

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH  
pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XI.

15 Listopada 1929 r.

Zeszyt 22.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 90-23.

## O SPÓLCZYNNIKU ODKSZTAŁCENIA KRZYWEJ NAPIĘCIA PRĄDNIC PRĄDU ZMIENNEGO.

Inż. W. Hryszkiewicz.

Starszy Asystent Zakładu elektrotechniki teoretycznej Politechniki Warszawskiej.

Ustaleniem miary dobroci krzywych napięcia prądnic prądu zmiennego zajmowały się komitety elektrotechniczne różnych państw, zgłaszając swe propozycje do biura międzynarodowego I. E. C. Stała komisja normalizacyjna (Commission permanente de standardisation) przyjęła sinusoidę jako idealny kształt krzywej, natomiast żadna definicja współczynnika odkształcenia, będąca miarą dobroci krzywej, nie została dotąd międzynarodowo przyjęta. \*) Temat ten natomiast zainteresował szersze koła elektryków, gdyż na łamach „Revue Generale d'Electricité” oraz „Elektrotechnische Zeitschrift” znajdujemy szereg artykułów, poddających krytyce propozycje Komitetów Francuskiego i Niemieckiego.

Spółczynnik odkształcenia niemiecki wyraża się wzorem:

$$S_N = \left[ \frac{A_3 \sin 3x + A_5 \sin 5x + \dots}{A_1} \right]_{\max}$$

gdzie  $A_1$  oznacza amplitudę fali głównej.

Z tego wzoru widać, że należy mieć oscylogram badanej krzywej, i następnie sposobem wykreślnym znaleźć rozwinięcie na szereg Fouriera. Nie wchodząc w krytykę samej definicji, zauważymy, że stosowanie w praktyce tego współczynnika nie jest proste, gdyż wymaga dwu czynności dość żmudnych.

Główny zarzut, wysuwany przez komisję francuską, polega na zbyt małej dokładności metod analizy wykreślnych. Komisja stwierdziła drogą ankiety, rozesłanej do wytwórni maszyn elektrycznych, że odchylenia amplitud poszczególnych harmonicznych od wartości średniej z 10 analiz wykreślnych tej samej krzywej, dochodziły do kilkudziesięciu procentów.

Propozycja Francuskiego Komitetu Narodowego, oparta na doświadczeniach M. Boucherot'a, jest następująca: współczynnik odkształcenia jest stosunkiem wartości skutecznej sumy harmonicznych oprócz pierwszej, do wartości skutecznej krzywej odkształconej napięcia; definicja ta wyraża się wzorem:

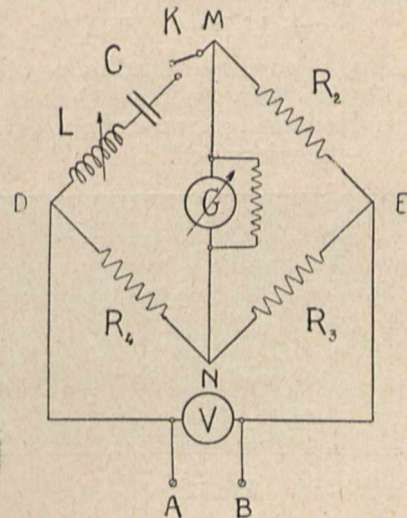
$$S_F = \sqrt{\frac{A_3^2 + A_5^2 + A_7^2 + \dots}{A_1^2 + A_3^2 + A_5^2 + A_7^2 + \dots}}$$

\*) W kwietniu roku 1928.

Praktyczny sposób pomiaru współczynnika, według tej definicji, podał G. Belfils, w sposób następujący: do badanego źródła prądu zmiennego, przyłączamy mostek filtrujący, o specjalnej konstrukcji. Po doprowadzeniu mostku do równowagi, robimy odczyt na 2 woltomierzach; stosunek tych odczytów, wyrażony w procentach, jest współczynnikiem odkształcenia.

### ZASADA POMIARU.

W jednej gałęzi mostku Wheatstone'a włączamy warjometr L i kondensator C. Na zaciski AB załączamy badane napięcie odkształcone. Zapomocą warjometru L powodujemy rezonans napięć dla fali głównej, przez co następuje zmniejszenie się wychylenia galwanometru G. Galwanometr powinien wskazywać wartość skuteczną prądu zmiennego odkształconego, a więc powinien to być przyrząd dynamometryczny lub cieplny. Przy rezonan-



Rys. 1.

sie w gałęzi DM, gałęź ta przedstawia oporność rzeczywistą dla fali głównej; możemy wtedy dalej zmniejszyć wychylenie galwanometru przez zmianę oporności porównawczej. Gdyby napięcie przyłożone było sinusoidalne, osiągnęlibyśmy zupełną równowagę i galwanometr nie wykazywałby żadnego wychylenia. Przy napięciu odkształconym możemy osiągnąć równowagę dla fali głównej, pozostawiając warjometr L w położeniu, w którym

stałe harmoniczne napięcia spowodują wychylenie galwanometru. Gdy galwanometr jest przewzorcowany, odczytamy na nim od razu wartość skuteczną sumy harmonicznych napięcia oprócz pierwszej. Spółczynnik odkształcenia:

$$S_F = \frac{V_g}{V_{AB}} 100\%$$

Cechowanie galwanometru uskuteczniamy w sposób następujący: otwieramy klucz K i na zaciski AB załączamy znane napięcie prądu stałego. Cechowanie takie jest nieściśle, gdyż zakładamy, że otworzenie klucza K nie wpływa na rozptyw prądów, powstających od wyższych harmonicznych. Błąd ten maleje oczywiście ze wzrostem rzędu harmonicznej, pozatem cechowanie jest ważne dla określonych oporności  $R_2$ ,  $R_3$  i  $R_4$ ; dla praktycznego stosowania aparatu należy mieć szereg krzywych cechowania, dla różnych wartości oporności porównawczej, ponieważ oporności stosunkowe mogą być ustalone raz na zawsze. Ilość krzywych może być nieduża (kilkanaście), ponieważ oporność rzeczywista gałęzi DM zmienia się bardzo nieznacznie ze zmianą kształtu krzywej badanego napięcia (straty na histerezę dielektryczną w kondensatorze i izolacji cewki, prądy wirowe w miedzi oraz naskórkowość, dla różnych harmonicznych). Nietrudno jest obliczyć błąd systematyczny cechowania dla harmonicznej rzędu „k”; zmieniając k, otrzymamy krzywą błędów w funkcji rzędu harmonicznej. Ponieważ na galwanometrze odczytujemy wartość skuteczną sumy harmonicznych napięcia, należy przeto obliczyć błąd tej wartości skutecznej w funkcji błędów, popełnianych przy pomiarach poszczególnych harmonicznych. Błąd ten został obliczony przez autora niniejszego artykułu przy pomiarach w Politechnice Warszawskiej.

Krzywa przedstawiona na rys. 2. posiada współczynnik

$$S_F = 12,70 \pm 0,5\%,$$

otrzymany drogą pomiaru mostkiem filtrującym oraz  $S'_F = 12,46\%$  jako średnia z 3-ch analiz sposobem Fischer-Hinnena, przy uwzględnieniu harmonicznych do 15-tej włącznie.



Rys. 2.

Jeżeli chodzi o metodę techniczną i praktyczną w stosowaniu, czynnikiem decydującym jest prostota pomiaru; metoda Belfils'a posiada tę zaletę w całej pełni. Do obliczenia współczynnika odkształcenia, według definicji niemieckiej, potrzebny jest oscylogram; analiza wykreslna wymaga pewnej wprawy i zawiera błędy przypadkowe, niedające się ująć cyfrowo.

Metoda oscylografu może być ulepszona za pomocą linii łańcuchowej (sztucznej linii długiej).

Założmy, że linja łańcuchowa jest tak dobrana, że pokrywa  $\frac{1}{4}$  długości fali; przyjmijmy dla uproszczenia dyskusji, że linja jest bez strat, czyli, że oporność falowa

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}};$$

wtedy ze wzorów ogólnych otrzymamy\*\*) dla stanu jałowego

$$I_0 = V_1 \sqrt{\frac{C}{L}} \operatorname{tg} \operatorname{hip} (kl),$$

dla stanu zwarcia

$$I_z = V_1 \sqrt{\frac{C}{L}} \operatorname{ctg} \operatorname{hip} (kl),$$

gdzie I z odpowiednim wskaźnikiem oznacza prąd na początku linii,

$V_1$  oznacza napięcie na początku linii,

k = a + jb współczynnik falowy,

a współczynnik tłumienia,

b współczynnik długości fali.

Dla linii bez strat a = 0; w danym przypadku,

ponieważ  $b = \frac{2\pi}{\lambda}$ ;  $kl = j \frac{\pi}{2}$ ; wobec czego

$$\operatorname{tg} \operatorname{hip} \left( j \frac{\pi}{2} \right) = \infty; \operatorname{ctg} \operatorname{hip} \left( j \frac{\pi}{2} \right) = j 0$$

Ostatecznie:  $I_0 = \infty$ ;  $I_z = 0$ .

Łatwo się przekonać, że taki stan rzeczy będzie dla wszystkich nieparzystych harmonicznych; dla parzystych zaś będzie naodwrot:

$$I = 0; I_z = \infty.$$

Jeżeli załączymy na początku linii łańcuchowej napięcie odkształcone, przyczem linja będzie na końcu otwarta, to nieparzyste harmoniczne będą powiększone, parzyste zaś — stłumione (w linii rzeczywistej  $a \neq 0$ ).

Załączając na początku linii oscylograf, otrzymamy zdjęcie z powiększonymi harmonicznymi, co znakomicie ułatwia wykreslną analizę. Stosunek powiększenia może być zgóry dla każdej harmonicznej przewidziany.

Oprócz definicji niemieckiej i francuskiej, na terenie międzynarodowym (I. E. C) dyskutowana była propozycja inżyniera francuskiego M. Legros, który określa współczynnik odkształcenia jako stosunek wartości skutecznej harmonicznych, oprócz pierwszej, do wartości skutecznej fali głównej. Określenie to jest bardzo zbliżone do definicji francuskiego komitetu narodowego. Jakiej definicji oddać pierwszeństwo?

Sądzę, że na odpowiedź jest jeszcze za wcześnie, gdyż nie wszyscy zainteresowani wypowiedzieli się w tej sprawie. Teoretyczne porównanie współczynników podał O. Hammerer, dla „pozostałości” (Résidu, Restkurve) w kształcie krzywej płaskiej.

Przypuśćmy, że mamy krzywą, daną równaniem:

$$y_1 = 100 \sin x + 5 \sin 3x,$$

$$\text{wtedy: } S_N = \frac{5}{100} \cdot 100\% = 5\%,$$

$$S_F = \sqrt{\frac{5^2}{100^2 + 5^2}} = 4,9937 \approx 5\%.$$

\*\*) Prof. L. Staniewicz, Teoria prądów zmiennych, cz. I. wyd. II-gie.

Jeżeli krzywa będzie zawierała więcej harmonicznych, współczynniki będą się znacznie różniły; krańcowy przypadek otrzymamy, łącząc tę samą falę główną co poprzednio z krzywą płaską:\*)

$$y_2 = 100 \sin x + 5 \left\{ \frac{1}{1} \sin 3x + \frac{1}{3} \sin 9x + \frac{1}{5} \sin 15x + \dots \right\}$$

$$S_N = \frac{5 \frac{\pi}{4}}{100} 100^0/0 = 3,925^0/0,$$

$$S_F = \sqrt{\frac{100^2}{2} + \left(5 \frac{\pi}{4}\right)^2} 100^0/0 = 5,42^0/0,$$

$$S_L = \frac{5 \frac{\pi}{4}}{100/\sqrt{2}} 100^0/0 = 5,534^0/0. \text{ (Legros)}$$

Jak widać w tym przypadku współczynniki francuskie dają surowsze kryterjum, niż współczynnik niemiecki. Jeżeli zaś wziąć drugi krańcowy przypadek: trójkątową krzywą „pozostałości”, rola współczynników się odwróci:

$$y_3 = 100 \sin x + 5 \left\{ \frac{\sin 3x}{1^2} - \frac{\sin 9x}{3^2} + \frac{\sin 15x}{5^2} - \dots \right\}$$

$$S_N = \frac{5 \frac{\pi^2}{8}}{100} 100^0/0 \cong 6,16^0/0,$$

$$S_F = \sqrt{\frac{100^2}{2} + \left(5 \frac{\pi^2}{8} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}\right)^2} = 5,02^0/0.**)$$

Spółczynnik M. Legros oraz niemiecki dają się łatwo porównać ze sobą:

$$S_N = \frac{\text{max. wartość pozostałości}}{\text{amplituda fali głównej}},$$

$$S_L = \frac{\text{wart. skut. pozostałości}}{\text{amplituda fali głównej} \sqrt{2}};$$

dzieląc stronami:

$$\frac{S_N}{S_L} = \frac{\text{max. wartość pozostałości}}{\sqrt{2} \text{ wart. skut. pozostałości}},$$

skąd widać, że  $S_L > S_N$ ; dla krzywych, posiadających:

$\frac{\text{max. wartość pozostałości}}{\text{wart. skut. pozostałości}} < \sqrt{2}$ ; (krzywe płaskie);

dla sinusoidy  $S_N = S_L$ ; dla krzywych ostrych zaś  $S_N > S_L$ .

Sądzę, że przez należyty dobór dopuszczalnego procentu odkształcenia można otrzymać kryterjum dobroci kształtu krzywej, odpowiednie dla praktyki według każdej z powyższych definicji. Prostota pomiaru i taniaść przyrządu przemawiają za propozycją francuskiego komitetu narodowego.

## POSTĘPY W BUDOWIE LOKOMOTYW ELEKTRYCZNYCH

Dr. K. Sachs\*)

Z rokiem 1928 zamknięty został dla kolejnictwa elektrycznego pierwszy okres rozwoju. Zakończone mianowicie zostały prowadzone na wielką skalę we wszystkich prawie państwach świata doświadczenia i prace nad zastąpieniem trakcji parowej przez elektryczną. Interesującą jest przede wszystkim sprawa lokomotyw elektrycznych, gdyż są one właściwym czynnikiem zmieniającym sposób trakcji; w ciągu tego okresu uległy one wielkim zmianom i ulepszeniom.

Zdaje się więc być na czasie rozpatrzenie rozwoju budowy lokomotyw elektrycznych oraz ich urządzeń w ciągu ostatniego dziesięciolecia z punktu widzenia czysto technicznego, pomijając względy finansowo-ekonomiczne.

### I. Część mechaniczna.

#### 1. Napęd.

Lata wojenne dzielą stosowane w Europie sposoby napędu na dwie wyraźne grupy. Napęd bezpośredni, przez jeden, a najwyżej dwa silniki wolnobieżne, umieszczone swobodnie w pudle lo-

komotywy i napędzające ją za pomocą długich drągów za pośrednictwem jednego lub więcej ślepych wałów, bardzo chętnie przed wojną stosowany, został obecnie prawie całkowicie zaniechany. Przyczyną tego był szereg ciężkich wypadków połamania przekładni korbowej, spowodowanych z jednej strony niedostatecznymi wymiarami, pracujących w trudnych warunkach ślepych wałów, z drugiej — drganiem, powstającym w przekładni pod wpływem wstrząsów mas wirnikowych wskutek niedość dokładnego nastawienia mechanizmów napędowych, pozostawiającego znaczne gry w łożyskach.

Z pośród maszyn, wykonanych w ostatnim dziesięcioleciu, napęd taki zastosowany został jedynie jeszcze na 202 lokomotywach (serji E 0601) Niemieckiego Tow. Kolei Państwowych. Wprowadzona tam jednak została najdogodniejsza, tak z punktu widzenia statycznego, jak i dynamicznego, forma przekładni, oraz wytworzony jednostajny przebieg momentu napędowego korb jedyne- go sil-

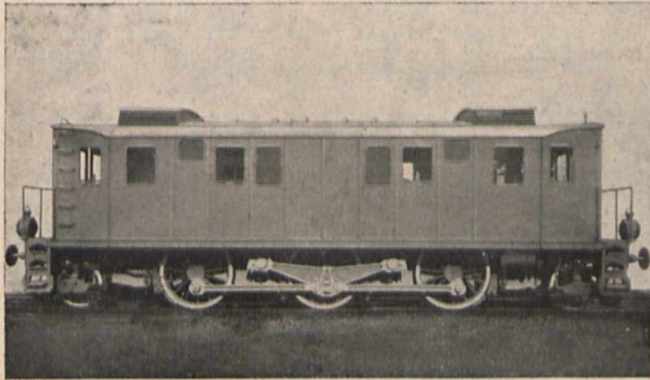
\*) Rozszerzona treść odczytu, wygłoszonego dnia 9 kwietnia 1929 roku na zebraniu Oddziału Warszawskiego S. E. P.

\*\*) Krzywa trójkątowa posiada współczynnik amplitudy równy  $\sqrt{3}$ , amplitudę zaś  $\frac{\pi^2}{8}$ .

\*) Krzywa płaska posiada współczynnik amplitudy, równy 1; wartość skuteczna oraz amplituda wynoszą  $\frac{\pi}{4}$

nika. Korby przekazują moment napędowy drągom ukośnym, prowadzącym do ślepych wałów, z których jeden znajduje się pomiędzy pierwszą a drugą osią pędną, a drugi — nazewnątrz osi pędnych, umieszczony w ramie podwozia.

Napęd bezpośredni stosowany jest również często i w konstrukcjach powojennych, jednak bez ślepych wałów. Najczęściej spotyka się przekładnię z płaską ramą sprzęgającą, której końce stanowią punkty zaczepienia dla korb obu silników. Kulisa, umieszczona w najniższym punkcie ramy, napędza jedno z kół pędnych maszyny za pośrednictwem



Rys. 1. Lokomotywa z ramą napędową, wykutą z jednego bloku.

kamienia ślizgowego, prowadzonego w pionowych saniach i obejmującego czop korbowy odpowiedniego koła.

Napędzane koło połączone jest z korbami pozostałych kół pędnych za pomocą poziomych drągów napędowych. Przy małych wysokościach ramy wykuwa się ją z jednego bloku (rys. 1), przy większych wykonywana jest ona jako kratownica (rys. 2).

Napęd przy pomocy ramy trójkątnej okazał się naogół dogodny, wadą jego jest jednak znaczne zużycie smaru, rozpryskiwanego siłą odśrodkową przez odsłoniętą ze wszystkich stron kulisę, która musi być obficie smarowana w celu uniknięcia zacierania powierzchni ślizgowych.

Znane i stosowane są dwa rodzaje napędu bezpośredniego, przy których gra sprężynowania pochłonięta zostaje nie w urządzeniu kulisowym, ale w przekładni prostowodnej.

Jeden z tych systemów, opracowany przez K. v. K a n d o<sup>2)</sup> polega na wprowadzeniu do przekładni ramy trapezowej sztywnej względem wzajemnych przesunięć drągów, tak iż poziome siły napędowe przenoszone są na czopy ściśle tak samo, jak przy płaskiej ramie sprzęgającej. Wrazie przesunięć pionowych osi pędnej lub czopa w stosunku do pudła lub drągów, spowodowanych odsprężynowaniem maszyny, dźwignia łącznie z czopem posiadać będzie ruch, którego każdorazowy środek obrotu znajdować się będzie w punkcie przecięcia  $x$ , leżącym na jednakowej wysokości z czopem. Ruch więc czopa będzie zawsze pionowy.

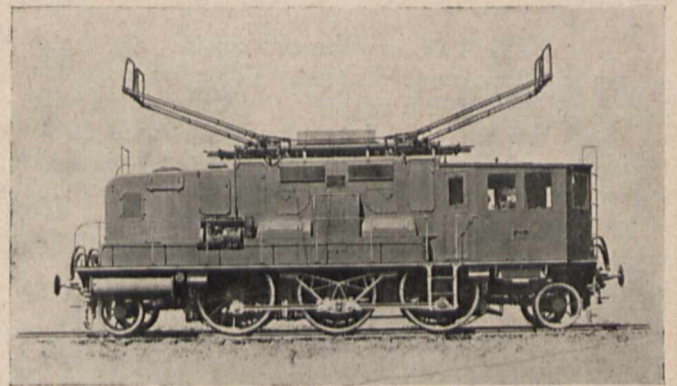
Przy drugim rodzaju napędu systemu G. B i a n c h i (rys. 3)<sup>3)</sup> dwa korbowody  $S_1$  połączone

z korbami motorów, łączą się z ukośnymi drągami  $S_2$  i  $S_3$ , których dolne końce  $c$  i  $d$  połączone są ze swej strony z dźwigniami  $Z$  i  $W$ . Dźwignie te poruszają tylko czopy  $e$  i  $f$ , znajdujące się na drągu łączącym  $K$ . Dźwignie  $Z$  i  $W$  połączone są ze sobą za pomocą małego prowadnika w taki sposób, że muszą się obracać równocześnie o jednakowy kąt, ale w odwrotnych kierunkach.

Ramiona dźwigni  $e-c$  i  $f-d$  są sobie równe, jak również ramiona  $e-g$  i  $f-h$ . Drągi napędowe  $S_2$  i  $S_3$  stanowią boki równobocznego trójkąta, którego podstawą stanowi korbowód  $S_1$ , a wierzchołek leży na osi drąga łączącego  $K$ . Przez punkt ten przechodzi również oś małego prowadnika  $L$ . Wynika stąd, iż tylko poziome składowe siły korb motorów przenoszone są na koła pędne. Każde przesunięcie prostopadłe względem kół, skierowane bądź w dół bądź w górę, powoduje obrót drągów napędowych  $S_2$  i  $S_3$  dokoła czopów  $a$  i  $b$ , oraz obrót w odwrotnych kierunkach dźwigni  $Z$  i  $W$  dokoła punktów prowadniczych  $e$  i  $f$ . Dzięki temu drąg łączący  $K$  nie podlega ani pionowym przesunięciom podwozia, ani wpływowi żadnej siły, działającej w tym kierunku.

W przeciwieństwie do tego, składowe poziome przesunięcia, oraz siły korb motorów przenoszone są na koła w całości, gdyż poziome przesunięcia korbowodu  $S_1$  uniemożliwia drągom  $S_2$  i  $S_3$  obrót dokoła czopów  $h$  i  $b$ , tak iż nie mogą one spowodować obrotu dźwigni  $Z$  i  $W$ , które ze swej strony mają obrót uniemożliwiony przez prowadnik  $L$ . Dźwignia  $W$  może być tak zbudowana, że jej koniec  $h$ , a więc i prowadnik  $L$  również leżeć będą nad drągiem łączącym  $K$ .

W lokomotywach, zbudowanych bezpośrednio po wojnie, których część, jak np. w Szwajcarii, projektowana była jeszcze w czasie jej trwania, zastosowane zostały wyłącznie silniki szybkobieżne, połączone z odpowiednią przekładnią redukującą.



Rys. 2. Lokomotywa z ramą napędową w wykonaniu kratownicowym.

Wprowadzone przytem zostało, przy średnio wysokim umieszczeniu silników w pudle, łączenie wspólnym drągiem 2—3 kół pędnych przy lokomotywach wózkowych, oraz do pięciu kół pędnych przy lokomotywach o ramie sztywnej.

Drąg połączony jest z korbą większego koła zębatego przekładni redukującej, której łożyska znajdują się w ramie maszyny na jednakowej wysokości z kołami pędnymi lub nieco wyżej od nich. W Europie koło zębate umieszczane jest pomiędzy

<sup>2)</sup> Zastosowany na szeregu lokomotyw włoskich, austriackich i węgierskich oraz na próbnym lokomotywach pośpiesznych Kolei Paris-Orleans.

<sup>3)</sup> Stosowany na włoskich kolejach państwowych.

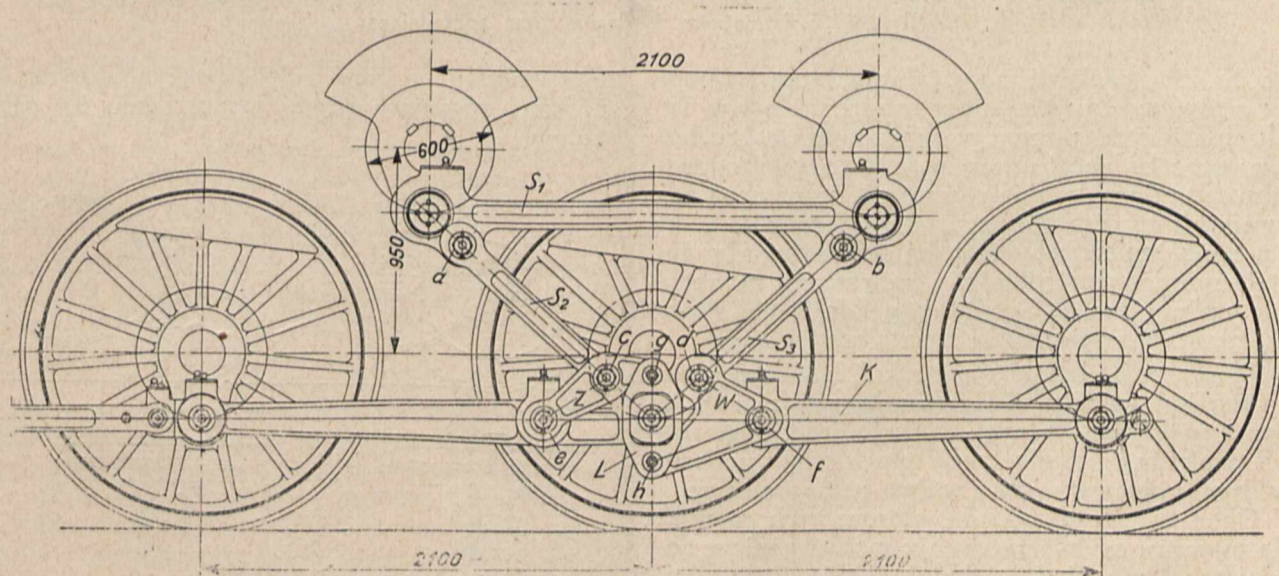
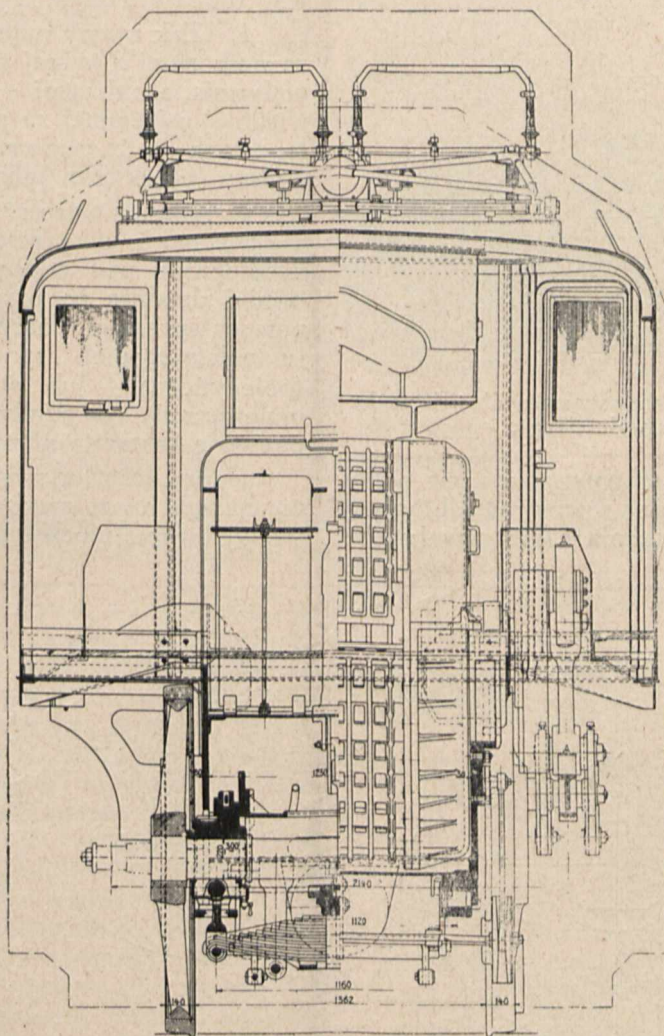
kołami pędnymi, podczas gdy w Ameryce zwykle nazewnątrż.

Dla zrównoważenia oddziaływania nieco wyższego umieszczenia przekładni zębatej w stosunku do kół w lokomotywach dla umiarkowanych prędkości stosuje się kulisowy drąg łączący. Konstrukcja ta stosowana bywa dla maszyn o dwóch osiach sprzężonych. Przy trzech, a rzadziej dwóch osiach sprzężonych, stosowany bywa napęd za pomocą długich, silnie nachylnych drągów, które połączone są przegubowo bezpośrednio z drągami łączącymi bez pośrednictwa ślepego wału (rys. 4). Napęd ten stosowany jest w Europie jako jednopłaszczyznowy, z wyjątkiem lokomotyw pośpiesznych austriackich 1 C I, serji 1929, gdzie zastosowany został system amerykański dwupłaszczyznowy.

Przy większych różnicach wysokości pomiędzy przekładnią i kołami, do których prowadzi zwykle wysokie umieszczenie silników napędowych w ramie lokomotywy, połączenie pomiędzy kołami pędnymi a korba ślepego wału przekładni zębatej od

Nowością w tym napędzie jest system Lottera, zastosowany na lokomotywach 2 D I Tow. Niemieckich Kolei Państwowych, gdzie z korb przekładni zębatej, napędzanej przez koła zębate obu silników, prowadzą dwie pary pochyłych drągów do ślepych wałów, umieszczonych na wysokości kół pędnych. Przekładnię tę wyobrazić sobie można jako przekładnię, wskazaną na rys. 1, zmienioną przez włączenie przed korbami przekładni redukującej.

Wreszcie przy znacznych różnicach w wysokości stosowana bywa płaska rama sprzęgająca. Tam jednak, jak wskazano na rys. 5-ym, jeden tylko róg ramy połączony jest z korba silnika, podczas gdy drugi łączy się ze ślepym wałem, służącym jako wał prowadniczy<sup>4)</sup>. W mechanizmie tym składowa pozioma *P* siły przekazywanej trójkątnej ramie sprzęgającej przez przekładnię redukującą, tworzy z równą jej siłą, przekazywaną przez płaską ramę trójkątną na kamień kulisowy, względnie drąg poziomy, parę sił. Ramie *X* tej pary równe jest różnicy wysokości pomiędzy wałem ślepym



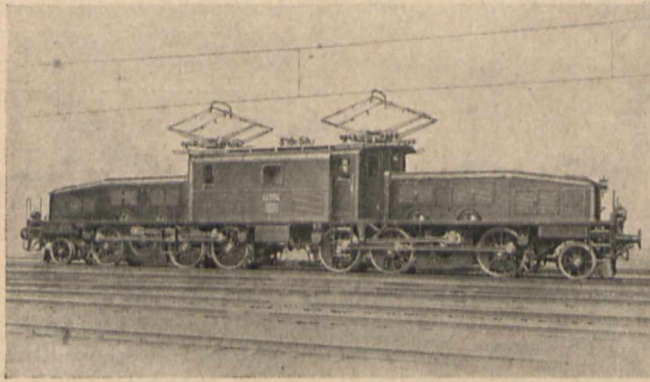
Rys. 3. Napęd systemu G. Bianchi.

bywa się za pośrednictwem drągów o mniejszym nachyleniu i ślepego wału pośredniego. Wał przekładni zębatej napędzany jest w zależności od mocy lokomotywy przez jeden lub oba silniki.

przekładni zębatej, a kołami pędnymi. Ta para sił musi być zrównoważona przez parę, działającą

<sup>4)</sup> System, stosowany na lokomotywach Szwajcarskich Kolei Związkowych.

w przeciwnym kierunku, a utworzoną przez składowe pionowe  $Q$  siły momentu obrotowego w czopach korbowych, z którymi połączona jest rama



Rys. 4. Lokomotywa z napędem zapomocą długich pochylonych drągów bez wału ślepego.

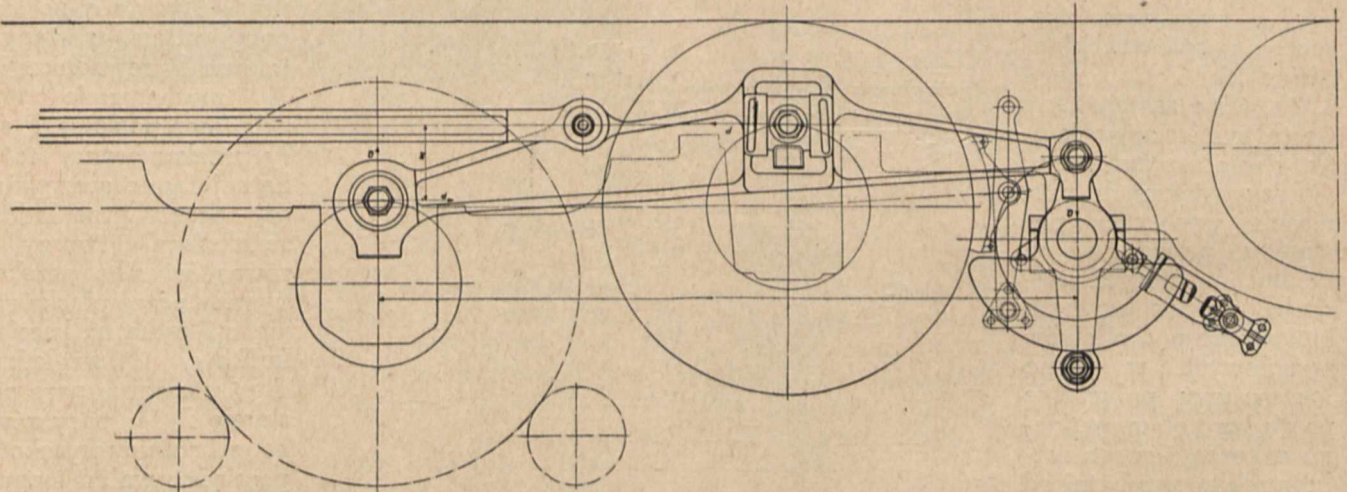
trójkątna. Ramię tych sił stanowi wzajemne oddalenie czopów  $g$ . Dla uzyskania równowagi sił, oprócz sił niezbędnych dla poruszania samego wału śle-

osi pędnej bez pośrednictwa przekładni korbowej. Prócz stosowanego na większą skalę tylko w Ameryce umieszczania twornika motoru wolnobieżnego bezpośrednio na osi pędnej, rozróżniamy dwa główne rodzaje napędu niezależnego.

1. Tak zwany napęd tramwajowy z silnikami, zawieszonymi z jednej strony sprężynowo na ramie podwozia, a z drugiej — opierającymi się na odpowiedniej osi pędnej za pomocą tak zwanych łożysk łapowych; oś ta otrzymuje napęd za pomocą pojedynczej przekładni jedno- lub dwustronnej.

2. Napęd niezależny z silnikami, osadzonymi nieruchomo w odsprężynowanej ramie skośnie lub prostopadle nad odpowiednimi osiami pędnymi. Silniki działają tu przeważnie na osie pędne za pomocą sprzęgieł elastycznych. Zależnie od rodzaju tych sprzęgieł, sposobu wykonania przekładni (pojedynczej — lub wielokrotnej), oraz sposobu umieszczenia osi silników (poziomo lub pionowo) powstają rozmaite odmiany tego systemu.

Napęd tramwajowy, stanowiący najstarszą formę napędu niezależnego, stosowany był początkowo w Europie niechętnie, gdyż obawiano się ujem-



Rys. 5. Lokomotywa z płaską ramą sprzęgającą.

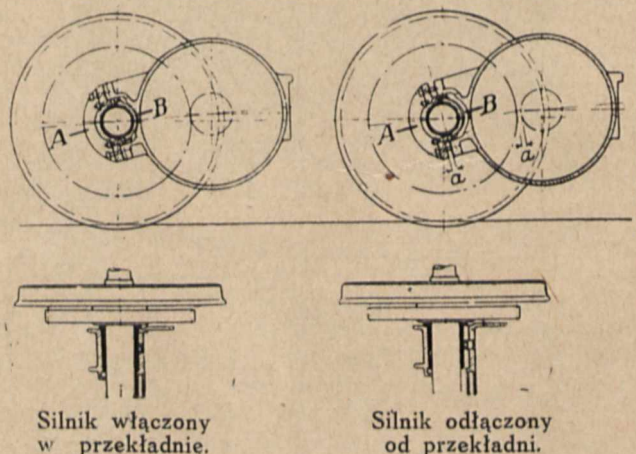
pego, na który działać mogą tylko składowe pionowe reakcyj, wał prowadniczy osadzony jest w łożyskach, których oprawy przymocowane są ruchomo na przechodzącej przez nie osi. Łożyska naprowadzane są do położenia równowagi za pomocą odpowiednich sprężyn. Sprężyny te założone są z takim napięciem, aby łożyska przedstawiały dostateczny opór względem siły, potrzebnej na obracanie wału ślepego. Sprężyny poddają się, skoro tylko wystąpi większa siła, działająca poziomo.

Płaska rama sprzęgająca z kulisą ślizgową zastąpiona bywa przez układ Kando, przyczem i tu jeden z punktów narożnych trójkąta drągowego stanowi punkt zaczepienia korby przekładni, podczas gdy drugi połączony jest z wałem prowadniczym.

Obok tych form napędu, stosowanych również i dla motorów szybkobieżnych z zastosowaniem pośredniczącej przekładni zębatej, jak to zresztą widać z podanych wyżej opisów, już w pierwszych konstrukcjach powojennych spotykamy system niezależnego napędu poszczególnych osi, który z czasem zdobywa sobie coraz szersze zastosowanie.

Przy napędzie tego typu ruch obrotowy silnika przekazywany jest bezpośrednio odpowiedniej

negu wpływu na tory nieodsprężynowanych mas silników, spoczywających bezpośrednio na osiach pędnych.



Silnik włączony w przekładnię.

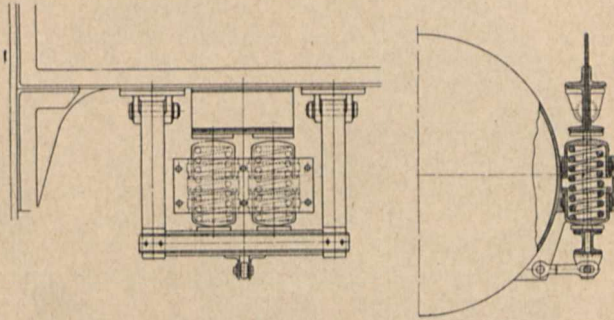
Silnik odłączony od przekładni.

Rys. 6

Po wojnie jednak zaczęto — początkowo we Francji — napęd ten z powodzeniem stosować na lokomotywach typu  $B_0$  —  $B_0$  oraz  $1 C_0$  —  $C_0$  1 dla

prędkości do 100 km/godz. i wyżej, jak dotąd z wynikami dodatnimi.

Bardzo interesujące są próby, przeprowadzone przez Tow. Niemieckich Kolei Państwowych nad dwiema lokomotywami typu 1  $B_0 - B_0 1$  oraz 1  $D_0 1$  dla prędkości do 110 km/godz., oraz nad serją 6 maszyn towarowych typu 1  $C_0 - C_0 1$  dla prędko-



Rys. 7. Zawieszenie silnika w lokomotywach towarowych niemieckich 1  $C_0 C_0 1$ .

ci do 65 km/godz. Zastosowane tu zostały silniki najcięższego z używanych przy tym napędzie typów.

W lokomotywie typu 1  $B_0 - B_0 1$  zastosowane zostało ulepszenie, polegające na tym, że w razie uszkodzenia silnika może być on odsunięty od przekładni zębatej. Łożysko łożkowe (rys. 6) przymocowane jest do pokrywy łożyskowej za pomocą żelazka pałkowego, znajdującego się pomiędzy oprawą łożyska i pudłem. Aby wyłączyć przekładnię zębatą, łożyska wysuwa się, po odkręceniu śrub głównych, pokrywy z ich zasadniczego położenia w pudle przy pomocy śrub odciażających. Manewr ten nie wymaga ani dzielenia, ani otwierania łożyska, które opiera się w dalszym ciągu na osi pędnej, podczas gdy sam silnik zostaje odsunięty przez śruby odciażające w kierunku zawieszenia na ramie. Aby umożliwić to odsunięcie, ścianki boczne skrzynki ochronnej przekładni zębatej są rozsuwalne.

W lokomotywach towarowych niemieckich typu 1  $C_0 - C_0 1$  zastosowany został odmienny nieco sposób zawieszenia silników (rys. 7). Do pudła silnika przytwierdzone są dwie oprawy sprężynowe, których pokrywy rozsuwane są przez sprężyny, opierające się o specjalną ramę, zawieszoną przegubowo na podwoziu. Silnik spoczywa na obręczach górnych pokryw podstawy.

Przy tym sposobie zawieszenia sprężyny pracują zawsze na ściskanie, niezależnie od kierunku działania siły. Prócz tego unika się czopa sprężynowego, narażonego zwykle na obciążenia dodatkowe.

Z rozmaitych typów napędu niezależnego drugiego rodzaju, t. j. przy pomocy silników, osadzonych sztywno w ramie maszyny, znany już przed wojną i stosowany w Ameryce był napęd tak zwany „quill-drive”. Duże koło zębate, zazębiające się z małym kołem zębata, odpowiedniego silnika, zwykle bliźniaczego, zaklinowane jest na wale drążonym, obejmującym koncentrycznie oś pędną.

Wał zakończony jest pewną liczbą rozchodzących się promieniowo ramion, połączonych za pomocą sprężyn spiralnych ze szprychami kół pędnych. System ten zastosowany został w Europie na pewnej liczbie lokomotyw Związkowych Kolei

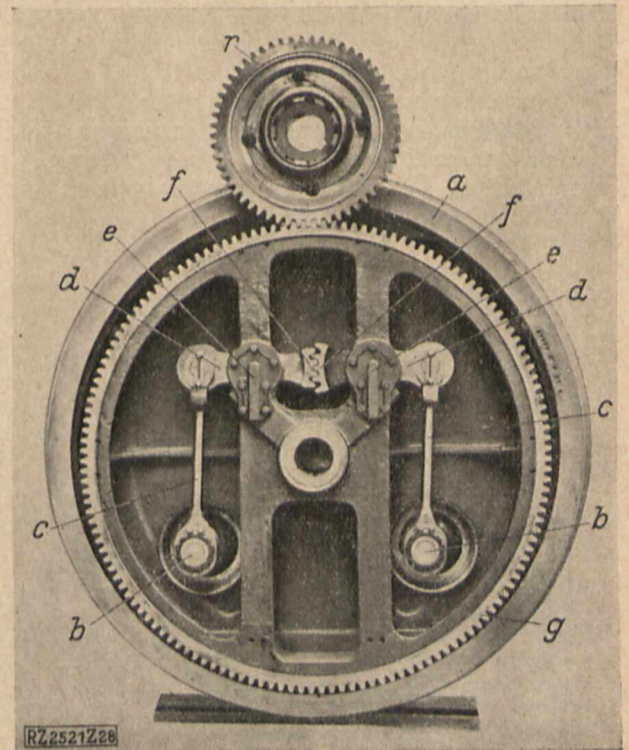
Szwajcarskich. Wadą jego jest zmieniające się z kierunkiem obrotu naprężenie sprężyn ze ściskania na rozciąganie, do którego dochodzą skomplikowane naprężenia gnące przy ukośnych wychyleniach zestawu kołowego. Wadę tę zmniejszyła S. A. des Ateliers de Sécheron w Genewie, stosując konstrukcję z trzema układami podwójnych sprężyn wywodzącą się z konstrukcji zastosowanej w dawnych lokomotywach typu Heilmanna.

Układy sprężynowe połączone są z wałem drążonym za pomocą środkowych sztywnych opraw sprężynowych oraz z kołem pędnym za pomocą 6 opraw zewnętrznych.

W. Kleinow (A. E. G.) unika zmiennego obciążenia sprężyn oprawiając je w garnki, których wspólna oprawa sprężynowa jest dwudzielna. Oprawy łożyskowe garnków w skrzynkach łożyskowych utworzone są przez pierścienie z zewnętrzni obrzeżami. Pierścienie te mogą być po odśrubowaniu pokrywy skrzynkowej wymienione razem z garnkami.

We wszystkich pozostałych systemach napędu niezależnego starano się rozwiązać zagadnienie wszechstronnie ruchomego połączenia pomiędzy silnikiem i kołami pędnymi przez zastosowanie sprzęgieł przegubowych.

System J. Buchli (B. B. C.), wskazany na rys. 8-ym i stosowany na szereg lokomotyw szwajcarskich, niemieckich, francuskich, japońskich, czechosłowackich, indyjskich i t. p., pozwala

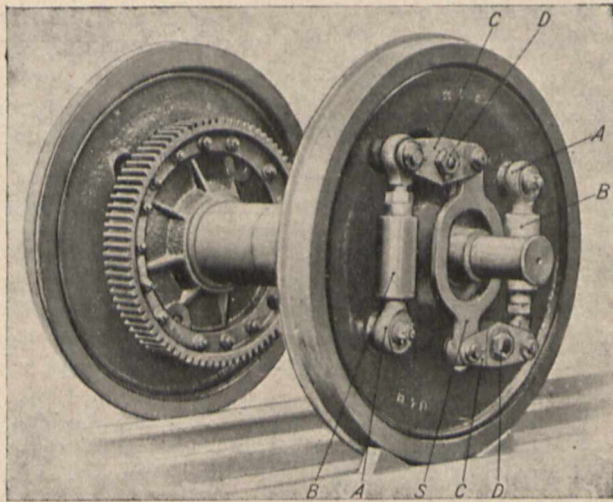


Rys. 8. Połączenie silnika i kół pędnych systemu J. Buchli.

na dowolne ruchy osi pędnej w stosunku do silnika i umożliwia stałą ekscentryczną współpracę kół wału pędnego z wałem drążonym.

Do dwóch czopów  $A A$ , stanowiących całość z kołem pędnym  $T$ , przymocowane są dźwignie łączące  $B B$ , które łączą się za pomocą widełek z kulisto zakończonymi dźwigniami  $C - S$ , zaopatrz-

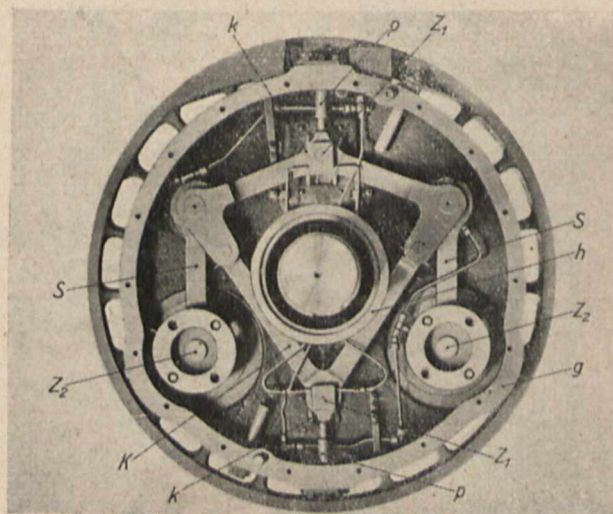
nemi na końcach w wycinku kół zębatach *S*. Czopy *A A* przechodzą przez tylną ściankę wielkiego koła zębatego i połączone są z nim za pomocą drągów *B*, dźwigni *C — S*, opartej na łożyskach *D D*, tworząc w ten sposób łańcuch kinetyczny.



Rys. 9. Sprzęgło fabr. Oerlikon.

Czopy *A A* wykonane są również kulisto, tak iż zapewniona jest w odpowiednim zakresie możliwość wszelkich ruchów pomiędzy kołem pędem, a kołem zebatym. Duże koło zebate obraca się na czopie, osadzonym stożkowo w łożysku przytwierdzonym do ramy maszyny. Konstrukcja ta nie wymaga zatem wału drążkowego.

Wskazane na rys. 9-ym sprzęgło fabryki maszyn Oerlikon, zastosowane na niektórych lokomotywach francuskiej kolei P. L. M., składa się z pięciu prętów *B, B, C, C* i *S* sprzęgniętych na kształt litery *S*.

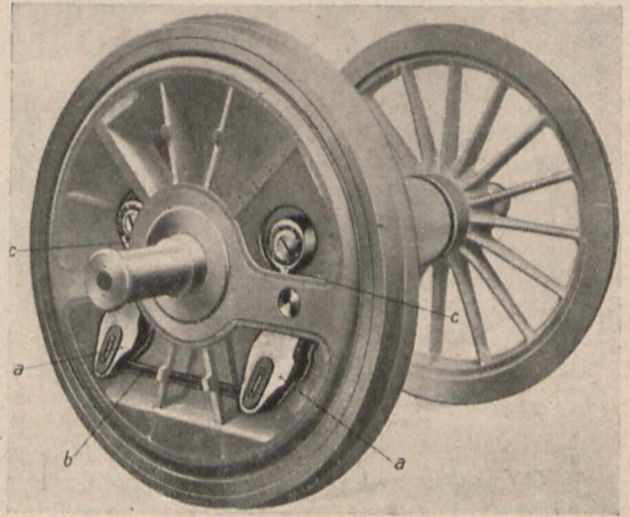


Rys. 10. Sprzęgło stawowe, fabr. Oerlikon.

Punkty *D* na prętach *C* stanowią środek obrotu oraz miejsce połączenia sprzęgła z dużym kołem zebatym. Dźwignie *B* łączą się z kołem pędem za pośrednictwem czopów przegubowych *A*. Koniecznym jest umieszczenie przynajmniej w jednej z dźwigni *B* sprężyny, gdyż przy ekscentrycznym

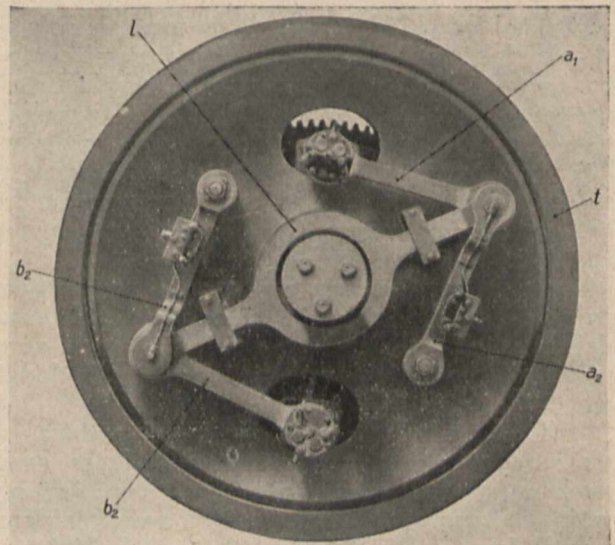
ustawieniu koła zębatego względem osi pędnej drażgi *B* muszą ulec wydłużeniu, przekraczającemu dopuszczalną grę w czopach.

Na rys. 10-ym pokazane jest sprzęgło stawowe, stosowane również przez fabrykę Oerlikon (Great



Rys. 11. Sprzęgło fabr. Skody.

Indian Peninsula Ry). Wał wydrążony *h*, napędzany przez przekładnię zebatą silnika, kończy się z jednej strony w skrzynce sprzęgłowej *g*, w której umieszczone są kulisy *K*. Ich kamienie ślizgowe osadzone są na czopach *Z*, należących do dwudzielnej ramy sprzęgającej *K*, do której przytwierdzone są wszechstronnie ruchome drażgi sprzęgające *S*. Drażgi te przytwierdzone są pozostałymi końcami do czopów *Z<sub>2</sub>*, połączonych z kołem pędem. Smarowanie poszczególnych połączeń odbywa się samoczynnie za pomocą dwóch pomp tłokowych *p*, napędzanych przez poruszającą się ramę sprzęga-



Rys. 12. Sprzęgło fabr. Soc. Alsacienne des Constructions mecaniques.

jącą. Pompy tłoczą rurkami smar, wypychany siłą odśrodkową ku krawędziom do odpowiednich połączeń.

W sprzęgłe fabryki *S k o d y* w Pilźnie, wskazanem na rys. 11-ym, dźwignie *a a* połączone są przegubowo z kołem pędem. Dźwignia *b* łączy ze



sobą obie dźwignie  $a$ , podczas gdy drążki napędowe  $C$  połączone są ze środkowymi punktami dźwigni  $a$  (niewidocznymi na rysunku) oraz z kulistymi czopami, połączonymi z dużym kołem zębatym, osadzonym koncentrycznie na wale drążonym, obejmującym oś pędną.

Wskazane na rys. 12-ym sprzęgło „Soc. Alsacienne des Constructions mécaniques” składa się z dwóch par dźwigni  $a a i b b$ , przesuniętych względem siebie o kąt  $180^\circ$  i tworzących każdą kąt prosty.

Ramiona  $a$  i  $b$ , połączone są z kołem zębatym  $Z$ , podczas gdy  $b$  i  $b$  przytwierdzone są do koła pędnego  $t$ . Wierzchołki kątów, utworzonych przez obie pary dźwigni  $a a$  i  $b b$  wykonane są przegubowo i połączone wzajemnie ze sobą za pomocą łącznika średnicowego  $l$ , obejmującego oś koła pędnego.

Zaletą stosowanego często napędu niezależnego osi przez pośredniczące koła zębate lub przez przekładnię podwójną jest wysokie osadzenie silników i związana z tem łatwość ich montażu. Wymiary silników są prócz tego uniezależnione od średnicy kół pędnych oraz wielkości przekładni.

W konstrukcji Linke-Hoffman-Busch każda oś pędna napędzana jest przez dwa silniki, umieszczone wprost lokomotywy po obu stronach koła zębatego pośredniczącego, znajdującego się w odpowiedniej skrzyni w osi podłużnej maszyny. Silniki napędzają koło pośredniczące za pomocą dwóch małych kół zębatych. Koło pośredniczące zazębia się z dużym kołem zębatym, zaklinowanym na wale drążonym, połączonym z osią pędną za pomocą sprzęgła przegubowego.

W wykonaniu Szwajcarskiej fabryki maszyn i lokomotyw w Winterthur (syst. J. Buchli) koła pośredniczące zastąpione jest przez dwa koła zębate. Przez dobór odpowiedniej ilości zębów kół, otrzymuje się możliwość stosowania wszelkich przekładni. Sprzęgło, umożliwiające wszelkie ruchy wzajemne, wbudowane jest wewnątrz dużego koła zębatego, zaklinowanego na osi.

Przy napędzie niezależnym bywa nieraz stosowane pionowe ustawienie silników. Metoda ta ma te zalety, że środek ciężkości maszyny jest umieszczony wysoko; pozwala ona również na lepsze wyzyskanie przestrzeni w lokomotywie, ułatwiając jednocześnie dostęp do silników. Zarzuty, stawiane początkowo przekładni zębatej stożkowej okazały się w praktyce zupełnie niezasadnione.

Konstrukcją taką z podwójnymi silnikami posiadają lokomotywy 1 D<sub>2</sub> 1 Austriackich Kolei Związkowych. Wał drążony wykonany jest w nich w kształcie bębna i zawiera — prócz wieńca dużego koła zębatego — umieszczone wewnątrz obracające się z wałem sprzęgła (rys. 13).

Sprzęgło składa się z dwóch drągów  $H_1$  i  $H_2$ , które zaczepione są z jednej strony o czopy korbowe  $Z_1$  i  $Z_2$ , przymocowane do płyt korbowych  $K_1$  i  $K_2$ , osadzonych na osi pędnej  $A$ . Drągi  $H_1$  i  $H_2$  połączone są z drugiej strony z ramionami  $A_1$  i  $A_2$ , należącymi do wału  $W$ , osadzonego w łożyskach skrzynki sprzęgłowej  $T$ .

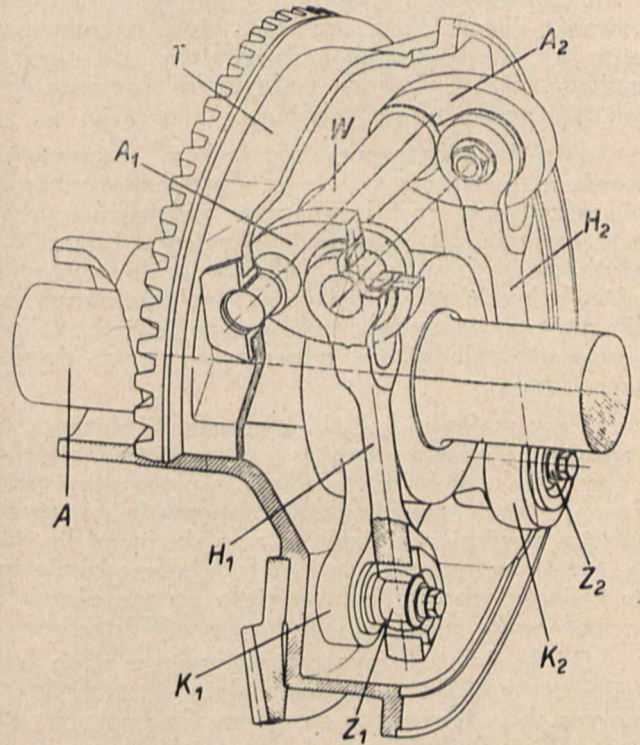
Przez osiowe przesunięcie bębna  $T$  zębata koła stożkowe mogą być łatwo rozłączone. W lokomotywie austriackiej typu 1 D<sub>0</sub> 1 drągi  $H_1$  i  $H_2$

sprzęgła zostały odsprężynowane za pomocą płytek resorowych ze stali Kruppa.

Zamiast sprzęgła przegubowego stosować można jako połączenie pomiędzy osią pędną a wałem drążonym również sprzęgło, złożone ze sprężyn spiralnych.

Przy napędzie lokomotyw towarowych ze względu na dużą liczbę obrotów zachodzi zwykle potrzeba podzielenia przekładni zębatej na dwie: stożkową i czołową.

Pomimo jednak napędu niezależnego, łączone bywały w pewnych wypadkach koła pędne za po-



Rys. 13. Sprzęgło lokomotyw 1 D<sub>2</sub> 1 Austriackich Kolei Związkowych.

mocą drągów. Konieczność takiego wykonania zachodziła np. w lokomotywach austriackich typu  $E$ , gdzie ze względu na nieznaczne dopuszczalne obciążenie osi, tylko 3 osie na 5 mogły być zaopatrzone w napędzające je silniki, podczas gdy ze względu na przyczepność zachodziła potrzeba wyzyskania całej wagi lokomotywy.

W lokomotywach typu  $C_0-C_0$  „Soc. Minière et Metallurgique de Panarroya” osie każdego wózka połączone są ze sobą drągami, pomimo, że każda z nich napędzana jest przez oddzielny silnik o zawieszaniu tramwajowym. Sprężenie osi ma tu na celu z jednej strony uniknięcie ślizgania poszczególnych osi, z drugiej zaś — uzyskanie równomierniejszego obciążenia osi w czasie ruszania, gdy tylne osie są więcej od przednich obciążone.

Zaznaczyć należy, iż stosowanie napędu niezależnego w zakresie i dla obciążeń, jak to zaczęło mieć miejsce po wojnie, umożliwiające zostało jedynie dzięki udoskonaleniu sposobów wycinania zębów przekładni o obrysach zębów, ściśle zgodnych z obliczeniami teoretycznymi, oraz przez zastosowanie zębów o szerokich podstawach, wytrzymujących na złamanie. Wyrób takich kół zębatych wprowadzony został przez Tow. Maag w Zurichu oraz

przez tow. akc. wyrobu kół zębatach i ślimaków (A. E. G.).

Obie firmy hartują koła swego wyrobu i poprawiają zniekształcenia profilu, nieuniknione przy każdym hartowaniu, szlifując zęby na odpowiednich szlifierkach.

Ciekawą nowość w tym względzie stanowią całkowite i dwudzielne, kute koła zębata firmy A.E.G., o strukturze bardziej jednostajnej, niż w kołach lanych i nadające się lepiej do hartowania.

Dla skompensowania przyczyn, wywołujących drgania rezonansowe, stało się zasadą stosowanie odsprężynowanych przekładni zębatach. Odsprężynowanie dużego koła zębatego, które na pierwszy rzut oka zdaje się być najprostszym, jest obecnie unikane, gdyż wymaga nadzwyczaj precyzyjnego montażu małego koła zębatego.

Istnieje cały szereg konstrukcyj odsprężynowania małego koła zębatego. Skuteczność działania urządzenia zostaje znacznie zwiększona przez zastosowanie odpowiedniego tłumienia. Sprężyny płytkowe zachowują się pod tym względem lepiej od spiralnych, gdyż posiadają tłumienia naturalne. W razie zastosowania sprężyn spiralnych należy wprowadzić dodatkowe płaszczyzny trące, działające tłumiąco.

Przy małych kołach zębatach o nieznacznej średnicy urządzenie sprężynujące może być umieszczone z boku koła w skrzynce do niego przytwierdzonej. Zastosowanie skrzynki pozwala na użycie sprężyn płytkowych, dzięki czemu zbędniemi się stają dodatkowe urządzenia tłumiące. Urządzenie tego rodzaju wprowadzone zostało po raz pierwszy przez fabrykę maszyn i lokomotyw w Winterthur.

Co do dalszego przypuszczalnego rozwoju zagadnienia napędu zaznaczyć należy, iż przy lokomotywach pośpiesznych stosowany będzie prawdopodobnie wyłącznie napęd niezależny, mimo iż do chwili obecnej nie można nic jeszcze powiedzieć o najodpowiedniejszym jego typie.

Jest możliwe, iż napęd typu tramwajowego znajdzie również zastosowanie i dla większych prędkości, jeżeli pogodzić się z istnieniem ram zewnętrznych podwozia, z którymi ten rodzaj napędu jest ściśle związany. Ramy te wywołują dotąd wiele zastrzeżeń.

Z pozostałych napędów niezależnych jedynie napędy bez wału drażonego nie wymagają stosowania ramy zewnętrznej. Z pośród konstrukcyj z wałem drażonym nie wymagają stosowania ramy zewnętrznej tylko te, w których sprzęgło ruchome, łączące wał z osią pędną, znajduje się po środku wału. Może to mieć miejsce tylko przy zastosowaniu pośredniego koła zębatego lub podwójnej przekładni zębatej, lub przy napędzie z silnikami pionowymi.

Być może iż z tego właśnie względu przyszłość mieć będą ostatnio wymienione rodzaje napędu.

W najbliższych czasach okaże się przede wszystkim, czy można będzie zaniechać przy lokomotywach towarowych sprzęgania osi pędnych, zastępując napęd grupowy napędem niezależnym.

W każdym razie z pośród napędów niezależnych pierwszeństwo przy lokomotywach towarowych posiadać będzie napęd typu tramwajowego.

## 2. Urządzenia bieżne.

Urządzenia bieżne, pod którymi rozumieć należy całość ramy lokomotywy i zestawów kołowych, uległy przekształceniom, odpowiadającym pracy lokomotyw elektrycznych, dopiero w ciągu ostatnich lat dziesięciu.

Dopóki chodziło wyłącznie o lokomotywy z napędem drażowym, warunki pracy były takie same lub podobne, jak przy lokomotywach parowych. Znane z budowy tych lokomotyw konstrukcje ram, łożysk osiowych, osi i wózków, mogły być bezpośrednio zastosowane.

Z wprowadzeniem napędu niezależnego powstały odmienne warunki pracy, częściowo upraszczające, częściowo zaś komplikujące poszczególne zagadnienia. Dla łożysk osiowych odpadły np. dodatkowe obciążenia, działające wahadłowo, tak iż zużycie ich znacznie zmalało, a stosowanie klinów regulujących okazało się zbyt naturalne przy odpowiednim smarowaniu.

Przy napędzie niezależnym z wałem drażonym i sprzęgłem elastycznym (patrz wyżej) niezbędna rama zewnętrzna powinna być tak wykonana, by umożliwić choć pewien dostęp do przekładni.

W lokomotywach 2 Do 1 i 1 Do 1 Tow. Niemieckich Kolei Państwowych ramy wykonane są w kształcie kratownic (syst. W. Klei now), składających się z przechodzącego wzdłuż całej konstrukcji pasa górnego, oraz z podzielonego na części przez wycięcia łożyskowe pasa dolnego z prostopadłymi prętami łączącymi. W każdym z pół, utworzonych przez pasy i pręty, przeprowadzone są po dwie przekątne, dzięki czemu, tak przy włożonych, jak i przy wyjętych oprawach łożyskowych, mamy kratownicę zupełnie wytrzymałą na wszelkie obciążenia.

Górny i dolny pas łączy się ku końcowi elektrowozu w jedną całość, do której przytwierdzone są z obu stron przy pomocy kątownic urządzenia podtrzymujące dla zderzaków, wykonane z blachy wyginanej w kształcie litery U.

Co do osi pędnych i potocznych, to niskie osadzenie środka ciężkości konstrukcji napędu niezależnego, szczególnie z silnikami o zawieszeniu tramwajowym („za nos”) zmusiło do zastosowania wózków najrozmaitszych kształtów, ze względu na konieczność zmniejszenia kąta wpisywania się wózków w przejeżdżane łuki. Istnieje cały szereg godnych uwagi konstrukcyj tego rodzaju.

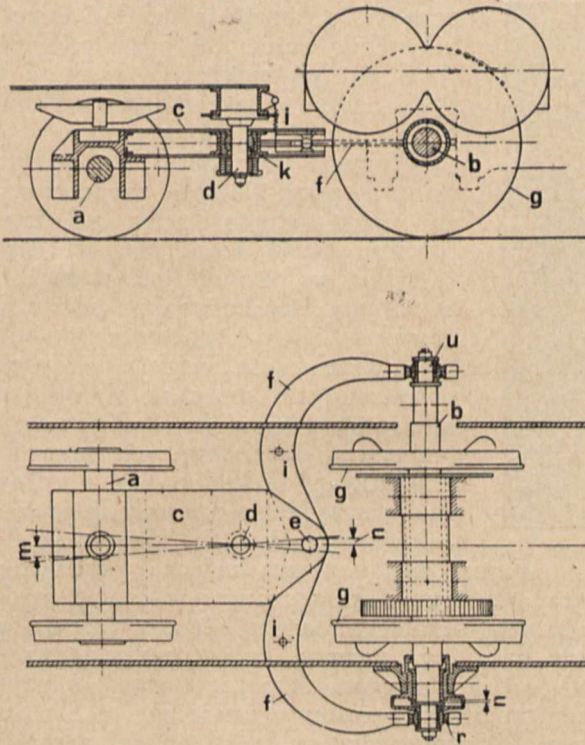
Znany wózek systemu Krauss-Helmholtza nie może być użyty w niezmięnionej formie dla napędów z wałem drażonym, z powodu trudnego dostępu do osi pędnej. Zakłady Bergmanna ominęły tę niedogodność przez wykonanie wału drażonego z dwóch oddzielnych części, pozostawiających miejsce na trzecie łożysko szynne, o które opiera się dźwiel wózka.

W konstrukcji W. Kleinowa (rys. 14) ruchomy dźwiel wózka C obracać się może dokoła czopa *d*, obejmowanego przez łożysko *K*. Czop *C* przytwierdzony jest do ramy głównej lokomotywy. Rozwidlone przedłużenie dyszla *f* obejmuje koła pędne *g*, opierając się na przedłużonych czopach osi pędnej *U* za pomocą łożysk zwykłych lub rolkowych *r*.

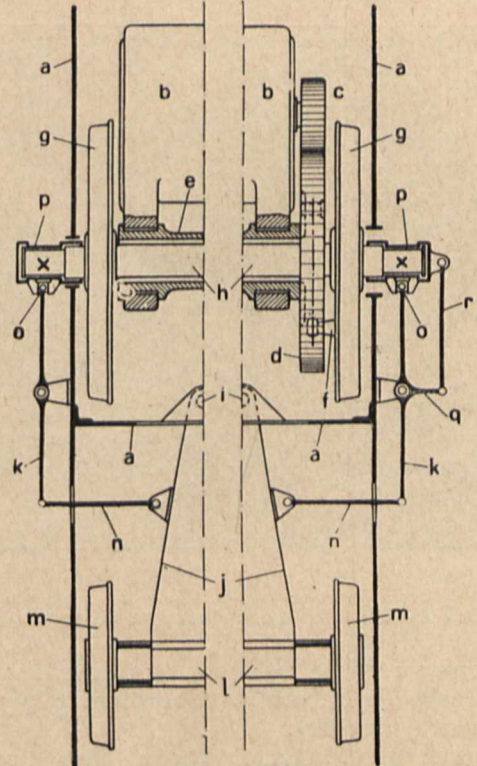
Celem tej konstrukcji jest, aby przesuwanie osi odbywało się nie w łożyskach głównych, lecz

razem z łożyskami pomocniczymi *r* w grze *n* łożysk głównych pomiędzy polerowanymi i stale smarowanymi powierzchniami ślizgowymi łożysk osiowych. W ten sposób unika się trudności przesuwania osi razem z łożyskami głównymi w źle umocowanych prowadnicach łożyskowych, co specjalnie daje się we znaki przy zahamowanej osi.

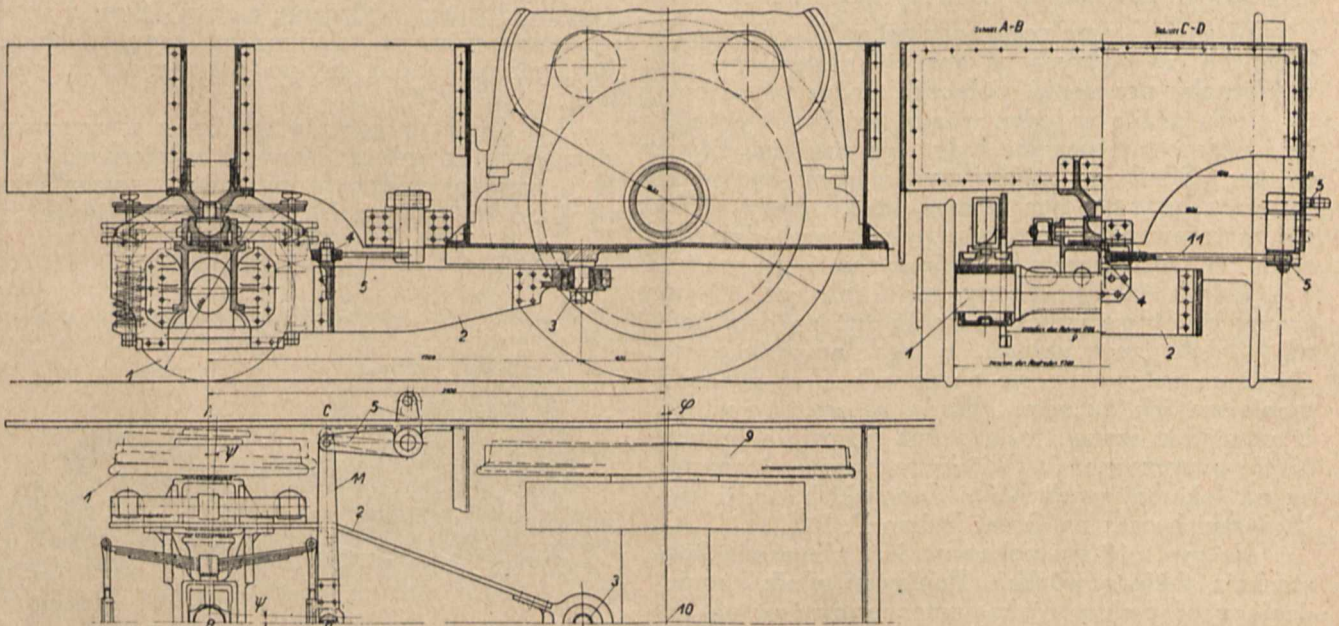
Dla umożliwienia takich przesunięć w celu uzyskania lepszego kąta wписywania w łuki osi, zastosowały zakłady Linke-Hofmann Werke we Wrocławiu (rys. 15) połączenie dyszla osi potocznych z łożyskami osi pędnej przez mechanizm przegubowy. Mechanizm ten przekazuje osi wychylenia kątowe proporcjonalne do jej odległo-



Rys. 14. Wózek systemu W. Kleinowa.



Rys. 16. Wózek z nastawianiem osi pędnej przez potoczną.



Rys. 15. Wózek fabr. Linke-Hofmann.

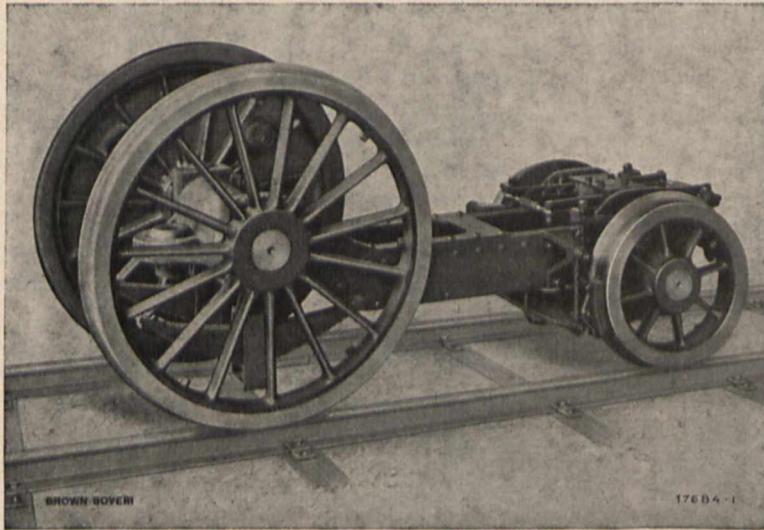
Widły *f* zawieszono są sprężynowo na ramie głównej w punktach *i*. Aby umożliwić wszelkie ruchy dyszla *C* względem czopa *d* oraz widel *f*, łożysko *k* wykonane jest jako kuliste.

W opisanych dotąd odmianach konstrukcji Krauss-Helmholtza uzyskuje się osiowe przesunięcie osi pędnej, podczas gdy nastawienie kątowe w kierunku promienia krzywizny zachodzi tylko w minimalnym stopniu.

ści od osi symetrii. Dyszel 2 obraca się dookoła czopa 3, umocowanego sztywno na wiązaniu poprzecznym ramy lokomotywy. Dwuramienna dźwignia II, połączona sztywno z dyszlem 2, oraz z łożyskami osi pędnej 9 za pośrednictwem kąтового układu dźwigni 5 obraca się w czopach 4. Urządzenie to powoduje, że przy wjeździe na łuki dyszel 2, dzięki bocznemu przesunięciu osi potocznej w kierunku promienia łuku ulega przesunięciu ką-

towemu, powodując obrócenie osi pędnej 9 dokoła umyślonej osi 10 o kąt  $\varphi$  tak, iż obrócona ona zostaje również w kierunku promienia przejeżdżanego łuku.

Na rys. 16-ym wskazane są dwa układy, nie wymagające specjalnych objaśnień, przy których osł potoczna, wchodząc na łuk, powoduje osiowe



Rys. 17.

Wózek z silnikiem, spoczywającym na ramie głównej

przesunięcie osi pędnej (po lewej stronie rysunku), lub przesunięcie łącznie z obrotem o pewien kąt (po prawej stronie).

Przez przedłużenie drągów dźwigniowych ku środkowi lokomotywy mogą być również i dolne osie pędne nastawiane przez osł potoczną.

W razie zupełnego zaniechania przesunięć bocznych osi pędnych na korzyść nastawiania jej w kierunku promienia, połączyć można osł potoczną z osią pędną w jeden wózek tak, by osł potoczna i pędna umocowane były we wspólnej ramie wózka. Silnik osi pędnej umieszczony być może wówczas bądź na tym samym wózku, bądź w razie zastosowania sprzęgła o pełnej swobodzie ruchów na mocniejszej, niż wózek ramie głównej<sup>5)</sup>.

Wózek taki pokazany został na rys. 17-ym. Czopy obrotowe umieszczone są tuż za osią pędną. Zaletą tego układu polega na praktycznie styczonym ustawieniu się obrzeży kół, co znacznie zmniejsza ich zużycie. Wadą natomiast jest to, iż pomiędzy szyną i osią pędną pozostaje jedynie tarcie przyczepności. Wózki tego typu stosowane są na lokomotywach Kolei Japońskich, Indji Holenderskich oraz na Great Indian P. R.

Na rys. 18-ym pokazana jest ulepszona konstrukcja takiego wózka. Ponieważ silnik, napędzający osł pędną wózka, umocowany jest na ramie głównej podwozia lokomotywy, boczne przesunięcie osi musi być ograniczone tak, by uniemożliwić uderzenie jej o ramę główną. Aby jednak osł pędna, mająca ograniczoną swobodę ruchów, nie przeszkadzała osi potocznej w swobodnym wpisywaniu się w łuki, ta ostatnia może obracać się

<sup>5)</sup> Oznaczenie „wózek potoczny” nie jest zupełnie trafne dla układu Krauss-Helmholtza. Chodzi tu bowiem właściwie o pojedynczą osł potoczną (bissel), której dyszel zamiast przegubowego osadzenia w ramie połączony jest przegubowo z osią pędną.

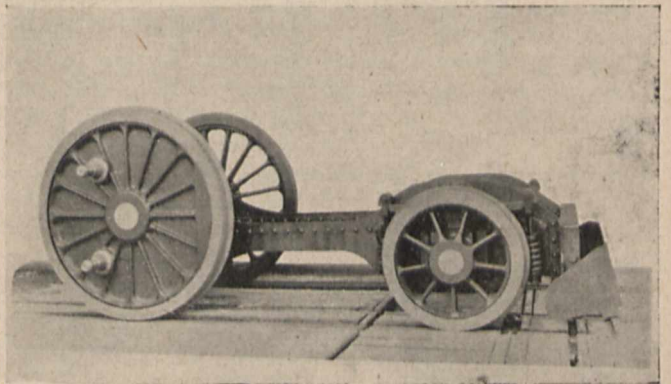
względem wózka w kołowej prowadnicy syst. Adamsa.

W ulepszonym kształcie wózka dwuosiowego „amerykańskiego”, urządzenie zwracające wykonane jest w taki sposób, że podczas jazdy na prostej dąży do utrzymania wózka w położeniu środkowym, zapobiegając lub co najmniej tłumiąc przez to jego ruchy wężykowate. Na łukach urządzenie przestaje działać samoczynnie. Urządzenie takie zastawione zostało na lokomotywach 2 Do 2 Tow. P. O. oraz na Great Indian Peninsula Ry.

Stalowy czop obrotowy, przymocowany do ramy głównej, zaopatrzony jest na swym dolnym końcu w dźwignię równoramienną, która poruszać się może tylko w kierunku osi podłużnej lokomotywy. Oba końce dźwigni zakończone są półkulisto i spoczywają w półkulistych panewkach. Każda z tych panewek przesuwac się może w stalowej oprawie ramy wózka tak, iż wózek może się przesuwać i obracać na łukach. Na dźwignię podłużną czopa obrotowego działa urządzenie naprowadzające, składające się z dźwigni i sprężyn (rys. 19).

Wzrost siły naprowadzającej, przeciwdziałającej obrotowi dokoła czopów w czasie jazdy na prostych, przebiega bardzo stromo, jak to wskazuje linia 1 na wykresie siły sprężyn, gdzie (rys. 20) *a* jest naprężeniem początkowym, *b* największym bocznym przesunięciem wózka, a *c* największym naciskiem sprężyn. Ten ostatni ograniczony jest do odpowiedniej wielkości przez urządzenie naprowadzające, widocznie na rys. 19-ym i składające się z dźwigni kolankowych, sprężyn oraz rolek, poruszających się po płaszczyznach pochyłych.

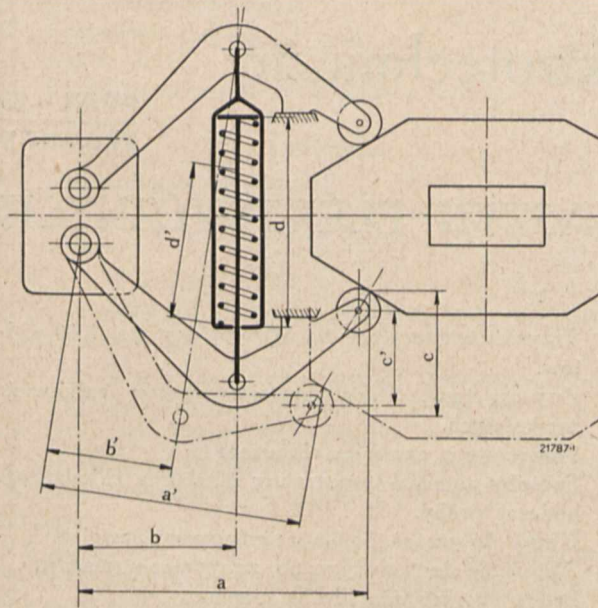
Działanie urządzenia wynika z narysowanych stosunkowych położenia dźwigni w równowadze (*a*, *b*) i przy największym możliwym wychyleniu *C* wózka o 150 mm (*a b*). Podane są również roz-



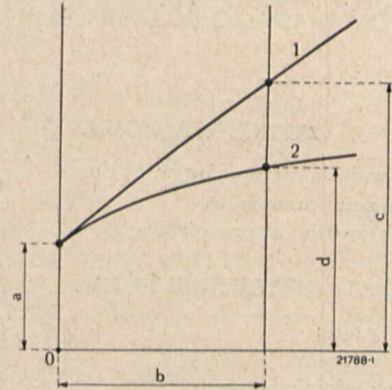
Rys. 18. Wózek z silnikiem spoczywającym na ramie głównej (ulepszony).

maite długości sprężyn (*d d*) przy obu krańcowych położeniach wózka.

Znana przed wojną i często stosowana konstrukcja wózka syst. Krauss-Lottera polega na połączeniu dwuosiowego wózka „amerykańskiego” z najbliższą osią pędną, która wychyla się w zależności od wpisywania się w krzywe. Do tego



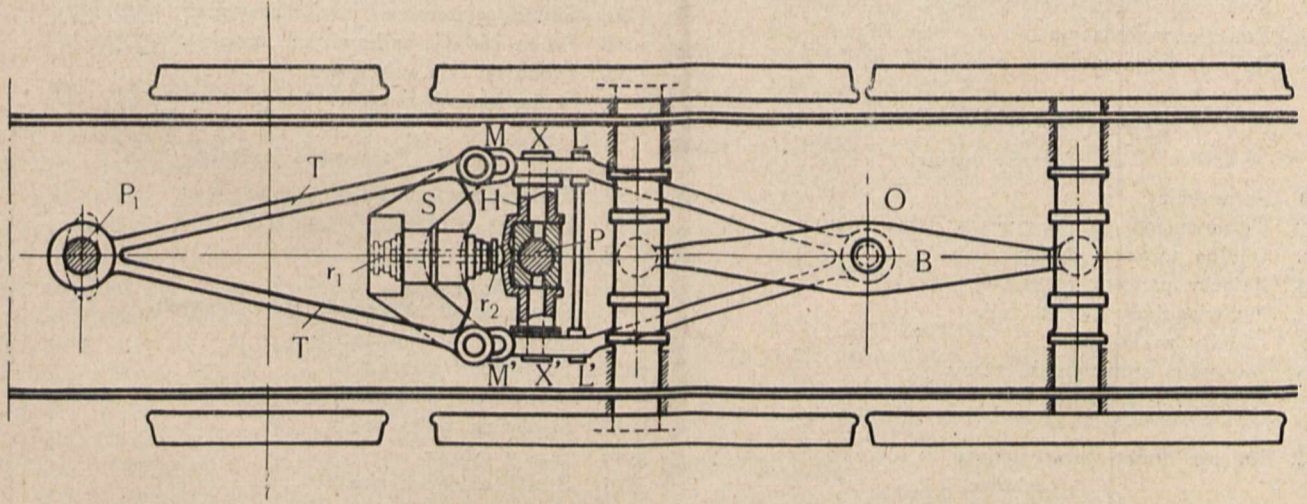
Schemat urządzenia zwrotnego (nastawczego) w wózku dwuosiowym.



Wykres sił, działających przy ustawianiu się wózka dwuosiowego.

samego celu służy wózek syst. K. v. Kando, zastosowany na lokomotywach 2B-B2 kolei Paris-Orleans, wskazany na rys. 21-ym. W ruchu osi potocznych biorą tutaj udział obie osie pędne, sąsiadujące z odpowiednim wózkiem. Każda z nich posiada w środkowym punkcie łożysko dla czopa kulistego belki łączącej *B*, do której środka *O*

przymocowana jest rama trójkątna *LL*. Belka ta obracać się może dokoła czopa *P* dzięki części lanej *H* i wydłużona jest dalej do podłużnych uszu *MN*, w których zamocowany jest dyszel *TT* wózka. Ten ostatni wykonany jest z jednego kawałka razem z poprzeczką *S*, o którą opierają się sprężyny nawracające *r<sub>1</sub>* i *r<sub>2</sub>*.



Rys. 21. Wózek systemu K. v. Kando.

Sprostowanie. Na str. 607 w wierszu 13-ym po słowie „dużych” opuszczono: „ilości energii elektrycznej, jak wciskanie gazów do tych pokładów”.

# Polski Komitet Elektrotechniczny

PKE

**PPNE — 22**  
**PROJEKT \*)**

## PRZEPISY OCENY I BADANIA MASZYN ELEKTRYCZNYCH

### SKOROWIDZ.

#### I. ZAKRES WAŻNOŚCI.

- § 1. Termin wejścia przepisów w życie.
- § 2. Zastosowanie przepisów.
- § 3. Zakres stosowania przepisów.

#### II. OKREŚLENIE POJĘĆ.

- § 4. Rodzaje prądu.
- § 5. Pojęcie maszyny.
- § 6. Części składowe maszyny.
- § 7. Rodzaje maszyn.
- § 8. Cechy znamienne maszyny.
- § 9. Stosowanie pojęcia „moc”.
- § 10. Napięcie i natężenie prądu.
- § 11. Napięcia normalne.
- § 12. Liczby obrotów normalne.
- § 13. Zmienność liczby obrotów w silnikach.
- § 14. Pojęcie współczynnika mocy.
- § 15. Pojęcie sprawności.
- § 16. Kształt fali.
- § 17. Symetria układu wielofazowego.
- § 18. Rodzaje wzbudzenia.
- § 19. Rodzaje maszyn.

#### III. POSTANOWIENIA.

##### A. Sprawy ogólne.

- § 20. Gwarancja.
- § 21. Ograniczenia co do miejsca ustawienia.
- § 22. Ogólne warunki próby.
- § 23. Pojęcie maszyny nagrzananej.
- § 24. Obowiązujący kształt fali.
- § 25. Układy wielofazowe.
- § 26. Normalne współczynniki mocy.
- § 27. Ustawienie szczotek.

##### B. Rodzaje ruchu praktycznego i równoważne moce cechowe.

- § 28. Objaśnienie.
- § 29. Ruch trwały.
- § 30. Ruch krótkotrwały.
- § 31. Ruch dorywczy.

##### C. Nagrzewanie się maszyn.

- § 32. Sposoby pomiaru temperatur.
- § 33. Sposób termometryczny.
- § 34. Sposób opornościowy.
- § 35. Sposób wskaźników wbudowanych.
- § 36. Rodzaje materiałów izolacyjnych.
- § 37. Przyrost temperatury.
- § 38. Tablica przyrostów temperatury.
- § 39. Temperatury krańcowe.

- § 40. Przyrost temperatury dla uzwojeń powyżej 7000 woltów.
- § 41. Przyrost temperatury uzwojeń maszyn całkowicie zamkniętych.
- § 42. Temperatura czynnika chłodzącego.
- § 43. Sposoby pomiaru temperatury powietrza chłodzącego podczas próby.
- § 44. Uwagi dotyczące pomiaru temperatur uzwojeń.
- § 45. Mierzenie temperatury po zatrzymaniu maszyny.
- § 46. Próba nagrzewania (Próba cieplna).

##### D. Próba mechaniczna, komutacja, rozruch.

- § 47. Próba mechaniczna na przeciążenie.
- § 48. Próba mechaniczna na zwyżkę obrotów.
- § 49. Komutacja.
- § 50. Rozruch.
- § 51. Próba na rzutowy prąd zwarcia.

##### E. Wytrzymałość izolacji.

- § 52. Uwagi ogólne.
- § 53. Silniki asynchroniczne i maszyny synchroniczne.
- § 54. Próba izolacji całkowitych uzwojeń.
- § 55. Próba na fale uskokowe.
- § 56. Próba izolacji zwojów.

##### F. Sprawność i straty.

- § 57. Rodzaje sprawności.
- § 58. Przepisy ogólne.
- § 59. Warunki pomiaru.
- § 60. Zespoły.
- § 61. Straty w urządzeniach pomocniczych.
- § 62. Sprawność bezpośrednia.
- § 63. Sprawność pośrednia.
- § 64. Sprawność umowna (konwencjonalna).
- § 65. Straty na wzbudzenie.
- § 66. Straty jałowe.
- § 67. Straty obciążeniowe.

##### G. Napięcie i zmienność napięcia.

- § 68. Dopuszczalne odchylenia napięcia cechowego.
- § 69. Nagrzewanie się maszyn przy odchyleniu napięcia.
- § 70. Gwarancja.
- § 71. Zasób wzbudzenia.
- § 72. Pojęcie zmienności napięcia.
- § 73. Warunki przy wyznaczaniu zmienności napięcia.
- § 74. Obliczanie zmienności napięcia.

##### H. Liczba obrotów i kierunek obrotu.

- § 75. Kierunek obrotu.
- § 76. Wirowanie odwracalne.
- § 77. Zmienność liczby obrotów.

##### I. Tabliczka firmowa i cechowa.

\*) Uwagi należy nadsyłać do 1 lutego 1930 r. do Biura P. K. E. (Czackiego 3/5, Stowarzyszenie Elektryków Polskich).

- § 79. Tabliczka cechowa.
- § 80. Uwagi co do danych tabliczki cechowej.

- § 81. Cechowanie wielorakie.
- § 82. Przewijanie maszyn.
- § 83. Silniki małe.
- § 84. Przewietrzanie obce i chłodzenie wodne.

#### K. Tolerancja.

- § 85. Dopuszczalne odstępstwa.

### I. ZAKRES WAŻNOŚCI.

§ 1. Termin wejścia w życie. Przepisy niniejsze dotyczą maszyn, których budowę rozpoczęto po...

§ 2. Zastosowanie. Przepisy niniejsze mają zastosowanie ogólne. Odstępstwa od nich winne być wyraźnie zaznaczone w odpowiedniej umowie. W każdym jednak razie przepisy, dotyczące tabliczek cechowych (patrz § 79), winny być zachowane.

§ 3. Zakres stosowania. Przepisy niniejsze stosować należy do wszelkich maszyn elektrycznych wirujących (z wyjątkiem silników trakcyjnych) zarówno pojedynczych, jak i w zespołach maszynowych. Do maszyn, objętych przez przepisy niniejsze, należą:

1. maszyny prądu stałego,
2. maszyny synchroniczne,
3. przetwornice jednotwornikowe (jednostopniowe),
4. przetwornice uskokowe (kaskadowe, dwustopniowe),
5. maszyny asynchroniczne,
6. maszyny komutatorowe prądu zmiennego,
7. przesuwniki faz.

### II. OKREŚLENIE POJĘĆ.

§ 4. Rodzaje prądu. Termin *prąd zmienny* obejmuje zarówno prąd jednofazowy, jak i wielofazowy, termin zaś *prąd trójfazowy* bez omówienia oznacza skojarzony prąd trójfazowy.

§ 5. Pojęcie maszyny. Termin *maszyna* stosuje się w przepisach niniejszych w jego najogólniejszym znaczeniu maszyny o charakterze wirującym, a to w celu uniknięcia powtarzania wyrazów: prądnica, silnik, przetwornica i t. p.

§ 6. Części składowe maszyny. *Stojanem (statorem)* nazywamy nieruchomą część maszyny, *wirnikiem* — wirującą część maszyny.

Pojęcie *twornik* oznacza wirnik maszyny prądu stałego.

§ 7. Rodzaje maszyn.

*Prądnica (generatorem)* nazywa się maszyna wirująca, która przetwarza energię mechaniczną na energię elektryczną.

*Silnikiem (motorem)* nazywa się maszyna wirująca, która przetwarza energię elektryczną na energię mechaniczną.

*Przetwornicą* wogóle nazywa się maszyna wirująca lub zespół maszyn, które przekształcają energię elektryczną jednego rodzaju na energię elektryczną innego rodzaju.

Przetwornicą *jednotwornikową (jednostopniową)* nazywa się maszyna, która przekształca energię elektryczną w jednym tylko wirniku.

Przetwornicą *uskokową (kaskadową, dwustopniową)* nazywa się zespół maszyn do przetwarzania, złożony z maszyny asynchronicznej

i maszyny prądu stałego z wirnikami sprzężonym mechanicznie i elektrycznie.

Przetwornicą *dwu- lub wielomaszynową* nazywa się zespół maszyn do przetwarzania, który składa się z silnika sprzęgniętego bezpośrednio (mechanicznie) z jedną lub kilkoma prądnicami.

*Przesuwnikiem faz* nazywa się maszyna, której głównym zadaniem jest stworzenie bezwzględnie obciążenia.

UWAGA: O ile w dalszych postanowieniach, dotyczących przetwornic, nie będzie bliższego omówienia, należy uważać, iż mowa jest o przetwarzaniu prądu zmiennego na stały.

§ 8. Cechy znamienne maszyny. Przez pojęcie *cechy znamienne maszyny* należy rozumieć wyznaczony przepisowo przez wytwórcę i umieszczony na tabliczce cechowej zespół związanych ze sobą warunków próbnej pracy maszyny, jako to: moc, liczba obrotów na minutę, napięcie prąd, częstotliwość współczynnik mocy itp.

*Pracą cechową* nazywa się praca próbna maszyny zgodna ze wszystkimi cechami maszyny.

*Obciążeniem cechowym* nazywa się obciążenie maszyny zgodne z jej cechami.

§ 9. Stosowanie pojęcia „moc”. Pojęcie *moc*, użyte bez bliższego określenia ma oznaczać:

- 1) dla prądnic — moc elektryczną na zaciskach i wyrażoną bądź w kW, bądź w kVA.
- 2) dla silników — moc mechaniczną na wale silnika, wyrażoną w kW lub w KM.
- 3) dla przetwornic — moc elektryczną na zaciskach wtórnych, czyli po stronie odbioru i wyrażona w kW, lub w kVA.

W powyższym słowo *moc* zastępuje dłuższy termin *wydatek mocy* w odróżnieniu od *poboru mocy*, t. j. mocy pobieranej przez maszynę, a więc dla prądnic — mocy na wale, dla silników — mocy na zaciskach, dla zespołu przetwórczego — na zaciskach pierwotnych pierwszego z członów zespołu.

§ 10. Napięcie i natężenie prądu. Przy prądzie zmiennym podawane napięcia i natężenia prądu oznaczają wartości skuteczne. Przy prądzie trójfazowym podawane wielkości napięcia bez bliższego omówienia oznaczają napięcia międzyprzewodowe.

*Napięciem wirnika* w maszynach asynchronicznych o ruchomem uzwojeniu nazywa się napięcie zmierzone między pierścieniami ślizgowymi w stanie spoczynku i przy otwartym obwodzie uzwojenia wtórnego.

*Prądem wirnika* w maszynach asynchronicznych o ruchomem uzwojeniu wtórnem nazywa się prąd, płynący przez pierścień ślizgowy przy pracy cechowej.

*Ustalonym prądem zwarcia* prądnicy jest prąd, który ustali się po dokonaniu zwarcia zacisków maszyny przy zachowaniu wzbudzenia jak przy obciążeniu cechowym.

*Rzutowym prądem zwarcia* jest największa chwilowa wartość prądu, który może powstać w chwili raptownego zwarcia zacisków maszyny.

§ 11. Napięcie normalne. Dla maszyn za normalne napięcie cechowe uznane są napięcia podane w Tabl. I.

TABLICA I.

Prąd stały		Prąd 3-fazowy 50 okr./sek.	
Napięcie cechowe		Napięcie cechowe	
prądnicy	silnika	prądnicy	silnika
	110		127
	—		220
	—		380
	220		(500)
	—		3000
	440		(5000)
	—		6000

Paragraf powyższy nie dotyczy maszyn, używanych w kolejnictwie elektrycznym.

§ 12. Liczby obrotów normalne. Normalne liczby biegunów i odpowiednie synchroniczne liczby obrotów maszyn prądu zmiennego o 50 okr./sek. są podane w Tabl. II

TABLICA II.

Liczba biegunów	Liczba obrotów na min.	Liczba biegunów	Liczba obrotów na min.	Liczba biegunów	Liczba obrotów na min.
2	3000	16	375	40	150
4	1500	20	300	48	125
6	1000	24	250	(56)	(107)
8	750	(28)	(214)	64	94
10	600	32	185	(72)	(83)
12	590	(36)	(167)	80	75

W maszynach prądu stałego stosuje się w miarę możliwości te same liczby obrotów. Zaleca się nie stosować liczb obrotów, podanych w nawiasach

§ 13. Zmienność liczby obrotów w silnikach. Zmienność liczby obrotów w silnikach jest dwójakiego rodzaju:

- a) zmienność własna, zależna li tylko od obciążenia, a niezależna od przełączeń w układzie,
- b) zmienność wymuszona, zależna li tylko od przełączeń w układzie.

Co do zmienności własnej, należy podzielić silniki na:

1) silniki o stałej liczbie obrotów, t. j. zupełnie niezależnej od obciążenia (np. silniki synchroniczne).

2) silniki o charakterze bocznikowym. Liczba obrotów zmienia się nieznacznie w miarę wzrostu obciążenia (np. silniki bocznikowe prądu stałego, silniki asynchroniczne).

3) silniki o charakterze szeregowym. Liczba obrotów zmniejsza się w sposób znaczny w miarę wzrostu wydatku mocy (np. silniki szeregowy, repulsyjne).

Co do zmienności wymuszonej należy podzielić silniki na:

1) silniki o stopniowanej ilości obrotów. Silnik może pracować przy kilku określonych liczbach obrotów. W zasadzie każda z tych liczb obrotów może mieć przebieg, zależny od obciążenia o charakterze bocznikowym (np. silniki asynchroniczne z przełączaniem biegunów).

2) silniki o regulowanej liczbie obrotów. Liczba obrotów nie może być regulowana w pewnych granicach dowolnie. Liczba ta może:

albo być niemal stała, czyli o charakterze bocznikowym (np. silniki bocznikowe prądu stałego z regulacją we wzbudzeniu);

albo też zmniejszać się w miarę wzrostu obciążenia, czyli o charakterze szeregowym (np. przy regulacji zapomocą przestawienia szczotek w silnikach repulsyjnych i trójfazowych szeregowych, lub w silnikach asynchronicznych z włączonym oporem w obwodzie wtórnym).

§ 14. Pojęcie współczynnika mocy. *Spółczynnikiem mocy* ( $\cos \varphi$ ) jest stosunek mocy rzeczywistej (w W lub kW) do mocy pozornej (w VA lub kVA).

§ 15. Pojęcie sprawności. *Sprawnością* jest stosunek wydatku mocy do poboru mocy.

§ 16. Kształt fali. Fala napięcia nazywa się praktycznie sinusoidalną, gdy wartości chwilowe  $a$  różnią się od odpowiednich wartości chwilowych w fali głównej  $g$  (pierwsza harmoniczna), co najwyżej o 5% amplitudy fali głównej  $S$ .

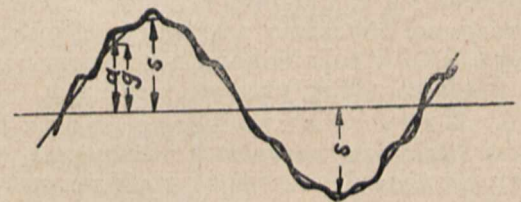
UWAGA: Do wyznaczenia fali głównej należy użyć conajmniej 12 punktów kresy napięcia. Gdy fala jest symetryczna we wszystkich ćwiartkach, wówczas można zastosować wzór:

$$S = \frac{a_0 + \sqrt{3} a_1 + a_2}{3}$$

w którym oznacza:  $a_0$  — największą rzędną kresy,  $a_1$  i  $a_2$  — sąsiednie rzędne oddalone od największej o  $1/12$  i  $2/12$  okresu.

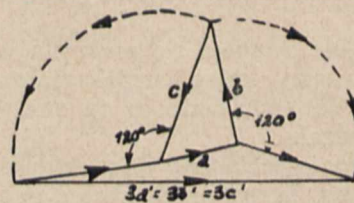
§ 17. Symetria układu wielofazowego. Układ wielofazowy prądu lub napięcia uważany jest za symetryczny wówczas, gdy wielkość w układzie odwrotnym wynosi conajwyżej 5% wielkości w układzie właściwym.

UWAGA: Każdy układ niesymetryczny prądu trójfazowego  $a, b, c$ , można rozłożyć na dwa układy symetryczne: właściwy i odwrotny. W tym celu odchylamy dwa boki trójkąta o  $120^\circ$  nazewnątrz (rys. 2) i łączymy końce li-

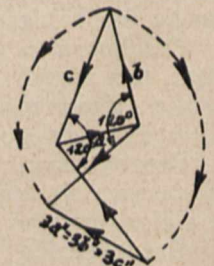


Rys. 1.

nją prostą; długość tej linii wyraża potrojone napięcie właściwego układu symetrycznego. Gdy odchylimy te same boki o  $120^\circ$  nazewnątrz (rys. 3), to linia, łącząca końce boków odchylonych, wyrażać będzie potrojone napięcie układu symetrycznego odwrotnego.



Rys. 2.



Rys. 3.



## § 18. R o d z a j e w z b u d z e n i a.

*Samowzbudzenie*, czyli wzbudzenie maszyny prądem, wytworzonym w niej samej.

*Wzbudzenie własne*, czyli wzbudzenie prądem wytworzonym w innej maszynie, przeznaczonej specjalnie do tego celu, a sprzężonej z główną bezpośrednio lub za pomocą przekładni.

*Wzbudzenie obce*, czyli wzbudzenie prądem z innego źródła, niż wyszczególnione wyżej.

*Napięciem cechowym wzbudzenia* jest napięcie, na które obliczono uzwojenie wzbudzające rozpatrywanej maszyny i które wymienione jest na tabliczce cechowej.

## § 19. R o d z a j e m a s z y n. (Tabl. III)

I. Pod względem stopnia i rodzaju ochrony mechanicznej maszyny dzieli się na cztery zasadnicze grupy, niektóre zaś z grup otrzymują jeszcze podział bardziej szczegółowy w sposób następujący:

1. Otwarte: A) otwarta (symbol A),  
B) półotwarta (symbol B).
2. Półzamknięte: C) chroniona (symbol C),  
D) kryta (symbol D),  
E) okapturzona (symbol E)
3. Zamknięte: F) zamknięta (symbol F).
4. Ogniochronne: G) ognioszczelna (przeciw-wybuchowa (symbol G),  
H) z pierścieniami w panczeru (symbol H).

UWAGA: objaśnienie nazw:

A — *maszyna otwarta* oznacza, iż dostęp do części wirujących i części będących pod napięciem nie jest utrudniony.

B — *maszyna półotwarta* jest maszyną otwartą, lecz uzwojenia w niej są osłonięte (np. przez tarcze łożyskowe). Ten rodzaj budowy maszyny chroni od spadających większych przedmiotów.

C — *maszyna chroniona* oznacza, iż dostęp do części wirujących i będących pod napięciem, jest utrudniony. Ten rodzaj budowy maszyny chroni od małych przedmiotów, spadających w dowolnym kierunku.

D — *maszyna kryta* oznacza ten sam rodzaj budowy, co chroniona, ponadto jednak rodzaj budowy chroni od kropli, spadających pionowo.

E — *maszyna okapturzona* oznacza ten sam rodzaj budowy, co chroniona, ponadto jednak rodzaj ten budowy chroni od kropli lub strumienia wody, spadających ukośnie lub w dowolnym kierunku.

Jeżeli w maszynach C, D, E otwory w siatkach ochronnych są mniejsze od  $0,13 \text{ cm}^2$ , to takie maszyny należy uważać pod względem przewietrzania za zamknięte. Jeżeli natomiast otwory są większe od  $3 \text{ cm}^2$  lub odległość szczebli jest większa od 15 mm, to należy je zaliczyć do maszyn półotwartych (B).

F — *maszyna zamknięta* — wewnątrz maszyny zamknięte jest dla przepływu powietrza z bezpośredniego otoczenia. Zupełnie szczelną na gaz, kurz, wilgoć maszyna nie jest.

G — *maszyna ognioszczelna* — budowa tego rodzaju wytrzymuje i tłumi wybuch gazów palnych, które przenikają do wnętrza i nie dopuszcza do przeniesienia się ognia nazewnątrz.

H — *maszyna z pierścieniami w panczeru*: specjalny pancierz na pierścieniach ślizgowych tłumi wybuch gazów, powstający na tych pierścieniach. Poza to budowa maszyny może być jedną z powyższych, zależnie od wymagań.

W maszynach, używanych w rolnictwie, pancierz na pierścieniach chroni tylko od przenikania cząstek łatwopalnych; w związku z tem pancierz może być wykonany z blachy bez wszelkich urządzeń przeciwwybuchowych.

Stopień ogniochronności określa w każdym wypadku osobna umowa.

II. Ze względu na sposób chłodzenia, maszyny dzielą się na 5 zasadniczych grup, niektóre zaś z grup otrzymują jeszcze podział bardziej szczegółowy w sposób następujący:

- 1) Chłodzenie naturalne (symbol a),
- 2) Przewietrzanie własne: zwykłe (symbol b),  
z wlotem ssącym (symbol b1),  
z wylotem tłoczącym (symbol b2),
- 3) Przewietrzanie obce: zwykłe (symbol c),  
z wlotem tłoczącym (symbol c1),  
z wylotem ssącym (symbol c2),
- 4) Chłodzenie płaszczowe (symbol d),
- 5) Chłodzenie wodne (symbol e).

Uwaga: objaśnienia nazw:

*chłodzenie naturalne* oznacza, iż w celu wzmoczenia chłodzenia nie zastosowano żadnego ze znanych sposobów sztucznych. Maszyna chłodzi się w sposób naturalny, drogą promieniowania, przewodzenia i unoszenia, wreszcie, jak maszyny otwarte lub półzamknięte, dzięki ruchowi powietrza, wywołanemu przez ruch wirnika.

*przewietrzanie własne* oznacza, iż do powyższych sposobów naturalnych dołączono jeszcze wzmoczony ruch powietrza za pomocą wentylatora lub wiatraczka, umieszczonego na (własnym) wale maszyny.

*przewietrzanie obce* wskazuje, iż wzmoczony ruch powietrza wywołany jest przez wentylator zewnętrzny (obcy), bądź tłoczący, bądź ssący powietrze z otoczenia lub z przestrzeni o powietrzu czystym.

*chłodzenie płaszczowe* stosowane tylko do maszyn zamkniętych oznacza, że płaszcz maszyny od strony zewnętrznej pozostaje pod wpływem sztucznie wywołanego strumienia powietrza, idącego wzdłuż owego płaszcza.

*chłodzenie wodne* polega na przeprowadzeniu wody między podwójnymi ściankami płaszcza maszyny, lub nawet przez specjalne kanały w jej wnętrzu.

## III. P O S T A N O W I E N I A

## A. S p r a w y o g ó l n e.

§ 20. G w a r a n c j a. Wszelka gwarancja tyczy się pracy zgodnej z cechami maszyny, czyli pracy cechowej.

§ 21. O g r a n i c z e n i a c o d o m i e j s c a u s t a w i e n i a. Postanowienia poniższe są ważne w założeniu, iż miejsce ustawienia maszyny leży co najwyżej 1000 m nad poziomem morza. Jeżeli maszyna ma być ustawiona na terenie położonym wyżej, należy to zaznaczyć wyraźnie w odpowiedniej umowie.

T A B L I C A III. Rodzaje maszyn elektrycznych.

<p>Podział maszyn elektrycznych ze względu na ich osłonę mechaniczną. (Stopień ochrony).</p> <p>Podział maszyn elektrycznych ze względu na ich sposób chłodzenia.</p>	Otwarte		Półzamknięte			Zamknięte	Ogniochronne			
	Dostęp do części wirujących i części będących pod napięciem nie jest utrudniony	Jak otwarta, lecz uzwojenia są osłonięte (np.: tarczami izolacyjnymi). Chroni od spadających większych przedmiotów	Dostęp do części wirujących i będących pod napięciem utrudniony. Chroni od małych przedmiotów, spadających w dolnym kierunku			Jak półotwarta lub chroniona. Oprócz tego, chroni od kropli, spadających pionowo	Jak chroniona; oprócz tego chroni od kropli lub strumienia wody spadających ukośnie lub w dowolnym kierunku	Wnętrze maszyny jest zamknięte dla przepływu powietrza z bezpośredniego otoczenia. Zupełnie szczelną na gaz, kurz i wilgoć maszyna nie jest	Wytrzymałe i tłumi wybuch gazów palnych, które przenikną do wnętrza, i nie dopuszcza do przeniesienia się ognia nazewnątrz	Jak tłumiąca, lecz tylko przy wybuchu, powstającym na pierścieniach ślizgowych. Poza-tem budowa maszyny może być jedną z powyższych zależnie od wymagań
			Najmniejszy otwór w siatkach ochronnych = 0,13 cm <sup>2</sup> —największy = 3 cm <sup>2</sup> . Największa odległość szczelbi żaluzjowych = 15 m/m (3)							
A. Otwarta	B. Półotwarta	C. Chroniona	D. Kryta	E. Okapturzona	F. Zamknięta	G. Ognioszczelna	(4) H. Z pierścieniami w panczeru			
<p><b>Chłodzenie naturalne a.</b> Bez wszelkiego sztucznego przewiewu</p>	Aa.	Ba.	Ca.	Da.	Ea.	Fa.	Ga.	Ha.		
<p><b>Przewietrzanie własne.</b> Powietrze poruszane jest przez wentylator na wale wewnątrz maszyny.</p>	(1) b. Zwłękłe.	Bb.	Cb.	Db.	Eb.	Fb.	Gb.	Hb.		
	(2) b1. Z wlotem ssącym.	Bb1.	Cb1.	Db1.	Eb1.			Hb1.		
	(2) b2. Z wylotem tłoczącym.	Bb2.	Cb2.	Db2.	Eb2.			Hb2.		
<p><b>Przewietrzanie obce.</b> Powietrze poruszane jest przez wentylator, umieszczony nazewnątrz maszyny.</p>	(1) C. Zwłękłe.					(1) Fc.		Hc.		
	(2) C1. Z wlotem tłoczącym.	Bc1.	Cc1.	Dc1.	Ec1.			Hc1.		
	(2) C2. Z wylotem ssącym.	Bc2.	Cc2.	Dc2.	Ec2.			Hc2.		
<p><b>Chłodzenie płaszczowe. d.</b> Sztuczny przewiew nazewnątrz płaszczka.</p>						Fd.	Gd.	Hd.		
<p><b>Chłodzenie wodne. e.</b> Woda, przepływająca specjalnymi kanałami, chłodzi maszynę</p>						Fe.	Ge.	He.		

- U w a g i :**
- 1). Dla maszyn zamkniętych za pośrednictwem króćców wlotowego i wylotowego, połączonych z rurami lub bezpośrednio z przestrzenią, zawierającą powietrze (gaz) chłodzące.
  - 2). Za pośrednictwem jednego króćca, połączonego z rurami.
  - 3). Jeżeli siatka ochronna lub żaluzja ma mniejsze otwory niż przewiduje ten przepis, to maszynie należy badać, jako zamkniętą, zatkawszy uprzednio wszystkie otwory w osłonach.
  - 4). Dla maszyn, używanych w rolnictwie—pancerz może być blaszany.

	A	B	C	D	E	F	G	H
a			Jak Cb	Jak Db tylko bez przewietrzenia	Jak Eb		 (1)	
b							Jak Ga tylko z wentylatorem umieszczonym wew- natrz maszyny	Pancerz pierścien ślizgowych jak Ha, po- za tem maszyna moze byc. B, C, D, E, F, G.
b1								B, C, D, E.
b2								B, C, D, E.
c								F
c1	Jak Bb1							B, C, D, E.
c2					Jak Ec1 tylko bieg powietrza odwrotny			B, C, D, E.
d							Jak Ga tylko z chłodzeniem pruszczowem.	F, G.
e							Jak Ga tylko z chłodzeniem wodnem.	F, G.

Uwagi: 1) Pancerz pierścieni ślizgowych jak Ha, poza tem maszyna moze być: A, B, C, D, E, F, G.

§ 22. Ogólne warunki próby. Maszynę należy próbować według prawideł niniejszych o ile można w wytwórni, gdzie była zbudowana. Maszyna powinna być gotowa do użytku, sucha i wdrożona. Próby na miejscu przeznaczenia zaleca się ustalić ze wszelkimi szczegółami w oddzielnej umowie.

Maszyny z przewietrzaniem własnym lub obcem mają być próbowane wraz z przyborami, przeznaczonymi do danego rodzaju chłodzenia. Wszelkie pokrywy, siatki, żaluzje i t. p. części, należące do maszyny i utrudniające przewietrzanie, nie mogą być zdejmowane podczas prób.

§ 23. Pojęcie maszyny nagrzananej. W braku bliższych wskazówek przepisy i postanowienia niniejsze należy stosować do maszyny w stanie nagrzanym t. j. maszyny, która osiągnęła w końcu pracy próbnej właściwą sobie temperaturę, przy czym temperatura otoczenia podczas próby równa była 20° C.

Jeżeli temperatura ostateczna maszyny nie została zmierzona, to dla wszelkich przeliczeń należy jako taką przyjąć 75° C.

§ 24. Obowiązujący kształt fali. Przepisy i postanowienia niniejsze są ważne w założeniu, iż fala napięcia zmiennego ma kształt praktycznie sinusoidalny (patrz § 16). Maszyny synchroniczne powinny w biegu jałowym i przy obciążeniu opornościowym (bezindukcyjnym) dawać falę napięciową praktycznie sinusoidalną.

§ 25. Układy wielofazowe. Przepisy i postanowienia niniejsze są ważne w założeniu, że układy wielofazowe są symetryczne (patrz § 17).

§ 26. Normalne współczynniki mocy. Normalne współczynniki mocy dla maszyn z regulowaniem wzbudzeniem są następujące: 1,0; 0,80; 0,70; 0,60. W razie braku odpowiednich danych należy uważać, iż cechowy współczynnik mocy przy cechowym zamknięciu na zaciskach maszyny ma wynosić dla:

prądnic synchronicznych	0,80
silników	1,0
przetwornic jednostopniowych	1,0

§ 27. Ustawienie szczotek. Przepisy i postanowienia niniejsze są ważne w założeniu, iż w maszynach o stałym położeniu szczotek, szczotki zostały ustawione w położeniu odpowiadającym pracy cechowej.

#### B. Rodzaje ruchu praktycznego i równoważne moce cechowe.

§ 28. Objaśnienie. Należy odróżniać pracę rzeczywistą maszyny, czyli t. zw. ruch praktyczny od równoważnej pracy próbnej, według której zostały ustalone cechy maszyny.

Wszelkie rodzaje ruchu praktycznego dają się podzielić na trzy zasadnicze rodzaje:

- 1) ruch trwały,
- 2) ruch krótkotrwały,
- 3) ruch dorywczy.

§ 29. Ruch trwały (RT). Przy ruchu trwałym maszyna znajduje się tak długo pod prądem, aż zostają osiągnięte temperatury nagrzania, odpowiadające stanowi ustalonymu.

Ociążenie przy ruchu trwałym może być: stałe lub zmienne.

Równoważną mocą cechową jest *moc trwała*; moc taką winna maszyna wytwarzać przy pracy próbnej dowolnie długotrwałej, przy czym temperatury i przyrosty temperatur nie powinny przekroczyć granic przepisowych. Wszelkie pozostałe przepisy powinny być przytem zachowane.

§ 30. Ruch krótkotrwały (RK). Przy ruchu krótkotrwałym maszyna znajduje się w ruchu i pod prądem przez czas zgóry określony i na tyle krótkotrwały, iż nie może być osiągnięte nagrzanie maszyny, odpowiadające stanowi ustalonymu. Postój maszyny powinien trwać tak długo, aż maszyna ostygnie do temperatury czynnika chłodzącego.

Równoważną mocą cechowaną jest *moc krótkotrwała*; moc taką maszyna winna wytwarzać przy pracy próbnej, trwającej czas zgóry określony, przy czym temperatury i przyrosty temperatur nie powinny przekroczyć granic przepisowych. Wszelkie pozostałe przepisy powinny być przytem zachowane.

Jako normalny czas trwania pracy próbnej należy uważać:

15, 30, 45, 60 i 90 minut.

Zgodnie z powyższem, moce cechowe krótkotrwałe mogą być:

moc 15-ominutowa	
"	30-o
"	45-o
"	60-o
"	90-o

§ 31. Ruch dorywczy (RD). Przy ruchu dorywczym maszyna podlega dowolnie długiemu szeregowi obciążeń krótkotrwałych, przerywanemu postojami.

Czas trwania obciążenia i następującego po nim postoju, czyli t. zw. gry, nie powinien przekraczać 10 minut. Ruch dorywczy określa się zapomocą t. zw. względnego trwania włączenia t. j. stosunku trwania włączenia maszyny do czasu trwania całej gry. Dla wypadku kiedy trwanie poszczególnych włączeń i następujących po nich postojów jest zmienne, jako względne trwanie włączenia należy uważać stosunek sumy okresów wszystkich włączeń do całkowitego czasu trwania ruchu dorywczego (nie więcej jednak, niż 8 godzin).

Jako normalne względne trwanie włączenia, uważać należy:

15, 25 i 40%.

Równoważną mocą cechową jest *moc dorywczą*; moc taką maszyna powinna wytwarzać przy pracy próbnej, dowolnie długotrwałej o zupełnie równomiernym rozkładzie gry i zgóry określonym względem trwania włączenia, przy czym temperatury i przyrosty temperatur w końcu takiej pracy próbnej nie powinny przekraczać granic przepisowych. Wszelkie inne przepisy powinny być przytem zachowane.

Zgodnie z powyższem moce cechowe dorywcze mogą być:

moc 15-o procentowa	
"	25-o
"	40-o

### C. Nagrzewanie się maszyn.

§ 32. Sposoby pomiaru temperatur. Uznane są trzy następujące sposoby pomiaru temperatur:

- sposób termometryczny,
- sposób opornościowy,
- sposób wskaźników wbudowanych.

§ 33. Sposób termometryczny. Sposób ten przewiduje pomiar temperatury zapomocą termometru, przyłożonego do powierzchni maszyny w miejscu (dostępnym dla tego celu), gdzie należy spodziewać się najwyższej temperatury. Pod nazwą termometru należy rozumieć również z termometrem rtęciowym i alkoholowym również niewbudowane wskaźniki termoelektryczne i oporowe.

W miejscach gdzie mogą się zjawiać wpływy zmiennego lub ruchomego pola magnetycznego należy używać zamiast termometrów rtęciowych termometry alkoholowe.

§ 34. Sposób opornościowy. Sposób ten przewiduje określenie przyrostu temperatury uzwojeń zapomocą pomiaru przyrostu oporności uzwojeń. Przyrost temperatury  $\Delta t$  w °C uzwojeń miedzianych, oblicza się ze wzrostu oporności przy pomocy następujących wzorów, w których

- $t_z$  oznacza temperaturę uzwojenia zimnego,  
 $R_z$  oznacza oporność uzwojenia zimnego,  
 $R_g$  oznacza oporność uzwojenia gorącego,  
 $t_c$  oznacza temperaturę czynnika chłodzącego.

1. Dla maszyn o mocy trwałej lub dorywczej:

$$\Delta t = \frac{R_g - R_z}{R_z} (235,5 + t_z) - (t_c - t_z);$$

2. Dla maszyn o mocy krótkotrwałej:

$$\Delta t = \frac{R_g - R_z}{R_z} (234,5 + t_z);$$

przyczem  $R_z$  i  $t_z$  dotyczą początku badań.

UWAGA: Oporność początkowa — Jeżeli temperatura uzwojenia niema być określona ze wzoru oporności, to temperatura uzwojenia, pomierzona termometrem przed rozpoczęciem próby, winna być praktycznie równa temperaturze powietrza chłodzącego.

§ 35. Sposób wskaźników wbudowanych.

Wskazówki ogólne. W maszynie powinno być conajmniej 6 wskaźników, umieszczonych w sposób najodpowiedniejszy na obwodzie czynnym maszyny, oraz wzdłuż rdzenia w miejscach, gdzie przewidywana jest najwyższa temperatura. Każdy wskaźnik winien pozostawać w najściślejzym zetknięciu z powierzchnią, której temperatura ma być zmierzona, oraz w sposób zabezpieczający go od zetknięcia się z powietrzem chłodzącym.

Dwa boki wiązki na żłobek. Jeżeli uzwojenie posiada dwa boki wiązki na żłobek (uzwojenie dwuwarstwowe) to każdy ze wskaźników należy umieścić między izolowanymi bokami wiązki wewnątrz żłobka.

Więcej niż dwa boki na żłobek. Jeżeli uzwojenie posiada więcej niż dwa boki wiązki na żłobek (uzwojenie wielowarstwowe), to każ-

dy wskaźnik należy umieścić między izolowanymi bokami wiązki w miejscu, gdzie przewidywana jest najwyższa temperatura.

Jeden bok wiązki na żłobek. Jeżeli uzwojenie posiada jeden bok wiązki na żłobek (uzwojenie jednowarstwowe), to każdy wskaźnik winien być umieszczony między powierzchnią zewnętrzną izolacji wiązki i wewnętrzną powierzchnią osłony żłobka i przytem na dnie żłobka, za wyjątkiem wypadku, gdy z dnem żłobka sąsiaduje kanał powietrzny. W tym ostatnim wypadku wskaźnik winien być umieszczony między powierzchnią zewnętrzną izolacji wiązki i wewnętrzną powierzchnią osłony żłobka na ścianie bocznej żłobka, lub też wskaźnik może być wbudowany pomiędzy blachy zęba, w środku zęba i na połowie odległości między dwiema szparami powietrznymi. Dla wypadku stojanów o jednym boku wiązki na żłobek wskaźnik może być umieszczony za zgodą wytwórcy na miedzi, wewnątrz izolacji, wiązki.

UWAGA: Każdy wskaźnik składa się z dwóch styków, jeden z nich znajduje się w maszynie, drugi w zbiorniku z olejem. Wskaźniki termoelektryczne mogą być sprawdzone w sposób następujący: temperaturę styku gorącego, umieszczonego w maszynie, a wskazywaną przez galwanometr, utrzymuje się stałą zapomocą odpowiedniego obciążenia maszyny. Styk chłodny umieszczony jest w zbiorniczku z olejem, którego temperaturę utrzymuje się taką, by odchylenie galwanometru było ujemne. Natępnie olej należy chłodzić, utrzymując go w ruchu przez mieszanie dopóty, dopóki odchylenie galwanometru nie dojdzie do zera. Temperatura oleju w tym momencie, zmierzona zapomocą termometru, odpowiada ściśle temperaturze styku gorącego. Podobny sposób może być użyty przy stosowaniu wskaźników oporowych.

§ 36. Rodzaje materiałów izolacyjnych. Materiały izolacyjne dzielą się na następujące rodzaje:

Rodzaj 0. — Bawełna, jedwab, papier i temu podobne organiczne materiały nienasycone (lub niezanurzone w oleju).

Rodzaj A. — Bawełna, jedwab, papier i temu podobne materiały nasycone, w masie zalewnej lub zanurzone w oleju.

UWAGA: Izolację uważa się za nasyconą, jeżeli powietrze między włóknami usunięte zostało przez odpowiedni materiał nasycający, nawet gdy ten ostatni nie wypełnia całkowicie przestrzeni pomiędzy przewodami izolowanymi. Aby użyty do nasycenia materiał można było uważać za odpowiedni, winien on posiadać dobre własności izolacyjne, powinien całkowicie pokrywać włókna i czynić je przystającymi jedne do drugich i do przewodnika, nie powinien w swym wnętrzu tworzyć przerw pod wpływem ulatniania się rozczynnika lub pod wpływem innej jakiejś przyczyny; nie powinien topić się przy danej temperaturze; nie powinien zmieniać swych własności pod długotrwałym wpływem gorąca.

Rodzaj B. — Mika, azbest oraz podobne nieorganiczne materiały w formie wyrobów, zawierających czynnik wiążący. Jeżeli w związku z izolacją rodzaju B został użyty w małej ilości i dla celów li tylko pomocniczych materiał rodzaju A, to taki złożony materiał może być uważany za należący do rodzaju B pod warunkiem, że pod wpływem temperatury dopuszczalnej dla izolacji B, nie zostaną pogorszone własności elektryczne i mecha-

niczne uzwojenia izolacyjnego (słowo „pogorszyć“ użyte tu jest w znaczeniu: spowodować zmiany, które mogłyby uczynić materiał izolacyjny niezdatnym do trwałej pracy).

Rodzaj C. — Mika bez czynnika wiążącego, porcelana, szkło, kwarc, oraz inne podobne materiały.

Izolacja różnorodna. — Jeżeli izolacja składa się z różnych materiałów (za wyjątkiem przypadków, gdzie wyraźnie izolacja należy do rodzaju B), to przyrost temperatury osiągnięty przez każdy z materiałów, nie powinien przekraczać granicy dopuszczalnej dla danego materiału.

PRZYKŁADY: — a) Jeżeli odmiennie rodzaje izolacyjnego materiału użyte są na różnych częściach jednego i tego samego uzwojenia (np. część uzwojenia w żłobkach i połączenia czołowe), to granicznym przyrostem temperatury dla każdej z tych części osobno będzie przyrost dopuszczalny dla izolacji użytej dla danej części.

b) Jeżeli izolacja jakiegokolwiek części uzwojenia składa się z warstw materiałów, należących do różnych rodzajów (np. warstwy materiału rodzaju A i B), to należy rozróżnić dwa następujące przypadki:

1) Jeżeli możliwe jest zmierzenie temperatury osiągniętej przez każdą z warstw, to każdy z materiałów może dogrzać się do temperatury jemu odpowiadającej.

2) Jeżeli pomiar temperatur poszczególnych warstw jest niemożliwy, to granicznym przyrostem temperatury dla danej części uzwojenia powinien być przyrost dopuszczalny dla materiału najmniej odpornego na gorąco.

§ 37. Przyrost temperatury. — Przyrostem temperatury danej części maszyny, będącej w ruchu trwałym lub dorywczym, nazywamy różnicę temperatury rozpatrywanej części maszyny i temperatury czynnika chłodzącego doprowadzonego, dla wypadku zaś ruchu krótkotrwałego — różnicę temperatur danej części na końcu i początku okresu ruchu.

§ 38. Tablica przyrostów temperatury. — W tablicy V podane są graniczne wartości dopuszczalnych przyrostów temperatur dla maszyn izolowanych materiałami rodzaju A i rodzaju B.

Dla materiałów rodzaju 0, graniczne wartości dopuszczalnych przyrostów temperatury są o 15°C niższe od dopuszczalnych przyrostów temperatur dla rodzaju A.

Dla materiałów rodzaju C, dopuszczalne przyrosty temperatur nie są jeszcze ustalone.

§ 39. Temperatury krańcowe. — Aby otrzymać wartość dopuszczalnych temperatur

T A B L I C A V. (Przyrosty temperatury).

Wiersz	RODZAJ UZWOJENIA	Materiał izolacyjny rodzaju A				Materiał izolacyjny rodzaju B			
		Sposobem termometrycznym	Sposobem opornościowym	Sposobem wskaźników wbudowanych		Sposobem termometrycznym	Sposobem opornościowym	Sposobem wskaźników wbudowanych	
				Uzwojenie 2-u lub wielowarstwowe	Uzwojenie jednowarstwowe			Uzwojenie 2-u lub wielowarstwowe	Uzwojenie jednowarstwowe
Kolumna		1	2	3	4	5	6	7	8
1*	Uzwojenia stojanów maszyn pr. zmiennego o mocy powyżej 5000 kVA lub o długości żelaza czynnego powyżej 1 mtr. . . . .			60°	55°			80°	70°
2	Uzwojenia wirników turbomaszyn pr. zmiennego oraz innych maszyn pr. zm. typu szybkobieżnego. . . . .						90°		
3*	Uzwojenia stojanów maszyn pr. zmiennego, niewymienione w wierszu 1, oraz wszelkie uzwojenia, połączone z komutatorem . . . . .	55°	60°			75°	80°		
4	Uzwojenia wzbudzające maszyn pr. zmiennego i stałego niewymienione w wierszach: 2, 5 i 6 . . . . .		60°				80°		
5	Uzwojenia wzbudzające jednowarstwowe . . . . .	65°	65°			80°	80°		
6	Uzwojenia wzbudzające lub kompensacyjne o małej oporności . . . . .	60°				80°			
7	Uzwojenia izolowane, stale zwarte . . . . .	65°				85°			

\*) patrz § 41.

\*\*) Dla wypadku wskaźników, wbudowanych wewnątrz izolacji (bezpośrednio na miedzi), przyrosty dopuszczalne mogą być podwyższone o 10°C dla materiału rodzaju A i o 15°C dla materiału rodzaju B.

C Z E Ś C I M A S Z Y N		
8	Uzwojenia nieizolowane, stale zwarte	Temperatura tych części nie powinna w żadnym razie przekroczyć wartości, która mogłaby być szkodliwa dla pobliskich uzwojeń.
9	Blachy, nie pozostające w zetknięciu z uzwojeniem	
10	Blachy oraz inne części, pozostające w zetknięciu z uzwojeniami.	Te same graniczne wartości co dla uzwojeń przylegających (bez względu na napięcie).
11	Komutatory i pierścienie ślizgowe.	60° C sposobem termometrycznym.
12	Łożyska.	45° C sposobem termometrycznym.

krańcowych, należy dodać do wartości przyrostów temperatury podanych w tablicy umieszczonej wyżej wartość *normalnej* temperatury otoczenia t. j. 35° C.

Przekroczenie temperatury krańcowej pod żadnym względem jest niedopuszczalne.

Przekroczenie granicznego przyrostu temperatury jest dopuszczalne tylko wtedy, kiedy temperatura czynnika chłodzącego pozostaje stale tak niską, iż niema obawy przekroczenia temperatury krańcowej. W podobnym wypadku na tabliczce cechowej obowiązujące jest podanie najwyższej temperatury czynnika chłodzącego przy jakiej jeszcze maszyna może bezpiecznie pracować. Wszystkie inne postanowienia niniejszych przepisów winny być dla tego wyjątkowego wypadku zachowane.

§ 40. Przyrost temperatury dla uzwojeń powyżej 7000 woltów (patrz tabl. V str. 644 wiersz. 1. Dla uzwojeń maszyn pr. zmiennego o napięciu cechowem powyżej 7000 woltów przyrosty temperatur podane w kolumnach 4 i 8 dla wiersza 1-ego oraz w kolumnach 1 i 5 dla wiersza 3-go, powinny być obniżone o 1,5° C dla każdego 1000 woltów lub części 1000 woltów powyżej 7000 woltów.

UWAGA: Uzwojenia o napięciu cechowem powyżej 15000 woltów stanowiąc mają przedmiot specjalnego porozumienia.

§ 41. Przyrost temperatury uzwojeń maszyn całkowicie zamkniętych. Dla uzwojeń, wymienionych w tabl. V na str. 644 w wierszu 3, lecz w maszynach zamkniętych (symbol Fa lub Fb) dopuszczalny przyrost temperatury może być o 10° C wyższy od podanego w tablicy.

§ 42. Temperatura czynnika chłodzącego. — Maszynę można próbować przy wszelkiej temperaturze powietrza chłodzącego, nie większej jednak od 35° C.

Jakąkolwiek okaże się temperatura powietrza chłodzącego, przyrost temperatury uzwojeń podczas próby nie powinien przekroczyć wartości podanych w tablicy V na str. 644 w razie wyjątkowym można za zobopólną zgodą wytwórcy i nabywcy odstąpić od powyższego postanowienia zarówno co do temperatury czynnika chłodzącego, jak i przyrostu temperatury uzwojenia, jednak pod warunkiem nieprzekraczalności temperatury krańcowej (patrz § 40; wyjątek w § 41).

§ 43. Sposoby pomiaru temperatury powietrza chłodzącego podczas próby (patrz § 34 — wielkość  $t_c$ ).

1) Dla maszyn z chłodzeniem naturalnym (symbol a), z przewietrzaniem własnym (symbol b i b 2) lub obcem (symbol c 2) oraz płaszczowem (symbol d), jeżeli powietrze chłodzące pobierane jest z otoczenia bezpośredniego, za temperaturę czynnika chłodzącego uważać należy wartość średnią odczytów dokonywanych w równych odstępach ostatniej ćwierci czasu trwania próby.

Odczyty powyższe winny być brane jako wartości średnie z odczytów na kilku termometrach, przynajmniej dwóch, umieszczonych w różnych punktach naokoło na poziomie środka maszyny w odległości jednego od dwóch metrów od niej. Termometry należy chronić od wszelkich wpływów ruchu powietrza i promieniowania, pochodzącego

od maszyny badanej, jak i wszelkich innych źródeł.

W celu uniknięcia omyłek, powstających wskutek opóźnienia wpływu zmian temperatury powietrza chłodzącego na temperaturę dużych maszyn, należy użyć wszelkich możliwych środków dla zmniejszenia owych zmian i błędów z nich wynikających.

2) Dla maszyn z przewietrzaniem własnym (symbol b 1) lub obcem (symbol c i c 1), jeżeli powietrze chłodzące doprowadzone jest zapomocą rur, oraz

3) Dla maszyn z chłodzeniem wodnym (symbol e) za temperaturę czynnika chłodzącego uważać należy wartość średnią wskazań termometrów umieszczonych w krońcu wlotowym (dopływowym) i odczytywanych w równych odstępach ostatniej ćwierci czasu trwania próby.

Jeżeli maszyny wymienione w p. 2) i 3) oddają znaczną ilość ciepła powietrzu bezpośredniego otoczenia, to za temperaturę czynnika chłodzącego należy uważać temperaturę, obliczoną ze wzoru na mieszaniny.

$$t_c = \frac{t_o W_o + t_d W_d}{W_o + W_d};$$

Znaczenia liter są następujące:

$t_o$  — temperatura powietrza otaczającego,  
 $t_d$  — temperatura czynnika chłodzącego doprowadzonego,

$W_o$  — ciepło, oddawane powietrzu otoczenia w kW,

$W_d$  — ciepło, oddawane czynnikowi chłodzącemu doprowadzonemu w kW.

Uwaga: Dla maszyn z przewietrzaniem własnym lub obcem, lecz gdy powietrze doprowadzone nie miesza się z powietrzem otoczenia (np. maszyny Fb i Fc) za temperaturę otoczenia należy przyjąć temperaturę obliczoną ze wzoru:

$$t_c = \frac{4t_d + t_o}{5};$$

§ 44. Uwagi, dotyczące pomiaru temperatur uzwojeń.

W razie potrzeby zastosowania pomiaru zarówno sposobem termometrycznym jak i opornościowym, wyniki w żadnym z obu pomiarów nie powinny przekraczać wartości przepisanych.

Pomiar przyrostu temperatury na podstawie wzrostu oporności uzwojeń może być stosowany dla wypadku wszelkich uzwojeń wzbudzających lub uzwojeń stojanów maszyn, dla których sposób wskaźników wbudowanych nie jest wskazany. Pomiar ten natomiast uważać należy za niewłaściwy dla wypadku stojanów turbo-maszyn.

Sposób termometryczny używać należy w wypadkach, w których ani sposób opornościowy ani sposób wskaźników wbudowanych nie może być zastosowany.

Stosowanie sposobu termometrycznego wskazane jest również w wypadkach następujących:

a) Jeżeli sposób opornościowy nie może dać dość dokładnych wyników, jak to ma miejsce w zastosowaniu do uzwojeń o niskiej oporności, zwłaszcza, gdy oporność styków i złącz stanowi znaczną część ogólnej oporności uzwojenia.

b) Dla uzwojeń jednowarstwowych ruchomych i nieruchomych,

c) Jeżeli ze względów masowej produkcji wskazanym jest sposób termometryczny, choć sposób opornościowy jest możliwy.

§ 45. Mierzenie temperatury po zatrzymaniu maszyny.

1) Jeżeli maszynę można prędko zatrzymać po odłączeniu od sieci, to należy zmierzyć temperaturę natychmiast po jej zatrzymaniu, przyczem za miarodajną temperaturę uważać należy największą wartość odczytaną.

2) Jeżeli maszyny nie można zatrzymać od razu po odłączeniu od sieci, to należy mierzyć temperaturę kilkakrotnie w pewnych odstępach czasu tak, aby można było wykreślić krzywą stygnięcia maszyny. Za temperaturę miarodajną należy uważać wielkość otrzymaną przez ekstrapolację krzywej do momentu odłączenia od sieci.

§ 46. Próba nagrzewania (Próba cieplna).

Próba nagrzewania powinna być robiona zgodnie z cechami maszyny lub też wyniki próby powinny być sprowadzone do warunków zgodnych z temi cechami. Bieg próbny należy prowadzić w sposób następujący:

a) Maszyny o mocy trwałej. Próbę można rozpocząć z maszyną zimną lub nagrzaną. Kończy się próbę, gdy temperatura maszyny przestanie wzrastać w sposób widoczny. W każdym razie próba nie powinna trwać dłużej nad 10 godzin.

b) Maszyna o mocy krótkotrwałej. Próbę można rozpocząć albo z maszyną zimną, albo tylko na tyle nagrzaną, iż temperatura najcieplejszego uzwojenia przewyższa temperaturę czynnika chłodzącego nie więcej, niż 3° C. Próbę przerywa się po upływie wyznaczonego na tabliczce czasu.

c) Maszyny o mocy dorywczej. Maszynę próbuje się w ruchu dorywczym równomiernym. Względne trwanie włączenia musi odpowiadać wartości wyznaczonej na tabliczce. Próbę można rozpocząć z maszyną zimną lub nagrzaną. Próbę przerywa się na połowie ostatniego okresu włączenia, gdy temperatura maszyny przestanie wzrastać w sposób widoczny, gra ma wynosić 10 minut.

Uwaga: Temperatura przestaje wzrastać w sposób widoczny, gdy przyrost temperatury nie przekracza 2°C na godzinę.

(Dok. nastąpi).

---

Wobec wyczerpania przepisów budowy i ruchu (P. P. N. E. — 10) Główna komisja Przepisowa P. K. E. wraz z Komisją przepisów budowy i ruchu przystępują do nowego ich opracowania.

Uprasza się o nadsyłanie w terminie do 1 lutego 1930 roku p. a. P. K. E. Sekretarjat Generalny (Czackiego 5) wszelkich uwag co do niejasności i braków pierwszego wydania.

---

## Stowarzyszenie Elektryków Polskich

### ENUNCJACJA ZARZĄDU GŁÓWNEGO S. E. P. W SPRAWIE PROJEKTU UDZIELENIA UPRAWNIENIA FIRMIE W. A. HARRIMAN AND Co, INC.

W związku ze sprawą projektu udzielenia uprawnienia firmie W. A. Harriman and Co, Zarząd Główny Stowarzyszenia Elektryków Polskich uchwalił na posiedzeniu w d. 8.XI następującą enuncjację:

1) Zważywszy, że Stowarzyszenie Elektryków Polskich, mając charakter czysto naukowo-techniczny, nie czuje się powołanem do zabierania głosu w sprawach natury gospodarczo-finansowej,

2) że projekt koncesji Harrimana zawiera tak mało danych technicznych, iż wypowiedzenie się co do jego wartości technicznej, co jedynie mogłoby wchodzić w zakres działania Stowarzyszenia, na podstawie tych tylko danych nie jest możliwym,

3) że w sprawie tak ważnej, jak projektowana koncesja Harrimana, nie podobna rozpatrywać strony technicznej, bez poruszenia gospodarczo-finansowej i odwrotnie, gdyż obie te strony są ze sobą ściśle i organicznie związane.

Zarząd Główny S. E. P. nie uważał za możliwe zabieranie głosu w tej sprawie w imieniu wszystkich swych członków. Zarząd uważa, że ciałem najbardziej powołanem do wypowiedzenia się w tej sprawie jest Państwowa Rada Elektryczna, łącząca w sobie przedstawicieli tak organizacyj gospodar-

czo-finansowych, jak społecznych i naukowych, w której Stowarzyszenie posiada swych delegatów, i że delegaci ci jedynie tam mogli przedstawić punkt widzenia Stowarzyszenia.

Tem niemniej S. E. P. gotowe jest każdej chwili, na żądanie zainteresowanych czynników, powołać specjalną Komisję i zbadać stronę techniczną zagadnienia, o ile będą mu udostępnione odnośne dane projektu.

#### ZARZĄD GŁÓWNY.

Zarząd Główny Stowarzyszenia Elektryków Polskich podaje do wiadomości, że zgodnie ze statutem S. E. P. i § 12 Regulaminu Polskiego Komitetu Elektrotechnicznego, Prezydium P. K. E. przyjęło definitywnie dnia 8.XI b. r. kandydaturę p. inż. Józefa Podoskiego na Sekretarza Generalnego Stowarzyszenia i Komitetu. Pan inż. J. Podoski objął funkcje Sekretarza Generalnego z dniem 5 listopada b. r.

P. Dr. W. Moroński pełni funkcje p. o. Sekretarza Generalnego do dnia 1 stycznia 1930 roku.

Podając powyższe do wiadomości uprzejmie prosimy o skierowywanie wszelkiej korespondencji dla S. E. P. oraz dla P. K. E. pod adresem Sekretarjatu Generalnego Stowarzyszenia, Czackiego 5 m. 24 Warszawa,



Na posiedzeniu Zarządu Głównego S. E. P. w dniu 8.XI b. r. załatwiono m. in. następujące sprawy:

1) Uchwalono, że sumy z wpisowego tak członków indywidualnych, jak i członków zbiorowych mają być zatrzymywane w całości przez Oddziały Stowarzyszenia.

Jednocześnie zwrócono uwagę na konieczność intensywnego zdobywania przez Oddziały członków zbiorowych, a to zważywszy na szereg niezmiernie pilnych i ważnych prac normalizacyjnych i przepisowych, na wzmoczenie akcji wydawniczej, oraz na potrzebę rozwoju Stowarzyszenia w związku z jego nową organizacją.

2) W związku ze sprawą projektu udzielenia uprawnień firmie W. A. Harriman and Co Zarząd Główny Stowarzyszenia Elektryków Polskich uchwalił opublikować enuncjację, która podana jest osobno na str. 646.

3) Postanowiono wziąć udział w uroczystości 50-cio letniego Jubileuszu Deutscher Elektrotechnischer Verein w dniu 24 — 27 stycznia 1930 roku, na którą to uroczystość S. E. P. otrzymało zaproszenie, zredagowane w bardzo uprzejmym i serdecznym tonie. Wyjazd na uroczystość na własny koszt. O ile kto z pp. Kolegów zamierza wziąć w zjeździe tym udział, proszony jest o zgłoszenie się z wczasu do Sekretariatu Generalnego S. E. P.

4) Zatwierdzono Regulamin Oddziału Poznańskiego. Regulamin ten zostanie opublikowany w Przeglądzie Elektrotechnicznym.

5) Poza tem załatwiono, względnie omówiono szereg spraw bieżących, a więc sprawy finansowe, statystyki ogólnej produkcji elektrotechnicznej i zużycia prądu, powołanie do życia Komisji dla opracowania przepisów o ochronie linii telekomunikacyjnych i urządzeń kanalizacyjnych od prądów błędzących, sprawy działu elektrotechnicznego słownika Akademii Nauk Technicznych, wreszcie stosunku i współpracy z Ministerstwami.

**OD SKARBNIKA S. E. P.**

Oddziały: Warszawski i Lwowski uregulowały swoje należności w czasie właściwym.

Oddział Krakowski:

Obciążenie: pozostałość z 1928 r. zł. 290.—  
 (290+250+250+250) „ 1040.— zł. 1330.—  
 Uznanie (150+140+150+140+270) „ „ 850.—  
 Dług zł. 480.—

Oddział Łódzki:

Obciążenie (500+510+510+510) . . . . . zł. 2030.—  
 Uzn. (200+200+100+400+318,65+310+24) „ 1552,65  
 Dług zł. 447,35

Oddział Toruński:

Obciążenie (190+160+160) . . . . . zł. 510.—  
 Uznanie (160+160+164) . . . . . „ 484.—  
 Dług zł. 26.—

Oddział Poznański:

Obciążenie: pozostałość z 1928 r. zł. 540.—  
 (350+350+340+350) „ 1390.— zł. 1930.—  
 Uznanie (250+440+150+324+350) . . . . . „ 1514.—  
 Dług zł. 416.—

Oddział Sosnowiecki:

Obciążenie (350+360+350+350) . . . . . zł. 1410.—  
 Uznanie (10+350+350+10+350+130) . . . . . „ 1200.—  
 Dług zł. 210.—

Oddział Radomski:

Obciążenie (60+60+60+60) . . . . . zł. 240.—  
 Uznanie (60+60+60) . . . . . „ 180.—  
 Dług zł. 60.—

Oddział Bydgoski:

Obciążenie: pozostałość z 1928 r. zł. 10.—  
 (130+130+130+130) „ 520.— zł. 530.—  
 Uznanie . . . . . „ 140.—  
 Dług zł. 390.—

Zadłużenia takie utrudniają wykonanie budżetu, a zgodnie z uchwałą b. Rady Delegatów z dn. 7.6.25 r. skarbnicy Oddziałów mają obowiązek zapłacenia składek w pierwszym miesiącu każdego kwartału zgóry.

**Oddział Warszawski.**

Zgłoszenia na członków zwyczajnych:

- Kol. Nałęcz Stanisław, Krochmalna 48 m. 22.
- Kol. Młodkowski Janusz, Kawęczyńska 16 m. 5.
- Kol. Sokołowski Zenon, Pruszków, Chemiczna 4.
- Kol. Żemajtis Włodzimierz, Grójecka 39 pok. 328.
- Kol. de Michelis Bronisław Juliusz, Topolowa 1 m. 7.
- Kol. Kuczyński Witold, Bagatela 12-A m. 12.
- Kol. Toczyłowski Henryk, Koszykowa 70 m. 22.
- Kol. Kuszętko Władysław, Grójecka 39 pok. 304.
- Kol. Mosiewicz Paweł, Koszykowa 70 m. 22.
- Kol. Wize Witold, Polna 50 m. 50.
- Kol. Kochanowski Stanisław, Żelazna 29 m. 25.

Na członka zwyczajnego przyjęty został kol. Pojawski Mieczysław, Marszałkowska 1 m. 27.

**BIBLIOGRAFJA**

Czechosłowacki rocznik elektrotechniczny (Elektrotechnická ročenka ESC 1929), wydany przez Elektrotechniczny Związek Czechosłowacki (ESC) Praga XII Vocelowa 3. Redaktor M. V. Ptacek. Format normalny A4 296 stron, liczne ilustracje i wykresy, 2 tablice, 5 map. Cena w oprawie 200 koron czeskich).

Książka ta ma charakter jubileuszowy, gdyż została wydana w 10-tym roku istnienia Czechosłowackiego Związku Elektrotechnicznego. Po zarysie działalności Związku podane są nowe normy i przepisy bezpieczeństwa, cechy ESC dla różnego sprzętu elektrotechnicznego, mapa kraju ze wskazaniem stacji służby wodnej, informacje

o przemyśle elektrotechnicznym, ruch cen, przywóz i wywóz (w roku 1928 imp. 265 milionów koron, eksp. 110 milionów), tablica przedstawiająca działalność Centralnego Urzędu Miar, spis ostatnich patentów i znaków fabrycznych.

Dzielo to zawiera informacje o przemyśle elektrotechnicznym i bibliografię wydawnictw czeskich o elektrotechnice.

Część, poświęconą wytwarzaniu i rozdzielaniu energii elektrycznej, poprzedza krótkie omówienie elektryfikacji planowej i szczegółowa statystyka 456 zakładów elektrycznych, trudniących się sprzedażą prądu. Ogólna produkcja

kraju, licząc w tem zakłady prywatne, wytwarzające energię na własne potrzeby, wynosiła w roku 1927 — 1700 milionów kWh, co stanowi 125 kWh na mieszkańca (roczny wzrost 12,5%). Długość linii wysokiego napięcia wynosiła w roku 1927 — 20800 km (wzrost 17,5%).

Podany jest następnie wykaz 6000 gmin zelektryzowanych ze wskazaniem rodzaju prądu, napięcia, okręgów, liczby mieszkańców i cen prądu. Część adresowa zakończona jest spisem spółdzielczych towarzystw rozdzielczych, komunalnych lub okręgowych oraz spisem wytwórców i sprzedawców materiału elektrotechnicznego.

## PRZEMYSŁ I HANDEL.

**Żur.** — Dodatkowo do notatki o elektrowni w Żurze (str. 598) podajemy następujące szczegóły:

W dniu 26 sierpnia 1929 r. odbyło się poświęcenie kamienia węgielnego pod halę maszyn zakładu wodno-elektrycznego w miejscowości Żur w powiecie świeckim na Pomorzu, który jest własnością i drugim tego rodzaju zakładem Pomorskiej Elektrowni Krajowej „Gródek” Sp. Akc. w Toruniu.

W stosunku do I. zakładu wodno - elektrycznego „Gródka” w miejscowości Gródek, odległej o 6 km od stacji kolejowej Laskowice, który posiada moc 5650 koni mechanicznych ze zdolnością produkcyjną około 16,5 milionów kilowatogodzin rocznie, nowy zakład wodno - elektryczny w Żurze będzie wyposażony w dwie turbiny wodne systemu prof. Kaplana po 6000 KM, o osi pionowej, sprzężonej bezpośrednio z dwiema prądnicami ze zdolnością produkcyjną około 14,5 milionów kWh rocznie.

Zakład w Żurze uruchomiony zostanie na początku grudnia roku bieżącego. Ogólny koszt budowy zakładu wynosi około dziesięciu milionów złotych.

Zakład wodno - elektryczny w Żurze jest zakładem szczytowym i ma na celu pokrycie i usprawnienie zwiększonego zapotrzebowania portów wojennego i handlowego w Gdyni, do których Spółka Akcyjna „Gródek” dostarcza energii elektrycznej już od 1 - g o m a j a 1928 r.

Obecny stan prac (koniec października 1929 r.) przedstawia się następująco:

Wszystkie prace ziemne są już na ukończeniu. Zapora znajduje się w stanie technicznie gotowym (160 000 m<sup>3</sup> gliny), obecnie kończy się tylko ostatnie drobne prace. Wykop pod kanał roboczy długości 900 metrów gotowy, obecnie kończy się betonowanie. W dziedzinie maszyn, montaż turbin wodnych na ukończeniu, część maszyn elektrycznych (pochodzenia szwedzkiego, firmy „ASEA”) znajduje się już na miejscu, reszta nadejdzie do Żuru przez Port Gdyniński na początku listopada r. b. Rozdzielnia 60 kV budowana i przygotowana technicznie już dla 100 kV będzie pierwszą w Polsce rozdzielnią pod gołym niebem.

Aparaty (np. odłączniki 60 kV oraz dla napięć 15 i 6 kV) zostały zbudowane we własnej fabryce w Gródku.

Oдноśnie stanu elektryfikacji na Pomorzu nadmieniamy, że na Pomorzu znajduje się obecnie 36 zakładów elektrycznych, z których produkcja wyniosła w roku 1928 ogółem około 33,5 milionów kWh. Reszta z wymienionych 36 zakładów, t. j. 15 zakładów, są to zakłady przetwarzające i rozdzielające energię zakupioną z zewnątrz.

Po uruchomieniu zakładu w Żurze zakłady wodno - elektryczne „Gródek — Żur” będą reprezentować moc 17 650 koni mechanicznych z roczną produkcją około 31 milionów kWh. Zakłady „Gródka” są obecnie największymi zakładami wodno - elektrycznymi w Polsce“.

Z powodów od czasopisma niezależnych (przerwa w pracy drukarni) zeszyt niniejszy wychodzi z opóźnieniem. Pociągnie to, niestety, opóźnienie i najbliższych zeszytów następnych.