweisstahl . . . 18, 558
- i barwy należące, цвѣта отпуска стали, Anlassfarben der Stahl . . . 18
- Stalowny (stalowy) odlew,** стальная отливка, Stahlguss . . . 331, 327, 601
- Stalka (el.),** неподвижная часть машины, Stator . . . 859
- Stan ustalenia,** Beharrungszustand 701 itp.
- Staniol p. Cynfolia.**
- Stateczność,** устойчивость, Stabilität 169, 624, 687, 962, 469 i t. p.
- Statek pełnozaglony (okr.),** полнопарусное судно, Vollmastschiff . . . 500 i n.
- Statek o pokładzie całkowitym (okr.),** шпарdeckное судно, Volldeckschiff 487
- — przerwistym (okr.), штурмdeckное судно, Sturmdeck-Schiff . . . 487
- ów opór, сопротивление движению судна, Schiffswiderstand . . . 272, 505
- waga (okr.), вѣсъ судна, Schiffsgewicht . . . 487
- rzecznych i kanałowych wymiary i pośność, размеры и подъемная сила рѣчныхъ судовъ, Abmessungen und Tragfähigkeit der Flussschiffe 272
- Statycznie** oznaczalny układ, статически определенная система, statisch bestimmtes System . . . 167
- Statyka** budowlana, строительная механика, Statik der Baukonstruktionen 626 do 781
- ciała sztywnych, статика твердыхъ тѣлъ, Statik starrer Körper 160 do 192
- cieczy, статика жидкихъ тѣлъ, Hydrostatik . . . 235 do 238
- Staw chłodzący,** охлаждающій прудъ, Kühlteich . . . 940
- Stawidło (wod.),** стѣнка съ окномъ, щитъ, Schütze . . . 244, 815
- dźwignic hydraulicznych, золотники гидравлическихъ подъемныхъ машинъ, Steuerung der Druckwasserhebemaschine . . . 726, 219
- jazmowe, кулисное парораспределение, Kulissensteuerung 909 i n., 849 i n., 399
- korlissowskie, парораспределение Корлисса, Corliss-Steuerung . . . 896, 881
- kształtkowe (z tarczami niekolistowymi), клапаны съ некруглыми шайбами, Steuerung mit unrundern Scheiben . . . 752, 1118
- pawrotcze, механизмъ для перемѣны хода, Umsteuerung . . . 909 i n., 525
- odwrotce, перемѣна хода, Umsteuerung . . . 909
- parowozowe, парораспределение паровоза, Lokomotivsteuerung . . . 399
- o szwakach dwoiących, двойное золотниковое парораспределение, Doppelschiebersteuerung 900 do 909, 854
- suwakowe w jazmie p. Stawidło jazmowe.
- — zwykle, золотниковое парораспределение, einfache Schiebersteuerung 882 i n., 726, 524
- tłoczkowe, парораспр. поршневымъ золотникомъ, Kolbenschiebersteuerung 726, 733, 899, 906, 524
- wodzikowe, коромысловое распределение, Lenkersteuerung . . . 890
- wyciągarek, парораспределение рпузоподъемныхъ машинъ, Steuerung der Fördermaschinen . . . 751
- z zabrankami, распределение Фарко, Schlepsschiebersteuerung . . . 908

- Stawidło zaworowe, клапанное распределение, Ventil-Steuerung . . . 870, 614
 — zmieniakowe (do rozprężu zmiennego), расширительное парораспределение, Expansionssteuerung 850 i n., 900 i n.
Stempel w przebijarkach p. Przebijnik.
Ster (okr.), руль, Ruder 483
Stereometrią, стереометрия, Stereometrie 133
Stepka (okr.), киль, Kiel 458
Stępor (kuź.), песть, Stempel 538
Stępy (kuź.), камнедробительная механическая толчен. Pochwerk 538
Stęnk (tw.), Stuck 90
Stoczność, крутизна откоса, Böschungsverhältniss 249 i t. p.
Stojak, стойка, Ständer, Bock 923, 521 itp.
Stojec (bud., most.), стойка, стужь, Stuhlpfosten, Säule, Ständer 170, 688 i in.
Stoki (kol.), откосъ, Böschung 257 i n., p. r. 206
Stolec (bud.), ферма, Dachstuhl 171, 212
Stolik mierniczy, менауза, Messstisch 132, 242
Stop, металлический сплавъ, Legierung 74 i n., 319, 332, 576
Stopień bezpieczeństwa przeciw wybożeniu, коэффициентъ прочности на продольный изгибъ, Knicksicherheit 347
 — natężenia paleniska, степень напряжения топки, Anstrengungsgrad der Feuerung 956
 — niejednostajności miarkownika, степень неравномерности регулятора, Ungleichförmigkeitsgrad des Regulators 626
 — ruchu silników, степень неравномерности двигателя, Ungleichförmigkeitsgrad der Maschine 619, 629
Stopnie Baumęgo p. Arcometr.
Stopniówka p. Koło podziałowe (mier.).
Storc drzewa, торець, Hirnholz 105, 217
Storczyk (bud.), стойка, Hangesäule 172, 192, 723
Stożek (geom.), конусъ, Kegel . 129, 135, 177, 178, 190
 — nasytowy (kol.) p. r. 208
 — zębaty p. Koło zębate stożkowe.
 — rąkowy, коническій барабанъ, Kegelscheibe 477
Stożkowa (przecięcie stożkowe), коническое сечение, Kegelschnitt 101, 104 i n.
Strata ciśnienia w przewodach, потеря давления въ трубопроводѣ, Druckverlust in Rohrleitungen 247, 300
 — napięcia (el.), потеря напряжения, Spannungsverlust 819
 — pary w silnikach par., потеря пара въ паровыхъ двигателяхъ, Dampfverluste in Dampfmaschinen 851, 946 i n., 1136 i n.
 — Strata pracy w silnikach par., потеря работы въ пар. двиг., Arbeitsverluste (Dampfmaschinen) 1074
Stratność, удѣльная потеря работы, verhältnissmässiger Arbeitsverlust 452, 1075, 829, 858 i t. p.
Strażowiec (okr.), судно для защиты береговъ, Revierdampfer 457, 487 i n.
Strefa (pas kuli, pas kulisty), шаровой поясъ, Kugelzone 136, 177
Strop (bud.), потолокъ, Decke . 190 i n.
 — ów wagi i obciążenia, вѣсъ и нагрузка потолка, Eigengewicht und Nutzlast d. Zwischendecken p. a. 633, p. n. 628 i n.
Strugarka (szeping), поперечно строгальный станокъ, Shapingmaschine 658
Strugownica, (heblarka), строгальный станокъ, Hobelmaschine 658
Strumiennica, струйный пасосъ, Strahlpumpe 762, 800
Strużak, супортъ строгального станка, Stössel 659
Strzałka łuku koła, стрѣлка дуги круга, Bogenhöhe T. 36, 37
Studnia odpręgową (bud.), Widerlagerbrunnen 153
 — zapuszczana (bud.), опускной колодець, Senkbrunnen 153
Studzenie wody skraplającej, искусственное охлаждение воды, Rückkühlung des Kühlwassers 940
Sturtevant'a wietrzak, вентиляторъ Стуртеванта, Sturtevant-Ventilator 584
Styczna (mat.), тангенсъ, Tangens T. 28, 29
Stycznik (el.), контактъ, Kontakt, K.-Stöpsel 798, 868 i n., 904
Styk (el.), контактъ, Kontakt 798, 904 itp.
Sublimat (chlorek rtęciowy), сулема, хлористая ртуть, Sublimat, Quecksilberchlorid 109
Surowiec сырье, Rohstoff 562, 565, 913 itp.
Surownik, полосовое желѣзо, Stabeisen 20, T. 21 i n.
Surowka, доменный чугуны, Roheisen 17, 549 i n.
 — biała, бѣлый доменный чугуны, weisses Roheisen 17, 540, 550
 — na koksie, чугуны получаемый на коксѣ, Koksroheisen 549
 — nakrzemiona, кремнистый чугуны, Silicium-Roheisen 540, 549
 — namanganiona 540
 — na węglu drzewnym, древесноугольный чугуны, Holzkohlenroheisen . 549
 — potyskliwa p. S. zwierciadlistą.
 — pstra, половинчатый чугуны, halbirtes Roheisen 17, 549, 567
 — szara, сѣрый доменный чугуны, graues Roheisen 17, 540, 549
 — ferromangan, ферромарганецъ, Ferromangan 17

- Suwówka zwierciadlista, зеркальный чу-
гунъ, Spiegeleisen 17, 562, 550 i n.
- Surzyckiego płomieniak** 564
- Suszenie drzewa, сушка дерева, Trock-
nen des Holzes** 106
- Suw tloka (sil. spal.), рабочий тактъ,
Arbeitstakt** 1078, 1089
- sprężęcy, тактъ при компрессиі, Ver-
dichtungshub 1091
- ssawczy, тактъ при всасываніи, Saug-
hub 1089
- wyruchowy, тактъ при удаленіи га-
зовъ, Ausschubhub 1094
- wzbuchowy, тактъ при експлозиі,
Verbrennungshub 1091
- Suwak (silniki i silnice), золотникъ,
Schieber** 883 do 920, 219, 253, 727
- bezgrzbietny, золотникъ съ выпускомъ
пара вниутри, offener Schieber 899
- dwurotówkowy, rozdzielenny золот-
никъ, getheilter Schieber 896
- eksprężny p. Suw. zmieniak.
- muszlowy p. S. nieckowaty.
- nieckowaty zwykły, обыкновенный
коробчатый золотникъ, einfacher Mus-
schelschieber 884, 253, 912 i n. 400
- niezmián, распределительный золот-
никъ, Grundschieber (Verteilungs-
schieber) 900 i n.
- obrotowy (pokrętny, wahlły), круг-
лый золотникъ, качающийся зол.,
Drehschieber, schwingender Schieber
896, 646, 870
- odciażony, разгруженный золотникъ,
entlasteter Schieber 898, 400
- odcinający p. S. zmieniak.
- płaski, плоский коробчатый золот-
никъ, Flachschieber 870, 881
- z przewodem, золотникъ со щелью,
Kanalschieber 897, 400, 523
- rachunkowy (mat.), счетная линейка,
Rechnenschieber, Rechenstab 140, 243
- rozdzielowy p. S. niezmián.
- rusztowaty, золотникъ со щельями,
Spaltschieber 897
- tlokowy, поршневой золотникъ, Kol-
benschieber 899, 726, 870, 881
- z włóczękiem, золотникъ съ запоза-
длымъ выходомъ пара, Schieber mit
verschleppter Ausströmung 898
- zmieniak (suw. zmieniający rozpręż),
расширительный золотникъ, Expan-
sionsschieber 900 i n.
- Suwaka gładź, зеркало золотника, лицо
зол., Schieberspiegel 882 i n.
- Suwarka, передвигающий механизмъ,
Fahrwerk, Schiebewindwerk** 699, 715
- Suwnica bramiasta, мостовой кранъ на
передвижныхъ козлахъ, Fahrbarer
Bockkran (Rollgerüst)** 710
- dźwigarkowa, мостовой кранъ, Lauf-
kran 691
- Suwnica z prądnikiem, мостовой кранъ
съ электромоторомъ, elektrischer
Laufkran 696, 701, 704
- napędzana liną, мостовой кранъ съ
канатнымъ приводомъ, Seillaufkran
694, 488
- — wałem, мостовой кранъ съ при-
воднымъ валомъ, Wellenlaufkran 696
- ręczna, ручной мостовой кранъ, Hand-
laufkran 692
- Suwownicy, машинистъ мостового крана,
Laufkranführer** 691 i n.
- Sworzeń, стержень, болтъ, Bolzen** 428,
530, 423, 929
- przegubowy, шарнирный болтъ (ва-
ликъ), Gelenkboizen 531 i n.
- Syenit p. Sinięc.*
- Syfon wodny (ogr.), Wasserverschluss** 611
- Sygnal kolejowy, сигналъ, Signal** 426,
p. r. 210, 217
- Szaber p. Tłuszczeń.*
- Szalowanie p. Deskowanie.*
- Szamat p. Cegła ogniowata.*
- Szatkownica (włótnica wielokrotna) (sil.
wod.), кулисса (к. съ направляющи-
ми каналами), Kulisseneinlauf** 813
- Szezeblina (bud.), оконная планка, Fen-
stersprosse** 182
- Szezełliwo, набивка, Dichtung (D.-ma-
terial)** 542, 550, 582, 602, 720, 722,
796, 798
- Szczotki (el.) p. Zdawca.*
- Szczyciak (okr.), брамстенъга, Bram-
stänge** 498 i n.
- Szczyciel (okr.), (фор)брамзель, (Vor-
bramsel)** 499 i n.
- Szeregi (mat.), ряды, Reihe** 57, 70
- Szerz statku (okr.), ширина по шпанго-
утамъ, Schiffsbreite** 459
- Sześciokątnik (sześciogrannik), шести-
гранный жестьзо, Sechskanteisen** 20, T. 21
- Szew p. Nicemie.*
- Szkłina (szyba), оконное стекло, Fen-
sterglas, F.-scheibe** 100 i n., 169, 182,
197
- Szkle, стекло, Glas** 99 i n., 182, 333, 339,
619
- *maryańskie p. Gips.*
- *oczne (mier.), окуляръ, Okular* 125
- *powiększające p. Mikroskop.*
- wodne, растворимое стекло, Wasser-
glas 102
- Szkoły (bud.), школы, Schulen** 198
- Szkuniec (okr.), шкуна, Schoner** 500 i n.
- Szlagut p. Lut.*
- Szlak magnetyczny (el.), линия силъ,
Kraftlinie** 784, 796
- u kolejowego pochyłość (strumień),
склонъ, Gefälle 332, p. n. 229; p. r. 205,
213; 904
- — promienie krzywości, кривизна пу-
ти, Krümmung der Eisenbahnlinie 270,
313, 332 p. n. 229; p. r. 206, 213

Szlak swobodny (*okr.*), фарватеръ, freie Strecke 259
Szlifyerka, шлифовальная машина, Schleifmaschine 659
Szmyrglowe krawki, наждачная шайба, Schmirgelscheibe 659, 1143
Sznur z blaszką (*mier.*), подвѣсная ду- га, Pendelwage 134
Szopa p. Schoenia.
Szpital (*bud.*), больница, Krankenhaus 200
Szpona (*bud.*), скоба, Kramme, Klammer 157, 193
Szprosa p. Szczelina.
Szpuntbalowa ściana p. Rozgróda.
Sztachety (*kol.*), Lattenzaun 201
Sztwność, жесткость, Steifigkeit 233
Szum przewietrzniaków, шумъ вентиля- тора, Geräusch des Ventilators 783
Szwy sprawane, skuwane (*zlipiane*), зава- ренное соединеніе, geschweisste Naht 444, 1006
Szyb (*kuź.*), шахта, Schacht 538, 541, 554
 — linowy (*sz. napędu linowego*), канат- ная камера, Seilschacht 512
Szyba p. Szklina.
Szyna kolejowa, рельсъ железнодорож- ный, Eisenbahnschiene 275 i n., p. n. 48; p. r. 57, 209, 214, 281
Szyny tramwajowe, рельсы для конокъ, Strassenbahn-Schienen 904, p. n. 49
 — y kolejowej długość, длина рельса, Schienenlänge 279
 — łeb, головка рельса, Kopf der Schiene 276
 — nośność, сопротивление рельса, Trag- fähigkeit d. Schiene 278, p. r. 209
 — przechylenie, наклонъ рельса, Schie- nenneigung 271, 290
 — stopa, подшва рельса, Fuss der Schiene 277
Szyniak (*hak*), костьль, Schienen- hacken 284, p. r. 59, 282

Ś.

Ściana frontowa (*licowa*), фасадная стѣна, Stirnwand 159
 — z gliny ubijanej, глинобитная стѣна, Lehmputz-Wand 83
 — z łepieńca, навѣстково-пескобитная стѣна, Kalksandputz-Wand 83
 — przedziałowa, разделяющая стѣна, Scheidewand 161
 — rozworowa, фахверковая стѣна, Fach- wand, Fachwerkwand 160, 167
 — szczytowa, стѣна фронтоновъ, Gie- belwand 160, 193
 — środkowa, средняя (промежуточная) стѣна, Mittelwand 161
 — y z cegły grubość, толщина стѣны, Ziegelmauerstärke 159 i n.
Ściąg, анкерная стяжка, Anker 386, 1008, 1032, 1037, 285 i t. p.

— podniebienny (*podniebiennik*), пото- лочный болтъ, Deckenanker 429, 1008
Ściągulca (*bud.*), затяжка, Spannbalken 172
Ściągówka, анкерная прогарная труба, Ankerrohr 1008, 1026, 529
Ściskanie mimośrodkowe, вѣдцентрное сжатіе, Excentrischer Druck 406
Ścisnięcie (*wytr.*), укороченіе сжатіемъ, Verkürzung 342
Ślimacznica (*koło ślimakowe*, k. ślima- cze), червячное колесо, Schnecken- rad, Schraubenrad 458, 463, 231, 730
Ślimak (*śruba bez końca*), безконечный винтъ, червякъ, Schraube ohne Ende. Schnecke 458, 463, 231, 730
Ślizganie się ciężna, скольженіе гвѣка- го тѣла, Gleiten des Zugorgans 234
Śluzyny (*okr.*), званнги, Stapel, Helling 477
Śnieg, снѣгъ, Schnee 13, 631, 635, 318
Środek ciężkości, центръ тяжести. Schwerpunkt 170 do 179
 — a ciężkości ruch, движеніе центра тяжести, Bewegung des Schwerpunk- tes 206
Środnik (*teownika, blachownicy, szyny i t. p.*), вертикальная стѣнка тавро- ваго желѣза, балки, шейка рельса, Steg des T-Eisens i t. p. 29, 276, 675, 770
Śruba, винтъ, винтовой болтъ, Schraube 425, 1007, 227
 — dwuzwojna (*o podwójnym gwincie*), двухходовой винтъ, doppelgängige Schraube 426
 — fundamentowa *p. Śruba posadowa.*
 — kolejowa, железнодорожный винтъ, Eisenbahnschraube p. r. 59
 — do kołnierzy, фланцевой болтъ, Flan- schenschraube 581, 601, 436
 — bez końca *p. Ślimak.*
 — napędna statku (*okr.*), гребной винтъ, Schiffschraube 507
 — napędowa, винтъ передающій дви- женіе, Bewegungsschraube 433, 435
 — nastawcza (*gorzej: nastawna*), уста- новительный винтъ, Nachstellschrau- be, Stellschraube (*może być: odpro- rowa—Abdruckschraube, albo docią- cza—Anzugschraube*) 435, 548, 929, 930
 — osadca (*gorzej: osadna*), установи- тельный винтъ, Stellschraube 430
 — posadowa (*przyciąg posadowy, ś. przy- ciągnięcia*), фундаментный анкеръ, Funda- mentschraube 436, 518, 929 i in.
 — przesuwowa (*u tokarki*), валъ для дви- женія суппорта, Zugspindel 655
 — wodząca (*u tokarki*), направляющій валъ, Leitspindel 655
 — tłoczna, прессовой винтъ, Press- schraube 433, 435, 228
 — zgrubiona, винтъ съ ниже нормаль- ной нарізкой, erweiterte Schraube 426

Śruba złączna, соединительный винт.
Verbindungsschraube 426, 435 i in.

Śruby łeb, головка, Schraubenkopf 427,
T. 431

— rdzeń, ядро нарезанной части бо-
га, Schraubekern . . . 428 i n. 1007

— sworzeń, болаť винта, Schraubenschaft
428 i n. 1007

Śrubowe złącze, винтовые соединения,
Verschraubung 437, 922

Śrubowy kołek, штифт, Stiftschraube. 429

— łbiak, головчатый винт, Kopf-
schraube 429

Śrubowiec (okr.), винтовой пароходъ,
Schraubendampfer 547, 561

— a wał, wał пароходнаго винта,
Schraubenschiffswelle 492, 512

Światło gazowo-żarowe, газокалельный
свѣтъ, Gasglühlicht 934

Światłostka, единица силы свѣта, Licht-
einheit 914

Światłość, сила свѣта, Lichtstärke 894 i n.,
914

Świder, сверло, Bohrer. 47, 669

Świdrownica, сверлильный станокъ для
дерева, Holzbohrmaschine 669

Świerk, пихта, Fichte 113, 13

Świetlnik (bud.), Lichthof 161

T.

Tablica rozdzielnia p. Rozrządnicza.

Tabor kolejowy, подвижный составъ ж.
дор., Eisenbahn-Betriebsmittel 358 do
426, p. r. 211

Tacheometr (miernik prędkości), тако-
метръ, Geschwindigkeitsmesser, Ta-
cheometer 138, 635

Tachymetr (mier.), тахиметръ, Tachy-
meter 138, 147, 242

Taczki, тачки, Schubkarre. 262

Tak, тележка, Kirpkarren. 263

Talbot'a płomieniak. 564

Tamka p. Przepustnica.

Tarczan (okr.), койка, Koje. 482

Taran wodny, гидравлическій ударный
насосъ, hydraulischer Widder, Stoss-
heber. 762

Taranek, ручная баба, Handramme. 156

Tarcica, Schmittholz 108, 111 i n.

Tarcie szorowe, трение цапфъ, Zapfen-
reibung 223, 226, 1143

— gazów i par, трение газовъ и паровъ,
Reibung der Gase und Dämpfe 299 i n.

— międzyzębne, трение зубцовъ, Zahn-
reibung 452, 231

— natłoczek, трение въ салникахъ,
Stulpreibung 219, 542

— niejadowe (t. od pracy pożytkowej),
добавочное трение, zusätzliche Rei-
bung 848, 859

Tarcie przy napędzie korbowym, трение
въ кривошипномъ механизмі, Reib-
ung der Kurbelgetriebe 555

— przy ślizganiu, скользящее трение,
gleitende Reibung 216

— w spokoju (w bezruchu), трение въ
покоѣ, Reibung der Ruhe 215

— w szwach nitowanych, сопротивление
скольженію склепанных листовъ,
Gleitungswiderstand bei Nietungen 440,
441, 1006

— przy toczeniu, трение при катаніи,
rollende Reibung. 216, 220, 699

— wody w rurach, трение воды въ тру-
бопроводахъ, Reibung des Wassers
in Rohrleitung 247 do 254

— w strumieniach, трение воды въ
рѣкахъ, Wasserwiderstand in Gerin-
nen 254 do 275

Tarcz rozrządca, распределительный
дискъ, Steuerscheibe 1119

— eliptyczna uzębiona, эллиптическое
зубчатое колесо, elliptisches Zahn-
rad. 559

Taśma hamulcowa, тормазная полоса,
Bremsband 538

— miernicza, лента, Messband 122

— pasów belki, поясный листъ, Gur-
tung, Gurtplatte 677 i in.

— przenośnika, лента транспортера, För-
dergurt 756 i n.

Taśmownik, ленточное желѣзо, Band-
eisen 20, T. 22 i n.

Tchawa wielkiego pieca, фурма, Wind-
form 541

Teatr (bud.), театръ, Theater 199, 202

Technicznych prac wynagrodzenie (inne
języki p. Wynagrodzenie) 965

Tektura smołowcowa, кровельный толъ,
Dachpappe 104, 169 i n., 187, 619

Telefon, телефонъ, Fernsprecher p. kol. r. 211

Telegraf, телеграфъ, Telegraph . . p. kol.
r. 211

Temperatura, температура, Temperatur
311

— bezwzględna, абсолютная темпера-
тура, absolute Temperatur 276

— krytyczna, критическая температура,
kritische Temperatur 275

— mieszanin, температура смѣсей, Mi-
schungstemperatur 318

— mieszkań i t. p., температура помѣ-
щеній, Temperatur der Wohnräume 590

— spalania (pyrometryczna wartość pal-
liwa), пирометрическая теплопрони-
водительность, pyrometrischer Heiz-
wert (Verbrennungstemperatur) 323, 956,
1079 i n.

Tender (kol.), тендеръ, Tender 407 i n.

Tendrzak (kol.), танкъ-паровозъ, Ten-
derlokomotive 379, 395, 407

Teodolit (mier.), теодолитъ, Theodolit
127 i n.

- Teownik**, тавровое желѣзо, T-eisen 20,
— жѣзкову, тавро-бимсовое желѣзо,
T-Wulsteisen T. 36
- Terakota** (*tw.*), терракотта, Terrakotte 86
Terazzo p. Klepisko.
- Termit**, Termit 905
- Termometr** (ciepłomierz), термометръ,
Thermometer 311, T. 312
- Termophon** (*спл.*), термофонъ, Thermo-
phon 313
- Tętnik** (pulsometr), пульзометръ, Pulso-
meter 761
- Talpotasimetr** (*спл.*), тальпотасиметръ,
Thalpotasimeter 311
- Thornycroft'a kocioł** 530
Tirefond p. Wkręt szynowy.
- Tienie węgla**, обугливание, Verkohlung 533
- Tłoczkarka**, прессъ, Presse 663
— hydrauliczna, гидравлическій прессъ,
hydraulische Presse, Wasserdruck-
presse 542, 576, 438, 526
— śrubowa, винтовой прессъ, Schrau-
benpresse 436
Tłocznia p. Tłoczkarka.
- Tłoczysko**, поршневоу стержень, Kol-
benstange 547, 520, 424, 399, 925
— jałowe, нерабочая часть сквозного
поршневоу стержня, Hintertheil der
durchgeführten Kolbenstange 548, 791,
[795, 924
- Tłok nurnikowy p. Nurnik.*
- Tłok pompy** (tłoczkarki i t. p.), поршень,
Kolben 543, 665
— silnika, поршень двигателя, Kraft-
maschinenkolben 543, 399, 520, 924,
1115
— tarczowy, дисковий поршень, Schei-
benkolben 543
— wkłesły (dwuwkłesły), открытый пор-
шень, offener Kolben 544
— wydrążony, полой поршень, hohler
Kolben 544
— z zaworem, поршень съ клапаномъ,
Ventilkolben 546, 938
- Tłoka dno** (denko), крышка поршня, Kol-
bendeckel 545, 1115
— droga i jej wykresy, путь поршня,
Kolbenweg 551 i n., 868 i n., 878, 1118
— drogi uchybienie, погрѣшность пути
поршня, Fehlerglied des Kolbenweges
551
— kadłub, тѣло поршня, Kolbenkörper
544
— osadzenie, укрѣпленіе поршня, Kol-
benbefestigung 546
— pierścień uszczelnicy, кольцо поршня,
Kolbenring 543, 921, 1116
— prędkość, скорость поршня, Kolben-
geschwindigkeit 553, 852, 515, 1085,
937
— przyspieszenie, ускореніе поршня,
Kolbenbeschleunigung 553
- Tłoki różnicowe**, дифференціальныя пор-
шни, Differentialkolben 728
— zrzeszone, группа поршней, Gruppen-
kolben 728
- Tłuczarka**, Pochwerk 538, 539
- Tłuczeń** (szaber), щабель, Schotter 539,
730, 299, 757, 769
- Tłuszcze**, жиры, Fette 68, 116 i n.
- Toczak**, точильный камень, Schleifstein
659
- Toczydło**, точильная машина, Schleif-
vorrichtung 659, 219
Tok szynowy p. Toru tok.
- Tokarka**, токарный станокъ, Drehbank
654
- Tolkmitt'a wzór o sklepieniach** 734
- Tomasownia** (*kuź.*), Thomaswerk 559
- Tombak**, томбакъ, Tombak 75
- Top**, плавка, флюсъ, плавление, Flussmittel
539, 553
- Topnik**, Flussspat 10, 553
- Topograficzne zdjęcie** (*mier.*), топогра-
фическая сьемка, topographische
Aufnahme 133
- Tor** bieguna (*mech.*), полюсный путь,
Polbahn 154
— kolejowy główny, главный жел. дор.
путь, Eisenbahn-Hauptgleis 333, 353 i n.
— — odbiorczy, Uebernahmgleis 350
— — odjazdowy, Ausfahr Gleis 350
— — porządkowy, сортировочный путь,
Stationsgleis, Gruppengleis 350
— — postojowy, Haltegleis 349
— — przebiegowy, сквозной путь, Lauf-
gleis, Lokomotivgleis, Dienstgleis,
Durchfahr Gleis 350
— — przyjazdowy, путь для прибли-
жающихъ поѣздовъ, Einfahr Gleis 349, 350
— — rdzenny, главный путь, Stammgleis
306
— — rozbieżny, радіальный путь, Strah-
lengleis 323
— — rozstawczy, распределительный
путь, Ordnungsgleis 349
— — ślepy, stumpf endigendes Gleis 334
— — stacyjny, станціонный путь, Sta-
tionsgleis 333, p. r. 209
— — węglowniczy, Bekohlungs Gleis 348
— — wyciągowy, вытяжной путь, Aus-
ziehgleis 334, 350 i n.
— — zborny, сборный путь, Sammel-
gleis 349, 350
— — zestawczy, сборный путь, Auf-
stellgleis, Richtungsgleis 349, 350
— u kolejowego krzywosc, кривизна пу-
ти, Gleiskrümmung 313, 270, 332, 353;
p. n. 229; p. r. 206, 213
— — odgałęzienie, развѣтвленіе пути,
Abzweigung des Gleises 315 i n.
— — odstępy, Gleisentfernung 335, p. n. 228;
p. r. 208, 213
— — poszerzenie, уширеніе пути, Spur-
erweiterung 270, 313

Liczby tłuste dotyczą stron tomu II.

- Toru kolejowego prześwit, ширина колеи.
Spurweite. . . w różnych krajach 225
— — tok, Schienenstrang 271 i in., 904
- Tor odoczony (mech.), обертываемый
путь, Hüllbahn 154
— у przystające do siebie (mech.), пути впадин совпадающие, congruente
Bahnkurven. 149, 150
— tramwajowe, Strassenbahngleise . . . 904
- Torf, торфъ, Torf 532, 323, 954
- Torpedowiec (okr.), торпедная лодка,
Torpedoboot 457, 487 i in.
- Torowisko (kol.), земляное полотно,
Planum 255 i n., p. r. 206 i n.
- Towarowiec (okr.), Frachtdampfer 457, 461
- Towarownia, пакгаузъ, товарный складъ,
Güterschuppen. 336
- Trachyt (tw.), трахитъ, Trachyt 79, 339
- Trajektorya (mat.), траектория, Trajek-
torie 101
- Trak salopionny, лѣсопильная рама для
цѣпныхъ колодъ, Vollgatter. 666
— tartaczny, лѣсопильная рама, Gat-
tersäge 666
— wielopłakowy, рама со многими пи-
лами, Bundgatter 666
- Tramwaj ciągnicowy, дороги съ канат-
ной тягой, Taubahn 445
— elektryczny, электрическая дорога,
elektrische Strassenbahn . . . 904 i n.
— o stykach rozstawnych, Kontakt-
knopfbahn, Teilleiterbahn 909
— zasobnikowy, Akkumulatorbahn 909
— konny, конно-железная дорога, кон-
ка, Pferdebahn 451 i n.
— parowy, паровая железная дорога,
Dampfbahn 454
— powietrzny, пневматическая конка,
Luftdruck-Strassenbahn 455
— o silniku spalinowym, Gasstrassenbahn
455
- Transmisya p. Pędnia.
- Trapez, трапеція, Trapez 131, 174
- Trapeźnica, Траpezträger 774
- Tras (tw.), трасъ, Trass 81, 90
- Trempel p. Podstraszce.
- Trochoida (mat., okr.), трохоида, Tro-
choide 488
- Trociniowiec (tw.), ксилолитъ, Xylolith 84
- Trójka walcarska (kuź.), трио-валки,
Triowalzwerk 570
- Trójkąt kulisty (mat.), сферическій
треугольникъ, Kugeldreieck 177, 66, 136
— płaski, плоскій треугольникъ, ebe-
nes Dreieck 64, 130, 173, 187
- Trójkątowanie (mier.), триангуляція,
Dreieckmessung 140
- Trójnóg (mier.), штативъ, Stativ 127, 132
- Trójprąd (el.), трехфазный токъ, вра-
щающій токъ, Drehstrom, Dreipha-
senstrom 788, 840, 875 i n., 877
— w napięciu (el.), напряжение трехфа-
зного тока, Spannung d. Drehstromes 877
- Trójrądnica (el.), трехфазная динамо,
Drehstromdynamo 833 i n.
— у miarkowanie (el.), регулирование
трехфазной динамо, Regelung der
Drehstromdynamo 872
- Trójrądnik (el.), трехфазный электро-
двигатель, Drehstrommotor 851 i n., 696
— nądazny, Synchron-Motor 851
— niezależny, Asynchron-Motor, Induk-
tions-Motor 852
— zespolony, Drehstrommotor mit Kas-
kaden-Schaltung 876
- Trójrądowne układy (el.), системы рас-
пределения трехфазного тока, Dreh-
stromanlagen 870, 884
- Trzon kuchenny (ogr.), Kochherd 597
— pieca (kuź.), подъ, Herd 558
— narzędzia, рукоятка, Stiel 113
- Tuf p. Marzeica.
- Tuleja, гильза, wтулка, Hülse, Büchse 530,
1027 i t. p.
- Tunel, тунель, Tunnel 261, 226; p. r. 208 i in.
- Turbina całkowista, полная турбина, Voll-
turbine 821, 836, 838
— cząstkowa, партиальная турбина, Par-
tialturbine 821, 836
— dośrodkowa, вѣншняя радіальная
турбина, äussere Radialturbine 819, 827
— ośrodkowa, внутренняя рад. турб.,
innere Radialturbine 819, 828, 836 i n.
— osna, аксиальная турбина, Achsial-
turbine 821, 828, 832, 838, 943, 1144
— promiennicza, радіальная турбина,
Radialturbine 819, 831, 943, 1145
— у stalka (kierownicza), направляю-
щее колесо турбины, Leitrad der
Turbine 818
— у wirnik, рабочее колесо турбины,
Laufrad der Turbine 818
- Turbina parowa, паровая турбина, Dampf-
turbine 943 до 951, 1136 до 1147
— — parogowa (reakcyjna), реактивная
пар. турбина, Reactionsdampfturbine,
Ueberdruckdampfturbine . . . 943, 1144
— — odrzutna (rozpedowa), активная
паровая турбина, Strahldampfturbi-
ne, Actionsdampfturbine . . . 943, 1144
- Turbina wodna, водяная турбина, Tur-
bine 817 до 848
— — parogowa (reakcyjna), реактивная
турбина, Reaktionsturbine, Ueber-
druckturbine 819, 822
— — o nastawianym ciśnieniu w szcze-
linie, турбина съ регулицией давле-
нія въ зазорахъ, Turbine mit Spalt-
druckregulierung 821, 823, 824
— — o nastawianym obszarze wlotu,
турб. съ регулицией сѣченія впадо-
ка, Turbine mit Zellenregulierung 821,
823, 827, 836
— — odrzutna (rozpedowa), активная
турбина, Strahlturbine, Actionsturbi-
ne, Freistrahlturbine 819, 833

Turbina wodna o przelocie postozkowym, конусовая турбина, Kegelturbine 821
 — — o strumieniu ujetym, прѣдѣльная активная турбина, Grenzurbine. 819
 — — wysokopradna, турбина високаго давления, Hochdruckwasserturbine 826
Twardość skała mineralogiczna, минералогическая скала твердости, mineralogische Hartescala 78
 — — żelaza i stali, таблица твердости желѣза, Hartescala von Eisen und Stahl 69
Twardziec (tw.) (gorzej kwarciec, zle kwarc), кварцъ, Quarz 8, 78, 619, 537
Twornik (el.), якорь, Anker 812 i n., 692 704
 — bębnowaty (el.), цилиндрический якорь, Trommelanker 821
 — pierścieniasty, кольцеобразный якорь, Ringanker 821
 — uzwojony dwoiście, якорь съ двойной обмоткой, Stufenanker. 853
Twornika nawój, обмотка якоря, Ankerwicklung. 819, 846
 — nawskrośne, прорѣзъ якоря, Ankerlut. 816, 813, 845
 — zwójka, шпуля якоря, Ankerabteilung, Ankerspule 817
Tybel p. Wsadka.
Tygiel (kuź), тигель, Tiegel. 565
Tylnica (okr.), ахтерштевень, рулевой штевень, Ruderstevn 458
Tynk p. Wyprawa.

U.

Ucho, ушко, Oese. 535
 — przyburtowe statku (okr.), Klampe 485
Uchybienie odsuwisuwaka, погрѣшность отсѣпки золотника, Abweichung des Schieberweges. 892, 917
Ucierpka (bud.), клемра, планка, Heft 183 i n.
Uchwytka, ручка, Handgriff. 367
Uderz wodny, ударъ скопляющейся воды, Wasserschlag 926
Uderzenie ciał sprężystych, ударъ, упругихъ тѣлъ, Stoss elastischer Körper. 213
 — w cylindrach silników parowych, ударъ въ паровомъ цилиндрѣ, Schlag im Dampfzylinder 546, 870, 926
 — strumienia wody, ударъ воды, Stoss des Wassers 269
Ugięcie, прогибъ, Durchbiegung 373 do 410
Układanka kamienna, кладка изъ необдѣланныхъ камней, Steinpackung 259, 904
Ukośnik (mat.), ромбъ, Rhombus. 131
Ukres (rozjazdowy) (kol.), контрольный столбикъ, Sperrzeichen, Merkzeichen 303, 314

Ulatniak, газообразователь, газовикъ, Vergaser (sil. spal.). 1081, 1091 i in.
Ulamek (mat.), дробь, Bruch 41, 73, T. I do 21
Unur śruby okrętowej, Tauchung der Schiffschraube. 510
Uporność magnetyczna (el.), гистерезисъ, Hysteresis 785, 819 i n.
Upust (wod), шлюзъ, Grundschleuse 265
Urojona wielkość (mat.), мнимая величина, imaginäre Grösse 45
Usił magnetyczny, магнитодвигательная сила, magnetomotorische Kraft. 784
Uskok prężności pary, понижение давления, Spannungsabfall 850, 863, 876 itp.
Ustęp, отхоже мѣсто, Abort 336; p. r. 210
Uszczelka, прокладка, Dichtungsplatte, Dichtungsring 602, 582, 722
Uszczelnienie, уплотнение, Abdichten 542 i n., 219, 722, 938
Uszczerzak (kuź.), Frischofen 587
Uszczerzanie surówki (kuź.), Frischprocess 558 i n.
Usztywniak narożny kotła, угловое скрѣпление котла, Eckversteifung des Kessels 1032
Usług śruby (okr.), сливъ, Slip 511
Utłok w tłoczarni (kuź.) (miara stłoczenia), величина сжатія, Zusammenpressungsmaas 664, 666
Uwięź (maszta, komina), укрѣпление, Stag, Spannseil, Spanndraht 449 i n., 964
Uwięźciel (okr.), Poller. 486
Uzbrojenie p. Osprzęt.
Uzębienie cykloidalne, циклоидальное заѣбление, Cycloidenverzahnung. 450
 — ewolwentowe, эвольвентное заѣбление, Evolventenverzahnung 455
 — palczaste, цѣвочное заѣбление, Triebstockverzahnung 455
 — prostoboczne, прямобочное заѣбление, Geradflankenverzahnung 454
Uzwojenie twornika (lub magnesnicy) (el.), обмотка якоря, Ankerwicklung 812, 845
 — dwuwskrośne, Einlochankerwicklung 845
 — nabębenne, цилиндрическая обмотка, Trommelwicklung 813
 — napierścienne, кольцевая обмотка, Ringwicklung. 812
 — oboczno osobne, параллельная обмотка рядомъ, Reihenparallelschaltung 814
 — petlicowe, петлевая обмотка, Schleifenwicklung 813
 — przelączne, Gegenschaltung 853
 — samomiarujące, Selbstregelung durch d. Wicklung 867
 — wielokrotne oboczne, многократная параллельная обмотка, wehrfache Parallelschaltung. 813

V.

- Vernier p. Drobnomiar.*
Vignole'a szyny kolejowe 275
Volty łuk (el.) p. Łuk prądny.

W.

- Waga pomostowa**, wśsy, Brückenwage 339
 — ciał sypkich i ukladanych w warstwy, wśsy sypuchich tłaż, Gewicht geschichteter Körper 12
 — paru, wśsy para, Dampfgewicht 301, T. 302
 — własna tworzyw budowlanych, sobstwenный wśsy stronteannych materialow, Eigengewichte der Baustoffe p. a. 628; p. n. 627
Wagi jednostki w różnyh krajach, wśsa različnyh straż, Gewichte verschiedener Länder 943
Wagon doprzągný (kol., el.), Anhangewagen, Anhänger 905
 — elektryczny, elektrischer Wagen 905, 910
 — kolejowy, wagon, Wagen 409 do 426; 427
 — niekryty, otwarty wagon, poluwagon, offener Wagen 425
 — pomosny, wsomogatelny wagon, Hilfswagen 426
 — pomostowy, platforma, Plattformwagen 425
 — roboszy, balastna platforma, Bauwagen 426
 — silnikowy, Motorwagen 905
 — tłomokowy (brankard), bagażny wagon, Gepäckwagen 423
Wagonu elektrycznego hamowanie, tormażenie wagona, Bremsung des elektrischen Wagens 911
 — podścienie, placzdka wagona, Wagenplattform 911
 — towarowego zawartość, objęmiystość wagona, Inhalt der Wagenladung . 13
Wagonów oświetenie, oświetenie wagonow, Wagenbeleuchtung 937
Wagoniarnia, wagonna sbornia, Wagenreparaturwerkstatt 435
Wagonownia, wagonny sara, Wagenschuppen 347, p. r. 210
Wahacz, balansierz, Balancier 874
Wahadlo fizyczne, fizyczny męatnik, physisches Pendel 211
 — kołowe, krugowoy męatnik, Kreispendel 203
 — cykloidalne, cykloidalny męatnik, Cykloidenpendel 204
 — odśrodkowe (stozkowe), centroběžny (koniczny) męatnik, Kegelpendel, Centrifugalpendel 205
 — sekundowe, sekundny męatnik, Sekundenpendel 203

- Wahak**, podwieska, balansierz, Schwinge 777, 918
 — miarkownika, męatnik regulyatora, Regulatorpendel 623 i n.
Waka szara (tw.), grauwakka, Grauwacke 81
Wakometr (wskaźnik próżni), wakuometr, Vakuummeter 771, 933
Walcarka czterostronna (kuź.), unwersalny męatnik, Unwersalschwalzwerk 570
 — przegotowawcza, bolwanocny męatnik, Vorwalzwerk 569
 — wykończajęca, oddłocny męatnik, Fertigwalzwerk 570
Walczarki zespol., prokatne stany, Walzenstrasse 569
Walce (kuź.), wałki, Walze 569
Walcowania przebieg, proces męatki, Walzprocess 222
Walcowiny (zędra walcownicza) (kuź.), okalnia, Zunder, Hammerschlag 537, 540, 447
Walcownia blach, prokatna dla listow, Blechwalzwerk 570
 — drobnowalczajęca, prokatne stany dla żelęza męlkich sortow, Feineisenwalzwerk 569
 — drutu, przewokoprokatna, Drahtwalzwerk 569
Walcownictwo, prokatne dzelo, Walzwerkbetrieb 569 do 571
Walezak, cylindryczky korpus kotła, cylindrischer Kesselkörper 967 i n., 385
Walec (mat.), cylinder, Cylinder 129, 134, 177, 190
Walec szosowy, maszyna dla ukatwanія шосce, Strassenwalze 640
 — a wydręzonego wytrzymałość, opowietnienie podoga cylindra, Festigkeit des Hohlcyllinders 420, 1009
Wal koła wodnego, wał wodnygo kołeca, Wasserradwelle 494
 — korbowy, wał krzywosna, Kurbelwelle 557 i n., 520 i n., 1116
 — napędny, przywodny wał, Transmissionswelle, Triebwerkswelle 494 do 496
 — — głowny, korenny wał, Haupt(antriebs)Welle 493 i n., 512, 522
 — odporowy, Druckwelle 523
 — pusty (wydręzony), polny wał, hohle Welle 494, 496, 842
 — stłaczany, komprimowany wał, komprimierte Welle 496
 — śrubowy, wał gębnego wnieta, Schiffsschraubenwelle 523
 — turbiny, wał turbiny, Turbinenwelle 494, 842, 948
 — twornika (el.), oś jakora, Achse des Ankers 828
 — wykorbiony, kołny wał, gekröpfte Welle 559, 520
Wałów kąta skręcenia, ugał kręcenia wała, Verdrehungswinkel der Welle. 495

- Wałów przegięcie, прогибъ валовъ, Durchbiegung der Wellen. 495, 548
 — wydłużanie pod wpływem ciepła, удлинение валовъ отъ тепла, Wellenausdehnung durch die Wärme 496
Walek, роликъ, Rolle 681
 — wprężająca, натяжной роликъ, Spannrolle 756
Wanna, ванна, Badewanne 199
Wapień (wapieniak), известнякъ, Kalkstein 80, 537, 10, 13, 482, 334, 339, 540, 553
Wapienniak, известковая печь, Kalkofen 560
Wapno, известь, Kalk 88, 10, 13, 482
 — wodotrwała, гидравлическая известь, hydraulischer Kalk 91
Warstwa przeciwwilgociowa (*bud.*), изоляционный слой, Trockenschicht 168
 — obojętna (*wytr.*), нейтральный слой, neutrale Faserschicht 352
Warstwica (*mier.*), горизонталь, Höhenkurve 148
Warstwicc (*bud.*), деревянно-картонная крыша, Holzcement 179, 189
Warsztat p. Wyrobnia.
Wat (*el.*), уаттъ, Watt 194, 782
 — ta równoległobok 575
Watnik (*el.*), уаттометръ, Wattmesser 801, 895, 861
Warunki dostawy zesłańców (ustrojów) żelaznych, условия поставки жельзныхъ конструкций, Eisenkonstruktion-Lieferungsbedingungen 446
 — — maszyn, условия поставки машинъ, Lieferungsbedingungen für Maschinen 1076
Waryacje (*mat.*), размѣнение, Variation 47
Wchłon (żarówek, łukówek) (*osw.*), Energieverbrauch 896 i n.
Wiąg bierny zwykły, полиспасть съ ведомыми блоками, Lastrollenzug, umgekehrter Flaschenzug 672, 726, 728
 — czynny zwykły, обыкновенный полиспасть, gewöhnlicher Triebrollenzug 672
 — różnicowy, дифференціальныи полиспасть, Differentialflaschenzug 672
 — ślimakowy, полиспасть съ червякомъ, Schraubendflaschenzug 673, 538
Więgniki, грузоподъемные механизмы, Maschinenteile zum Lastheben 519
Winiarka, шпунтовый станокъ, Schlitzmaschine 669
Wechwył (*cz. m.*), останокъ, Sperrwerk 536
 — zębaty, зубчатый останокъ, Zahnsperrge 536
 — zakleszczający, зажимающій останокъ, Klemmgesperge 537
Wedmuch (*kuź.*), дутье, Wind(einströmung). 561
Weisbach'a wzór oporów 602
Weksel p. Przejęcia (*bud.*), Rozjazd (*kol.*).
Wentylator p. Nawietrznik, Przewietrznik, Wietrzak i Wywietrznik.
- Westmann'a prażak**, Westmannscher Röstofen 538
Wezglowie (sklepienia, łuku), (*bud., st. bud.*), пята свода, арки, Widerlager, Kämpfer 167, 709, 733 i n.
Wezglownik (sklepienia), опорный камень, Kämpferstein, Widerlagerstein 733
Węgiel, уголь, Kohle 532 i n., 10, 13, 482, 789, 551, 913 i n.
 — antracytowy, уголь антрацитъ, Anthracitkohle 533
 — brunatny, бурый уголь, Braunkohle 532, 10, 323, 953 i n., 13, 482
 — drzewny, древесный уголь, Holzkohle 533, 10, 323, 13
 — gazowny, уголь богатый содержаниемъ газовъ, Gasreiche Kohle 533, 730, 913 i n.
 — kamienny, каменный уголь, Steinkohle 532, 10, 322 i n., 953 i n., 13, 482, 619
 — rozsypany, рыхлый уголь, Sandkohle 533
 — spiekalny, спекающійся уголь, Backkohle 533
 — zeskwarzony, спекающійся уголь, Sinterkohle 533
 — urdzeniony (*osw.*), Dochtkohle 899
Węglownia, угольная камера, сарай, Kohlenbanse, Kohlenlagerplatz, Kohlenbunker 348, 482
Węzeł (*okr.*), узелъ, Knoten 490
Wężowiec, серпентинъ, Serpentin. 79, 10
Wężownica (*ogr.*), змѣевикъ, Rohrschlange 592, 605
Wheatstone'a mostek (*el.*), Уитстоновъ мостикъ, Wheatstonesche Brücke 798
Whitwell'a nagrzewnica (*kuź.*) 544
Whitworth'a gwint, нартзка Витворта, Whitworthsches Gewinde T. 427 i n., 1007
Wiadukty, wiaduki, Thalbrücken p. r. 207
Wiatrownica (*bud.*), диагональ, Windstrebe 178
Wiatru parcie, давление вѣтра, Winddruck 307, 475, 631, 647; p. r. 340
Wiąz, вязъ, Ulme 114, 7
Wiązar (*bud., st. bud.*), стропильная ферма, Dachbinder 172, 175, 704 i n.
 — trójkątnikowy, треугольная ферма, Dreieckbinder 172, 176, 705 i n.
Wiązło parowozu (*gorzej*: drag sprzęgająca osie par.) (*cz. m.*), сцепной мартъ у паровозовъ, Lokomotivkupplstange 399 i n., 564
Widły maźnicowe (*kol.*), буксовая рама, буксовая вила, Achshalter, Achsgabeln 415
Wielki piec, доменная печь, домна, Hochofen 539 i n.
 — — bezoponowy, д. п. со свободно стоящей шахтой, Hochofen mit freistehendem Schacht 541

- Wielkość rozprędu** (*mech.*), количество движений, Bewegungsgrösse . . . 195
 — zespolona (*mat.*), комплексная величина, komplexe Grösse . . . 45
- Wielobok przyspieszeń** (*mech.*), многоугольник ускорений, Polygon der Beschleunigungen . . . 149
 — sil (*mech.*), многоугольник сил, Kräfteplan, Kräftepolygon . 161, 163
 — sznurowy (*mech.*), веревочный многоугольник, Seilpolygon (Seilplan) . 163, 361
- Wielokąt**, многоугольник, Vieleck 131, 175, 188
 — foremny, правильный многоугольник, regelmässiges Vieleck . . . T. 35
- Wielokątowanie** (*mier.*), съемка многоугольниками, Vieleckmessung . 142
- Wielokrątek p. Wciąg.**
- Wieloprąd** (*el.*), многофазный ток, Mehrphasenstrom . . . 788, 838
- Wieniec koła** (*cz. m.*), ободь колеса, Radkranz, Scheibenkranz 618, 464, 478, 842
 — podporowy, podstawowy (*kol., st bud.*), поддерживающее кольцо, Tragring, Mauerring . . . 541, 722
- Wiertak**, сверло, Bohr . . . 656
- Wiertarka**, сверлящий станок, Bohrmaschine . . . 653
 — zórawiowa, радіально-сверлящий станок, Radialbohrmaschine . 656
- Wiertło**, спиральное сверло, Spiralbohr 656, 47
- Wieszak** (*bud.*), подвісна система, Hängewerk . . . 192, 723
- Wietrzak** (przewietrznik odśrodkowy, bąk), лопастной вентиляторъ, Centrifugalventilator, Schleudergebläse 781 do 788, 584
 — o łokach zębniokowatych, циліндричеській вентиляторъ, Kapselgebläse 781, 799
- Wieża chłodnicza**, самоохлаждающаяся рѣшетка, Popperturn . . . 941
- Wieżba**, станина, кузовъ, кожухъ, Gerüst, Gestell, Gerippe 663, 674, 688, 420 i t. p.
- Wieżlenie** (*bud.*), тюрьма, Gefangniss 200
- Wilgotność powietrza**, влажность воздуха, Feuchtigkeitsgrad der Luft . 573
- Winda p. Dźwigarka.**
 — osobowa p. Dźwig osobowy.
- Winkler'a obciążenia zastępcze** mostów 637
- Włódarka kołowrocista**, дерево-строгальный станок съ вертикальною осью, Holzsternhobelmaschine, Flügelhobelmaschine . . . 668
 — zwykła (wałcowa), деревострогальный станокъ съ горизонтальною осью, Walzenholzhobelmaschine . 668
- Wirnik**, вращающееся колесо, вращающаяся часть, Laufrad, Laufer, Rotor 763, 781, 818, 943, 859 i t. p.
- Wirowanie ciała** (*mech.*), движение тела около оси, Rotation . . . 208
- Wirszak** (*okr.*), брамстенга, Bramstange 498 i n.
- Wirszel** (*okr.*), бромбрамсель, Oberbramsesel . . . 499 i n.
- Wisność** (ciągliwość), тягучесть материала, Zähigkeit . . . 329, 51 i n.
- Witryol niebieski** (siarczan miedziowy), мѣдний купоросъ, Kupfervitriol. 109
- Wkręt** (szynowy) (*kol.*), шурупъ (рельсовый), рельсовый винтъ, Trefond, Schwellenschraube 437, 284; p. r. 59, 209, 282
- Wkrętka**, шурупъ, Holzschraube . . 437
- Wlot** (pary, cieczy), впускъ, Einströmung 781, 805, 726, 887
 — powrotowy (*sil.*), Nacheinströmung . 752, 794
 — przedzwrotowy (*sil.*), предварение впуска, Voreinströmung 752, 849, 870, 888
- Wlotka** (okienko wlotowe) (*sil.*), впускное окно, Einlassöffnung . . 881 i n.
- Wlotnica** (*sil. wod.*), направляющий приборъ, Einlaufvorrichtung 811; 821, 836
- Właz** (kotła, studzienki), лазъ, Mannloch 717, 1033; p. n. 1060; p. r. 1051
- Włącznik** (*el.*), включитель, Einschalter 852, 861
- Włóki** (płózy), полозья, Kufe . . . 220
- Woblić** (wykonać obdłużony ku wnętrzu), выгнуть бортикъ во внутрь, einhalsen, einkrempen . . . 1025
- Woda hygroskopijna p. Woda nawilżająca.**
- Woda nawilżająca**, гигроскопическая вода, hygroskopisches Wasser 532 i n., 321, 1073
 — pogazowa (*gas.*), амміачная вода, Ammoniakwasser . . . 913
 — uniesiona w parze, вода увлекаемая паромъ, durch Dampf mitgerissenes Wasser . . . 954
- Wody jakoś, качество воды**, Wasserbeschaffenheit . . . 340
 — rzecznej pomiaru, объёмъ воды, Wassermessung . . . 272
 — zasilającej pomiaru, объёмъ питающей воды, Speisewassermessung 1070
 — rozszerzalność, Ausdehnung des Wassers . . . 602
 — studzenie (*sil. par.*), охладение воды, Rückkühlung . . . 940 i n., 1122
- Wodociągi kolejowe**, водоснабжение, Wasserversorgung . . . 339 i n., 435
- Wodnica statku** (*okr.*), ватерлинія, Wasserlinie . . . 459, 464 i n.
 — zasadnicza statku (*okr.*), строевая (грузовая) ватерлинія, Konstruktionswasserlinie . . . 459
- Wodoskaz p. Kotła parowego wodoskaz.**

- Wodownia**, водоподъемное здание, Wasserstation . . . 339 i n., p. kol. r. 211
- Wodzidło** (sz. m.), коромысло, Führung 569
— wtórne, добавочное коромысло, abgeleitete Geradführung . . . 575, 919
- Wodzik** (sz. m.), главное коромысло, Hauptlenker 571
- Wöhler'a doświadczenia** (wyt.), опыты Велера, Wöhlersche Versuche . . . 343
- Wojłok**, войлок, Filz 594, 620
- Wolt** (el.), вольт, Volt 782
- Woltamper** (el.), вольтампер, Voltamper 782, 801
- Woltnik** (el.), вольтметр, измеритель напряжения, Voltmesser . . . 799, 861
- Wood'a metal**, металл Вуда, Woodsches Metall 78
- Wozak** (kol.), тележка, Untergestell 405, 412
- Wozów opory tarcia**, трение при движении телег, Wagenreibung . . . 219
- Wozownia**, экипажный сарай, Wagenschuppen 201
- Wózek drożniczy** (kol.), вагонетка для дорожных мастеров, Bahnmeisterwagen 426
- Wpływowa** (linia) (most.), линия влияния, Einflusslinie, Influenzlinie 665 i n., 690
- Wrzęgło** (kol.), ухват, сцѣпной приборъ, Seilkupplung, Greifer. 441, 449
- Wpuszczarka do desk** i bal, шпунтовый ставокъ, Spundmaschine 668
— świdrowa, шпунторезный ставокъ, Lan lochbohrmaschine . . . 669
- Wpuszt**, выступ, Feder 557, 603, 607, 722
- Wpuszka**, углубление, Nut 587, 603, 607, 722
- Wpustówka** (bud.), фальцованная черепица, Falzziegel 87, 170, 180
- Wręg** (okr.), шпандрутъ, Spante 458, 468
- Wrzeczono śrubowe tłoczarki**, винтъ винтового пресса, Spindel einer Schraubenpresse 496
- Wsad** (kuź.), посадка, закладка, Einsatz 554 i n.
- Wsadka** (bud.), Dübel 163, 198
- Wsiad stacyjny** (kol.), перронъ, Bahnsteig 330 i n., p. r. 210, 265
— — międzytorowy, промежуточный перронъ, Zwischenbahnsteig 330, 335, p. r. 210
- Wskaźca** (sil.), индикаторная диаграмма, Indicatorgramm . 868, 848, 1129, 793
— przekształcona, преобразованная диаграмма, rankinisiertes Diagramm. 871
- Wskaźca pełnota** (sprężynnik pełnotliwości), коэффициентъ полноты диаграммы, Völligkeit des Diagrammes 872, 1083, 1089
- Wskaźlec** (sil.), индикаторъ, Indicator 848, 926, 1072
- Wskaźcowanie**, снѣжка диаграммы, das Indizieren 869, 1072, 1095
- Wskaźnica**, указательный дискъ, Zifferblatt 754, 1050
- Wskaźnik drogowy** (kol.), путевой знакъ, p. r. 209
— głębiszny (gór.), указатель глубины копъ, Teufenzeiger 754
— mocy p. Watnik.
- rozsuwu fal (el.), указатель передвижения фазъ, Phasennmesser . . . 836
- Wspion statku** (okr.), Aufkimmung des Schiffes 460
- Wspora** (bud.), периза, Geländer 190, 198
- Wspornik**, кронштейнъ, Konsole 518, 672 i t. p.
- Wstawa** (sin) (mat.), синусъ, Sinus T. 26, 27
- Wstawka** (rozjazdu) (kol.), Schaltstück 316, 332 i n.
- Wstrzymnik** (sz. m.), механизмъ для остановки, Sperr- und Bremswerke . 536, 673, 678
- Wtryskacz p. Smoczek*
- Wyciąg** (kopalniany), подъемная машина, Fördermaschine 738
- Wyciągarka** (gór.), подземный механизмъ, Fördertriebwerk . . . 748, 749
- Wyciągnięcie p. Rozciągnięcie trwałe.*
- Wycinek koła** (mat.), круговой секторъ, Kreisausschnitt 132, 175, 189
— kuli (mat.), шаровой секторъ, Kugelausschnitt 136, 178, 191
- Wyczystka**, отверстие для чистки, промывальный люкъ, Reinigungsöffnung 391, 924 i t. p.
- Wydłużalność linijsza p. rozszerzalność.*
- Wydłużenie** (wytr.), удлинение, Dehnung 329
- Wydłużka** (rura), компенсаторъ, Kompensationsrohr, Federrohr 578, 927, T. 599
— dławnicowa, сальникъ въ трубопроводе, Stopfbüchsenrohr 578, 722, 927
- Wydłużnik szynowy** (kol.), Schienenauszug. 293
- Wydmuch p. Palenisko wydmuchowe.*
- Wydych** (sil.), уходя отработавших паровъ и газовъ, Auspuff . . . 869, 1093
- Wydyszak** (exhaustor) (dyszak wusysajacy), высасывающій пароструйный вентиляторъ, Saugdampfstrahlgebläse 781
- Wydyszyny** (sil. spal.), отработавшие газы, Abgase 1094, 1117, 1124
- Wygazowanie**, дистилляція, перегонка, trockene Destillation 913 i n.
- Wygaznia**, здание для ретортъ, Retortenhaus 919
- Wygaznica** (gaz.), реторта, Retorte 533, 918
- Wykles pokładu** (okr.), Balkenbucht. 460
- Wykładnik** (mat.), основное число, Exponent 44
- Wykładzina**, футеровка, Futter 961 i t. p.
- Wykraplarka smaru**, смазывающій каплями приборъ, Schmiertropfapparat 928, 930

- Wykratowanie**, обрѣшетка, раскосы, Verband, Gitterwand . . . 707, 736
- Wykres** (гусованы рѣзніе), діаграмма, Diagramm . . . 848
- ciepła, діаграмма теплоты, Wärme-diagramm . . . 1129
- ciepłota całkowitego, діаграмма полной теплоты, I. S.-Diagramm . . . 1131
- objętości, діаграмма объемовъ, Raum-diagramm . . . 874 i p.
- pracy, діаграмма работы, Arbeitsdiagramm . . . 1129, 326
- przekrojowy (mier.), масштабъ профилей, Profilmassstab . . . 247
- siwakowy, золотниковая діаграмма, Schieberdiagramm . . . 885 i p.
- zjednoczony (rankinizowany), сопряженная діаграмма, Gesamtdiagramm . . . 871
- Wykresowa drogi tłoka**, кривая хода поршня, Kolbenweglinie . . . 876
- Wyrzuciak** (bud.), крестъ, Kreuzstake . . . 191
- Wylot** (lepiej: wytrysk), наконечникъ, Mundstück . . . 245, 268, 838
- przedzwrotowy (sil.), предваренный выпускъ, Vorauströmung . . . 849, 869, 888
- rurowy, насадка, Ansatzrohr . . . 245
- stawidel (rozrządzczych), выходъ, Ausströmung . . . 781, 805, 726, 887
- (lepiej: wytrysk) węża przeciwpożarowego, наконечникъ пожарнаго рукава, Feuerschlauchmundstück . . . 269
- (lepiej: wypływ) żłobowy (żłobkowy), желобъ, Ansatzgerinne . . . 245, 246
- Wylotka** (okienko wylotowe), выходное окно, Ausströmöffnung . . . 881 i p.
- Wylotnia**, диффузоръ, Auslaufräum (Diffuser) . . . 783, 784, 884
- Wyłącznik** (el.), выключатель, Ausschalter . . . 861
- niedomiarowy (el.), Minimal-Ausschalter . . . 861
- Wymiana powietrza** (ogr.), обменъ воздуха, Luftwechsel . . . 572 i p.
- Wumlarka**, масштабъ, Maassstab 212, 231, 240, 252
- Wymijanka** (kol.), разъядъ, Ausweichstelle . . . 331, 452, p. r. 206
- Wumykadlo**, расширяющее приспособление, Auslösevorrichtung . . . 755
- Wynagrodzenie** за prace techniczne, вознаграждение за техническия работы, Gebühren für technische Arbeiten . . . 965
- Wynalazki**, изобрѣтенія, Erfindungen 970
- Wynios burty** (okr.), Freibord . . . 460
- Wyoblię** (wykonać obliczenia na zewnątrz), выгнуть бортикъ наружу, aushalsen, auskrepfen . . . 1025
- Wypreczenie** (wyt.), выпирание сѣчения, Querdehnung, Querausbauchung 329, 1027, 47 i t. p.
- Wypływ** (cieczy), истечение жидкости, Ausfluss . . . 239
- Wyporność** (okr.), водонамѣщение, Wassererverdrängung, Displacement 238, 460
- Wypór** (wody, cieczy) (mech.), давление снизу вверхъ, Auftrieb, Displacementskraft . . . 237, 460
- Wyprawa** (bud.), штукатурка, Putz 87 i p., 158
- (kuł.), обмазка, футеровка, Futter 560 i t. p.
- Wypładnianie zasobnika** (el.), разрядженіе аккумулятора, Entladen des Sammlers . . . 806
- Wypreżak śrubowy**, натяжной приборъ, Schraubenschloss . . . 172, 178 i in.
- Wypreż** (objętość) (okr.), водонамѣщение, Displacement . . . 460, 463
- Wyprzeżnik p. Sprzeżnik.*
- Wyrzburgskie normy** o próbach twardzwy kotłowych, вирцбургскія нормы, Würzburger Normen . . . 63
- Wyrobnia**, мастерская, Werkstatt 204 itp.
- Wyrówniarka**, строгальный шлифовальный станокъ, Abriecht(hobel)maschine . . . 668
- Wyróżnik** (mat.), инвариантъ уравненія, Diskriminante . . . 102
- Wyrzynarka**, фигурная пила, Decoupirsäge, Schweifsäge . . . 668
- Wysięg** (łożyska, żorawia i t. p.), вылетъ, Ausladung . . . 518, 679
- Wysięgnica, wysięgnik p. Żorawia wys.*
- Wysil** (siła pociągowa), усилие тяги, Zugfähigkeit . . . 803
- Wysokość ciśnienia**, высота давления, напоръ, Druckhöhe 239, T. 248: 272
- prędkości, скоростной напоръ, Geschwindigkeitshöhe . . . 239, T. 146
- tarcia (oporu w przewodach), высота потери напора, Druckhöhenverlust 240, T. 248
- Wysypnik**, воронка, Ablaufschurre . 756
- Wysuwanie** tłoka, ходъ поршня впереди, Kolbenweg für den Hingang 883
- Wyśrodkować** (wyosiować), центрировать, centrieren, ausbalancieren 713, 949
- Wytaczadlo**, приборъ для расточки, Bohrspindel, Bohrvorrichtung . . . 920
- Wytaczarka** (do cylindrów), станокъ для расточки, Cylinderbohrmaschine . 657
- Wytężenie największe p. Naprężenia główne.*
- Wytrysk** (hydr.), наконечникъ, Mündung 245, 268, 838
- Wytrzymałość** na ciągnięcie, сопротивление растяженію, Zugfestigkeit 328, 331 i n., 342 i n., 47 i in.
- na ciśnienie, сопротивление сжатію, Druckfestigkeit 329, 331 i n., 342 i n., 47 i in.
- na ściecie (przesuwanie), сопротивление сдвигенію, Schubfestigkeit 330, 349

Wytrzymałość na gięcie (przeгинanie), сопротивление изгибу, Biegungsfestigkeit 330, 351, 53 i in.

— prętów prostych, сопротивление прямым брусьевъ, Festigkeit gerader Stäbe. 342

— na skręcanie, сопротивление скручиванию, Drehungsfestigkeit 330, 396

— na wyboczenie, сопротивление продольному изгибу, Knickfestigkeit. 345

— złożona, сложное сопротивление, zusammengesetzte Festigkeit 399

Wytrzymałość równiej (jednostajnej) ciała, тѣло равнаго сопротивления, Körper gleicher Festigkeit. 342

Wywadniarka (kopalniana), водоподъемная машина, Wasserhaltungsmaschine 762, 773, 774

— bezzerdzinowa (w. podziemna), водоподъемная машина безъ штангъ, Wasserhaltungsmaschine ohne Gestänge 779

Wywletrzник (przewietrznik wysysający), всасывающий вентиляторъ, saugender Ventilator. 781 i n. 584

Wywiewnik (lep. wywiewka), вытяжное отверстие, Luft-Abzugöffnung 346, 587

Wywłaszczenie gruntu, отчуждение земли, Enteignung der Grundstücke p. n. 224, p. r. 206

Wyznacznik (mat.), определитель, Determinante 47

Wyż boczna statku (okr.), Seitenhöhe des Schiffes 460

— prześwietna statku (okr.), Raumtiefe 460

Wyżak (okr.), марсостеньга, Marsstänge 498 i n.

Wyżarzanie, отжаривание, Ausglühen 437 56 i t p.

Wyżarzak (kuź.), казильная печь, Glühofen 567

Wyżel (okr.), марсель, Marssegel 499 i n.

Wzbuch (sil. spal.), взрывъ газовъ, Verpuffung. 1091 i n.

Wzbuchliwość gazu, способность взрыва газу, Verpuffbarkeit des Gases 914

Wzbudzenie magnetyzmu, магнитная индукція, magnetische Induktion . 785 818, 831, 873 i in.

Wzlot swobodnego strumienia wody, высота подъема свободной водной струи, Steighöhe des freien Wasserstrahles 268

Wzniesienie (el.), электрическая индукція, elektrische Induktion 794

Wznios burty (okr.), высота верхней палубы надъ ватерлинією, Freibord 479

Y.

Yarrow'a kocioł, Yarrow'scher Kessel 530

Z.

Zabier, захватъ, Mitnehmer. 540

Zabiernica przedmuchowa, продувной элеваторъ, Duckhamscher Elevator 651, 759, 762

Zacisk ochwytczy (kol.), обжимное кольцо, Klammerring 360

— wpustowy (kol.), зажимное кольцо, Sprengring 360

Zacistka (kol.), Klemmplatte 290, 309

Zadzior, заусеница, Grat. 447

Zagiętka (bud.), фальць, Wulst, Falz 185 i n.

Zagłęb statku, осадка судна, Tiefgang 459

Zagrzewanie się magnetycy (el.), нагревъ корпуса динамо, Erwärmung des Magnetgestells 825

— przetworników (el.), нагревъ трансформаторовъ, Erwärmung der Transformatoren 859

— przewodów sieci (el.), нагревъ проводовъ, Erw. der Leitungen 837, 879

— rozprądnic (el.), нагревъ динамо для переменнаго тока, Erwärmung der Wechselstrommaschine. 836

— twornika (el.), нагревъ якоря, Erwärmung des Ankers 819 i n.

Zalotka (rura), scharfes Knie-Stöck. 827

— palnikowa (osie.), Brennerknie. 928

Zamek do lin, связь для соединения канатовъ, Seilchloss. 481, 486

— obrotnicy (kol.), оствовъ, Feststellvorrichtung. 321

Zamiana miar, перемена мѣръ, Verwandlung der Masse 952

— wag, переводъ вѣсовъ, Verwandlung der Gewichte 960

Zanur (sil. wod.), мѣра погруженія, Eintauchtiefe 811, 819

Zanurzenie koła wodnego, погружение колеса, das Waten 806

Zaoblenie (wypukła zaokrąglona krawędź lub wygięcie na rurze, dnie, szynie i t. p.), закругленіе, кривая часть между отогнутыми частями трубъ, Abrundung, Kröpfung, Krümmung, Umbördelung. 276, 1025, 1026

Zapad teatralny (zapadanka), сценический опускающій механизмъ, Versenkvorrichtung im Theater. 734

Zapadka (obrotnicy i t. p.), защелка, Klinkhaken 321

Zapłon (sil. spal.), воспламенение, Zündung 1091 i in.

Zapłonka (sil. spal.), казильная трубка, Glühzunder, Zündrohr. 1080, 1081

Zapłonnik odrywkowy (sil. spal.), электрический воспламенитель, Abreisszunder 1103, 1107 i n.

Zapobiegnik (bezpiecznik zapobiegający), предохранительный приборъ, Sicherheitsvorrichtung 678, 706, 715, 754

- Zapór torowy (kol.), Gleissperre, Vorle-**
geklotz 334
- Zaprawa (kuz.), обмазка, футеровка,**
Futter 560
- (bud.), растворъ, Mörtel 87 i n., 157
 i n., 169, 197
- cementowa, цементный растворъ,
 Cementmörtel. . 169, 90 i n., 334, 339
- gliniana, глиняной растворъ, Lehm-
 mörtel 87, 1035
- parowietrzna, воздушный растворъ,
 Luftmörtel 87
- podwodna, гидравлический рас-
 творъ, Wassermörtel, hydraulischer
 Mörtel 90, 94
- wapienna, известковый растворъ,
 Kalkmörtel. 88, 197, 334, 339
- Zasadnik (gas., ogr.), Krampe 928**
- Zasiek węglowy, Kohlenbanse 348**
- Zasilanie kotłów parowych, питание па-**
ровыхъ котловъ, Speisung der D-
Kessel 1041, 1070, p. a. 1063; p. n. 1055,
1060, 1062; p. r. 1050
- Zasobnia (el.), помещеніе аккумулято-**
ровъ, Akkumulatorraum 806
- Zasobnik (energii elektrycznej), аккумуля-**
торъ, elektrischer Akkumulator,
elektrischer Sammler 802
- ów nastawianie, регулирование акку-
 муляторовъ, Regelung der Akkumula-
 toren 867
- gzesza, батареи аккумуляторовъ, Ak-
 kumulatorenbatterie. 862, 868 i n.
- wугólnawcza, уравнительная ба-
 терия аккумуляторовъ, Pufferbatterie
 869, 906
- Zaspy (zawiewy) śnieżne, снѣжный за-**
носъ, Schneeverwehung 266, p. r. 207
- Zassawanie wody, начатіе всасыванія,**
Ansaugen 934
- Zastrzał (bud.), раскосъ, укосина, Strebe**
168, 192, 679, 924
- Zasuwa, задвижка, заслонка, Absperr-**
schieber 253, 584, 612, 1039
- Zasyp (wielkiego pieca, żeliwiaka), за-**
сыпка, Beschickung. 539, 542, 552
- Zawartość pól (mier.), опредѣленіе**
площадей p. n. 148, p. r. 148
- Zawieradło, запорный приборъ, Ab-**
spergvorrichtung 253
- ciągu w kanałach spalinowych, за-
 слонка для дымоходовъ, Zugabsper-
 vorrichtung 1039
- Zawitka (bud.), Wulst. 186**
- Zawór, клапанъ, Ventil 605, 608, 795, 926,**
1041, 1117
- bezpieczeństwa, предохранительный
 клапанъ, Sicherheitsventil 1040, 298,
 390, 926, 519, p. a. 1063; p. n. 1056;
 p. r. 1050, 215
- dmuchaw, клапанъ воздуходувокъ,
 Ventil der Gebläsemaschinen 795
- Zawór dolotowy (sil. spal.), впускной**
клапанъ, Anlassventil. 926
- dopowietrzający, воздуховпускной кла-
 панъ, Luftzulassventil. 771
- dozorczy (gorzej) próbny, пробный
 кранъ, Probierventil 771, 1044
- dzwoonowy, колачный клапанъ, Glo-
 skenventil, Doppelsitzventil. 613
- z grzybkim płaskim, тарелчатый
 клапанъ, Tellerventil 253, 605
- — stożkowatym, коническій клапанъ,
 Kegventil. 253, 611
- kątowy, угловой клапанъ, Eckventil
 254, 612
- z klapką, клапанъ съ заслонкой,
 Klappenventil. 253, 546, 608, 937
- o kuli, шаровой клапанъ, Kugelventil
 253, 608
- mieszankowy (sil. spal.), смѣшиваю-
 щій клапанъ, Mischventil . 1080 i n.
- nastawny, запоръ, запорный клапанъ,
 Absperrventil 253, 612
- odciążony, уравновѣшенный клапанъ,
 entlastetes Ventil 665, 726, 795
- odpowietrzający, воздуховпускной
 клапанъ, Entlüftungsventil 722
- pierścieniowy, кольцевой клапанъ,
 Ringventil 612
- piętrowy, многоступенчатый клапанъ,
 Etagenringventil, Stufenringventil 612,
 797
- przelotowy, обыкновенный запорный
 клапанъ, Durchgangsabspergventil 612
- rozruszny, клапанъ для пуска въ
 ходъ, Anlassventil 870, 926
- o ruchu sprężonym, клапанъ несо-
 боднаго хода, zwangläufiges Ventil
 798, 796
- samoczynny (wsteczny, zwrotny), са-
 модѣйствующій клапанъ, selbststä-
 tiges Ventil 691, 720, 733, 1041, 1050,
 1063
- samodziąający, самозакрывающийся
 клапанъ, selbstschliessendes Ventil,
 Rohrbruchventil 613
- ssawny, всасывающій клапанъ, Saug-
 ventil 795, 936
- smoka, сосунный клапанъ, Fussventil
 767
- tłoczkowy, поршнеобразный клапанъ,
 Kolbenventil 798
- tłoczny, нагнетательный клапанъ,
 Druckventil. 795
- wlotowy (sil.), впускной клапанъ,
 Einlassventil 945, 613
- wodzony, направляемый клапанъ,
 Lenkerventil 796
- wsteczny p. Zawór samoczynny.
- wydychowy, клапанъ для выпуска
 отработанныхъ газовъ, Auspuffventil
 1091, 1094, 1119 i in.
- zwrotny p. Zawór samodziąający.

- Zaworów naciąg, нагрузка клапановъ, Ventilbelastung 795
- Zawrat (*bud.*), площадка, Podest . . . 190
- Zazębienie, зубчатое зацепление, Verzahnung 448
- Ząb daszkowy (lep. daszkowaty) (*cz. m.*), угловые зубья, Pfeilrad 463
- drewniany (*cz. m.*), деревянный зубецъ, Holzzahn 460, 462, 466
- podtaszany (*obr.*), подрезанный зубецъ, hinterdrehte (h. fräste) Zähne 657
- skórzany (*cz. m.*), кожаный зубецъ, Rohhautzahn 466, 707
- twornika (*el.*), выступы якоря, Zähne des Ankers 817
- wechwytu (*cz. m.*), зубецъ основа, Sperrzahn 536
- Zęba grubość, толщина зубца, Zahnstärke 450, 462
- szerokość (zle: długość), ширина зубца, Zahnbreite (wadliwie: Zahnlänge) 459, 460, 461
- kształt (obrys, zarys), очертание зубца, Zahnprofil, Zahnform 230, 450, 657
- pień, основание зубца, Zahnfuss . . . 452
- wierzchołek, головка (выступ) зубца, Zahnkopf 452
- wysokość, высота зубца, Zahnhöhe (wadliwie: Zahnlänge) 452
- Zębów linia przuroru, линия зацепления зубцовъ, Eingriffslinie der Zähne . . . 450
- łuk przuroru, Eingriffstrecke 452
- — wechwytu (zazębienia), дуга зацепления, Eingriffsbogen 452
- okres wechwytu, продолжительность зацепления, Eingriffsdauer 452
- wrzół, промежутокъ между зубцами, Zahnücke 450, 453
- Zbiernik (dzwon parowy parowozu), паровой колпакъ, Dampfdom 385
- Zbieżność, уклонъ, Neigung, Anzug 424, 446, 466
- Zbiornik gazu główny p. Gazieniec.
- łokowy (akumulator), аккумуляторъ, Druckwassercylinder (Akkumulator) 719
- wody, водоёмный бакъ, Wasserbehälter 340, 718
- — chłodzącej (*sil. spal.*), бакъ для охлаждающей воды, Kühlwassergefäß 1122
- Zbożownia (silo), сило, элеваторъ, Silospeicher 787
- Zczepik (*bud.*), якорь, Dübel 157
- Zdawa (*el.*), щетка, Bürste 827
- Zderzak (*kol.*), ударный приборъ, буферъ, Stossvorrichtung, Puffer 367
- a rochna, буферный стаканъ, Pufferkorb 367
- tarcza, буферная тарелка, Pufferteller 367
- tłuczek, буферный стержень, Pufferkopf 367
- Zderzenie się (uderz) wody z ciałami stałymi, ударъ воды о твердые тѣла, Stoss des Wassers gegen feste Körper 269
- Zdjęcie miernicze, съёмка, Aufnahme 241 i n.
- Zdrój stacyjny (*kol.*), Trinkbrunnen . . . 336
- Zdzierak (narzędzie do zdzierania grubego wióra), рѣзецъ для грубой обработки, Schruppstahl 654, 657
- Zendra, окалина, Hammerschlag 537, 540, 447
- Zespora, жесткая связь, steifer Zuganker 1107, 285, 303 i t. p.
- Zespórka, распорный болтъ, Stehbolzen 420, 1011, 1008, 1032, 428, 381
- Zestaw kół (*kol.*), колесный скатъ, Radsatz 362, 400
- ów parowozowych wiązanie, сцепление осей паровоза, Kuppeln der Radsätze 401, 376
- Zesuwnia na węgiel (*kol.*), свалочный помостъ, Kohlenrutsche 348, 338
- Zetkonia, стыкъ, Stoss 720, 1028
- Zetownik, желѣзо Z, Z-eisen . . . T. 30, 36
- Zeunera tablica dla pary wodnej, таблица Цейнера для водяного пара, Zeunersche Dampf tafel 288
- Zębica (drag zębaty), зубчатая рейка, Zahnstange 454, 456
- Zębik (*cz. m.*), Triebling 454, 674
- Zędra p. Zendra.
- Zęza okrętu, Bilge 458
- Zgar (*kuź., ośw.*), угаръ, Abbrand 554 in., 899
- Zgorzyny, Abbrand 537, 540
- Zieleniec p. Dyabas.
- Ziemia (kula ziemska), земной шаръ, Erde, Erdball 6, 146
- nasypowa, насыпная земля, Schüttbodyen 730
- Ziemi dobywanie, добыча земли, Erdgewinnung 260
- przewóz, перевозка земли (перемещение земли), Erdförderung 262
- rodzaje, породы земли, Erdarten 82, 790
- Ziemne roboty, земляныя работы, Erdarbeiten 259 i n.
- Ziemnych mas obliczenia (*mier.*), определение объемовъ массъ грунта, Massenermittlung 250
- — rozmieszczenie, распределение земляныхъ работъ, Massenverteilung 251
- Zlewo p. Żelazo zlewne.
- Zlepieniec, конгломератъ, Konglomerat 81
- Zlewnik (*kuź.*), Mischer 559
- Zliptak, сварочная печь, Schweisssofen 568
- Zliptanie elektryczne, электрическое свариваніе, elektrisches Schweissverfahren 790

- Zład**, instalacja, устройство, Installation, Anlage . . . 594, 583, 799 i t. p.
- Złamanie** (*wytr.*), изломъ. Bruch . . . 330
- Złącze**, соединение, Verbindung 623, 1012, 292, 549 i t. p.
- Złączka** (do rur), Gasrohrmuffe, Doppelt-Muffe 583, 927
— (*cz. m.*), соединительная тяга, Koppel 573, 916
- Złączniak**, часть для соединения, Verbindungsstück . . . 424 do 447, 621, 929
- Złącznik gazowy**, газовая фасонная часть, Gas-Fitting 587, 927
- Zmiany stanu skupienia ciał**, изменение состояния тѣлъ, Aenderung des Aggregatzustands 319
— stanów (paru i gazów), изменение состояния, Zustandsänderung 285, 1127, 326
- Zmieniał p. Suwaki.*
- Znamienna biegu jałowego** (*el.*), характеристика хода порожнемъ, Leerlaufcharakteristik 848
— sprężnicy (*el.*), характеристика динамо, Charakteristik der Gleichstromdynamo 810
— skrótowna (*el.*), характеристика короткого замыкания, Kurzschlusscharakteristik 849
- Zosobnienie** (*el.*), изолирование, уединение, Isolation, Isolierung 829
- Zrównanie wagi liny**, уравнивание каната, Seilausgleichung an Fördermaschinen 748
- Zrzutnica**, приспособление для сбрасывания, Abwurfvorrichtung 756
- Zwęzlenie jednostkowe** (*wytr.*), поперечное сжатие, Querschnittsverengung 327
- Zwężka**, переходная труба, редукционная труба, R-stück, verjüngte Muffe, Reduktionsmuffe 583, 927
- Związki chemiczne**, химическія соединения, chemische Verbindungen 1
- Zwierciadło dajkatne** (*mier.*) *p. Dajkat dwuzwierciadłkowy.*
— wiszące (*mier.*), зеркало, Pendelspiegel 134
- Zwis** przewodu elektrycznego, провѣсъ проводниковъ, Durchhang 891
- Zwolnienie ruchu** (*mech.*), замѣдление, Verzögerung 143
- Zwora** (ściąg), стяжка, Spannstange 924
- Zwójka** (*el.*), шпуля, Spule 841, 845 i in.
— odstajna (*el.*), übergreifende Spule 846
— przyleżna (*el.*), короткая шпуля, kurze Spule 845
- Zwojnica** (*el.*), катушка, Spolenoid des Magnetes 901
- Zwornik** (sklepienia, łuku) (*bud.*), ключъ, Schlussstein 167, 713, 733 i n.
- Zwrot tłoка**, мертвая точка, Todlage, Todpunkt 794, 795, 884
- Zwrotnica** (*kol.*), стрѣлка, Weiche 303, 308
- Zwrotnik** (*kol.*), рычагъ на стрѣлкѣ, Weichenlenker, Weichenbock 302, 308
- Zwrotny punkt** (*mat.*), точка перегиба, Wendepunkt 99
- Zwrotówka** (*kol.*), рельсъ стрѣлки, Weichenschiene 302 i in.
- Zwyżka** przyburbia (*okr.*), Sprung des Schiffes 460
- Ż.
- Żagiel**, парусъ, Segel 498, 502
- Żaglak** (*okr.*), Segelbaum 498 i n.
- Żaglowiec** (*okr.*), парусное судно, Segelschiff 457, 461
- Żaromierz p. Pyrometr.*
- Żarowisko** (*kuź.*), площадь пода, камера, Herd(fläche) 554, 556 i in.
- Żarówka** (*osw.*), камильная лампа, лампа накаливания, Glühlampe 895 i n.
— bezpróźniowa, offene Glühlampe 895, 897
- Żarzywo**, Glühstoff 895
- Żeberko** (odnoga poszczelalna) (*kol.*) . . . 345
- Żebernik** (*ogr.*), ребристый элементъ, Rippelement 592
[natomiast: żebrówka = Rippenrohr].
- Żelaziak brunatny**, бурый желѣзнякъ, Brauneisenstein 536
— czerwony, красный желѣзнякъ, Rot-eisenerz 536, 538
— ilasty, глинистый желѣзнякъ, Thoneisenstein 537
— łąkowy, болотная руда, Raseneisenstein 921
— magnetyczny, магнитная руда, Magnet-eisenerz 536, 538
— węglowy, блекбандъ, Kohleneisenstein, Blackband 537
- Żelazo**, желѣзо, Eisen 17, 533 i n., 3 i n., 482, 627, 314 i n., 331 i n., 620, 789
— a i stali dostawy przepiszy, техническія условия на поставку..., Lieferungsbedingungen für Eisen und Stahl
 prz. związku hutników niem. 47 i n.,
 prz. ministerjalne rosyjskie 57 i n.,
 normy wureburskie 63 i n.
— ochrona od rdzy, предохранение желѣза отъ ржавления, Rostschutz des Eisens 66
— i stali skala twardości, шкала твердости желѣза и стали, Härteskala des Stahl und Eisens 69
— zanieczyszczenia, примѣси желѣза, Beimischungen des Eisens 19
- Żelazo handlowe**, желѣзо сортовое, Handels-eisen p. n. 55
— galwanizowane, гальванизованное желѣзо, galvanisiertes Eisen 67
— kowalne, ковкое желѣзо, Schmiedeeisen 18, 10, 620, 555
— lane *p. Żelazo.*

- Żelazo mostowe, żelazo dla mostowych**
 сооружений, Bauwerkisen 761, p. n. 51,
 p. r. 60
- zlewne, lepiej: zlewo, литее жельзо.
 Flusseisen 18, 558 i n., 10, 627, 314
 i n., 331 i n., 620, p. n. 52, 601; p. r. 60;
 normy wycburskie 64
- spawalne (skowalne), lepiej: zlipne,
 сварочное жельзо, Schweisseisen 17,
 558 i n., 10, 627, 314 i n., 331 i n.,
 620, p. n. 51, 601; p. r. 61; nor-
 mu wycburskie 63
- — drobnoziarniste, мелкозернистое
 св. жел., Feinkorneisen 17
- a zlipnego nawęglanie (nastalanie),
 закаливание, цементирование жель-
 за, Verstählen (Cementieren) des
 Schweisseisens 18, 566
- Żelazobetonowe ustroje, żельзно-бетон-**
 ния сооружения, Eisenbeton . 98, 755
- Żellwiak, вагранка, Kupolofen 554 i n.,**
 562, 787, 800
- Żellwiarnia, чугунолитейная, Eisengies-**
 serei 554 i n., 723
- Żellwnia, чугунолитейная, Eisengiesshalle**
 43
- Żellwnictwo, чугунолитейное дѣло, Gies-**
 sereiwesen 550 do 557
- Żelwo, литейный чугунъ, Gusseisen 17,**
 551 i n., 10, 482, 627, 314 i n., 331 i n.,
 620, p. n. 57, 600; p. r. 60
- odwęglone (kowlalne), ковкий чугунъ,
 schmiedbarer Guss 567
- utwardzone, twierdyj чугунъ, Hart-
 guss 1037, 699
- Żerdziny, штанга, Gestänge 776**
- Żłobownik spłaszczony, жельзо Зоре,**
 Belag-Eisen (Zores-Eisen) T. 30
- Żóraw bramiasty, порталный кранъ.**
 Portalkran 712
- hydrauliczny, гидравлический кранъ,
 Druckwasserkran 723
- kolejowy, жельзнодорожный кранъ,
 Eisenbahnkran 687, 337
- lejnicowy p. Żóraw rozlewniczy.
- mostowy p. Suwnica dźwigarkowa.
- nadbrzeżny, nabrzeżnyj kranъ, Ufer-
 kran 681, 685
- obrotny na wózku, передвижной по-
 воротный кранъ, fahrbarer Drehkran
 686 do 691
- — z łożyskiem podziemnem, кранъ
 въ шахтѣ (сист. Ферберна), Fair-
 bairnkran, Schachtkran 679
- Żóraw obrotny parowy przesuwny, паро-**
 вой передвижной кранъ, fahrbarer
 Dampf-drehkran 688
- — ręczny, ручной поворотный кранъ,
 Handdrehkran 680
- — stały, неподвижной поворотный
 кранъ, feststehender Drehkran 679 do
 684
- — na wózku jednotokowym z pro-
 wadnicą górna, велосипедный кранъ,
 Velocipedkran 687
- odlewniczy, чугунолитейный кранъ.
 Giessereikran 723 i n.
- Żóraw-parowóz, локомотивный жельзно-**
 дорожный кранъ, Lokomotiv-Kran 689
- pływający, плаваюций кранъ, Schwimm-
 kran 685
- z półbramiem, полупортальный кранъ,
 Winkelportalkran 712
- przymasztowy (okr.), Ladebaum . 502
- przyścienny, стѣнной кранъ, Wand-
 kran 725
- Żóraw-rozkraka, Scherenkran 685**
- rozlewniczy, ковшевой кранъ, Giess-
 kran 561, 725
- samostój, одиночный кранъ, freisteh-
 ender Kran 725
- szkocki (z wysięgnikiem chylnym),
 кранъ Дерриксъ, Derrickkran . . . 684
- do towarowni, магазинный кранъ,
 Magazinkran 680 gys. № 520
- wodny, гидравлический кранъ, Was-
 serkran 343, p. kol. r. 211
- Żórawia wysięgnica, поперечина крана,**
 Ausleger des Drehkranes . . . 679 i n.
- wysięgnik, ukosina kрана, Strebe des
 Kranes 680 i n.
- Żórawik obrotny (okr.), Boot-Davit . 486**
- Żórawniczy, машинистъ при кранъ,**
 Kranführer 691, 713
- Żużel pieców pudlingarskich, шлаки пу-**
 длинговыхъ печей, Puddelschlacke
 537, 540
- tomasowniany, Tomasschlacke . . . 563
- wielkopiecowy, шлаки доменной пе-
 чи, Hochofenschlacke 550, 10, 334, 91,
 94, 299
- Żużlowiec, известково-шлаковый камень,**
 Kalk-Schlackenstein 84
- Żwir, гравіа, Kies 257, 758, 730, 150, 299**
- Żywica, Harz 10, 103, 119**



Wykonano w drukarni Rubieszewskiego i Wrotnowskiego w Warszawie.

Składał zecer J. Radko.

Papier z fabryki „Jeziorna”.

Rysunki wykonane w zakładach Towarzystwa Wydawniczo-Artystycznego,
oraz B. Wierzbicki i S-ka w Warszawie.



„ARCHITEKT”

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY ARCHITEKTURZE,
BUDOWNICTWU I PRZEMYSŁOWI ARTYSTYCZNEMU

przedstawia w 12 zeszytach, 70 tablicach rocznie współczesny ruch na polu architektury we wszystkich częściach naszego kraju, podaje najnowsze badania nad poszczególnymi konstrukcjami budowlanymi, wyniki badań nad naszą architektoniczną przeszłością, wreszcie podaje okazy przemysłu artystycznego współczesnego i minionych wieków.

KRAKÓW

Redakcja, 40 Wolska ❖ *Administracja, 14 Czysta*

Warunki prenumeraty:

Rocznie 20 koron, 10 rubli, 20 marek, 30 franków.

Zeszyt 2 korony, 1 rubla, 2 marki, 3 franki.

Cena rocznika I 20 koron, II 16 koron, III i IV 20 koron.

Ogłoszenie wielkości 7 . 10 cm:

jednorazowo 4 korony, 2 ruble, 4 marki, 4 franki

rocznie 30 koron, 12 rubli, 30 marek, 40 franków.

Członkowie Stow. Techników w Warszawie mogą najdogodniej prenumerować w kancelaryi Stowarzyszenia, Włodzimierska 3/5.

CHEMIK POLSKI

Czasopismo poświęcone wszystkim gałęziom chemii teoretycznej i stosowanej.

Przy współpracownictwie wszystkich najwybitniejszych chemików polskich wychodzi w Warszawie. Prenumerata wraz z przesyłką pocztową wynosi rb. 10 rocznie, rb. 5 półrocznie i rb. 2 kop. 50 kwartalnie. Zamieszcza ogłoszenia reklamowe po cenach bardzo umiarkowanych z odpowiedniem ustępstwem w razie ich powtarzania.

Adres Redakcyi:

Warszawa, Bracka 18, tel. 77 60.

CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE

wychodzi 10 i 25 każdego miesiąca.

Czasopismo techniczne poświęcone jest nauce i praktyce technicznej i przemysłowej, tudzież kwestyom naszego kraju.

TREŚĆ Czasopisma technicznego składa się z artykułów naukowych, ogólnie interesujących, z rozpraw techniczno-zawodowych, przemysłowych i społecznych. Oprócz tego przynosi **Czasopismo techniczne** opisy wykonanych dzieł technicznych, streszczenia ważniejszych projektów, artykuły dające pogląd na rozwój pewnych działów przemysłu, ich postęp i poczynione ulepszenia, opisy wynalazków krajowych i ważniejszych obcych, osobny dział poświęcony górnictwu, kronikę techniczną i przemysłową, krytykę literacko-techniczną, bibliografię dzieł technicznych, mianowania, przeniesienia i odznaczenia w zakresie krajowej i państwowej służby technicznej, wreszcie dział różnaitości, złożony z krótszych notatek ogólnie interesujących, szczególnie co do koncesyi, patentów, dostaw, ciekawych wypadków i t. d.

Czasopismo techniczne zawiera liczne tablice i rysunki w tekście, wykonywane przez pierwszorzędne zakłady krajowe.

W dziale ogłoszeń **Czasopisma technicznego** znajduje się zawsze szereg ogłoszeń poważnych firm krajowych z zakresu przemysłu budowlanego, maszynowego, materiałów konstrukcyjnych, warsztatów i t. d., ogłoszenia dotyczące opróżnionych posad w przemyśle tudzież ubiegających się o posady. Władze państwowe i krajowe ogłaszają w **Czasopiśmie technicznym** konkursy, licytacje ofertowe, dostawy i inne ważne wiadomości. Wskutek tego jest **Czasopismo techniczne** także doskonałym organem informacyjnym.

PRZEDPŁATA	{	w Austrii . . .	18 Koron
z przesyłką pocztową		dla Niemiec . . .	15 Marek
wynosi rocznie:		„ Rosyi . . .	7 Rub.

ADMINISTRACYA CZASOPISMA TECHNICZNEGO:

Lwów, Chorążczyzna l. 17 I p.

GAZETA CUKROWNICZA

TYGODNIK

poświęcony sprawom przemysłu cukrowniczego
i pokrewnej gałęzi rolnictwa.

Adres: Warszawa, Włodzimierska 5, gmach Stowarzyszenia Techników. — Telefonu № 57 07.

Przedpłata na Gazetę Cukrowniczą wynosi rocznie rubli 12 wraz z przesyłką, półrocznie rubli 6, kwartalnie rubli 3.

Cena ogłoszeń: Za całą stronę jednorazowo rubli 7, za pół strony rubli 4, za $\frac{1}{4}$ strony rubli 2 kop. 50. Przy ogłoszeniach powtarzanych odstępkuje się odpowiedni znaczny rabat. Ogłoszenia drobne z zaoferowaniem pracy jednorazowo kop. 50.

Administracja Gazety Cukrowniczej

poleca wydawnictwa:

Dr. H. Claassen. Fabrykacja cukru ze szczególnem uwzględnieniem przerobu. Przekład St. Grzybowski. Cena w oprawie z przesyłką rub. 3 kop. 60.

L. Szyfer. Podręcznik rozbiorów chemicznych do użytku cukrowników. Wydanie drugie. Cena rub. 5. W oprawie rub. 5 kop. 40.

Dr. H. Liciński. O kalorymetrze Kroeker'a i oznaczaniu wartości opałowej węgla. Cena kop. 25.

K. Cybulski. Stacja elektryczna w cukrowni. Cena kop. 50.

F. Bogatko. Piece wapienne i pompy gazowe w cukrowniach. Cena kop. 50.

J. Woźnicki. Obsługa i kontrola kotłowni w cukrowniach. Cena kop. 50

M. Pawłowski. Woda i jej zastosowanie w przemyśle. Cena kop. 75.

Dr. L. Nowakowski Analiza smarów fabrycznych. Cena kop. 50.

J. Zaglenczyński. Stan obecny kwestyi robotniczej na Zachodzie. Cena rub. 1.

Gazeta Przemysłowo-Handlowa

PISMO TYGODNIOWE.

Organ Koła Przemysłowców

Redakcja i Administracja: _____

_____ **Warszawa, Boduena 5.**

Telefon 62-59. Skrzynka pocztowa 397.

PRENUMERATA: rocznie 12 rb., półrocznie 6 rb., kwartalnie 3 rb., miesięcznie 1 rb., z przesyłką lub odnośzeniem.

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Redaktor **JAKÓB HEILPERN**, inż.

ADRES REDAKCYI I ADMINISTRACYI:

Warszawa, ul. Włodzimierska № 3

(Gmach Stowarzyszenia Techników).

Przedpłata :

W Warszawie: rocznie 10 rub.

półrocznie 5 „

Z przesyłką: rocznie 12 „

półrocznie 6 „

Cena jednego zeszytu: 50 kop.

Cena ogłoszeń:

Ogłoszenie jednorazowe kosztuje: za całą stronę 13 rub., za 1/2 strony 7 rub., za 1/4 strony 4 rub., za 1/8 strony 2 rub. 50 kop., za 1/16 strony 1 rub. 50 kop.

Przy powtórzeniu 3- 6- 12- 26- 52-krotnem odstępuje się 10, 15, 20, 25, 35% od powyższych cen ogłoszeń.

Krzysztof Brun i Syn

w Warszawie, Plac Teatralny № 2

istnieje od roku 1794, zaopatruje stale skład swój w towary krajowe i zagraniczne z najlepszych źródeł, i reprezentuje firmy.

SANDERSON BROTHERS & NEWBOLD, Scheffield. — Pilniki i stal narzędziowa.

WARD & PAYNE, Scheffield. — Żelazka do wiórników, świdry do drzewa i t. p.

THE L. S. STARETT & Co, Athol-Mass. — Narzędzia precyzyjne do mierzenia.

THE OSTER MANUF^o Co, Cleveland. — Gwintownice.

THE CLEVELAND TWIST DRILL Co, Cleveland. — Wiertła amerykańskie.

JOHN OAKLEY & SON, London. — Szmyrgel, Szmyrglak i szklak.

DOULTON & Co, London. — Tygle grafitowe i grafit.

Ma zawsze na składzie:

Przyrządy pomocnicze dla przemysłu: Wciagi (bloki) do lin, różnicowe patent Tangy'ego, cierne (frykcyjne) Lüders'a. — Dźwigniki (lewary). — Kuźnie polowe. — Roztłaczarki do rur (dychtmaszyny). — Piły taśmowe, tarczowe (cyrkularne) i ręczne i t. d. i t. d.

Narzędzia do mierzenia i wyznaczania (trasowania): Cyrkle. — Liniąły. — Kątówki (winkle) — Piony i ołowianki (grundwagi) — Poziomnice (libelle). — Łokcie. — Miarki taśmowe — Liczydła obrotów. — Leniwki (mikrometry). — Przepustki (lerki). — Macki dosuwne (szublery). — Znaczniki (strajchmasy) i t. d.

Narzędzia robocze ślusarskie, kowalskie, kotlarskie, odlewnicze i t. p: Grzechotki (borknary). — Klucze do naśrubków (mutter). — Dłuta i przecinaki (majsle i szruble). — Pilniki i stal narzędziowa. — Wiertła amerykańskie (spiralbory) — Gwintownice (sznajdkluby). — Gwintniki (świderki do gwintowania). — Imadła (śrubstaki) i imadka (fajlkluby). — Imaki (cegi do rur gazowych). — Kleszcze kowalskie. — Cegi i cażki. — Kowadła. — Krażki szmyrgłowe. — Tygle grafitowe i t. d. i t. d.

Narzędzia ciesielskie, stolarskie, tokarskie i t. p: Dłuta. — Wiórniki (heble). — Korby. — Świdry, świderki. — Wierciki (drylbory). — Piłki i pilaki (szwanczegi) — Należniki (szrenkajzy). — Ośniki. — Tarniki (raszple). — Topory. — Pacholiki (sztelknechty) i t. d. i t. d.

Wszelkie narzędzia blacharskie, rymarskie, rzeźbiarskie, introligatorskie, jubilerskie i t. p.

Materyały surowe i przedmioty pomocnicze: Cyna, ołów, miedź, cynk, biały metal i t. p. — Grafit. — Stal. — Nity, śruby, gwoździe, wkrętki (holzszyby). — Drut żelazny, stalowy, miedziany i t. p. — Szkłak (glaspapier). — Rury żelazne, miedziane, ołowiane i t. p. — Sprzączki do pasów. — Łańcuchy. — Lampki fabryczne. — Trzonki do młotków. — Rękojeści do pilników. — Kłódki. — zamki i t. d. i t. d.

Przybory dla cukrowni.

Cenniki wysyłają się na każde żądanie.



Bracia Geisler

Warszawa, ul. Leszno № 114 ☆ Telefon № 198.

Odlewnia Żelaza i Fabryka Maszyn.



Wszelkie odlewy żelazne.

Maszyny pomocnicze (Obrabiarki) do metali i drzewa (tokarki, heblarki, wiertarki, nożyce, tłocznie, młoty parowe, wentylatory, oraz różne specjalne).

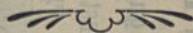
Turbiny wodne. — **Walce szosowe** parowe i konne, **Zrywacze szosowe**, **Kamieniodrobiarki**, **Zgarniacze błota**, **Zamiatacze drogowe** oraz wszelkie inne maszyny i przyrządy do potrzeb drogowych.

— 7 —
BIURO INSTALACYJNO-TECHNICZNE

T. Godlewski i S^{ka}

INŻYNIEROWIE.

Warszawa, ul. Leszno Nr. 27.



Kanalizacja i Wodociągi oddzielnych posesyj i miast.

Urządzenia kąpielowe.

Ogrzewanie centralne i wentylacja domów mieszkalnych,
gmachów publicznych i fabryk.

Pralnie mechaniczne. Suszarnie. Instalacje parowe.

Projekty i kosztorysy.

PĘDNIĘ.

Tow. Akc. Fabryki Transmisji, Maszyn i Odlewów Żelaznych

„J. JOHN”

W ŁODZI.

Biura: w Warszawie — Marszałkowska 148, tel. 12 24.

w Kijowie — Proriecznaja 21.

w Petersburgu — Jankowski, Wasil. Ost. 8 linia, 33.

w Charkowie — Schildhauer, Mikołajewskaja Płoszcz. 8.

Przedstawiciele: w Baku, Ekaterynosławiu, Moskwie, Odesie,
Rostowie n. D., Tyflisie, Wilnie i innych miastach.

p. Ogłoszenie w Tomie I-ym Technika, str. 22.

Grand-Prix na wystawie Wszechświatowej 1900 r. w Paryżu.

Towarzystwo



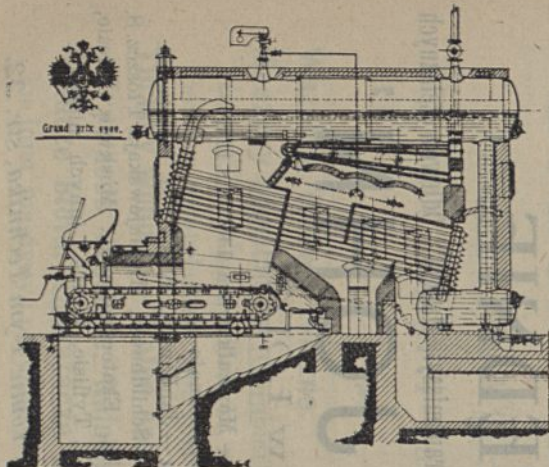
Akcyjne

ZAKŁADÓW KOTLARSKICH I MECHANICZNYCH

„W. FITZNER i K. GAMPER”

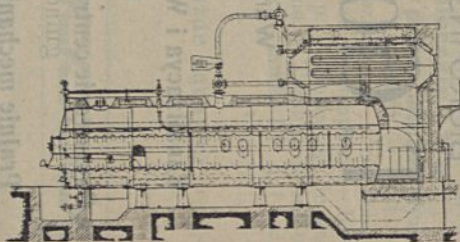
w **Sosnowicach** gub. Piotrkowskiej.

Fabryka Kotłów, Konstrukcje Żelazne,
Warsztaty Mechaniczne i Tłocznia Hydrauliczna
w Sosnowicach.



Odlewnia Żelaza i Warsztaty Mechaniczne
w **Dąbrowie Górniczej**, gub. Piotrk.

Kotły parowe wszelkich systemów. Prze-
grzewacze pary, zagrzewacze wody, przyrządy do
oczyszczania wody, pompy i przyrządy zasilające;
przewody rurowe do wody, pary i gazów na wszel-
kie ciśnienia. Zbiorniki do wody, spirytusu, naf-
ty i t. p. Kominy żelazne. Roboty spawalne i kot-



larskie w najobszerniejszym zakresie. Rury płomienne gładkie i falowane. Rury świdrowe.

Zupełne urządzenia **cukrowni**, aparaty i maszyny do przemysłu chemicznego.

Konstrukcje żelazne w najobszerniejszym zakresie: mosty, dachy, budynki żelazne, wieże, dźwigary, słupy, budowle z blachy falistej. **Windy i żorawie**, poruszane ręcznie lub elektrycznie, podnośniki, przesuwnice, tarcze obrotowe. **Kolejki mechaniczne** poruszane zapomocą lin, lub łańcuchów. **Wagoniki i wózki żelazne**.

Wyroby tłoczone hydraulicznie: dna kotłowe, włązy, części wagonowe, ramy parowozowe,

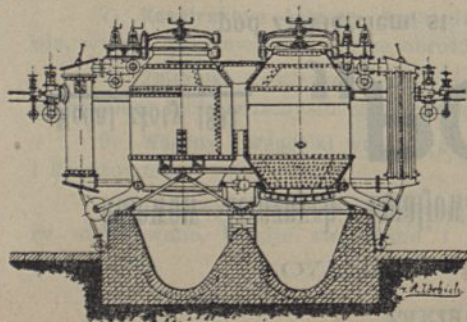
materyał artyleryjski i t. p.

Odlewy żelazne. Transmisye. Kokile i walce. Ruszty. Koła zamachowe.

WŁASNE BIURA TECHNICZNE:

w Warszawie, Łodzi, Petersburgu, Moskwie, Kijowie, Odesie, Charkowie, Rydze, Baku i Ekaterynburgu.

Adres telegraficzny: FITZGAM.



Zakłady istnieją od roku 1797.

Towarzystwo Akcyjne Górnicze
Odlewów Żelaznych, Emaljowanych, Warsztatów Mechanicznych i Kopalń Węgla

Medal złoty 1893.

„PORĘBA”

Medal złoty 1893.

pod Zawierciem, st. dr. żel. Warsz.-Wied. gub. Piotrkowskiej.

Adres dla listów: Tow. Akc. „Poręba“ przez Zawiercie st. dr. żel. W.-W.
depesz: Poręba Zawiercie.

Biuro w Warszawie: Mokotowska 63, telefon 66-90.

Przedstawicielstwo w Kijowie: Sobiesław Terpiłowski, inżynier, Włodzimierska 43 m. 7.

wyrabia:

1) **Odlewy stalowe** wszelkiego rodzaju do 150 pud. wagi w jednej sztuce, części maszyn, kółka oraz inne części wagonikowe i wagonowe, koła zębate, płyty pancerne dla cementowni, kowadła, kołnierze i fasony dla wysokich ciśnień.

2) **Odlewy żelazne** do 1500 pud. wagi w jednej sztuce, wszelkie odlewy maszynowe, budowlane (kolumny, schody, okna), kanalizacyjne, wodociągowe i kotłowe, ruszty z żelaza specjalnego, piece żelazne, kaloryfery żebrowe i amerykańskie, rury wodociągowe, kanalizacyjne i zlewowe, stojąco lane, od $1\frac{3}{16}$ " do 48" ϕ , oraz wszelkie fasony do nich.

3) **Transmisye, kompletne instalacje** w jaknajwiększych rozmiarach, koła zamachowe do 8500 mm ϕ i do 22 lin dwucalowych w jednej szerokości, skręcane w szerokościach nieograniczonych, patentowane.

4) **Sprzęgła cierne systemu Benn'a**, stosowane do najwyższych sił (2000 K. P.) i do najszybszych obrotów, szczelnie zamknięte, bez części wystających, prostej konstrukcji i najmniejszych rozmiarów, bez klocków drewnianych trących, bez szarpania przy włączaniu, z dźwignią włączającą obciążoną i powierzchniami trącymi zanurzonemi w oliwie. Sprzęgiel tych wykonano w r. 1901 dla 2528 K. P., a w r. 1907 — dla 60591 K. P.

5) **Maszyny parowe**, budowane wspólnie z fabryką maszyn R. Raupach w Zgorzelicach (Görlitz).

6) **Maszyny pomocnicze (obrabiarki) wielkiego kalibru** budowane wspólnie z fabryką maszyn Haegenscheidt w Raciborzu.

Pozatem: mniejsze wiertarki, nożyce i tłocznie, **pily do żelaza**, prasy hydrauliczne i śrubowe, kieraty, tartaki, części maszyn rolniczych i ceglarskich, kolergangi, młyny do farb, wentylatory, **pompy turbinowe**, **centryfugalne**, zasilające, studienne, kanalizacyjne, hydranty, szluzy, wentyle, **odtluszczacze do pary**, **podgrzewacze do wody zasilającej**, **ekonomajzery**, **generatory syst. Kerpeley**, **zagrzewacze szybkoprądowe z komorami stalowymi**, przyrządy dla szklarni, maszyny walcownicze, **całe walcownie żelaza**.

7) **Konstrukcje żelazne**, wiązania dachowe, wieże, słupy, dźwigary, budynki żelazne; **żora-wie**, windy, przesuwnice i tarcze obrotowe, poruszane ręcznie i elektrycznie.

8) **Zbiorniki**, cysterny, kominy żelazne, **kotły parowe i wodne do ogrzewań centralnych**, **aparaty cukrownicze** i dla przemysłu chemicznego.

9) **Wagony i wagoniki wąskotorowe** wszelkich typów do wszelkich celów, rozjazdy, zwrotnice i krzyżownice.

10) **Odlewy emaljowane kuchenne i sanitarne w najszerszym zakresie**, aparaty chemiczne i rury emaljowane, emalje zwyczajne i specjalne odporne na działanie kwasów lub alkali oraz **porcelanowe**.

11) **Węgiel**.

12) **Produkty gospodarstwa rolnego**.

Kazimierz Ossowski

INŻYNIER i OBRÓŃCA PATENTOWY.

BIURA PATENTOWE.

PETERSBURG—Wozniesienskij Prospekt Nr. 3.

BERLIN—Potsdamerstr. Nr. 3.

Towarzystwo Fabryki Motorów

„PERKUN”

w Warszawie.

Najnowszego udoskonalonego ustroju:

MOTORY DWUTAKTOWE

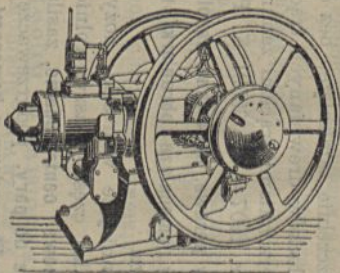
„PERKUN”

stałe: od 3 do 60 koni pożytkowych.

przewoźne: od 7 do 20 koni pożytkowych.

do płynnego paliwa: ropy naft., nafty, spirytusu i t. p.

Motory do gazu ssanego z antracytu lub koksu i do gazu miejskiego.





RURY

Miedziane i Mosiężne
ciągnione bez szwu

patentowanym systemem Nicholsona
(udoskonalony system Mannesmann'a)

Towarzystwo Akcyjne Fabryk Metalowych

NORBLIN, Br. BUCH i T. WERNER

Warszawa, Żelazna 51.

Tow.



Akc.

Zakładów Elektrotechnicznych

SIEMENS & HALSKE

ODDZIAŁ WARSZAWSKI

Foksal Nr. 18, róg Nowego-Światu — Tel. 29-16, Tel. dyr. 60-40.

Przedstawicielstwo Zakładów Siemens-Schuckert.

WŁASNE FABRYKI:

Petersburg, Berlin, Norymberga, Wiedeń, Londyn.

Wykonywa wszelkie roboty i dostawy w zakresie elektrotechniki
wchodzące. Posiada wielkie składy artykułów elektrotechnicznych.

Żarówki tantalowe. — Wodomiary.

W Sosnowcu własne biuro techniczne.

Reprezentacje: w Łodzi pp. Hordliczka & Stamirowski.
w Lublinie inż. Czesław Rakowski.



RYBY

Międzyzanie i Mosty

Instytut Techniczny
Pracownia Inżynierska
Pracownia Inżynierska

Towarzystwo Akcyjne Fabryk Metalowych

HORBILIN, BR, BUCH I T. WERNER

Warszawa, Żelazna 51



Tow. AKO

Zakładów Elektrotechnicznych

SIEMENS & HALSKE

WARSZAWSKI

ul. Rydyżowska 10, Tel. 22-16, 22-17, 22-18

Pracownia Inżynierska Zakładów Elektrotechnicznych

WARSZAWA

Pracownia Inżynierska Zakładów Elektrotechnicznych

Pracownia Inżynierska Zakładów Elektrotechnicznych

Pracownia Inżynierska Zakładów Elektrotechnicznych

Pracownia Inżynierska Zakładów Elektrotechnicznych

Pracownia Inżynierska Zakładów Elektrotechnicznych



