

A 1192



PRZEGLĄD MECHANICZNY

ORGAN CENTRALNEGO
ZARZĄDU PRZEMYSŁU
METALOWEGO

i
STOWARZYSZENIA
INŻYNIERÓW I TECH-
NIKÓW MECHANIKÓW
POLSKICH

Rok VIII

Warszawa, Kwiecień - Maj - Czerwiec 1949 rok

Zeszyt 4-5-6

O prawdziwy plan techniczny

Inż. MIECZYŚLAW LESZ

Cel i znaczenie właściwego planu technicznego i określenie zadań objętych planem. Plany techniczne zakładów produkcyjnych z uwzględnieniem „wąskich gardeł” poszczególnych oddziałów. — Koszty produkcji i możliwość ich obniżenia. — Analityczne wskaźniki produkcji. — Naukowe ustalanie wskaźników produkcji i porównywanie ich z wskaźnikami produkcji krajów technicznie przodujących. — Plany techniczne poszczególnych resortów jako części składowe planu ogólnie krajowego.

Z pośród nowych zagadnień gospodarczych plan techniczny wywołał najwięcej nieporozumień ze względu na to, że z pojęciem planu technicznego łączono pojęcie „maksymalnego wykorzystania zdolności produkcyjnych”. Plan techniczny traktowano niejednokrotnie jako metodę służącą dla obliczania tych zdolności.

Wobec tego, że w definicji planu technicznego było wspomniane o obniżeniu kosztów — uważano nieraz, że plan techniczny jest niemal że planem nakładów, a przynajmniej planem oszczędności materiałowych.

Ponieważ plan techniczny miał być kontrolowany przy pomocy szeregu wskaźników techniczno-ekonomicznych, rozumiano wreszcie plan techniczny jako plan polepszenia tychże wskaźników, odrywając go od tych techniczno-organizacyjnych środków, które mają w ostatecznym rezultacie dać poprawę wskaźników.

Biorąc pod uwagę, że plan techniczny stanie się już w roku bieżącym nieodłączną częścią planu każdego zakładu, Zjednoczenia, Centralnego Zarządu, a także planu kolei, budownictwa, poczty itp., trzeba wyjaśnić czym jest, a czym nie jest plan techniczny.

Plan techniczny jest planem techniczno-organizacyjnych i naukowo-badawczych prac, zmierzających do tego, by produkować lepiej i taniej. Winien on wobec tego zawierać dane (plan przedsięwzięć) dotyczące powiększenia produkcji przez maksymalne wykorzystanie i modernizację aparatu wytwórczego, polepszenia jakości przez ulepszenie technologii i ścisłe jej przystrzeżenie oraz w rezultacie obniżenie kosztów własnych. Plan techniczny stawia sobie również za cel opanowanie względnie zaprojektowanie nowych procesów technologicznych i konstrukcji.

Ponieważ możliwości i zakres prac naukowych i techniczno-organizacyjnych w jednostkach gospodarczych nadrzędnych (np. w Centralnych Zarządach) są o wiele większe niż w zakładach pracy,

ich plan techniczny jest pełniejszy, bardziej dalekowszerczny, niż plan techniczny zakładu.

Wobec konieczności wprowadzenia w życie całego szeregu zasadniczych zmian technologicznych, okazuje się, że opracowanie ich i zrealizowanie siłami jednego zakładu, czy Zjednoczenia jest niemożliwe. Często dla ich wprowadzenia trzeba wysiłku całej gałęzi lub nawet kilku gałęzi przemysłu. Np. mechanizacja załadunku podziemnego albo wprowadzenie systemu centralnego dispetchingu transportem dołowym nie może być wprowadzone siłami nie tylko jednej kopalni, ale nawet siłami jednej gałęzi przemysłu, choćby tak wielkiej jak przemysł węglowy.

Plan techniczny fabryki jest to opis tych techniczno-organizacyjnych zmian w technologii wytwarzania, które będą wprowadzone w danym okresie operacyjnym. Plan ten musi brać za podstawę plan produkcji, w szczególności tzw. wąskie gardła aparatu wytwórczego. Zły byłby taki plan techniczny zakładu, któryby nie brał pod uwagę przewidywanych trudności w wykonaniu planu produkcji, wąskich gardeł aparatu wytwórczego, elementów technologii mogących obniżyć jakość i t. d.

Dlatego przed opracowaniem planu technicznego zakładu należy zdać sobie sprawę ze zdolności produkcyjnych poszczególnych oddziałów wytwórczych oraz z tych czynników, od których ta zdolność zależy. Trzeba wiedzieć dokoła jakich zagadnień i trudności należy mobilizować personel techniczny, nowatorów produkcji i całą załogę.

W tym celu należy przed przystąpieniem do opracowania planu technicznego dokonać obliczenia zdolności wytwórczych poszczególnych stanowisk pracy.

Obliczenie to będzie bardzo różne, w zależności od gałęzi przemysłu, a nawet branży. W fabryce metalowej będzie to obliczenie rozporządzalnych i niezbędnych dla wykonania planu maszynogodzin każdego typu obrabiarki, w kopalni węgla — obliczenie teoretycznie możliwego wydobycia ze względu na

rozporządzalny front robót, przepustowość transportu dołowego, zaopatrzenie w energię, w materiał dla podsadzki, przepustowość wyciągów i t. d.; w hucie — obliczenie teoretycznie możliwej produkcji wielkiego pieca czy stalowni, w zależności od wymiarów geometrycznych tych agregatów, fizyko-chemicznych warunków procesów i t. d.

Wyniki obliczenia zdolności produkcyjnej z jednej strony służą jako jedna z podstaw planu produkcji, z drugiej wskazują wyraźnie gdzie wykonanie planu produkcyjnego może napotkać trudności, na co plan techniczny winien przede wszystkim zwrócić uwagę. Jeżeli np. okaże się, że wąskim gardłem aparatu wytwórczego kopalni jest jej transport dołowy, plan techniczny tej kopalni musi bezwzględnie przewidzieć jego modernizację.

Ale plan techniczny ma nie tylko — jak sądzą niektórzy ułatwić wykonanie planu produkcji.

Plan techniczny stawia sobie zadania dalej idące.

Najważniejszym z tych zadań jest obniżenie kosztów produkcji.

Koszta produkcji dadzą się w ostatecznym rachunku podzielić na trzy podstawowe części: koszt surowców, (materiałów pomocniczych i ruchowych) fundusz płacy i odpisy amortyzacyjne.

Dlatego też plan techniczny musi mieć na oku zmniejszenie tych trzech źródeł powstawania kosztów. Zastępowanie surowców droższych — tańszymi, (np. metali kolorowych — żelazem), zmniejszenie odpadków (np. przez przejście z kucia wolnego na matrycowe), wykorzystanie użyteczne odpadków (np. wykorzystanie cyny z odpadków białej blachy).

Wszystko to są środki zmierzające do obniżenia kosztu surowców.

Drogą do zmniejszenia kosztów robocizny, a tym samym wydatk na jednostkę produkcji jest powiększenie wydajności, dokonywane w wyniku mechanizacji pracy, automatyzacji niektórych czynności, przyspieszania procesów wytwórczych (intensyfikacji), a także stosowania nowych metod technologicznych. Zmniejszenie odpisów amortyzacyjnych osiąga się przez lepsze wykorzystanie maszyn, likwidację wszelkiego rodzaju biegów jałowych, postojów, lepsze wykorzystanie miejsca i t. d.

Plan techniczny musi przewidywać te wszystkie środki, które w fabryce mogą znaleźć zastosowanie. Należy porównywać koszty poniesione przy ich realizacji z osiągniętą oszczędnością.

Kierownictwo pojedynczego zakładu pracy nie zawsze zdaje sobie sprawę w jakim kierunku należy iść, jak należy modernizować technologię.

Dlatego kierownictwa branż przemysłowych i resortów gospodarczych winny wskazywać drogę postępu technicznego w swojej gałęzi gospodarki.

Jako jedną z form można polecić opracowanie dla każdej branży zbioru pytań i zagadnień, któryby kierownikowi zakładu wskazywał kierunek rozwoju techniki w jego branży. Np. dla procesu wielkopiecowego należałoby postawić zagadnienie aglomeracji, obniżenie domieszek w koksie, podniesienie temperatury dmuchu, mechanizacji składów i wyciągów i t. d.; dla fabryki metalowej zagadnienie przechodzenia na narzędzia ze stopów spiekanych, stosowania uchwytów automatycznych, obróbki wielonarzędziowej i t. d.

Taki branżowy zbiór pytań i zagadnień planu technicznego jest poważnym ułatwieniem dla kierownictwa zakładu w jego pracy nad planem technicznym. Łącznie z obliczeniem zdolności produkcyjnych i planem produkcji stanowi on materiał do dyskusji dla narad personelu technicznego i narad nowatorów nad planem technicznym.

Stopień wprowadzenia nowej techniki do przedsiębiorstwa dają celowo opracowane wskaźniki liczbowe charakteryzujące stopień nowoczesności urządzeń i zastosowanej technologii. Takim wskaźnikiem jest np. udział aglomeratu we wsadzie rudnym procesu wielkopiecowego, udział narzędzi ze stopów spiekanych w fabryce metalowej, udział wagonów hamowczych w ogólnej liczbie wagonów na kolei, udział zmechanizowanego urobku w ogólnym urobku kopalni i t. p.

Wszystkie te i tym podobne wskaźniki możnaby nazwać wskaźnikami analitycznymi, ponieważ oświetlają one poszczególne wybrane elementy technologii, nie dają natomiast pojęcia o ostatecznym rezultacie zastosowania wszystkich tych środków. O tym ostatnim mówią wskaźniki techniczne, charakteryzujące ostateczny rezultat techniczno-ekonomiczny wszystkich techniczno-organizacyjnych środków. Wskaźniki te charakteryzują przeważnie intensywność (szybkość przebiegu) procesu, albo inaczej mówiąc wykorzystanie urządzeń produkcyjnych.

Do takich wskaźników sumujących cały włożony wysiłek należy np. w hutnictwie wskaźnik objętościowy wielkiego pieca, w elektrowni ilość zużytego ciepła na jednostkę energii, na kolei — obrót wagonu, średnia szybkość itd.

Większość wskaźników zarówno jednych jak i drugich ma charakter ściśle branżowy, są jednak niektóre, mogące znaleźć zastosowanie w całym szeregu gałęzi gospodarki.

Takim wskaźnikiem analitycznym jest np. zużycie mocy na jednostkę produkcji, charakteryzujące stopień elektryfikacji procesów wytwórczych.

Takim powszechnie stosowanym wskaźnikiem syntetyzującym wysiłek techniczny jest wskaźnik wykorzystania kapitału (stosunek rocznej wartości produkcji do majątku stałego).

Zakład pracy winien osiągnięte wskaźniki techniczne porównywać z normą ustaloną z góry przez władzę zwierzchnią. Tak np. wielki piec o określonej objętości, określonym udziale aglomeratu, określonej jakości koksu, określonej temperaturze dmuchu winien dawać określoną ilość produkowanego gatunku surowki z jednego m³ objętości. Cyfrę tę, dającą się naukowo uzasadnić nazywamy normą techniczną. Normę należy porównywać z faktycznie osiągniętymi wartościami wskaźnika.

Plan techniczny jednostek nadrzędnych zawiera wypośredkowane wskaźniki techniczne dla całej gałęzi przemysłu, które należy porównać z jednej strony z ustaloną naukowo normą wskaźnika, z drugiej z osiągnięciami krajów technicznie przodujących, a w szczególności z osiągnięciami radzieckimi. Tak np. dla kopalnictwa węglowego należy ustalić w planie technicznym średnią zaplanowaną szybkość posuwania się robót przygotowawczych, robót odbudowy ścianowej w mb. miesięcznie i t. d. i porównać z wynikami radzieckimi.

Ale plan techniczny Centralnego Zarządu wzgl. resortu gospodarczego jest nie tylko sumą planów technicznych przedsiębiorstw. Powinien on zawierać plan takich organizacyjno-technicznych przedsięwzięć, które nie dadzą się zrealizować siłami jednego zakładu, a muszą być realizowane siłami całej gałęzi przemysłu. Są to zasadnicze zmiany technologii, wymagające znacznej pracy przygotowawczej, naukowej i eksperymentalnej oraz współpracy szeregu zakładów pracy, a nawet szeregu gałęzi przemysłu.

Te właśnie zasadnicze zmiany technologii winny znaleźć odbicie w planie technicznym Centralnego Zarządu resortu. Plan ten winien zawierać również plan badań Naukowych Instytutów Badawczych zharmonizowany z planem technicznym odnośnej gałęzi gospodarki, lecz wyprzedzający go w czasie.

Pozostaje na razie otwarte zagadnienie metodologii planowania prac naukowo-badawczych. Planowanie w czasie prac badawczych napotyka na pew-

ne trudności. Rozpoczynając pracę, często niełatwo przewidzieć w jakim okresie czasu będzie ona zakończona; tym niemniej metodologia planowania takich prac musi być w najbliższym czasie opracowana.

Są niektóre zagadnienia planu technicznego nie dające się rozwiązać nawet siłami całego resortu gospodarczego. Np. żądane przez huty podawanie rudy w wagonach samowładowczych wymaga nie tylko zmiany metod wyładunku rudy w portach, ale i przeładunku węgla, zarówno w portach jak również na kopalni (zwolnionymi z pod rudy wagonami będzie transportowany węgiel do portów). Podobnym zagadnieniem jest np. mechanizacja budownictwa, wprowadzenie na kolejach kontenerów i t. p.

Wszystkie te zahaczające o wiele dziedzin życia gospodarczego przedsięwzięcia, muszą znaleźć odbicie w ogólnokrajowym długofalowym planie technicznym, będącym podstawą technicznego postępu całej naszej gospodarki.

O właściwą strukturę studiów magisterskich na mechanicznych wydziałach Politechnik

Prof. inż. JERZY BUKOWSKI

Cel i zadania studiów magisterskich. — Struktura organizacyjna studiów na stopniu magisterskim na tle dotychczasowego czteroletniego ustroju studiów. — Metodyka organizacji studiów. — Typowe kierunki specjalizacji oparte na niezbędnych naukach podstawowych. — Konieczność głębokiej specjalizacji na studiach magisterskich w wyniku potrzeb przemysłu. — Charakterystyka absolwentów pierwszego inżynierskiego i drugiego magisterskiego stopnia nauczania.

Reforma wyższego szkolnictwa technicznego, polegająca na dwustopniowości szeregowej nauczania i studiów, jest faktem dokonany. Zadania jakie ma spełniać każdy z dwu stopni, a więc t. zw. inżynierski i magisterski, są wyraźnie nakreślone. Program stopnia inżynierskiego wymaga jeszcze sprecyzowań, zwłaszcza w zakresie III-go roku studiów, nie stanowi jednak problemu otwartego.

Szczegóły, zarówno programu jak i metod nauczania na stopniu inżynierskim, ulegną niewątpliwie korektom, podyktowanym doświadczeniem. Podstawowym zadaniem w tej dziedzinie jest realizacja programu oraz, uznanych za celowe, metod nauczania.

W dotychczasowych dyskusjach na plenum Sekcji Technicznej Rady Głównej oraz w zespole powołanym do opracowania programów Wydziałów Mechanicznych, ustrój i program studiów magisterskich został skonkretyzowany jedynie pod względem zadania, jakie ma spełniać. Zadanie to możnaby streścić w następujących głównych punktach:

1. wykształcenie konstruktorów, zdolnych do samodzielnego rozwiązywania szerszych i nie typowych zagadnień w poszczególnych dziedzinach budowy maszyn;

2. przygotowanie samodzielnich pracowników naukowo-badawczych w różnych dziedzinach techniki maszynowej.

W obu przypadkach studia muszą rozwijać zdolności twórcze i przez należytą podbudowę podstawowych nauk teoretycznych, dać przygotowanie do rozwiązywania zagadnień, stanowiących przyczynki postępu technicznego.

Zdaniem autora, studia magisterskie mechaniczne powinny również uwzględnić zagadnienia technicznego planowania i organizacji wytwórczości w najszerszym zakresie.

Studia magisterskie mogą spełniać swe zadanie przez:

a) pogłębienie i rozszerzenie podstaw teoretycznego przygotowania,

b) specjalizację w poszczególnych dziedzinach techniki maszynowej,

c) przygotowanie studentów do pracy samodzielnej: „nauczanie” musi być zastąpione przez studia w istotnym znaczeniu tego słowa,

d) prace naukowo-badawcze poszczególnych zakładów naukowych, a więc prace pozadydaktyczne personelu naukowego.

Powstaje pytanie zasadnicze: jaka ma być struktura organizacyjna studiów na stopniu magisterskim? Czy byłby tutaj celowy podział wydziału na oddziały i sekcje w sposób przyjęty w politechnikach o ustroju czteroletnim?

Poddajmy krytyce ostatnią alternatywę. W politechnice o ustroju dotychczasowym, student wybierał specjalizację po ukończonych dwu latach studiów, obejmujących podstawowe nauki teoretyczne i technologiczne oraz wykształcenie konstrukcyjne w zakresie projektowania części maszyn.

Trzeci i czwarty rok studiów miały charakter specjalny, jednak z konieczności, ze znaczną ilością wspólnych przedmiotów z ogólnej dziedziny budowy maszyn (obrabiarki, dźwignice, silniki spalinowe, maszyny wodne, jeśli wymienimy tylko najbardziej roz-

bieżne, co do charakteru konstrukcji, dziedziny). W dążeniu do rozszerzenia i pogłębienia przedmiotów specjalnych, kurczyła się z biegiem lat liczba przedmiotów wspólnych. Wykłady pełne zastępowano dla pewnych oddziałów wykładami skróconymi, które nie zupełnie szczęśliwie, nazywano często encyklopediami: silników spalinowych, pomp, kotłów parowych itd.

Nadmierna liczba przedmiotów wykładanych tylko w skrótach oraz niedostateczne wciąż pogłębianie dziedzin specjalnych mogły doprowadzić do kryzysu i cofnięcia się od nadmiernej specjalizacji do pogłębienia podstawowych dziedzin techniki maszynowej. Stanowiłoby to, być może, zdrowy nawrót do „jakościowego”, a nie „ilościowego” zagadnienia w organizacji studiów.

Wprowadzenie w studiach magisterskich przy nowym ustroju dwustopniowym podziału na oddziały lub sekcje dawnego typu: konstrukcyjną lub energetyczno konstrukcyjną, technologiczną, samochodową, kolejową, lotniczą, papierniczą itd., doprowadzić by musiało, wcześniej czy później, do wyżej wspomnianego kryzysu. Przy dzisiejszym rozwoju techniki maszynowej każdy z oddziałów obejmie bardzo szeroki zakres zagadnień.

Organizacja studiów w ramach oddziałów, czy też sekcji, o ich dotychczasowej strukturze, doprowadziłaby z konieczności do kształcenia encyklopedystów o szerokim, być może, wachlarzu wiadomości, jednak bez należytego pogłębienia dziedzin specjalnych.

Z wymienionych na wstępie zadań podstawowych studium magisterskiego: specjalizacja nie zostałaby zgłębiona, przygotowanie studenta do pracy samodzielnej byłoby wątpliwe, praca naukowa zakładów pozostałaby bez poważniejszej łączności z pracami dydaktycznymi, wreszcie, podstawowe nauki teoretyczne nie miałyby powiązania organicznego z naukami ściśle inżynierskimi.

Wypowiedziany powyżej pogląd wymaga uzasadnienia. Weźmy dla przykładu wykształcenie inżyniera magistra w specjalności samochodowej. Na zasób wiedzy takiego specjalisty musiałyby w dotychczasowym ujęciu składać się pogłębione studia w dziedzinach: silników spalinowych (nie wykluczając nadto innych środków napędowych), mechanizmów podwozia, budowy nadwozia, osprzętu elektrycznego, hydrauliki, technologii materiałów konstrukcyjnych, nie mówiąc już o problemach fabrykacyjnych i organizacyjnych produkcji masowej, tak ważnych przy budowie samochodów. Poza tym musiałyby być uwzględnione zagadnienia z dziedziny mechaniki jazdy: stateczność, sterowność i związane z tym sprawy jezdni i ogumienia. Fachowiec dodałby do przytoczonych pozycji kilka, lub kilkanaście zagadnień z tej dziedziny, które specjalista samochodowy nie tylko „powinien”, ale „musi” mieć opanowane.

Nie zamierzamy wyliczać przykładów innych specjalności. Wydaje się oczywiste, że obciążenie w czasie studiów tak szerokim i różnorodnym materiałem przyszłego magistra, z równoczesnym przygotowaniem go do twórczej metodycznej pracy w dziedzinie rozwoju budowy samochodów, nie jest w okresie dwuletnich studiów możliwe.

Zdaniem autora nie doprowadzą również do celu „podspecjalizacje” w rodzaju kształcenia kierunkowego na stopniu inżynierskim, z wyodrębnieniem kierunków: konstruktorskiego, ruchowego i wytwórczego (tym razem w zakresie dziedzin specjalnych).

Jedynie celowym rozwiązaniem ustroju studiów na stopniu magisterskim wydaje się wyodrębnienie dziedzin wiedzy technicznej, mających wspólne podstawy teoretyczne, opierające się na podobnych metodach badawczych, wreszcie, jeśli chodzi o zagadnienia konstrukcji — związane wspólnymi cechami przeznaczenia użytkowego i zasad działania.

Każda z dotychczasowych „specjalności” rozpadłaby się wówczas na pewne grupy zagadnień, które wyłoniłyby po zsumowaniu nowe, istotne kierunki specjalizacji. Zamiast dotychczasowych specjalizacji: technologicznej, ogólnokonstrukcyjnej, samochodowej, kolejowej itd. powstałyby kierunki studiów specjalnych, o podobnej niekiedy nazwie, lecz innej treści — materiałoznawstwa, technologii mechanicznej, organizacji zakładów wytwórczych i planowania produkcji, energetyki cieplnej, urządzeń i maszyn hydraulicznych, urządzeń transportu wewnętrznego, trakcji szynowej — jeśli ze znacznej liczby możliwych kierunków wymienimy dla przykładu zaledwie kilka.

Przy dawnym ustroju politechnik taka struktura studiów specjalnych byłaby trudna, lub wogóle nie możliwa do zrealizowania. W układzie dwustopniowym absolwent stopnia inżynierskiego posiadać będzie w zakresie dostatecznym ogólne wykształcenie techniczne z dziedziny budowy maszyn, dające mu możliwość poświęcenia się z pożytkiem studiom w obranej dziedzinie specjalizacji istotnej. Kierunek uzdolnień i zainteresowań adepta studium magisterskiego będzie znany z jego studiów inżynierskich. Właściwa selekcja kandydatów na stopień magisterski nie powinna w tych warunkach stanowić trudności. Praca łącząca się z uzdolnieniami i zamiłowaniem danej jednostki, wróżyć będzie najwyższy skutek użyteczny studiów.

Nie zachodzi obawa zacieśnienia specjalności i ujemnego, w związku z tym, ukształtowania umysłowości studiującego, gdyż każdy kierunek specjalny oparty jest na podstawowych naukach teoretycznych danej dziedziny, co z góry wyklucza jakiegokolwiek zacieśnienie.

Podstawowe nauki teoretyczne uzyskują w tej strukturze właściwe, należne im miejsce. Przystają być dyscypliną samą dla siebie. Będą tym, czym w istocie być powinny: źródłem postępu technicznego i najpewniejszym aparatem realizacji tego postępu.

Stanie się to nie na skutek mechanicznego obowiązkowego wysłuchania pewnej liczby godzin wykładowych, odbycia ćwiczeń i egzaminów, lecz na skutek związania odpowiednich działów tych nauk z dalszymi studiami specjalnymi.

Szytywne usystematyzowanie studiów wydaje się w tych warunkach nie łatwe do przeprowadzenia. Jest to jednak tylko pozorne.

Dla każdego z kierunków specjalnych budowy maszyn jest możliwy do ustalenia program sztywny, nie przeciążony nadmierną liczbą godzin wykładowych i ćwiczeniowych (pracowni i seminariów obo-

wiązkowych). Pewna ilość godzin musi być zarezerwowana na udział w seminariach według swobodnego wyboru studentującego, dla pogłębienia i uzupełnienia wiadomości z danej dyscypliny w zakresie niezbędnym do wykonywanych indywidualnie prac.

Korzystanie z rad, pomocy i pracowni profesorów, których przedmioty nie obowiązują według sztywnego programu na danym kierunku studiów, musi być, oczywiście, w indywidualnych przypadkach, nie tylko możliwe, ale i zalecane.

Wysokie wymagania odnośnie prac samodzielnych studentów (prace konstrukcyjne, laboratoryjne, teoretyczne, zarówno przejściowe jak i magisterskie) muszą znaleźć odpowiednik w dostatecznej ilości programowego czasu oraz we wspomnianej wyżej indywidualnej pomocy ze strony personelu naukowego przy rozwiązywaniu szczególnych zagadnień.

Częściowe choćby powiązanie tematów prac przejściowych i magisterskich: konstrukcyjnych, laboratoryjnych i teoretycznych z żywotnymi problemami technicznymi, wysuwany przez biura konstrukcyjne i badawcze instytuty przemysłowe, może, wobec braku sił technicznych, jako gospodarka narodo- wa odczuwać będzie jeszcze przez czas dłuższy, uproduktywnić dziesiątki tysięcy godzin, poświęconych rocznie na te prace przez studentów stopnia magisterskiego.

Podkreślić należy, że naogół nie może tu być mowy o konkretnych zleceniach terminowych. Autor ma na myśli zagadnienia, lub szczegóły szerszych problemów, których opracowanie jest pożądane, nie stanowi jednak bieżącego planu prac danego biura konstrukcyjnego, czy też instytutu badawczego.

Konkretyzując, struktura mechanicznych studiów magisterskich przedstawiałaby się w sposób następujący.

Przedmioty teoretyczne i ogólne o charakterze podstawowym: Matematyka, Mechanika, Hydromechanika, Teoria Maszyn Ciepłych, Fizyka, Chemia, Wytrzymałość Materiałów (stereomechanika i podstawy teorii sprężystości i plastyczności), Elektrotechnika stosowana, uzupełnienia z materiałoznawstwa i technologii mechanicznej, byłyby wykładane działami wybranymi i we właściwym zakresie dla poszczególnych specjalizacji.

Typowymi kierunkami specjalizacji na stopniu magisterskim, zgodnie z podanymi poprzednio założeniami, byłyby:

1. Silniki i siłownie cieplne (Energetyka cieplna),
2. Maszyny i urządzenia hydrauliczne,
3. Dźwigi, urządzenia transportowe, maszyny budowlane i drogowe,
4. Obrabiarki do metali (i konstrukcje pokrewnego typu),
5. Mechanika precyzyjna,
6. Pojazdy trakcji szynowej,
7. Pojazdy trakcji bezszynowej.

Powyższe wyszczególnienie nie wyczerpuje, oczywiście, wszystkich, możliwych do pomyślenia i realizacji, kierunków.

W zakresie zagadnień łączonych wspólnym mianem technologii mechanicznej, zdaniem autora, wyodrębniają się wyraźnie kierunki specjalne.

8. Materiałoznawstwo (fizyka i chemia materiałów konstrukcyjnych),

9. Obróbka skrawaniem,

10. Obróbka (przeróbka) plastyczna,

11. Odlewnictwo.

Każdy z wymienionych kierunków specjalizacji wymaga szczególnej podbudowy nauk podstawowych. Dźwigi i urządzenia transportowe wymagać będą rozbudowy statyki konstrukcji i rozszerzonych wiadomości z zakresu napędu elektrycznego. Natomiast zbędne wydaje się tutaj rozszerzanie studiów w zakresie teorii maszyn cieplnych, czy też specjalnych działów hydromechaniki poza zakres wiadomości, wyniesionych ze szkoły inżynierskiej. Podobnie bez rozszerzenia podstaw termodynamiki obejdnie się kierunek budowy obrabiarek i maszyn pokrewnych. Maszyny i urządzenia hydrauliczne wymagać będą szczególnego pogłębienia podstaw hydromechaniki, a w związku z tym, również odpowiednich działów matematyki. W zakresie energetyki cieplnej, która, zależnie od zakresu prac magisterskich, wyłoni z kolei niewątpliwie węższe specjalizacje, podbudowa teoretyczna musi być szczególnie szeroka i obejmie działy wybrane prawie wszystkich nauk podstawowych.

Autor nie stawia sobie za zadanie przedstawienia w ramach tego artykułu szczegółowego programu studiów magisterskich. Podane przykłady mają jedynie uwypuklić zasady, na jakich program ten powinien być zbudowany.

W krytykach i realizacji praktycznej może niewątpliwie okazać się konieczny, bądź wskazany, zarówno dalszy podział specjalności, jak i komasacja kierunków nie różniących się dość istotnie. W szczególności dziedzina specjalnych kierunków technologicznych wymagałaby autorytatywnego naświetlenia.

W ramach stopnia magisterskiego muszą być, zdaniem autora, uwzględnione studia w zakresie planowania gospodarczego i technicznego, obejmujące zarówno zagadnienia inwestycyjne i organizacji zakładów przemysłowych, jak również organizacji wytwarzania w najszerszym zakresie.

Koncepcją, która powinna być przedyskutowana, byłoby utworzenie kierunku specjalnego podstawowych nauk teoretycznych techniki maszynowej. Należy zdać sobie sprawę, że nie wszystkie klasyczne działy nauk ścisłych zajmują w kursach uniwersyteckich miejsca, należne im z punktu widzenia zastosowań technicznych. Myśląc o przyszłych wykładach i pomocniczych siłach naukowych licznych szkół inżynierskich, należałoby rozważyć celowość uruchomienia tego rodzaju studiów na stopniu magisterskim politechnik.

Na zakończenie podkreślić należy raz jeszcze, że proponowany ustrój studiów magisterskich pozwala na istotną, głęboką specjalizację. Punktem wyjścia nie jest tu chęć naśladowania podobnych wzorów zagranicznych, lecz istotne potrzeby rozwijającego się w niezwykle szybkim tempie przemysłu polskiego, który żąda i żądać będzie specjalistów i jeszcze raz specjalistów.

Nakreślona w tym artykule droga jest dla poszczególnych politechnik drogą trudniejszą, wymagającą większego wysiłku osobistego personelu naukowego i organizacyjnego uczelni. Jednak zatrzymanie się w pół drogi i szkolenie na stopniu magisterskim tylko inżynierów politechnicznych dawnego typu byłoby,

zdaniem autora, wypaczeniem wielkiego dzieła reformy wyższego nauczania technicznego.

Proponowany ustrój nie tylko spełni swe zadanie, wykładające z potrzeb życia gospodarczego i rozwoju wiedzy technicznej. Skrystalizuje on w sposób ostateczny sylwetkę inżyniera absolwenta szkoły stopnia pierwszego. Absolwent szkoły inżynierskiej przestanie być w oczach świata technicznego inżynierem drugiej

klasy. Dalsze studia otworzą mu drogę do pogłębienia wiedzy technicznej w dziedzinach specjalnych, nie będą natomiast stanowiły przede wszystkim drogi do uzyskania dyplomu wyższego stopnia.

Ten aspekt zagadnienia organizacji wyższych studiów jest bardzo ważny życiowo i powinien być w ostatecznych decyzjach uwzględniony narówni z przesłankami merytorycznymi.

Zagadnienie utleniania metali oraz sposoby uodpornienia ich na korozję tlenową *)

Prof. dr inż. A. KRUPKOWSKI

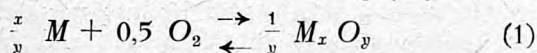
Swobodna energia utleniania miarą powinowactwa metali do tlenu. — Tworzenie się tlenków na powierzchni metali utlenianych. — Tlenki metali zwarte i niezwalte. — Szybkość utleniania się metali. — Teoria elektryczna Wagnera, tłumacząca przebieg utleniania metali pokrytych zwartą powłoką tlenków. — Swobodna energia utleniania stopów metalu. — Teoria Wagnera w zastosowaniu do stopów, które są roztworami stałymi. — Wpływ wielkości kationów tlenków metali na szybkość utleniania. — Przykłady uodpornienia stopów na korozję tlenową. —

Rozwój techniki współczesnej stawia coraz to większe wymagania doskonałości metali. Żądamy od nich dłużej wytrzymałości zarówno w niskich jak w wysokich temperaturach, pragniemy, by nie zmieniały się one z biegiem czasu oraz by opierały się skutecznie wszelkiej korozji, a w szczególności korozji tlenowej. I właśnie ta walka z korozją tlenową będzie przedmiotem moich rozważań. Ażeby ten problem wszechstronnie oświetlić, należy oddzielnie omówić utlenianie metali czystych, osobno zaś potraktować utlenianie stopów.

1. Metale czyste.

a) Chemiczna strona utleniania.

Prawie wszystkie znane nam metale ujawniają skłonność do utleniania się. Początkowo *Thomsen* i *Berthelot* sadzili, że miarą powinowactwa chemicznego do tlenu jest ciepło reakcji utleniania. Ten mylny pogląd został całkowicie obalony przez szeregi badaczy, między innymi przez *H. Le Chatelliera*. Z prawa przekory tego uczonego wynika, że w temperaturach wyższych metale tracą skłonność łączenia się z tlenem pomimo, że reakcja utleniania jest egzotermiczna. Na podstawie zasad nowoczesnej chemii fizycznej można udowodnić, że miarą powinowactwa metalu do tlenu nie jest ciepło wydzielone lecz normalna swobodna energia utleniania, odniesiona do 1 gramatomu tlenu¹⁾. W ten sposób dla reakcji przedstawionej w sposób następujący:



miarą powinowactwa będzie normalna swobodna energia utleniania wyrażona symbolem $\Delta F_{T=0}^0$. Tę swobodną energię utleniania w procesie izobarowo-

*) Referat wygłoszony na zebraniu SIMP 17 listopada 1948 roku.

¹⁾ Dla krótkości nazywam ΔF^0 — normalną energią swobodną, w rzeczywistości ΔF^0 — oznacza zmianę normalnej energii swobodnej w odwracalnej reakcji chemicznej pod ciśnieniem jednej atmosfery.

izotermicznym można obliczyć na podstawie wzoru:

$$\Delta F_T^0 = \Delta H_T + T \Sigma S_T \quad (2)$$

Tutaj T oznacza temperaturę w stopniach Kelvina, ΔH_T — ciepło reakcji utleniania, ΣS_T — algebraiczna suma entropij ciał biorących udział w danej reakcji utleniania, przy czym zakładamy, że należy ona do rzędu reakcji odwracalnych.

Obliczanie energii swobodnej na podstawie wzoru (2) jest trudne do wykonania, ponieważ zazwyczaj nie znamy w wysokiej temperaturze ani ciepła reakcji, ani entropii ciał uczestniczących w reakcji. Te trudności dadzą się pokonać przez przekształcenie odpowiednie funkcji (2) i doprowadzenie jej do takiej postaci, która umożliwi obliczenie wartości swobodnej energii utleniania, problem ten został już wyjaśniony w jednej z moich prac (14).

Opierając się na wyprowadzonych przeze mnie wzorach obliczyłem swobodną energię utleniania szeregu metali według reakcji (1). Tabl. I oraz rys. 1 podają obliczone wartości swobodnej energii utleniania różnych metali, przy założeniu, że ani tlenek ani metal nie znajdują się w stanie lotnym. Należy zaznaczyć, że tak obliczona swobodna energia utleniania jest miarą powinowactwa metali do tlenu nawet w tym wypadku, gdy w rzeczywistości tlenki i metale biorące udział w reakcji są lotne, pod warunkiem jednak, że muszą być one w stanie nasyconym.

Jak możemy wywnioskować z rys. 1 metale wykazują różny stopień powinowactwa do tlenu, jest ono najmniejsze w srebrze, największe zaś w magnezie. Poza tym łatwo jest z rysunku tego odczytać, że siła powinowactwa do tlenu słabnie we wszystkich metalach w miarę wzrostu temperatury, co zresztą jest zgodne ze wspomnianym przeze mnie prawem *Le Chatelliera*.

Na podstawie rys. 1 można uszeregować metale według wzrastającego powinowactwa do tlenu. Tak więc w temperaturze 500°C kolejność metali w tym szeregu jest następująca:

Tablica I.

Normalna swobodna energia reakcji: $\frac{x}{y} Me + \frac{1}{2} O_2 = \frac{1}{y} M_x O_y$ w kaloriach.

T°K	Mg	Al	Si	Mn	Cr	Zn	P	Sn	Fe	Cd	Sb	Ni	Co	Pb	Bi	Cu	Ag
298	137 627	123 692	97 873	91 395	89 789	76 095	66 703	61 420	58 976	55 289	49 262	49 231	49 208	45 047	39 518	33 523	2 476
400	135 005	121 152	95 461	89 604	87 595	73 654	64 320	58 934	57 229	52 884	47 064	46 972	46 983	42 690	37 350	31 938	878
500	132 433	118 654	93 292	87 862	85 481	71 281	62 044	56 504	55 579	50 535	44 930	44 761	44 832	40 413	35 255	30 507	-663
600	129 866	116 156	91 131	86 128	83 395	68 927	59 789	53 905	53 966	48 177	42 820	42 577	42 699	38 163	33 016	29 165	—
700	127 302	113 661	88 985	84 397	81 327	66 573	57 571	51 311	52 375	45 585	40 738	40 390	40 577	35 731	30 721	27 884	—
800	124 743	111 175	86 856	82 666	79 274	64 019	55 389	48 722	50 802	42 993	38 680	38 210	38 462	33 318	28 119	26 663	—
900	122 187	108 745	84 750	80 929	77 231	61 474	53 378	46 146	49 231	40 399	36 652	36 033	36 348	30 923	26 140	25 475	—
1 000	119 472	106 086	82 675	79 183	75 196	58 935	51 508	43 572	47 669	37 801	34 683	33 859	34 235	28 544	23 738	24 317	—
1 100	116 689	103 449	80 623	77 426	73 168	56 409	49 693	41 003	46 608	35 199	32 849	31 687	32 119	26 181	21 483	23 180	—
1 200	113 906	100 787	78 597	75 638	71 145	53 874	47 956	38 441	44 421	32 595	31 050	29 512	29 998	23 916	19 449	22 060	—
1 300	111 126	98 166	76 595	73 838	69 129	51 348	46 279	35 883	42 757	29 985	29 283	27 337	27 871	21 823	17 687	20 951	—
1 400	108 347	95 535	74 622	72 010	67 108	48 823	44 676	33 331	41 074	27 372	27 552	25 159	25 738	19 746	15 818	19 656	—
1 500	105 508	92 892	72 678	70 152	65 093	46 299	43 147	30 748	39 372	24 753	25 854	22 977	23 598	17 682	13 435	18 099	—

I. Ag, Cu, Bi, Pb, Ni, Co, Sb, Cd, Sn, Fe, P, Zn, Cr, Mn, Si, Al, Mg. Praktyka uczy nas, że istotnie taka kolejność metali w szeregu powinowactwa do tlenu jest uzasadniona, jeśli chodzi o temperatury wysokie: 1000 C lub więcej, a również wtedy, gdy wytworzone tlenki są w stanie ciekłym. Na początku tego szeregu znajdują się metale szlachetne i półszlachetne, na końcu — metale nieszlachetne, stosowane powszechnie w metalurgii jako odtleniacze.

niespodzianki. Tak więc wiemy z praktyki życia codziennego, że aluminium jest bardziej odporne na utlenianie niż żelazo, wbrew sugestiom wynikającym z rys. 1. Ażeby wytłumaczyć tak dziwne zjawisko musimy wejrzeć bliżej w istotę utleniania.

Metale stałe i ciekłe pod wpływem utleniania pokrywają się tlenkiem. Jeżeli ten tlenek jest w stanie stałym i tworzy zwartą, szczelną warstwę, natenczas utlenianie ulega zahamowaniu i wytworzony tlenek spełnia rolę ochrony. Wobec tego należy zainteresować się przede wszystkim zagadnieniem, kiedy tworzą się na metalach zwarte tlenki. *Pilling i Bedworth* (1) w r. 1923 wyjaśnili, że warunkiem powstawania tlenku zwanego jest zasada, by objętość molarna tlenku była wyższa od objętości molarnej metalu²⁾.

Możemy tę regułę przedstawić jak następuje:

$$\frac{V_t}{V_M} > 1 \quad (3)$$

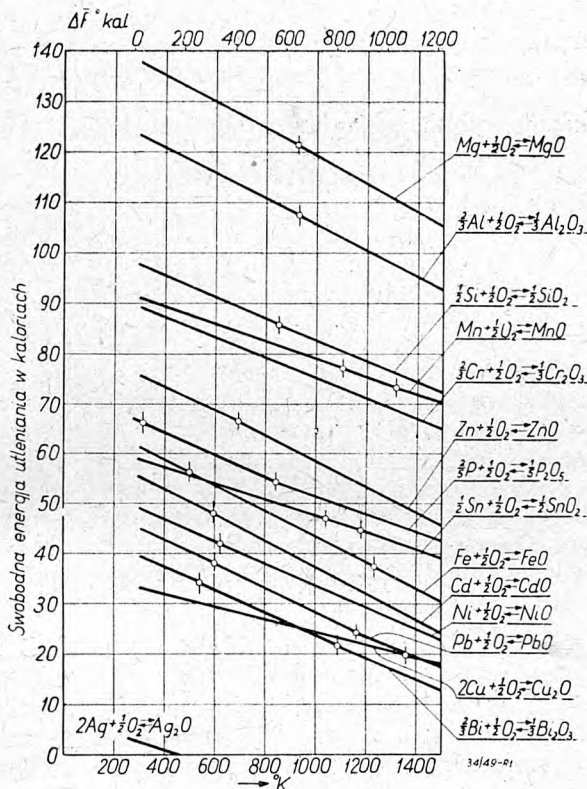
lub

$$\frac{(M_x O_y) \gamma_M}{x(M) \gamma_t} > 1 \quad (4)$$

Tutaj V_M — objętość molarna metalu
 V_t — objętość molarna tlenku,
 (M) — ciężar molarny metalu,
 γ_M — jego ciężar właściwy,
 $(M_x O_y)$ — ciężar molarny tlenku,
 γ_t — jego ciężar właściwy.

Na podstawie wzoru (3) została zestawiona tablica II. Obserwując dane tej tablicy, możemy stwierdzić, że metale alkaliczne i ziem alkalicznych nie spełniają warunku (3) i tlenki ich nie mogą być zwarte, natomiast szereg innych metali zadośćczyni regule *Pillinga i Bedwortha*, dzięki czemu ich tlenki tworzą szczelną powłokę chroniącą metal od dalszego utleniania.

²⁾ Hessenbruch (11) stosuje również tę regułę do stopów w postaci zmodyfikowanej.



Rys. 1. Normalna swobodna energia utleniania metali w zależności od temperatury.

b) Fizyczna strona utleniania.

Obserwując zachowanie się metali względem tlenu w temperaturze zwykłej napotykamy na pewne

TABLICA II.

Reguła Pillinga i Bedwortha w odniesieniu do tlenków metali według Akimowa.

Metale	Tlenek	V_i/V_M	
Potas	K_2O	0.41	Tlenki niezwarte
Sód	Na_2O	0.57	
Wapń	CaO	0.64	
Bar	BaO	0.74	
Magnez	MgO	0.79	
Kadm	CdO	1.21	Tlenki zwarte
Aluminium	Al_2O_3	1.24	
Ołów	PbO	1.29	
Cyna	SnO_2	1.34	
Cynk	ZnO	1.57	
Nikiel	NiO	1.60	
Miedź	Cu_2O	1.71	
Chrom	Cr_2O_3	2.03	
Żelazo	Fe_2O_3	2.16	
Tungsten	WO_3	3.59	

S: Arrheniusa wyprowadzonego dla stałej szybkości reakcji chemicznej

$$k = c e^{-\frac{A}{RT}} \quad (6a)$$

c — współczynnik utleniania stały dla danego metalu, A — energia aktywacji w cal/mol.

Równanie (6) częstokroć podają w postaci logarytmicznej:

$$\lg k = \lg c - \frac{A}{2.3 RT} \quad (6b)$$

czyli

$$\lg k = F \left(\frac{1}{T} \right) \quad (7)$$

Ta ostatnia zależność przyjmuje postać prostej linii o ile na osi odciętej umieścimy wielkości odpowiadające odwrotności temperatury absolutnej.

Należy zaznaczyć, że funkcja (7) tylko w tym wypadku zachowuje charakter prostej linii w zależności od $\frac{1}{T}$, o ile wytworzony tlenek metalu w danym za-

kresie temperatury nie zmienia swego składu chemicznego. Gdy skład tlenku przy wzroście temperatury ulega zmianie, natenczas w biegu linii przedstawiającej funkcję $\lg k = F \left(\frac{1}{T} \right)$ zachodzi odchylenie od kierunku prostoliniowego. Tak więc badania *moje* i *inż. Jaszczurowskiego* (3) wykazały, że bieg krzywej utleniania się miedzi w zakresie temperatur 600 — 700 C wykazuje wybitne odchylenie od linii prostej $\lg k = F \left(\frac{1}{T} \right)$

Reguła Pillinga i Bedwortha jest przybliżona, mimo to wyjaśnia ona zadawalająco przyczyny tworzenia się zwartych tlenków na metalach. Bliższe badania wykazały, że reguła ta zawodzi w niektórych wypadkach, np. przy objaśnieniu utleniania się cyny. Doświadczenia przeprowadzone przeze mnie i Mgr. A. Piotrowskiego (13) ujawniły, że tlenek tworzący się na powierzchni cyny po przekroczeniu pewnej grubości krytycznej przyjmuje budowę igiełkową i traci cechy ochrony metalu przeciwko korozji tlenowej.

Skoro na metalu stałym lub ciekłym utworzy się zwarta, szczelna powłoka, natenczas szybkość utleniania z biegiem czasu maleje z powodu powstawania coraz to grubszej warstwy tlenku. Rys. 2 podaje przykład utleniania ciekłego ołowiu w temperaturze 626 C w powietrzu, przy czym w oznacza przyrost wagi w mg/cm^2 , czyli ilość tlenu w mg zużytej na wytworzenie warstwy tlenku na powierzchni $1 cm^2$ w ciągu czasu t . Krzywa utleniania przybiera postać paraboli, którą możemy wyrazić równaniem stosowanym przez Pillinga i Bedwortha:

$$w^2 = k \cdot t \quad (5)$$

k — współczynnik charakteryzujący szybkość utleniania, zależny od temperatury.

Z rysunku wnioskujemy, że po upływie 30 godzin (1800 minut) przyrost tlenu związanego w tlenek ołowiu wyniósł

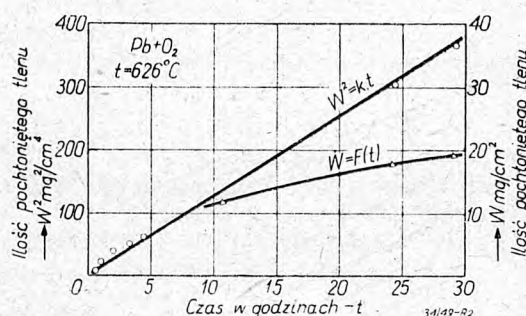
$$w = 19,55 mg/cm^2, \text{ stąd } w^2 = 383 mg^2/cm^4.$$

Z tych danych wynika, że

$$k = 383 : 1800 = 0,213 mg^2/cm^4 \text{ min lub}$$

$$k = 3,55 \cdot 10^{-9} g^2/cm^4 \text{ sek.}$$

W miarę podwyższania się temperatury, współczynnik szybko wzrasta, jego zależność od temperatury można przedstawić przy pomocy wzoru



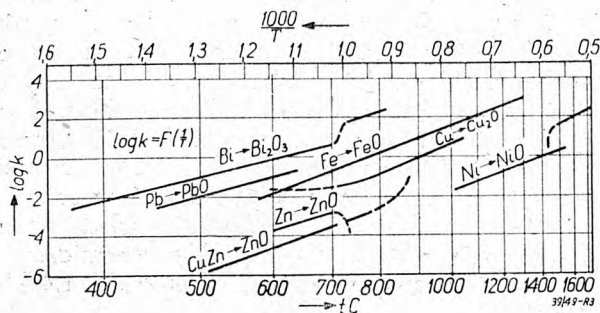
Rys. 2. Utlenianie ciekłego ołowiu w powietrzu w temperaturze 626 C.

co tłumaczyć należy zmianą składu tlenku CuO na Cu_2O w miarę wzrostu temperatury. Stwierdziłem również w badaniach przeprowadzonych wspólnie z *inż. Balickim* (6), że przy utlenianiu ciekłego bizmutu w temperaturze 709 C następuje skok w krzywej utleniania tego metalu na skutek przemiany alotropowej $Bi_2O_3\alpha \rightarrow Bi_2O_3\beta$.

Liczne doświadczenia przeprowadzone przezemnie przy udziale moich współpracowników prowadzą do wniosku, że stała reakcji utleniania dosyć szybko wzrasta w miarę podwyższania się temperatury; dane te ilustruje rys. 3. Na tym rysunku widzimy, że ko-

lejność metali w szeregu wzrastającej szybkości utleniania w 500 C jest następująca:

II. Ni, Zn, Cu, Fe, Pb, Bi.



Rys. 3. Wpływ temperatury na szybkość utleniania metali. Symbole Fe, Cu, Cu Zn — wyniki według Krupkowskiego i Jaszczurowskiego (1935), Bi, Pb, Zn, Ni — według Krupkowskiego i Balickiego (1936 -- 1938). Sn — według Krupkowskiego i Piotrowskiego (1945).

Porównując szereg II z I możemy stwierdzić, że ułożenie metali w tych szeregach jest zupełnie odmiennie, tak więc np. bizmut który ma stosunkowo słabe powinowactwo do tlenu utlenia się bardzo szybko. Z takiego stanu rzeczy należy wysnuć konkluzję, że szybkość utleniania metali zależy jest nie tyle od wielkości swobodnej energii utleniania, ile od innych czynników, które wywierają wpływ decydujący na przebieg utleniania.

Z porównania rys. 1 i 3 wynika również, że energia utleniania metali maleje w miarę wzrostu temperatury, gdy przeciwnie współczynnik szybkości utleniania nie zmniejsza się lecz rośnie.

Ażeby wyjaśnić tak dziwne zachowanie się metali podczas utleniania, musimy jeszcze bardziej zgłębić istotę tego procesu. Przebieg utleniania metali pokrytych szczelną powłoką tlenków najlepiej tłumaczy elektryczna teoria ogłoszona przez *Wagnera* (10) w r. 1933.

Wagner przyjmuje, że tlenki metali składają się z kationów metali oraz z anionów tlenu, mogących w pewnym stopniu zmieniać swe miejsce w siatce krystalicznej. Przebieg utleniania polega na tym, że kationy metali wędrują poprzez siatkę tlenków na zewnątrz i tam łączą się z anionami tlenu, chwytanymi z atmosfery otaczającej metal. Również i aniony tlenu zdążają w stronę metalu i w pewnych wypadkach dochodzą do jego powierzchni wytwarzając nową powłokę tlenku. W ten sposób warstwa tlenkowa rośnie od strony zewnętrznej i wewnętrznej.

Można więc ogólnie powiedzieć, że szybkość utleniania zależy w głównej mierze od ruchliwości jonów siatki tlenkowej. Ta ruchliwość z kolei może być w pewnym stopniu oceniona wielkością przewodnictwa elektrycznego danego tlenku. Im ono jest wyższe tym jony są ruchliwsze, tym większa jest szybkość utleniania danego metalu.

Wagner wprowadził wzór na stałą szybkości utleniania, który w uproszczonej postaci podanej przez *Price'a* (7) przyjmuje formę:

$$k = \frac{(n_1 + n_2) n_3 \cdot \pi \cdot \Delta \bar{F}^0 \cdot 16^2 \gamma_t \cdot y}{96500 \cdot 2 \cdot 23062 (M_x O_y)} \quad (8)$$

$$k = \frac{(n_1 + n_2) n_3 \cdot \pi \cdot \Delta \bar{F}^0 \cdot \gamma_t \cdot y}{(M_x O_y) \cdot 5,75 \cdot 10^{-8}}$$

k — stała szybkości wyrażona w g^2/cm^4 sek wzoru (5),

n_1 — względny średni udział kationów w ogólnym przewodnictwie elektrycznym.

n_2 — względny średni udział anionów w ogólnym przewodnictwie elektrycznym.

n_3 — względny średni udział elektronów w ogólnym przewodnictwie elektrycznym.

przy tym $n_1 + n_2 + n_3 = 1$.

π — średnie przewodnictwo elektryczne w omach cm^{-1}

$\Delta \bar{F}^0$ — normalna swobodna energia utleniania kaloriach w warstwie tlenku odniesiona do 1 gram-atomu tlenu,

γ_t — ciężar właściwy tlenku,

$(M_x O_y)$ — ciężar molarny tlenku.

Analizując wzór (8) zauważymy, że współczynnik szybkości utleniania jest wprost proporcjonalny do przewodnictwa elektrycznego. Wobec tego współczynnik k będzie wzrastał przy podnoszeniu się temperatury, o ile tylko nastąpi wzrost przewodnictwa tlenku metalowego. Ażeby wyjaśnić ten problem przytaczam tabl. III zawierającą dane dotyczące przewodnictwa elektrycznego różnych tlenków metali. Możemy stwierdzić, że istotnie przewodnictwo to silnie wzrasta z podnoszeniem się temperatury, co potwierdza hipotezę *Wagnera* i daje słuszne wyjaśnienie wzrostu szybkości utleniania metali. Tabl. III jednocześnie służy nam jako probierz kolejności metali w szeregu szybkości utleniania. Możemy zauważyć, że z pośród metali najtrudniej się utleniają w 1000 C beryl, aluminium i krzem, znacznie łatwiej miedź.

TABLICA III.

Przewodnictwo tlenków według *Price'a* i *Thomasa*

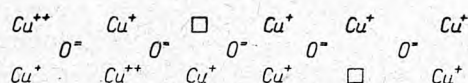
Tlenki	Przewodnictwo $om^{-1} cm^{-1}$		
	1000 C	500 C	0 C
BeO	10^{-9}	b. małe	b. małe
Al ₂ O ₃	10^{-7}	b. małe	b. małe
CaO	10^{-7}	10^{-9}	—
SiO ₂	10^{-6}	10^{-9}	—
MgO	10^{-5}	10^{-8}	b. małe
TiO ₂	10^{-4}	—	—
SnO ₂	10^{-2}	—	—
NiO	10^{-2}	10^{-4}	—
CeO ₂	10^{-2}	—	—
Ce ₂ O ₃	10^{-1}	10^{-2}	10^{-4}
Fe ₂ O ₃	10^{-1}	10^{-4}	—
ZnO	1	—	10^{-4}
CoO	10^{+1}	—	—
Cu ₂ O	10^{+1}	10^{-1}	—
FeO	10^{+2}	—	—

Wspomniane przez mnie uprzednio zjawisko słabego utleniania się aluminium mimo jego wielkiego powinowactwa do tlenu, znajduje dopiero tutaj swe wytłumaczenie.

Jak wynika z równania (8) decydujący wpływ na wielkość współczynnika szybkości utleniania wywiera iloczyn $\pi \cdot \Delta F^0$. Wprawdzie swobodna energia utleniania aluminium ΔF^0 jest duża, to jednak iloczyn $\pi \cdot \Delta F^0$ jest bardzo mały ze względu na niezmiernie małe przewodnictwo elektryczne Al_2O_3 .

Z powyższego wynika, że tabl. III dają nam tylko ogólną informację, co do szybkości utleniania, gdyż przy szczegółowym rozważaniu tego zagadnienia musi być również wzięta pod uwagę wartość swobodnej energii utleniania, oraz jeszcze inne wielkości występujące we wzorze (8), a w szczególności udział jonów w ogólnym przewodnictwie elektrycznym.

Jeżeli jeszcze głębiej wejrzymy w zjawiska zachodzące w siatce krystalicznej tlenków, to możemy łatwo zrozumieć, dlaczego jedne tlenki bardziej przewodzą elektryczność, a inne mniej. Duże przewodnictwo elektryczne tlenków częstokroć jest związane z istnieniem „defektów w siatce”. Tak np. według *Wagnera* defekty występujące w siatce Cu_2O ułatwiają szybkie przemieszczanie się kationów, a tym samym powodują wzrost przewodnictwa. Siatka Cu_2O z defektami ma według *Wagnera* postać podaną na rys. 4.



Rys. 4. Defekty w siatce Cu_2O według *Wagnera*

Z powyższego wynika, że teoria *Wagnera* w znacznym stopniu przyczyniła się do wyjaśnienia procesu utleniania metali.

2. Stopy metalowe.

a) Chemiczna strona utleniania.

Jeżeli dany stop jest roztworem stałym, czy ciekłym kilku metali, to ich swobodna energia utleniania jest mniejsza niż w tym wypadku gdyby one występowały w stanie czystym. Do poszczególnych metali danego roztworu stosuje się prawo stężenia, które głosi, że swobodna energia metalu rozcieńczonego maleje w miarę jego rozcieńczenia, inaczej mówiąc, metal na skutek rozcieńczenia staje się bardziej szlachetny.

W ten sposób linie swobodnej energii utleniania poszczególnych metali przedstawione na rys. 1 stosownie do ich rozcieńczenia opuszczają się w dół, zachowując ogólny charakter zależności od temperatury. Zgodnie z tym prawem koncentracji usuwanie składników nieszlachetnych z metali bardziej szlachetnych za pomocą metody świeżenia tlenem jest ograniczone do pewnego kresu, poza który wyjść nie można.

Prawa utleniania metali słuszne są jedynie w tym wypadku, gdy wytworzone tlenki są ciekłe, natomiast gdy tlenki pokrywające metal są stałe, w takim razie przebieg utleniania zależy nie tylko od czynników

chemicznych lecz również od fizycznych. Przykładem takiego procesu jest utlenianie ciekłego brązu 90% Cu 10% Sn. W zakresie temperatur 700 — 1100 C tworzący się tlenek pokrywa zwartą powłoką ciekły metal. Ponieważ cyna jest mniej szlachetna od miedzi, a prawo stężenia przy zawartości cyny równej 10% nie jest w stanie podnieść cyny na poziom „szlachetności” miedzi, wobec tego należałoby sądzić, że wytworzona powłoka będzie się składała wyłącznie z tlenku cyny. Tymczasem doświadczenia przeprowadzone przezemnie i *mgr. A. Piotrowskiego* (13) wykazały, że warstwa stałych tlenków utworzona na ciekłym brązie, wbrew oczekiwaniu, składa się prawie wyłącznie z Cu_2O , tak więc skład chemiczny tej zewnętrznej warstwy w 1080 C = 86% Cu, 1,4% Sn, reszta tlen.

b) Fizyczna strona utleniania.

Z przykładu utleniania się ciekłego brązu wnioskujemy, że fizyczne czynniki górują nad chemicznymi, gdy tlenek wytworzony jest w stanie stałym i w sposób szczelny pokrywa dany metal stały lub ciekły.

Jak dziwnie niekiedy wpływają dodatki stopowe na odporność przeciwko korozji tlenowej miedzi świadczą dane *Fröhlicha* (1936) przytoczone w tabl. IV. Widzimy tutaj, że metale mające ogromne powinowactwo do tlenu Be, Al, Mg, skutecznie chronią miedź przeciwko utlenianiu, natomiast szlachetny metal srebro nie zwiększa w miedzi jej odporności na korozję.

TABLICA IV

Wpływ domieszek na utlenialność miedzi według *Fröhlicha*.

Domieszka	Odporność na utlenianie
Be, Al, Mg	bardzo duża
Si	duża
Sn i Zn	średnia
Ag, Li, Ca, Mg Ni, Co, P, Sb, Fe, Ti	nie uodporniają na utlenianie
As, Cr	przyśpieszają utlenianie

Ażeby wyjaśnić na pozór niezrozumiałe oddziaływanie różnych dodatków na wzrost odporności na korozję tlenową, należy i tutaj zastosować koncepcję *Wagnera* do procesów zachodzących w krystalicznej siatce tlenków. Bliższe badania tego zjawiska utleniania doprowadziły stopniowo do następujących reguł:

I. Wytworzone tlenki skutecznie chroniące metal od utleniania muszą posiadać małe przewodnictwo elektryczne.

Ta reguła jest całkiem zrozumiała, gdyż małe przewodnictwo wytworzonego tlenku świadczy o małej ruchliwości jonów, dzięki czemu proces utleniania w myśl teorii *Wagnera* jest powolny. Tak więc gdy miedź zawiera dodatek aluminium i na jej po-

wierzchni wytworzy się tlenek aluminium, to będzie on skutecznie chronił miedź od dalszego utleniania, gdyż jak wiemy Al_2O_3 jest tlenkiem zwartym i mało przewodzącym elektryczność.

II. Kationy wytworzonych tlenków chroniące przed korozją tlenową muszą posiadać rozmiary mniejsze od kationów metalu macierzystego.

Wymiar kationów ma zasadnicze znaczenie dla przebiegu utleniania stopów metalowych. Przypuśćmy, że na stopie Cu-Al wytworzyła się warstewka Al_2O_3 . Ponieważ średnica kationów miedzi jest prawie dwukrotnie większa od średnicy kationów aluminium, przeto ruch kationów miedzi poprzez warstwę Al_2O_3 będzie utrudniony. Taki duży kation Cu^+ nie jest w stanie z powodu swego rozmiaru zająć miejsca kationów Al^{+++} w węzłach siatki bez jej naruszenia. W ten sposób skoro raz się wytworzy warstwa Al_2O_3 na powierzchni stopów Cu-Al, dalsza wędrówka jonów miedzi poprzez tlenek aluminium celem wytworzenia z kolei Cu_2O — będzie utrudniona.

Tabl. V daje orientacyjne dane co do wielkości poszczególnych kationów oraz przewodnictwa elektrycznego według Goldschmidta. Widzimy tutaj, że kationy niektórych metali są wyjątkowo małe — do nich należą Be^{++} , Si^{++++} , Al^{+++} , inne natomiast są stosunkowo duże, jak Cu^+ , Co^{++} . Wobec tego domieszki berylu, krzemu i aluminium skutecznie będą chronić stopy: Cu-Al, Cu-Be, Cu-Si, Co-Be, Co-Si, Co-Al od dalszego utleniania pod warunkiem że tlenki BeO , SiO_2 , Al_2O_3 są złymi przewodnikami elektryczności, co istotnie ma miejsce w danym wypadku.

TABLICA V.

Wielkość kationów według Goldschmidta *).

Tlenek	Promień kationów A	Tlenek	Promień kationów A
BeO	0.34	FeO	0.83
SiO ₂	0.39	ZnO	0.83
Al ₂ O ₃	0.57	ZrO ₂	0.87
TiO ₂	0.64	MnO	0.91
V ₂ O ₃	0.65	Cu ₂ O	(0.96)
Fe ₂ O ₃	0.67	CdO	0.98
SnO ₂	0.74	Na ₂ O	1.03
Li ₂ O	0.78	CaO	1.06
MgO	0.78	Ag ₂ O	1.13
NiO	0.78	K ₂ O	1.33
CoO	0.82		

Przykłady uodpornienia na korozję tlenową.

a) *Wstępne utleniające rozżarzenie stopów w odpowiednim zakresie temperatur.*

Badania Hickmana i Gulbransena (15) wykazały, że stopy Cu-Ni ogrzewane w tlenie pod ciśnieniem 1 mm słupa Hg pokrywają się różnego rodzaju

*) Dane te zaczerpnięte zostały z podręcznika „Taschenbuch für Chemiker und Physiker, J. D'Ans i E. Lax, Berlin, 1943.

tlenkami, jak wykazuje tabl. VI. Opierając się na danych tej tablicy, należy pierwsze żarzenie tych stopów przeprowadzić w atmosferze utleniającej w temperaturze wysokiej około 800 C dla wytworzenia warstwy NiO, która hamuje dalszy proces utleniania.

Przeciwnie, wstępne żarzenie w tlenie w temperaturze niższej 300—400 C doprowadza do powstania tlenków Cu_2O i CuO , które nie stanowią żadnej ochrony przeciwko korozji tlenowej. Tak tedy wstępne utlenianie w temperaturze 800 C stopu zawierającego zaledwie 10% Ni może nam dać metal bardziej odporny na dalszą korozję niż utlenianie stopu drogiego, zawierającego 90% Ni, niewłaściwie początkowo żarzonego w 300—400 C.

TABLICA VI.

Tlenki tworzące się na stopach niklu z miedzią według Hickmana i Gulbransena *

Metal	Budowa tlenków
Nikiel	NiO
10.00 Cu-Ni	Cu_2O , CuO w 300—400 C, Cu_2O , NiO w 500 C, NiO w 600 — 800 C.
19.94 Cu-Ni	Cu_2O w 300—400 C, Cu_2O , CuO w 500 C, NiO w 600—800 C.
29.30 Cu-Ni	Cu_2O w 300 C, Cu_2O , CuO w 400—500 C, NiO w 600—800 C.
38.90 Cu-Ni	Cu_2O w 300 C, Cu_2O , CuO w 400—500 C, NiO w 600—800 C.
49.37 Cu-Ni	Cu_2O w 300—400 C, Cu_2O , CuO w 500 C, NiO w 600—800 C.
59.56 Cu-Ni	Cu_2O , CuO w 300—500 C, NiO w 600—800 C.
68.78 Cu-Ni	Cu_2O , CuO w 300—500 C, NiO w 600—800 C.
80.32 Cu-Ni	Cu_2O w 300 C, Cu_2O → CuO w 600 C, NiO w 700—800 C.
88.74 Cu-Ni	Cu_2O w 300—500 C, Cu_2O → CuO w 600—700 C, NiO w 800 C.
Miedź	Cu_2O w 300—600 C.

Czas ogrzewania od 1 — 60 minut.

b) *Zastosowanie utleniania selektywnego.*

Jest jeszcze jedna możliwość wykorzystania praw utleniania metali w walce z korozją tlenową w temperaturze wysokiej. Jeżeli weźmiemy pod uwagę stopy dwóch metali, to dla dalszego procesu utleniania ogromne posiada znaczenie rodzaj utworzonego tlenku w czasie pierwszego żarzenia.

Ażeby uchronić się od niepożądanego tlenku, można zastosować podczas pierwszego żarzenia specjalną mieszkankę gazową utleniającą tylko ten składnik, którego tlenek jest pożądanym w warstwie ochronnej.

Tego rodzaju selektywne utlenianie przeprowadzili Price i Thomas (9) na stopach Cu-Al. Z ich badań wynika, że mieszkanka gazowa zawierająca suchy wodór z 0,001% H_2O utlenia jedynie aluminium w stopie Cu-Al, nie oddziałując zupełnie na miedź.

Stop Cu-Al mający 5% aluminium żarzony w tej mieszanicy w 800 C w ciągu 15 minut pokrywa się niewidoczną na oko cienką warstwą Al_2O_3 , która skutecznie chroni metal przed dalszą korozją tlenową, jak to wskazuje tabl. VII.

Z tego można wywnioskować, że selektywne utlenianie jest nową skuteczną formą walki z korozją stopów metalowych w temperaturach wyższych.

TABLICA VII.

Selektywne utlenianie miedzi w ciągu 4 godzin w 800 C według Price'a i Thomasa.

Metall	Przyrost ciężaru Mg/Dm ²	U w a g i
Miedź	1210	Czarny tlenek łatwo odstający
Miedź z 5% Al bez wstępnego utleniania	9,4	Czarny zwarty tlenek
Miedź z 5% Al z wstępnym utlenianiem w $H_2 + H_2O$	3,0	Bez widocznej utlenialności.

c) Dobór odpowiednich dodatków.

Doświadczenia wykonane przez *Hickmana* i *Gulbransena* (16) nad nichromami ujawniły, że jeden gatunek tego stopu o składzie:

$C = 0.04\%$, $Mn = 1.69\%$, $Si = 0.31\%$, $Cr = 16.22\%$, $Ni = 61.39\%$

stosunkowo łatwo się utlenia w 1125 C i drut z tego metalu wytrzymuje w tej temperaturze 21 godzin do chwili przepalenia się.

W wyniku bliższych badań ustalili oni, że stosunkowo słaba odporność na utlenianie jest spowodowana zjawiskiem tworzenia się na powierzchni tlenku o składzie $NiO \cdot Cr_2O_3$ zamiast bardziej odpornego na korozję tlenku Cr_2O_3 .

Okazało się, że zwiększenie zawartości krzemu w tym stopie, wprowadzenie nieznacznych ilości Zr, Co, Al, oraz zmniejszenie manganu, spowodowało wytworzenie się warstwy Cr_2O_3 dobrze chroniącej metal od dalszej korozji tlenowej.

Jest to zjawisko zrozumiałe, gdyż kationy krzemu są stosunkowo małe i skoro umieszczają się one nawet w małej ilości w siatce Cr_2O_3 , natenczas większe kationy niklu nie mogą dyfundować na zewnątrz by wytworzyć z kolei warstwę NiO .

Nowy poprawiony stop o składzie:

$C = 0.06\%$, $Mn = 0.10\%$, $Si = 1.24\%$, $Cr = 16.57\%$, $Ni = 61.47\%$, $Zr = 0.06\%$, $Co = 0.029\%$, dał drut, który wytrzymał do chwili przepalenia 245 godzin w 1125 C.

Tak więc nieznaczna zmiana składu spowodowała zwiększenie czasu pracy drutów oporowych dziesięciokrotnie.

Wnioski.

Na przebieg utleniania metali pokrytych ciekłym tlenkiem mają wpływ czynniki chemiczne. Powinowactwo chemiczne do tlenu czystych metali można ocenić według wielkości swobodnej energii utleniania. Powinowactwo chemiczne metali w stopach można również ocenić według wielkości swobodnej energii utleniania, pod warunkiem uwzględnienia prawa steżenia, które obniża wartość tej energii.

Na przebieg utleniania metali stałych lub ciekłych, pokrytych stałym zwartym tlenkiem mają wpływ głównie czynniki fizyczne, a przede wszystkim przewodnictwo elektryczne wytworzonego tlenku oraz wielkość i ruchliwość kationów.

Znajomość reguł utleniania metali daje możliwość zastosowania skutecznych środków zaradczych przeciwko korozji tlenowej stopów w wysokich temperaturach. Do takich środków należą: właściwy zakres temperatur wstępnego utleniania, selektywne utlenianie, wprowadzenie do stopów odpowiednio dobranych dodatków.

BIBLIOGRAFIA

1. *Pilling N. B. i Bedworth R. E. I.* Inst. Metals 29 (1923) 529
2. *Wagner C. Z.* Phys. Chem. (B) 21 (1933) 25
3. *Krupkowski A. i Jaszczurowski J.* Congrès International des Mines de la Métallurgie et de la Géologie appliquée, tom II (1935). Str. 329. Rev. de Met. 33 (1936) 646
4. *Krupkowski A. i Balicki S.* Internationaler Giesserei-kongress 1936. Nr 19. Intern. Association for Testing Materials London Congress p. 38, (1937). Métaux et Corrosion, 12, (1937), 89.
5. *Froehlich W.* Zeit. für Metallkunde 28, (1936) 868.
6. *Krupkowski A. i Balicki S.* Ann. d. Acad. de Sciences Techn. 4 (1937) 242.
7. *Price L. E.* Chemistry and Industry 56 (1937) 769.
8. *Krupkowski A. i Balicki S.* Ann. d'Acad. de Sciences Techn. 5 (1938) 130.
9. *Price L. E. i Thomas I.* Met. Ind. 53 (1938) 130.
10. *Wagner C.* Thermodynamik metallischer Mehrstoffsysteme, Leipzig 1940.
11. *Hessenbruch* Metalle und Legierungen für hohe Temperaturen Springer 1941.
12. *Akimow G. B.* Teoria i metody izsledowanja korozji metalłow. Moskwa 1945.
13. *Krupkowski A. i Piotrowski A.* Ann. de l'Acad. Polonaise des Sciences Techniques 7 (1939 — 1945) 121.
14. *Krupkowski A.* Hutnik 15 (1948) 108.
15. *Hickman I. W. i Gulbransen E. A.* Amer. Inst. Mining and Metallurgical Engineers, Techn. Publ. 2391, 13 pp. Metals Technology, June 1948.
16. *Hickman I. W. i Gulbransen E. A.* Amer. Inst. Mining and Metallurgical Engineers, Techn. Publ. 2372, 15 pp. Metals Technology, June 1948.

Żądajcie we wszystkich księgarniach katalogów wydawnictw Instytutu Wydawniczego SIMP

Pomiary gładkości powierzchni

Prof. inż. WITOLD BIERNAWSKI
i st. asyst. inż. ANDRZEJ SADOWSKI

Konieczność badań gładkości powierzchni dla podwyższenia jakości produkcji. — Parametry gładkościowe powierzchni, funkcja Abbotta. — Dobór parametrów gładkościowych w zależności od przeznaczenia obrabianego przedmiotu. — Metody i urządzenia do badania gładkości powierzchni. — Uwagi na temat normalizacji gładkości powierzchni.

Jedną z cech współczesnej techniki wytwórczej jest stała dążność do podwyższania dokładności kształtu i wymiaru gotowego wyrobu, oraz stopnia wykończenia powierzchni, mierzonego stopniem jej gładkości.

Pomiary dokładności kształtu i wymiaru należą do dawno znanych, podstawowych działów metrologii technicznej, natomiast pomiary gładkości powierzchni stanowią w tej dziedzinie dział młody, mało u nas znany i niesłusznie zaliczany do zagadnień teoretycznych, laboratoryjnych.

Badania gładkości powierzchni prowadzone na skalę przemysłową w Związku Radzieckim i w krajach anglosaskich spowodowały powstanie nowych metod obróbczych (obciąganie, dogładzanie) i ulepszeń produkcyjnych przy wytwarzaniu części silników lotniczych, samochodowych, zestawów kołowych w kolejnictwie i tp., a wprowadzenie norm, instrukcji i wzorców gładkości powierzchni do wielu gałęzi przemysłu wytwórczego pociągnęło za sobą znaczne podwyższenie jakości produkcji.

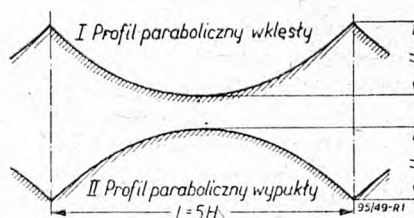
Dobór parametrów gładkościowych w zależności od celu pomiaru.

Pod pojęciem „gładkość powierzchni” rozumieć należy zbiorowe cechy jej struktury geometrycznej, będące wynikiem odwzorowania kształtu i ruchów narzędzia w materiale obrabianym. Z definicji tej wynika, że pomiar gładkości winien polegać na określeniu położenia poszczególnych punktów powierzchni rzeczywistej względem pewnej, z góry założonej, powierzchni odniesienia. Teoretycznie pomiar gładkości powierzchni powinien polegać na ustaleniu i wymiarowym określeniu tylu parametrów, aby na ich podstawie można było porównać lub odtworzyć inne powierzchnie, identyczne z mierzoną. W rzeczywistości nie dążymy do tego, by powierzchnie przedmiotów posiadały ściśle tę samą gładkość. Chodzi nam jedynie o to, by jakość powierzchni była ustalona w takich granicach, aby powierzchnie te spełniały w jednakowym stopniu stawiane im wymagania. O doborze parametrów gładkościowych musi zatem decydować fakt, czy i w jakim stopniu dany parametr stanowi kryterium oceny zdolności powierzchni do spełniania zadań, dla jakich ją przeznaczono. Za przykład niech posłużą nam powierzchnie, których profile przedstawia rys. 1.

Wysokość nierówności H^*) oraz długość powtarzalnych śladów nierówności są jednakowe dla obu

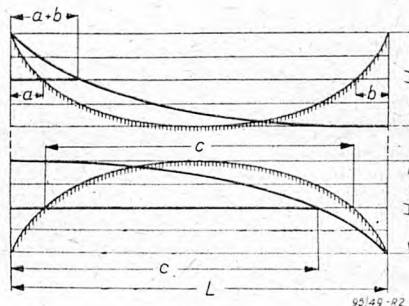
*) Definicje wymienianych parametrów gładkościowych oraz norm zagranicznych omawiane już były kilkakrotnie w polskiej prasie technicznej (Przegląd Techniczny, nr. 15 — 16, rok 1948, „Normalizacja gładkości powierzchni obrabianych skrawaniem”, Mechanik, nr. 1—2, rok 1948, „O gładkości powierzchni”, Przegląd Mechaniczny, nr. 1, rok 1948, „Gładkość powierzchni”).

profilów. Pomiar wysokości przeciętnej, będącej podstawą klasyfikacji powierzchni w normie brytyjskiej da w obu wypadkach wspólną wartość: $h_p = 0,256H$, również pomiar średniego kwadratowego odchylenia nierówności od linii środkowej dla obu profili jest identyczny $h_{sk} = 0,299H$. Obie powierzchnie zostałyby zakwalifikowane jako jednakowo gładkie zarówno według amerykańskiej i radzieckiej, jak też według brytyjskiej normy gładkości powierzchni.



Rys. 1. Przykłady profili parabolicznych.

Rozpatrując jednak ich właściwości wytrzymałościowe przekonujemy się, że powierzchnia o profilu I będzie bardziej odporną na działanie karbu — w założeniu jednakowego materiału i jednolitej struktury wewnętrznej — będzie więc jakościowo lepszą pod względem wytrzymałości zmęczeniowej, wytrzymałości na rozerwanie i zginanie, od powierzchni o profilu II.



Rys. 2. Konstrukcja krzywych nośności.

Przetnijmy teraz oba profile pękiem równoległych do prostej podstawowej (rys. 2). Sumując długości odcinków poziomych, leżących wewnątrz profilu, a przynależnych do jednej prostej i nanosząc na wykres uzyskane z sumowania odcinki jako funkcje odstępów prostych warstwicowych, otrzymamy krzywe zwane funkcjami *Abbotta*.

Krzywe te powstały przez uporządkowanie rzędnych badanych profili w szeregi malejące i są — dla każdego profilu — funkcją monotonicznie malejącą w granicach między prostą wierzchołkową, a podstawową. Każda taka funkcja obrazuje przyrost sumy

chwilowych powierzchni nośnych profilu pod wpływem starcia (na przykład skutek zużycia, lub obróbki wykańczającej) określonej części wysokości nierówności H , dlatego też przyjęto nazywać ją krzywą nośności.

Z porównania krzywych nośności obu profili wynika, że powiększanie się powierzchni nośnej profilu I następuje znacznie szybciej niż dla profilu II (w pierwszym przybliżeniu można traktować szybkość ścierania jako odwrotnie proporcjonalną do wielkości chwilowej powierzchni nośnej). Powstające w wyniku zużycia luzy rosną szybciej i — dla tego samego czasu ścierania — są większe, wreszcie nośność tego profilu po starciu obu na określoną, jednakową głębokość, jest mniejsza. Zatem ze względu na nośność, czy powstawanie luzów w trakcie współpracy, przypiszemy powierzchni typu II lepszą jakość niż powierzchni typu I.

Wnioskiem z powyższego przykładu będzie twierdzenie, że należałoby stworzyć różne kryteria gładkości powierzchni w zależności od ich przeznaczenia. W tabl. I zestawiono kilka podstawowych zagadnień technicznych, ważnych zarówno dla konstruktora jak i użytkownika, którym to zagadnieniom podporządkowano odpowiednie parametry gładkościowe.

Wiążąc te zagadnienia z problemem gładkości powierzchni okazało się celowym zastosowanie podziału tych ostatnich na swobodne i współpracujące.

Za powierzchnie swobodne postanowiono uważać takie, dla których nie przewiduje się celowego zetknięcia z innymi powierzchniami; powierzchniami współpracującymi nazwano te, których zadaniem jest stworzenie zespołu z drugą powierzchnią, przyczem współpraca takiego zespołu może być ruchowa (zespół panewka-czop, gładź cylindra — pierścień tłokowy), lub spoczynkowa (zespół: panewka-oprawa łożyskowa, zespoły nitowane) i to zarówno ciągła, jak to ma miejsce w wyżej cytowanych przykładach, jak też chwilowa, na przykład współpraca grzybka z gniazdem zaworu, szczęki sprawdzianu z przedmiotem mierzonym.

Tabl. I ustala rodzaj i ilość parametrów gładkościowych, których pomiar zezwala na przeprowadzenie naukowych badań w zakresie zestawionych zagadnień oraz umożliwia ustalenie wytycznych dla warsztatów produkcyjnych. Na podstawie dotychczas przeprowadzonych badań i rozważań teoretycznych tak zagranych jak i własnych, stwierdzić można, że klasyfikacja gładkości powierzchni wyrobów produkowanych może opierać się na ocenie tylko jednego para-

TABLICA 1.

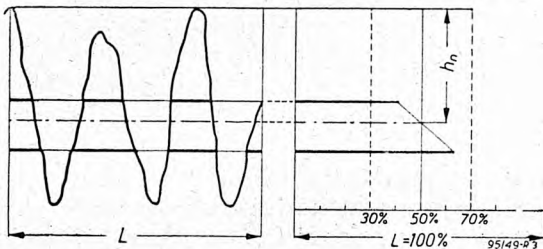
Podporządkowanie parametrów gładkościowych wybranym zagadnieniom technicznym.

L. p.	Wymagania ze względu na:	Czynnik decydujący ze stanowiska jakości powierzchni	Parametr gładkościowy
1	Wytrzymałość na rozerwanie i zginanie, wytrzymałość zmęczeniowa	kształt i głębokość karbu	wysokość nierówności H , współczynnik kształtu k_w
2	Odporność na korozję	stosunek wielkości powierzchni swobodnej do powierzchni mierzonej	L_{sw}/L^* , H i częstotliwość nierówności f
3	Promieniowanie ciepła	jak wyżej, częstotliwość i wysokość nierówności	L_{sw}/L , H i f
4	Estetyka wyglądu	wysokość nierówności, ilość pojedynczych rys powierzchniowych — i	H , (h_p) , (h_{sk}) , i
5	Tarcie i temperatura	wysokość i kształt nierówności, przyrost powierzchni styku	H i k_w , funkcja Abbotta
6	Nośność	wielkość powierzchni styku i jej przyrost pod wpływem obciążeń	funkcja Abbotta
7	Zużycie (zagadnienie powstawania luzów)	obniżenie wysokości nierówności jako funkcja ubytku materiału	funkcja Abbotta
8	Wcisk	obniżenie wysokości nierówności jako wynik zgniotu	funkcja Abbotta H i k_w
9	Przeprowadzenie ciepła	wielkość powierzchni styku	funkcja Abbotta

U w a g a: Pozycje 1 do 4 odnoszą się do powierzchni swobodnych, pozycje 5 do 9 odnoszą się do powierzchni współpracujących.

*) L_{sw} oznacza długość rzeczywistą krzywej profilowej, L długość jej rzutu na linię wierzchołkową lub podstawową. Pozostałe symbole parametrów gładkościowych omawiał artykuł „Normalizacja gładkości powierzchni obrabianych skrawaniem“ Przegląd Techniczny 1948, nr 15 — 16.

metru. Dla powierzchni swobodnych parametrem tym będzie wysokość maksymalna nierówności H , zaś dla powierzchni współpracujących dowolna wielkość charakteryzująca funkcję *Abbotta*. Na wielkość tę proponujemy odległość 50%-owej powierzchni nośnej profilu od linii wierzchołkowej, przyjmując dla niej oznaczenie h_n . Wartość h_n określimy z dostateczną dokładnością w sposób podany na rys. 3. Po ustaleniu położenia prostej wierzchołkowej wyznaczonej dwoma najwyższymi punktami profilu, przecinamy go dwoma liniami równoległymi tak dobranymi, by suma odcinków nośnych profilu wyznaczonych prostą wyższą leżała w granicach $0,3 L$ do $0,5 L$, a suma odcinków nośnych wyznaczonych prostą niższą leżała w granicach $0,5 L$ do $0,7 L$.



Rys. 3. Metoda wyznaczania h_n

Po naniesieniu na wykres sumy odcinków nośnych dla obu odciętych wyznaczamy interpolacyjnie położenie prostej warstwicowej odpowiadającej 50%-owej powierzchni nośnej i mierzymy jej odległość od prostej wierzchołkowej określając w ten sposób przybliżoną wartość h_n .

Metody i urządzenia pomiarowe.

Dotychczas stosowane metody pomiaru gładkości powierzchni dzielą się na dwie zasadnicze grupy:

1. Metody wymiarowego określania geometrii powierzchni, do których zaliczamy grupę sposobów mechaniczno elektrycznego i mechaniczno-pneumatycznego odwzorowywania profilów nierówności oraz metody optyczne: metodę płaskiej wiązki światła, metodę cienia oraz metodę interferencyjną.

2. Metody oceny jakościowej — ocenę gładkości drogą porównania z wzorcami przy użyciu komparatorów lub metodą dotykowo-przesuwną oraz metody całkowania optycznego, pneumatycznego, elektrycznego i mechanicznego.

Według zakresu przeznaczenia można zstosować podział na metody laboratoryjne, stosowane dla celów naukowo-badawczych i metody warsztatowe służące do oceny jakości produkcji ze względu na gładkość powierzchni.

Według tego zakresu przeznaczenia będziemy określać zalety i wady poszczególnych metod i przyrządów pomiarowych, przyjmując następujące kryteria ich przydatności:

- identyczność wielkości mierzonych, względnie jednoznaczna porównywalność z wielkościami stanowiącymi podstawę klasyfikacji gładkości,
- dokładność wyników pomiarów z uwzględnieniem błędów metodycznych i błędów przyrządu oraz stopień uzależnienia dokładności pomiarów od warunków zewnętrznych i subiektywnych,

c. powtarzalność pomiaru połączona z uzyskaniem wyników, których odchylenia od wartości uzyskanych w pomiarach poprzednich leżą w granicach błędów dopuszczalnych,

d. sposób utrwalenia wyników pomiaru — odczyt bezpośredni, wykres, fotografia,

e. czas trwania pomiaru,

f. konstrukcja przyrządu ze specjalnym uwzględnieniem jego przenośności i prostoty obsługi,

g. opłacalność z uwzględnieniem kosztów przyrządów i kosztów pomiarowych.

Metody mechaniczno-elektrycznego odwzorowywania profilów.

Metody mechaniczno-elektrycznego odwzorowywania profilów polegają na uzyskaniu obrazu profilu powierzchni badanej przy pomocy rubinowego lub diamentowego ostrza przesuwającego się po powierzchni badanej, przy czym ruch pionowy ostrza oraz jego posuw są automatycznie powiększane i rejestrowane. Do najbardziej rozpowszechnionych aparatów pomiarowych zbudowanych na tej zasadzie należą: analizator powierzchni firmy *Brush*, gładkościomierz *Tomlinsona*, profilometr *Talysurf*, radziecki analizator powierzchni IZP — 17 oraz mechaniczno-pneumatyczny profilometr *Tuplina*.

Metoda mechanicznego odwzorowywania powierzchni przyjęła się przy ocenie gładkości powierzchni w Związku Radzieckim i krajach anglosaskich ze względu na jej praktyczne zalety, do których należą:

a. niezależność skali poziomej od pionowej. Zwykle przyjmuje się powiększenia ruchu pionowego ostrza wzorującego kilkanaście do kilkadziesiąt-krotnie większe od powiększeń w kierunku posuwu ostrza, co zezwala na zmniejszenie długości obrazu profilu, przy równoczesnym umożliwieniu stosunkowo dokładnej oceny wysokości nierówności.

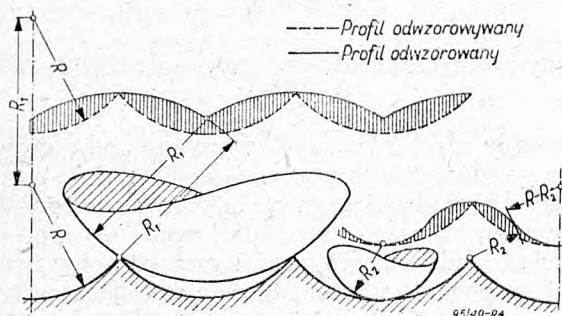
b. Duża skala powiększeń. W pierwszych przyrządach tego typu uzyskiwano powiększenia 100 — 800-krotne. Obecnie bez trudności uzyskuje się powiększenia pionowe rzędu 40.000 : 1, poziome 200 : 1 (aparat typu *Talysurf*), lub 400 : 1 (profilometr *Brusha*.)

c. Krótki czas pomiaru z równoczesnym utrwaleniem go wykreślnie. Wykres profilu na papierze pokrytym skalowaną siatką ułatwia szybki odczyt wartości szukanych, oraz stanowi utrwalenie wyników pomiaru.

d. Możliwość uzyskania — przy zastosowaniu dodatkowych urządzeń sumujących — bezpośredniego odczytu wartości przeciętnej wysokości profilu h_p , lub średniego kwadratowego odchylenia nierówności od linii środkowej h_{sk} (profilometr *Abbotta*, profilometr *Brusha*). Odczyt uzyskujemy niezależnie od wykresu, można więc w wypadkach gdy wykres jest nam zbędny, uzyskać tylko odczyt bez wykresu.

Do cech ujemnych tej metody zalicza się przede wszystkim pewne zniekształcenie obrazu profilu po-

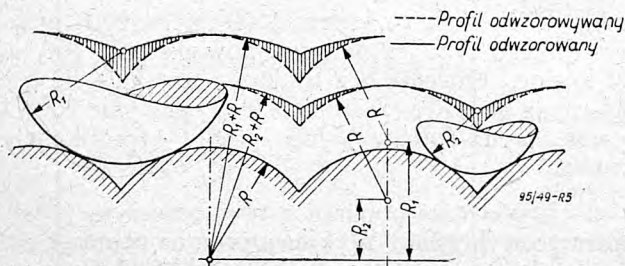
wierzchni. Zniekształcenie to wynika z błędów geometrycznych i dynamicznych, którymi obarczone są pomiary. Ostrze wzorujące posiada zakończenie zaokrąglone o określonej grubości. Ten końcowy wymiar ostrza w obecnie konstruowanych przyrządach laboratoryjnych wynosi ponad 10 mikronów, w przyrządach produkcji seryjnej średnio 20 mikronów. Dzięki temu klinowe wgłębienia o szerokości mniejszej od końcowego wymiaru ostrza nie są rejestrowane, przy rejestracji pozostałych nieregularności powierzchni powstaje pewne pole błędów wynikłe z metody od-



Rys. 4. Pola błędów geometrycznych przy odwzorowywaniu wklęsłych profilów kołowych.

wzorowania, którą przedstawić można jako określenie miejsca geometrycznego środków koła o promieniu równym promieniowi zaokrąglenia ostrza wzorującego. Kształt tych pól błędów w zależności od promieni krzywizn powierzchni — dla dwu szczególnych wypadków — przedstawiają rys. 4 i 5.

Przyjmując — zgodnie z rzeczywistością — że długość fali nierówności jest kilkakrotnie większą od ich wysokości i od wymiaru ostrza wzorującego można uważać błędy pochodzenia geometrycznego za dopuszczalne, a odwzorowanie za wystarczająco dokładne.



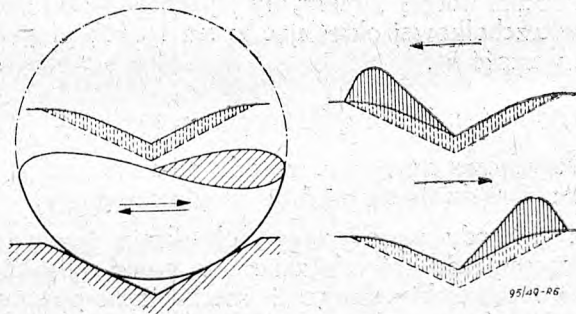
Rys. 5. Pola błędów geometrycznych przy odwzorowywaniu wypukłych profilów kołowych.

Prócz zniekształcenia profilu wynikłego z wyżej omówionych błędów geometrycznych występuje zniekształcenie dynamiczne, wynikłe z bezwładności mas ostrza i jego zamocowania, znajdujących się w ruchu podczas wzorowania. W wyniku badań przeprowadzonych przez *Naukowo-Badawczy Instytut Samochodowy* w Związku Radzieckim stwierdzono, że błędy pochodzenia dynamicznego (rys. 6) zależą od kąta nachylenia krzywej profilowej względem poziomu, oraz od szybkości przesuwania się ostrza po po-

wierzchni mierzonej. Zmniejszenie błędów pochodzenia dynamicznego uzyskamy, stosując możliwie niskie szybkości wzorowania i powtarzając pomiar dwukrotnie w tym samym miejscu, lecz w kierunkach przeciwnych. Przez nałożenie obu wykresów i ich porównanie można błędy te prawie całkowicie wyeliminować.

Badanie powierzchni przedmiotów, wykonanych z materiałów miękkich może spowodować zarysowanie tej powierzchni ostrzem wzorującym. Wynika to ze znacznego nacisku ostrza na powierzchnię. Wprawdzie obciążenie ostrza leży w granicach 0,1 do 0,2 Grama, lecz proste przeliczenie wykazuje, że przy obciążeniu średnim wynoszącym 0,15 G i końcowym wymiarze ostrza 12 mikronów, uzyskujemy stosunkowo duży nacisk powierzchniowy, wynoszący 1300 kG/cm². Powoduje to w efekcie zniekształcenie mniejszych nierówności na drodze ostrza i powstanie rysy, a ponadto czyni problematycznym powtarzalność pomiaru.

Opisy przyrządów mechanicznie odwzorujących profile znalazły się już na łamach powojennej technicznej prasy polskiej (*Johanson* — „Wykańczanie powierzchni“, *Przeгляд Techniczny*, rok 1947, *inż. Szulc* — „O gładkości powierzchni“, *Mechanik*, rok 1948, *inż. Szulc* — „Gładkość powierzchni“, *Przeгляд Mechaniczny*, rok 1948), nie będziemy więc ich przytaczać w tym miejscu. Zaznaczyć należy, że istniało



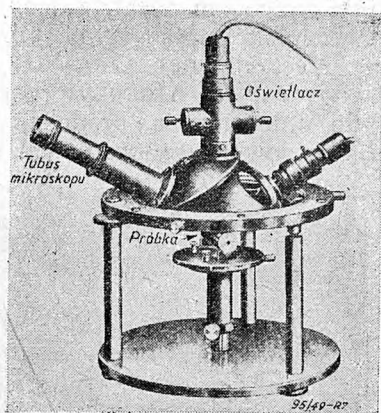
Rys. 6. Zależność pola błędów dynamicznych od kierunku odwzorowywania.

też polskie rozwiązanie konstrukcyjne tego typu przyrządu *inż. W. Majewskiego*, a sam przyrząd wykonany w Laboratorium Zakładu Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej w okresie przedwojennym dawał wystarczająco dokładne wyniki pomiarów.

Metody optyczno - profilowe.

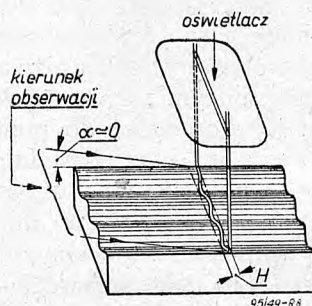
Metody optyczno-profilowe odznaczają się dużą dokładnością, dzięki czemu specjalnie nadają się do badań naukowych. Uzyskiwane powiększenia są dużo niższe niż przy metodzie mechanicznego odwzorowywania, przy czym stosunek powiększenia w kierunku pionowym i poziomym jest jednakowy, lub prawie jednakowy. Dostatecznie dokładne wyniki uzyskuje się już dla powierzchni o wysokościach nierówności rzędu 0,1 mikrona. Zasadniczą wadą tej metody jest ograniczenie wielkości powierzchni równocześnie obserwowanej i dłuższy czas trwania pomiaru. Odwzorowywanie następuje tu na drodze sporządzania mikrofotografii, lecz nie jest niezbędne do pomiaru, gdyż

odczyt może nastąpić bezpośrednio przy użyciu okularu z naciętą na soczewce skalą.



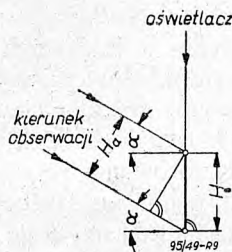
Rys. 7. Fotografia mikroskopu Schmalza.

Przyrządem optyczno - profilowym, zbudowanym na zasadzie przekrojów świetlnych, inaczej zwaną metodą płaskiej wiązki światła, jest mikroskop *Schmalza* firmy *C. Zeiss - Jena*, rys. 7.



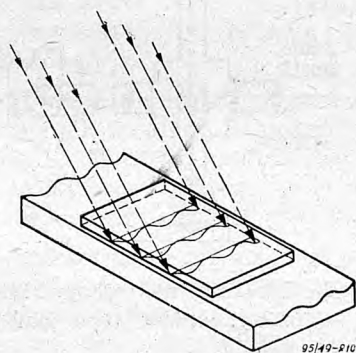
Rys. 8.

Rys. 8. Metoda płaskiej wiązki światła — wyjaśnienie zasady działania.



Rys. 9.

Rys. 9. Zmniejszenie wysokości profilu obserwowanego względem rzeczywistej wysokości nierówności H przy metodzie Schmalza.



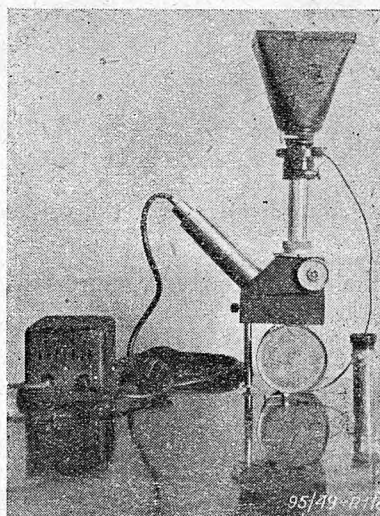
Rys. 10. Metoda cienia — wyjaśnienie zasady działania.

Gdyby ślad płaskiej wiązki światła skierowanej prostopadle do powierzchni badanej mógł być obserwowany w płaszczyźnie tej powierzchni i prostopadle do rzucanej wiązki — jak to wskazuje rys. 8, to profil obserwowany byłby zgodny wymiarowo z profilem rzeczywistym.

Obserwacja taka jest jednak niemożliwa, gdyż nierówności powierzchni, leżące między śladem świetlnym a okiem obserwatora, zasłaniałyby częściowo profil obserwowany. Obserwacja pod określonym kątem α powoduje zmniejszenie wysokości obserwowanego profilu H_a względem wysokości rzeczywistej profilu H w stosunku $H_a : H = \cos \alpha$, jak to wynika z zależności geometrycznych, wskazanych na rys. 9.

Zniekształcenie to należy uwzględnić przy wylizowaniu wartości pomiarowej, o ile nie jest ono już uwzględnione przy skalowaniu podziałki na okularze mikroskopu.

Zarówno metoda mechanicznego odwzorowywania profilów jak również metoda płaskiej wiązki światła nie daje możliwości zbadania charakteru powierzchni przez porównanie szeregu równoległych profilów sąsiednich. Wady tej unika opracowana przez autora niniejszego artykułu — *prof. inż. Witolda Biernawskiego**) metoda cienia.



Rys. 11a. Gładkościomierz WB 4 typu warsztatowego.

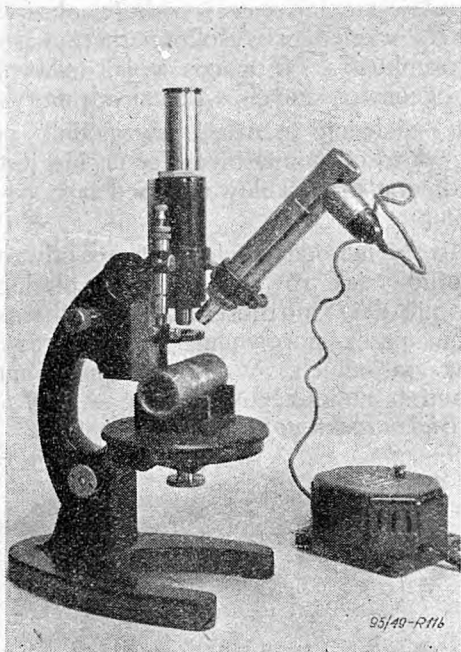
Metoda cienia polega na obserwacji szeregu obrazów profilów równoległych, stworzonych przez cienie rysek, naciętych na spodniej powierzchni płytki szklanej, przyłożonej do powierzchni badanej, rys. 10.

Na płytkę pada strumień światła skierowany pod kątem 45° do osi układu optycznego mikroskopu, prostopadłej względem powierzchni badanej. Ten układ osi wyklucza możliwość powstania zniekształceń profilu w sposób omawiany powyżej. W okularze mikroskopu obserwujemy — prócz cieni rysek — również same ryski, widoczne w postaci pęku prostych równoległych. Ponieważ odległość między ryskami jest znana, więc bezpośrednia ocena wysokości nierówności przez porównanie jej z odległością między ryskami nie przedstawia żadnych trudności, jeżeli wysokość nierówności nie jest mniejsza od 3 mikronów.

Zbudowany na tej samej zasadzie gładkościomierz WB 4, rys. 11a, 11b, składa się z:

*) Przy wydatnej pomocy inż. Tadeusza Pietrzkiwicza i inż. Andrzeja Weissbroda.

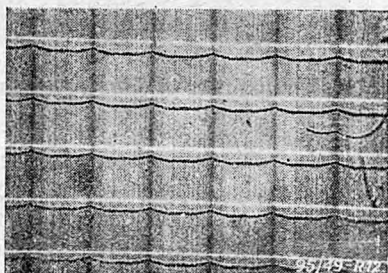
1. oświetlacza wysyłającego strumień równoległych promieni światła monochromatycznego pod kątem 45° do powierzchni badanej,



Rys. 11b. Gładkościomierz WB 4 typu laboratoryjnego.

2. normalnego urządzenia mikroskopowego z wymiennymi okularami,

3. płytki ze szkła optycznego z naciętymi równoległymi ryskami, przy czym głębokość tych rysek jest stała, jak również stała jest ich wzajemna odległość.

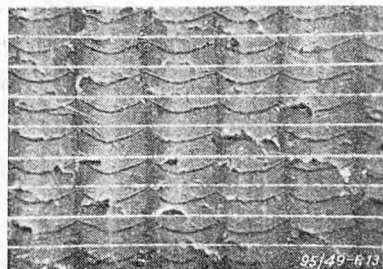


Rys. 12. Wynik obserwacji powierzchni toczonej przy użyciu gładkościomierza WB 4, $v = 235$ m/min, $p = 0,24$ mm/obr. $g = 0,5$ mm $r = 0,5$ mm $H = 20$ mikronów.

Wysokość nierówności można odczytać bezpośrednio przy pomocy okularu z podziałką mikrometryczną, lub ocenić na oko przez porównanie ze znanymi odstępem rysek na płytce. W celu oceny wysokości nierówności jako ułamka wzajemnej odległości dwu rysek pożądanym jest, by jasne linie rysek były styczne z najwyższymi lub najniższymi punktami obserwowanej krzywej profilowej. Umożliwia to konstrukcja przyrządu, zezwalająca na podwyższenie i obniżanie płytki w kierunku prostopadłym do powierzchni badanej, dzięki czemu położenie cieni rysek ulega przesunięciu względem białych śladów rysek widzianych w mikroskopie. Zarówno obserwo-

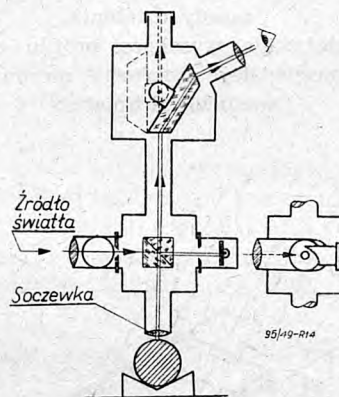
wana powierzchnia jak i rysujące się na niej profile mogą być utrwalane mikrofotografią, rys. 12 i 13

Aparaty tego typu zostały wykonane w 1938 roku, w okresie wojennym uległy jednak zniszczeniu wraz z rysunkami konstrukcyjnymi. Obecnie w *Laboratorium Mechanicznej Obróbki Materiałów Akademii Górniczej w Krakowie* rozpoczęto przygotowania do uruchomienia produkcji gładkościomierzy WB4 w nowym warsztatowym wydaniu.



Rys. 13. Wynik obserwacji powierzchni toczonej przy użyciu gładkościomierza WB4, $v = 25,5$ m/min $p = 0,48$ mm/obr. $g = 0,5$ mm $r = 0,5$ mm $H = 110$ mikronów.

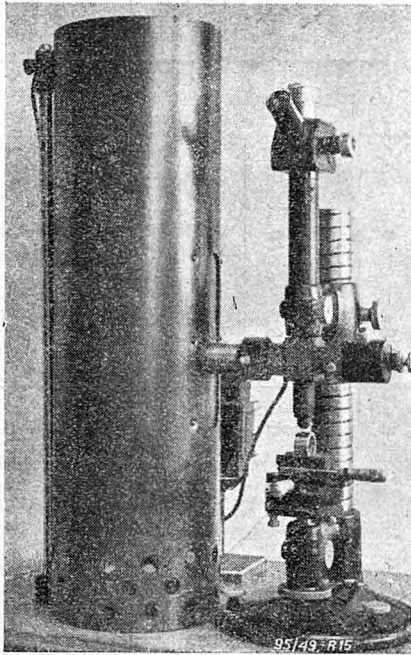
Zastosowanie metody interferencji światła do pomiarów gładkości ma miejsce — jak dotychczas — jedynie w badaniach laboratoryjnych. Wyróżnia się ona dokładnością wyników, dużym zakresem pomiarowym, umożliwiającym jej stosowanie do pomiaru najbardziej gładkich powierzchni, oraz samą metodą odwzorowania nierówności polegającą na uzyskiwaniu planu warstwicowego powierzchni w miejsce profilu, jaki uzyskuje się uprzednio omówionymi metodami. Metodę interferencyjną, jako najbardziej dokładną należy polecić przy kontrolnych pomiarach wzorców gładkości.



Rys. 14. Zasada działania mikroskopu interferencyjnego — uniwersalnego, typu Linnika.

Rys. 14 przedstawia schemat działania interferometru Linnika. Interferometr Linnika nadaje się przede wszystkim do badania gładkości powierzchni „lustrowanych“, a więc dokładnie szlifowanych, docieranych, dogładzanych i polerowanych. Przyrządem tym można mierzyć nierówności powierzchni w granicach $0,3 < H < 3$ mikrona.

Rys. 15 przedstawia interferometr *Linnika*, znajdujący się w Laboratorium Mechanicznej Obróbki Materiałów Akademii Górniczej. Zaznaczyć należy, że konstrukcja aparatu umożliwia nie tylko pomiar nierówności na drodze interferometrycznej lecz również ich utrwalenie na drodze fotografii oraz użycie interferometru jako normalnego mikroskopu metalograficznego.



Rys. 15. Interferometr Linnika używany w laboratorium Mechanicznej Obróbki Materiałów Akademii Górniczo-Hutniczej.

Wzorce gładkości.

Wzorce gładkości powierzchni pozwalają na praktyczne rozwiązanie sprawy odbiorczo - kontrolnych pomiarów przemysłowych. Wzorce stanowią podstawę oceny gładkości metodami porównawczymi, a więc:

najmniej dokładnej oceny polegającej na bezpośrednim, wzrokowym porównaniu wzorca z powierzchnią badaną,

oceny przy użyciu mikroskopu o rozdwojonej osi optycznej, czyli tak zwanego komparatora; komparator umożliwia równoczesną obserwację powierzchni ocenianej i wzorcowej w jednym polu widzenia, co nie jest możliwe w normalnych mikroskopach,

szeroko stosowanej w zagranicznej praktyce warsztatowej oceny dotykowo - przesuwnej. Metoda polega na porównaniu stopnia gładkości powierzchni badanej i wzorca drogą przesuwania po nich z szybkością 3 — 5 m/sek paznokcia względnie blaszki metalowej. Drgania tego przekładnika (paznokiec albo blaszka) wywołane zetknięciami z grzbietami nierówności, stanowią rytmiczną podniechę na którą w sposób bardzo czuły reaguje zmysł dotyku. Praktyka wykazuje, że metoda ta zezwala na stwierdzenie istnienia nierówności w wypadkach, gdy wzajemna odległość grzbietów nierówności przekracza 1 mi-

Gładkość powierzchni						Arkusz 1
Klasyfikacja i oznaczenie powierzchni swobodnych						Projekt
Klasa gładkości	1	2	3	4	5	6
Symbol klasy	III	II	I	III	II	I
Stopień gładkości	a b c	a b a	a b a	a b a	a b a	a b
Symbol stopnia	a b c	a b a	a b a	a b a	a b a	a b
H w mikronach	0 0,16 0,4 1,0 1,6 2,5 4,0 6,3 10	16 25 40 63 100				
rodzaj obróbki	ozn.					
struganie	st					
dłutowanie	dt					
wiercenie	wr					
frezowanie czotowe	fc					
frezowanie walcowe	fw					
toczenie promieniowe	tp					
wyfoczenie	wf					
toczenie wzdłużne	tw					
szlifowanie przeciwbież.	sp					
szlifowanie współbież.	sw					
rozwiercanie	rw					
docieranie	do					
polerowanie	po					
obróbka:		ostateczny wykańcz		wstępna		

kron, przyczem wyczuwamy już 6% — 2%-owe zmiany tej odległości, równoznaczne ze zmianą stopnia gładkości.

Uwagi na temat normalizacji gładkości powierzchni.

Zestawienie podane w tabl. I-ej wskazuje na konieczność stworzenia conajmniej dwu niezależnych od siebie norm jakości powierzchni, a to:

a. normy jakości dla powierzchni swobodnych opartej na parametrze związanym ściśle z wymaganiami stawianymi tego typu powierzchni. Jak wynika z tablicy I-ej parametrem tym mogłaby być wysokość maksymalna nierówności H .

b. normy jakości dla powierzchni współpracujących opartej na wielkości stojącej w ścisłym związku z krzywą *Abbotta*, gdyż ta ostatnia spełnia stosun-

Gładkość powierzchni						Arkusz 2
Klasyfikacja i oznaczenie powierzchni współpracujących						Projekt
Klasa gładkości	1	2	3	4	5	6
Symbol klasy	▼▼	▼	▼	▼	▼	~
Stopień gładkości	a b c	a b a	a b a	a b a	a b a	a b
Symbol stopnia	a b c	a b a	a b a	a b a	a b a	a b
h_n w mikronach	0 0,02 0,06 0,16 0,4 1,0 1,6 2,5 4,0 6,3 10 16 25 40					
rodzaj obróbki	ozn.					
struganie	st					
dłutowanie	dt					
wiercenie	wr					
frezowanie czotowe	fc					
frezowanie walcowe	fw					
przeciąganie	pr					
toczenie promieniowe	tp					
wyfoczenie	wf					
toczenie wzdłużne	tw					
szlifowanie przeciwbież.	sp					
szlifowanie współbież.	sw					
rozwiercanie	rw					
skrobanie	sk					
docieranie	do					
obciąganie	ob					
dogładanie	dg					
polerowanie	po					
obróbka:		ostateczny wykańcz		wstępna		

Tablica II. Klasyfikacja gładkości powierzchni wg norm zagranicznych.

Norma U. S. A. B 46		Norma Z. S. R. R. GOST 2789-45		Norma brytyjska wg projektu Schlesingera		Norma niemiecka wg projektu Schmalza		Norma szwajcarska NB-120800					
Klasa	h_{st} w mikro- calach	h_{st} przeliczone na μ	Grupa	Klasa	h_{st} w mikro- nach	Klasa	h_p w mikrocalach	H (wartości odpo- wiadające da- nym przedzia- łom h_p)	Grupa	Klasa	H w mikronach	Symbol	H w mikronach
1	0,25	0,0063	Bardzo gładka	14	0,0 — 0,012	0	0 — 1	SA	SA	0,3 S	0,0 — 0,3		0,1 — 0,5
2	0,5	0,013		13	0,012 — 0,025	1	1,1 — 2						
3	1	0,025	Gładka	12	0,025 — 0,05	2	2,1 — 4	SB	SB	1,6 S	1,0 — 1,6		1,0 — 4,0
4	2	0,051		11	0,05 — 0,1	3	4,1 — 8						
5	4	0,102	Półgładka	10	0,1 — 0,2	4	8,1 — 16	SC	SC	4,0 S	2,5 — 4,0		4,0 — 16
6	8	0,203		9	0,2 — 0,4	5	16,1 — 32						
7	16	0,406	Zgrubna	8	0,4 — 0,8	6	32,1 — 63	SD	SD	10 S	6,0 — 10,0		4,0 — 16
8	32	0,812		7	0,8 — 1,6	7	63,1 — 125						
9	63	1,60	1	6	1,6 — 3,2	8	126 — 250	1	1	16 S	10 — 16		4,0 — 16
10	250	6,35		5	3,2 — 6,3	9	251 — 500						
11	1000	25,40	2	4	6,3 — 12,5	10	501 — 1000	2	2	25 S	16 — 25		16 — 40
12	4000	101,6		3	12,5 — 25	11	1001 — 2000						
13	16080	406,4	3	2	25 — 50	12	2001 — 4000	3	3	40 S	25 — 40		16 — 40
14	63000	1600		1	50 — 100	12	127,1 — 406,5						

Norma zezwala na po-
miar H i przeliczenie
wartości przy pomocy
istniejących tablic na h_{st}

Autor normy zakłada, że $h_p = h_{st}$,
mimo różnic przekraczających 20%

Klasyfikacja ważna, gdy

$0,4 < k_w < 0,6$

Używana w zakładach
„Brown Boveri”

Zestawił inż. A. Sadowski

kowo największą ilość wymagań odnośnie scharakteryzowania powierzchni współpracujących ze względu na zadania im stawiane. Każdorazowe wyznaczanie *krzywej Abbotta* stanowiłoby jednak poważną trudność i miałyby się z celem. Dla określenia charakteru *krzywej Abbotta* wystarczy w zupełności określenie wartości odległości 50%-owej powierzchni nośnej od linii wierzchołkowej.

Niezależnie od konieczności rozgraniczenia klasyfikacji gładkości powierzchni swobodnych od klasyfikacji gładkości powierzchni współpracujących nasuwają się następujące uwagi na temat układu obu norm i ich praktycznego zastosowania.

a. stopniowanie klas obu norm winno być oparte na szeregu liczb normalnych *Renarda*, zgodnie z załeczeniem Konferencji I. S. A. z dnia 3 czerwca 1932 roku odnośnie stosowania tego szeregu do celów normalizacyjnych, oraz zgodnie z obowiązującą normą polską PN/o-121. W normie powinien być uwzględniony podział na klasy i dokładniejszy — wewnątrz klas — na stopnie co umożliwiłoby dostateczne zróżniczkowanie gładkości w wypadkach koniecznych, a zarazem zezwoliłoby na zastosowanie szerszych tolerancji gładkościowych dla obróbki normalnej.

b. Norma winna zawierać podporządkowane klasom i stopniom wyszczególnienie metod obróbkowych, co ułatwia korzystanie z normy konstruktorowi. Niezależnie od tego winno się przygotować tabele uzupełniające do normy, zestawiające warunki obróbki, które określałyby możliwość uzyskania założonej klasy czy stopnia gładkości.

c. Klasom i stopniom gładkości należy podporządkować symbole rysunkowe, rodzajom obróbki odpowiednie skróty literowe, celem prostego przedstawienia na rysunku konstrukcyjnym żądanych wymagań odnośnie gładkości i sposobu jej uzyskania.

d. Do pomiaru gładkości przy odbiorze stosować należy wzorce (najlepiej jeden z przedmiotów produkowanej serii) wykonane z tego samego materiału i tą samą metodą obróbki z zachowaniem ustalonych dla serii wykonywanej warunków obróbki. Gładkość wzorca powinna być przed jego dopuszczeniem do użycia określona laboratoryjnie, kontrola wykonywanych przedmiotów może się odbywać metodą dotykowo-przesuwną, lub dla powierzchni o wysokiej klasie gładkości — komparatorami optycznymi.

e. Do laboratoryjnej oceny gładkości powierzchni wprowadzić należy jednolity typ przyrządów, przy czym zastosowanie znaleźć tu mogą zarówno przyrządy stylusowe jak też optyczne typu gładkościomierza *WB4* lub mikroskopu *Schmaltza* oraz interferometru *Linnika*. Za podstawę oceny przyjmować

należy profil wykazujący najniższy stopień gładkości, przyczem kierunek pomiaru winien być zaznaczony na wzorcu, na którym należy trwale umieścić oznaczenie klasy i stopnia gładkości.

f. Do orientacyjnej oceny gładkości w trakcie produkcji służyć mogą komplety wzorów klas gładkości (nie uwzględniające podziału na stopnie) i metod obróbki. Wzorce te służą do oceny porównawczej wzrokowej, lub przybliżonej oceny metodą dotykowo-przesuwną.

LITERATURA.

1. *Biernawski Witold* — „Pomiary gładkości powierzchni“. *Przeгляд Mechaniczny* 1939, nr. 4.
2. *Biernawski Witold* — „Nouvelle methode de mesure de l'etat des surfaces“. *Travaux et memoires de la Societe Francaise des Mecaniques I*, 1939.
3. *Biernawski Witold, Sadowski Andrzej* — „Normalizacja powierzchni obrabianych skrawaniem“. *Przeгляд Techniczny* 1948, nr 15 — 16.
4. *Nicolau* — „Szorstkość powierzchni i jej całkowanie pneumatyczne“. *Przeгляд Mechaniczny* 1939, nr 5.
5. *Szulc Stanisław* — „O gładkości powierzchni“. *Mechanik* 1948, nr 1 — 2.
6. *Szulc Stanisław* — „Gładkość powierzchni“. *Przeгляд Mechaniczny* 1948, nr 1.
7. *Barun* — „Mikrogeometria obrabotannoj metaliczeskaj powierzchni i jej izmierenijsa“. *Wiestnik Maszynostrojenija* 4, 1947.
8. *Ligskij* — „Etalony czystoty obrabotki powierzchni po GOST 2789—45“. *Wiestnik Maszynostrojenija* 4, 1947.
9. *Szegul* — „Dowodka izmeritielnych instrumentow“. Moskwa 1947.
10. *Tennenbaum* — „Analizator powierzchni dla ocenki szerochowa tosti“. *Zawodskaja Laboratorija* 9, 1947.
11. *Clay* — „Surface Finish“, 1944.
12. *Reason* — „Measurement of Surface Finish by Stylus Methods“.
14. *Reason* — „Surface Finish and Its Measurement“, 1944.
14. *Schlesinger* — „Surface Finish, Report of the Research Department“, 1942.
15. *Shaw* — „Recent Developments in the Measurement and Control of Surface Roughness“. *Journal of the Institution of Production Engineers*. 1942.
16. *Tuplin W. A.* — „Roughness of surfaces“. *British Science News* Nr 12, 1948.
17. *Nicolau* — „Position du probleme industriel des aberrations geometriques des surfaces“. *Machines et Metaux*, mai, juni 1948.
18. *Schmaltz* — „Technische Oberflächekunde“, 1936.

Prosimy o wpłacenie zaległej prenumeraty za I półrocze 1949 r.,
oraz o odnowienie prenumeraty za II półrocze 1949 r.

Nierównomierność rozkładu napięć pomiędzy otworami opłomkowymi walczaka kotłowego

Prof. dr ZENOBIUSZ KLĘBOWSKI
Inż. WOJCIECH URBANOWSKI

Napięcia występujące w płytach z otworem w przypadku rozciągania jednokierunkowego i dwukierunkowego w kierunkach do siebie prostopadłych. — Wpływ rozłaczania opłomek na naprężenia występujące w materiale mostka. — Współczynnik osłabienia mostka wywołanego rozłaczaniem opłomek. —

Wiadome jest powszechnie, że w równomiernie rozciąganej płycie, opatrzonej otworem, w przekrojach przechodzących przez otwór, napięcia rozkładają się nierównomiernie. Mianowicie siedliskiem największego zagęszczenia napięć (największych naprężeń) są krawędzie otworu.

Jeżeli średnica $2r$ otworu umieszczonego w środku szerokości płyty a jest dostatecznie mała w porównaniu do niej (ściśle przy $a : 2r = \infty$), to w przekroju przechodzącym przez środek otworu i prostopadłym do kierunku równomiernego rozciągania płyty naprężenie rozciągające σ_1 wyraża się wzorem

$$\sigma_1 = 0,5 \sigma_0 \left(2 + \frac{r^2}{\rho^2} + 3 \frac{r^4}{\rho^4} \right), \quad (1)$$

w którym: σ_0 oznacza naprężenie przeciętne, wynikające z podzielenia całkowitej siły rozciągającej przez pole (poprzeczne) przekroju płyty, a ρ — odległość rozpatrywanego punktu od środka otworu.

Przy samej krawędzi otworu ($\rho = r$) jest $\sigma_1 = 3\sigma_0$, a więc trzykrotnie większe od przeciętnego.

W miarę tego jak kąt ($\alpha = 90^\circ$) rozpatrywanego przekroju z kierunkiem rozciągania zmniejsza się, maleje również σ_1 , które przy krawędzi otworu dla $\alpha = 30^\circ$ wynosi $\sigma_1 = 0$, a dla $\alpha = 0$ jest $\sigma_1 = -\sigma_0$ czyli jest ujemne.

Wzór (1) wypływa z ogólniejszych wyników ścisłych rozważań teoretycznych Kirscha¹⁾. Bardzo duża dokładność, z jaką wyniki te dają się wykorzystać w praktyce, została doświadczalnie stwierdzona przez Siebela i Kopfa²⁾.

Jeżeli średnica $2r$ otworu nie jest bardzo mała w porównaniu do szerokości rozciąganej płyty a , to stosunek największego naprężenia σ_1 przy krawędzi otworu do naprężenia przeciętnego σ_0 , obliczonego w czynnym przekroju o wymiarze $(a - 2r)$, jest mniejszy niż 3.

Jeżeli oznaczymy przez $k = a : 2r$, to z dużym przybliżeniem jest

$$\sigma_1 = \sigma_0 \cdot \frac{6k^3}{2k^3 + 2k^2 + k + 1} \quad (2)$$

¹⁾ G. Kirsch. Die Theorie der Elastizität und die Bedürfnisse der Festigkeitslehre. Z. V. D. I. Bd. 42 (1898) str. 797/807.

²⁾ E. Siebel u. E. Kopf. Beanspruchung in gelochten Platten, Forschungsheft 369, Beilage zu „Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens“, Ausgabe B, Band 5, November/Dezember 1934.

Wzór ten (doświadczalny) podali Leon i Willheim^{3) 4)}. Przyjmując wzór (1) dla płyty o skończonej szerokości, dopuszczamy przybliżenie na korzyść pewności.

Jeżeli w równomiernie rozciąganej płycie, o znacznej szerokości a , są wykonane w jej poprzecznym przekroju na obydwu krawędziach podłużnych półkolisty otwory, o promieniach r , zmniejszające szerokość płyty z a na $(a - 2r)$, to największe naprężenia w osłabionym przekroju znajdują się przy krawędziach otworu i są dwa razy większe od przeciętnego. Wyniki te otrzymał doświadczalnie Preuss⁵⁾.

Wprawdzie każdy element w przekroju poprzecznym prócz naprężenia głównego (wzór 1) jest poddany działaniu drugiego naprężenia głównego skierowanego promieniowo, wyrażającego się wzorem¹⁾.

$$\sigma_2 = 1,5 \sigma_0 \left(\frac{r^2}{\rho^2} - \frac{r^4}{\rho^4} \right), \quad (3)$$

które osiąga wartość równą zero przy krawędzi otworu ($\rho = r$) i przy krawędzi płyty ($\rho = \infty$), przyjmując

wartość maximum przy $\frac{r}{\rho} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,70711$ czyli przy $\rho = \sqrt{2} \cdot r = 1,4142 r$, które wynosi $\sigma_{2max} = 0,375 \sigma_0$, to jednak naprężenie to nie ma wpływu na wartość największego wyteżenia, gdyż przy $\rho = \sqrt{2} \cdot r$ $\sigma_1 = 1625 \sigma_0$, a więc jest $\frac{3}{1,625} = 1,85$ razy mniejsze od największego panującego przy krawędzi.

Już z powyższych wzorów ocenić można w sposób przybliżony, wystarczający dla praktyki, wartość spiętrzonych naprężeń i ich wpływ na wyteżenie materiału w sieci otworów, wykonanych w płycie jednoosiowo rozciąganej.

Jednak element blachy płaszczą kotła można porównać z płytą dwuosiowo rozciąganą: naprężeniem p_x i $p_y = 0,5 p_x$ równomiernie rozłożonymi na krawędziach.

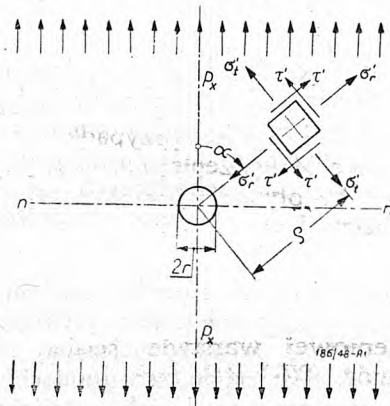
W celu zdania sobie sprawy, chociaż w przybliżeniu, ze zjawisk zachodzących w blasze kotła, opa-

³⁾ A. Leon u. F. Willheim. Die Spannungsverteilung in gelochten und gekerbten Zugstäben. Mitt. Staatl. Techn. Versuchsanstalt Wien, Bd. 3 (1914) str. 33/50 i 37/52.

⁴⁾ A. Leon u. F. Willheim. Über das elastische Gleichgewicht von zylindrischen Ringen u. die Spannungsverteilung in einem gelochten Zugstabe von endlicher Breite. Z. f. Math. u. Phys. 1916, str. 233/48.

⁵⁾ S. Preuss. Z. V. D. I. 1913, str. 664.

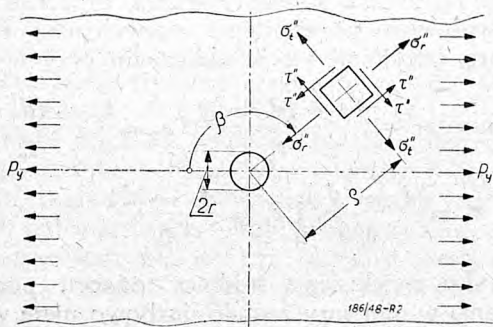
trzonych otworami, rozpatrzmy przebieg naprężeń w płycie z otworem, przy jej dwuosowym rozciąganiu.



Rys. 1. Rozkład naprężeń w płycie z otworem rozciąganej jednokierunkowo naprężeniem p_x
Zaznaczony kierunek τ odpowiada warunkowi $\tau' > 0$

W tym celu rozpatrzmy rys. 1 i grupę równości (4) odnoszących się do rozkładu naprężeń w płycie z otworem, jednokierunkowo rozciąganej naprężeniem p_x równomiernie rozłożonym.

$$\begin{aligned} \sigma'_1 &= \frac{p_x}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{r}{\rho}\right)^2 - \left[1 + 3\left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \right] \cos 2\alpha \right\} \\ \sigma'_2 &= \frac{p_x}{2} \left\{ 1 - \left(\frac{r}{\rho}\right)^2 + \left[1 - 4\left(\frac{r}{\rho}\right)^2 + 3\left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \right] \cos 2\alpha \right\} \\ \tau' &= \frac{p_x}{2} \left[1 + 2\left(\frac{r}{\rho}\right)^2 - 3\left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \right] \sin 2\alpha \end{aligned} \quad (4)$$



Rys. 2. Rozkład naprężeń w płycie z otworem rozciąganej jednokierunkowo naprężeniem p_y
Zaznaczony rzeczywisty kierunek τ'' odpowiada warunkowi analitycznemu $\tau'' < 0$

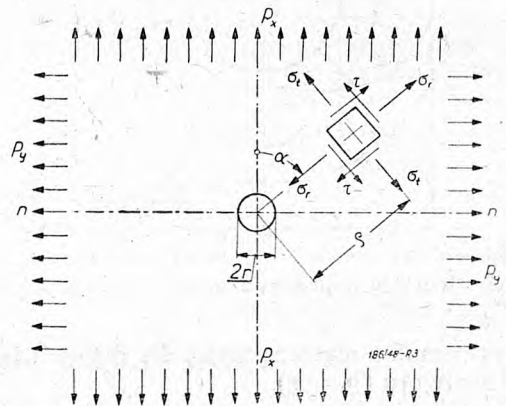
Rys. 2 i grupa równości (5) odnoszą się do płyty z otworem jednoosiowo rozciąganej naprężeniem p_y równomiernie rozłożonym w kierunku prostym do kierunku naprężenia p_x .

$$\sigma''_1 = \frac{p_y}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{r}{\rho}\right)^2 - \left[1 + 3\left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \right] \cos 2\beta \right\}$$

$$\begin{aligned} \sigma''_r &= \frac{p_y}{2} \left\{ 1 - \left(\frac{r}{\rho}\right)^2 + \left[1 - 4\left(\frac{r}{\rho}\right)^2 + 3\left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \right] \cos 2\beta \right\} \\ \tau'' &= \frac{p_y}{2} \left[1 + 2\left(\frac{r}{\rho}\right)^2 - 3\left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \right] \sin 2\beta \end{aligned} \quad (5)$$

Dla przypadku dwuosowego stanu naprężenia, przedstawionego na rys. 3, drogą superpozycji otrzymujemy układ równań (6).

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \sigma'_t + \sigma''_t \\ \sigma_r &= \sigma'_r + \sigma''_r \\ \tau &= \tau' + \tau'' \end{aligned} \quad (6)$$



Rys. 3. Rozkład naprężeń w płycie z otworem rozciąganej dwuosowo.

Ponieważ $\beta = \frac{\pi}{2} + \alpha$, to jeżeli w wyrażeniach

(5) zamiast $\cos 2\beta$ wstawimy $\cos 2\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = -\cos 2\alpha$

i zamiast $\sin 2\beta$ wstawimy $\sin 2\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = -\sin 2\alpha$,

otrzymujemy wyrażenia (7) naprężeń w funkcji kąta α , jaki tworzy promień ρ z kierunkiem naprężenia p_x , które przyjmujemy za większe od p_y .

$$\begin{aligned} \sigma_t &= \frac{p_x + p_y}{2} \left[1 + \left(\frac{r}{\rho}\right)^2 \right] - \frac{p_x - p_y}{2} \left[1 + 3\left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \right] \cos 2\alpha, \\ \sigma_r &= \frac{p_x + p_y}{2} \left[1 - \left(\frac{r}{\rho}\right)^2 \right] + \frac{p_x - p_y}{2} \left[1 - 4\left(\frac{r}{\rho}\right)^2 + 3\left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \right] \cos 2\alpha, \\ \tau &= \frac{p_x - p_y}{2} \left[1 + 2\left(\frac{r}{\rho}\right)^2 - 3\left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \right] \sin 2\alpha. \end{aligned} \quad (7)$$

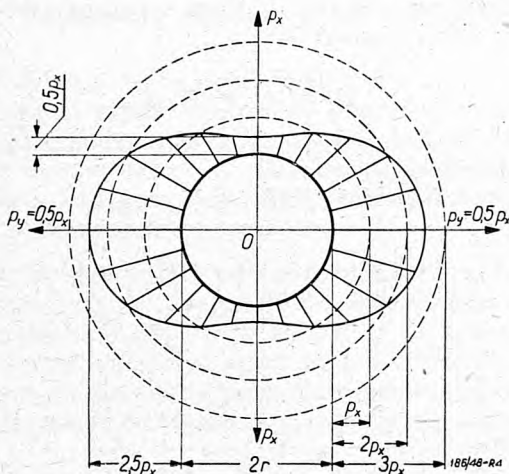
W przypadku, dla którego $p_y = 0,5 p_x$, jak to zachodzi w płaszczu walczaka kotłowego (gdzie $p_x = \frac{pD}{2g}$), równości (7) sprowadzają się do następujących:

$$\sigma_t = \frac{3}{4} p_x \left[1 + \left(\frac{r}{\rho}\right)^2 \right] - \frac{1}{4} p_x \left[1 + 3\left(\frac{r}{\rho}\right)^4 \right] \cos 2\alpha,$$

$$\sigma_r = \frac{3}{4} p_x \left[1 - \left(\frac{r}{\rho} \right)^2 \right] + \frac{1}{4} p_x \left[1 - 4 \left(\frac{r}{\rho} \right)^2 + 3 \left(\frac{r}{\rho} \right)^4 \right] \cos 2\alpha,$$

$$\tau = \frac{1}{4} p_x \left[1 + 2 \left(\frac{r}{\rho} \right)^2 - 3 \left(\frac{r}{\rho} \right)^4 \right] \sin 2\alpha \quad (8)$$

Rys. 4 przedstawia wartości naprężenia σ_t przy brzegu otworu odłożonego promieniowo, tj. obróconego o 90° .



Rys. 4. Wartość naprężenia σ_t przy brzegu otworu.

W przypadku płaszczki walczaka mamy więc dla krawędzi otworu ($\rho = r$).

$$\sigma_t = 1,5 p_x - p_x \cos 2\alpha, \quad \sigma_r = 0, \quad \tau = 0, \quad (9)$$

a więc w przekroju południkowym ($\alpha = \frac{\pi}{2}$)

$$\sigma_{t \max} = 2,5 p_x = 2,5 \frac{pD}{2g} \quad (10)$$

natomiast w przekroju poprzecznym ($\alpha = 0$).

$$\sigma_{t \min} = 0,5 p_x = 0,5 \frac{pD}{2g} \quad (11)$$

Wyrażenie (10) daje pojęcie o nierównomierności rozkładu naprężeń w szeregu otworów podłużnych, a wyrażenie (11) w szeregu otworów poprzecznych. Podobne wyrażenie można znaleźć dla każdego szeregu ukośnego odpowiadającego kątowi α , znajdując się w granicach $0 < \alpha < 90^\circ$.

Widzimy z wyrażenia (10), że dzięki rozciąganiu naprężeniem p_y jest $\sigma_{t \max} = \frac{3}{2,5} = 1,2$ razy mniejsze niż w płycie rozciąganej jednoosiowo.

W sieci otworów, odpowiadającej przypadkowi płaszczki kotłowej, nierównomierność rozkładu naprężeń różni się oczywiście od otrzymanych przez nas wyników dla jednego otworu.

Siebel i Kopf²⁾ zbadali doświadczalnie rozkład naprężeń w sieci otworów wykonanych w płycie dwuwymiarowo rozciąganej. Badania te dotyczyły rozkładów otworów w płycie odpowiadających rozkładom otworów używanym w budowie kotłów opłomkowych, przy czym dwuosiove obciążenie płyty odpo-

wiadało między innymi stosunkowi naprężeń głównych $\sigma_1 : \sigma_2 = 2$. Toteż wyniki tych badań możnaby całkowicie przenieść na teren sieci otworów płaszczki kotła opłomkowego, gdyby nie dodatkowe okoliczności zachodzące w płaszczce kotła, a nie uwzględniane w badaniach.

Mianowicie skutek zmian zachodzących w materiale mostka podczas rozciągania rur (opłomek) nie trzeba się liczyć w przypadku płaszczki walczaka kotłowego ze spiętrzeniem naprężeń rozciągających przy krawędziach otworów pochodzących od dwustronnego rozciągania, mającego jako swe źródło — ciśnienie pary.

Chodzi o to, iż podczas rozciągania rur w otworach zachodzi przekroczenie granicy płynności w pierścieniowej warstwie ścianki walczaka otaczającej otwór. Wskutek tych zmian, po usunięciu opłomki i uwolnieniu płaszczki z pod wpływu ciśnienia pary, pomyślane pierścienie współśrodkowe z otworem doznają ściskania w pobliżu krawędzi otworów i rozciągania w pobliżu środka szerokości mostka. Ten układ naprężeń nakładając się na układ naprężeń powstających od działania ciśnienia pary wpływa wybitnie na rozkład wypadkowych naprężeń normalnych w mostku, tak iż materiał mostka, położony przy samej krawędzi otworu, nie jest siedliskiem największych sumarycznych naprężeń rozciągających.

Omawiane zagadnienie przedstawia się więc nie tak prosto, ale zarazem nie tak groźnie, jakby się to na pierwszy rzut oka wydawało.

Toteż w zagadnieniach technicznych jest prawdopodobnie najwłaściwiej operować wartościami przeciętnymi naprężeń panujących w przekroju przechodzącym przez środki sąsiednich otworów.

Biorąc pod uwagę trwałe zwiększenie średnicy otworów przy rozciąganiu (o średnicy nominalnej d mm) i nie uwzględniając w obliczeniu towarzyszącego mu zgrubienia ścianki płaszczki, przeciwdziałającego wpływowi sprężystego rozpychania otworu przez rurę, przyjmuje się w obliczeniu przy wymia-

$$\text{rach w mm: } z_1 = \frac{t_1 - (d + 2)}{t_1} \text{ i } z_2 = \frac{t_2 - (d + 2)}{t_2}$$

$$\text{zamiast } z_1 = \frac{t_1 - d}{t_1} \text{ i } z_2 = \frac{t_2 - d}{t_2}$$

Zjawisko zwiększenia średnicy otworu podczas rozciągania w nim rury zostało liczbowo ujęte w badaniach E. Siebela⁶⁾. Wyniki badań²⁾ wykazują, iż obszar plastycznego odkształcenia materiału naokoło krawędzi otworu sięga aż do odległości liczonej od krawędzi otworu równej 0,25 jego średnicy, tak że przy szerokości mostka równej połowie średnicy otworu lub mniejszej, tj. przy $t - d \leq 0,5 d$ mostek na całej szerokości byłby plastycznie odkształcony;

⁶⁾ E. Siebel. Die Wirkung des Einwalzens von Rohren auf die Werkstoffeigenschaften und die Spannungsverhältnisse der Rohrplatte. Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf 1929, Abhandlung 135.

odpowiada to współczynnikowi osłabienia (współczynnikowi wytrzymałości względnej)

$$z = \frac{t-d}{t} = \frac{0,5 d}{1,5 d} = \frac{1}{3} \approx 0,333.$$

Jeżeli, bacząc na zwiększenie (przy rozciąganiu otworu) średnicy (nominalnej) d , przyjmiemy jako minimalną szerokość mostka $t-d = 0,8 d$, zamiast $t-d = 0,5 d$, to wówczas najmniejszy dopuszczalny współczynnik osłabienia (współczynnik wytrzymałości względnej) wyniesie (przy d — średnica nominalna)

$$z = \frac{t-d}{t} = \frac{0,8 d}{1,8 d} = 0,445 \approx 0,45.$$

Zaburzenia spowodowane obecnością otworów uwzględnia się więc zazwyczaj jedynie współczynnikiem osłabienia

$$\text{szeregu podłużnym } z_1 = (t_1 - d) : t_1$$

$$\text{lub wg polskich przepisów } z_1 = [t_1 - (d + 2)] : t_1,$$

$$\text{w szeregu poprzecznym } z_2 = (t_2 - d) : t_2$$

$$\text{lub wg polskich przepisów } z_2 = [t_2 - (d + 2)] : t_2,$$

$$\text{w szeregu skośnym } z_s = (t_s - d) : t_s,$$

$$\text{lub wg polskich przepisów } z_s = [t_s - (d + 2)] : t_s,$$

a więc bez zmniejszenia dopuszczalnego naprężenia k , przy czym *E. Siebel i S. Schwaigerer*⁷⁾, proponują, aby dopiero przy współczynniku osłabienia $z = \frac{t-d}{t} < 0,45$ zmniejszać dopuszczalne naprężenie, określając jego wartość jako k' według wzoru

$$k' = (0,1 + 2z) k$$

Nie tylko więc zjawisko spiętrzenia napięć przy krawędzi otworów należy brać pod uwagę, lecz również unieszkodliwienie ich przez przekroczenie granicy płynności obrzeża otworu podczas rozciągania rury. Należy zauważyć, że sprawa obliczenia wytrzymałości materiału w tym przypadku komplikuje się bardzo.

⁷⁾ E. Siebel u. S. Schwaigerer, Berechnung von Kesseltrommeln mit versetzten Lochreihen, Die Wärme Nr 6 z 8 lutego 1941 r., str. 53—56.

Sposób paraboliczny geometrycznego ustawiania parowozu w łukach

Prof. dr inż. HIPOLIT SOBOLEWSKI

Geometryczne sposoby ustawienia parowozu w łukach. — Uproszczenia przyjmowane przy metodach geometrycznych. Błędy powstające przy stosowaniu sposobu Roya. — Paraboliczny sposób ustawienia parowozu w łuku. — Wykreślanie paraboli obrazującej tor. — Ustawienie bazy parowozu w paraboli obrazującej tor. — Wyznaczanie kąta nabiegania bazy. —

Przy pomocy geometrycznego (statycznego) ustawiania parowozu w łukach określa się: największe konieczne przesuwki poprzeczne wózków, potrzebne osie wiązane przesuwne, względnie ze ściętymi obrzeżami bandaży, wraz z wielkościami tych przesuwów względnie ścięć (w wypadku osi bez obrzeży określa się szerokość bandaży), największy kąt między osiami podłużnymi parowozu i tendra na łukach, który jest niezbędny przy projektowaniu sprzęgu, poza tym sprawdza się czy niektóre części parowozu nie wychodzą w łuku poza przepisane obrysy.

Stosowane przy tym sposoby są dwojakiego rodzaju: analityczne i graficzne. Pierwsze z nich dają wyniki z dużą dokładnością, jednakże z powodu braku obrazowości mogą powstać przy ich stosowaniu nawet zasadnicze omyłki, nie mówiąc o uciążliwej pracy rachunkowej. Drugie rozwiązują zagadnienie w sposób prosty i obrazowy, posiadają jednak tę wadę, że związane są ze skalą wykonywanego rysunku.

W biurach konstrukcyjnych najchętniej stosuje się sposoby graficzne. Z nich znane są: sposób kołowy *Roya*, eliptyczne *Vogela* oraz *Halla*, wreszcie — wprowadzony przez inż. *W. Wysloucha* i rozpowszechniony u nas — sposób paraboliczny, wiążący

się, jeśli chodzi o jego myśl przewodnią oraz wykonanie rysunkowe, z wykresem *Roya*, którego jest udoskonaleniem, a nie, jakby się zdawało, wynikający ze sposobu *Vogela* przez zastąpienie w nim, z pewnym przybliżeniem, elipsy obrazującej tor, parabolą.

Cechą wspólną wszystkich sposobów, tak analitycznych jak graficznych, są następujące założenia upraszczające:

1) przyjmuje się parowóz w postaci jego podłużnej osi, na której oznaczone są punktami zestawy kołowe;

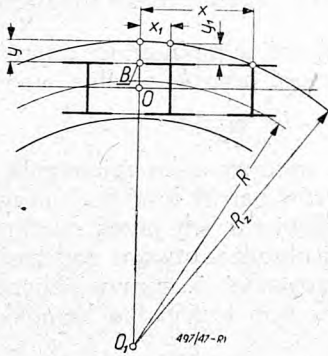
2) w związku z 1), zwrócić się szerokość toru do wielkości luzu między obrzeżami kół i szynami, który na łuku składa się, z 10-cio milimetrowego luzu na prostych oraz przepisanego poszerzenia, zależnego od promienia łuku;

3) nie uwzględnia się wyprzedzenia nabiegania kół prowadzących, przyjmując boczne punkty styków tych kół z szynami jako leżące na prostopadłych, poprowadzonych z osi kół do szyn.

Błędy powstające od tych uproszczeń, a wspólne dla wszystkich sposobów, są minimalne.

Błędy sposobu Roya.

Oznaczmy przez O (rys. 1) spodek prostopadłej spuszczonej ze środka łuku O_1 na oś podłużną parowozu; przez A — punkt nabiegania przedniego zestawu; przez x — długość półcięwiwy AB ; przez y — wielkość strzałki w punkcie B . Zastępując, ze



Rys. 1. Baza parowozu ustawiona w łuku.

względem na niewielką różnicę, R_z przez R , otrzymujemy:

$$y = \frac{x^2}{2R - y}; \quad (1)$$

a stąd:

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2}. \quad (2)$$

Zwykle promienie łuków R są znacznie większe od odchylen y , można więc, z pewnym błędem, przyjąć we wzorze (1) $2R - y \cong 2R$.

Stąd wynika:

$$y = \frac{x^2}{2R}. \quad (3)$$

Wzór (2) będziemy nazywali dokładnym, zaś (3) — przybliżonym. Przyjmując ten ostatni, łatwo wyznacza się odległości obrzeży poszczególnych zestawów od szyny zewnętrznej; np. dla zestawu drugiego wynosi ona:

$$y_1 = \frac{x^2}{2R} - \frac{x_1^2}{2R}$$

gdzie x_1 jest odległością zestawu od prostej O_1O .

Aby ocenić popełniany błąd, weźmy stosunek odległości y_p wyrażonej wzorem (3), do odległości y_d wyrażonej wzorem dokładnym:

$$d = \frac{y_p}{y_d} = \frac{x^2}{2R(R - \sqrt{R^2 - x^2})};$$

skąd, po przeróbkach:

$$d = \frac{R + \sqrt{R^2 - x^2}}{2R}.$$

Oznaczając $\frac{x}{R} = a$, otrzymamy:

$$d = \frac{1 + \sqrt{1 - a^2}}{2}.$$

Błąd w procentach y_d wynosi:

$$\Delta^0/\text{o} = \frac{y_d - y_p}{y_d} \cdot 100\% = \frac{1 - \sqrt{1 - a^2}}{2} \cdot 100\% \quad (4)$$

Jak widzimy, błąd wzrasta ze wzrostem a . Ponieważ największe wartości stosunku a , z którymi mamy do czynienia w parowozach, są mniejsze od 0,1, to maksymalny błąd, jaki popełniamy, przyjmując do obliczeń wzór (3) zamiast dokładnego (2), wynosi 0,25%. Stosowanie więc tego wzoru jest dopuszczalne.

W sposobie *Roya* mamy trzy skale dla wykreślenia bazy parowozu w łuku: skalę odległości obrzeży kół od szyn $\frac{1}{b}$ niezależną od innych skal i wynoszącą najczęściej 1 ; 1/2 lub 1/4 ; skalę długości bazy $\frac{1}{n \cdot b}$, gdzie n jest conajmniej większe od 5 ; wresz-

cie skalę promienia łuku $\frac{1}{b \cdot n^2}$. W ten sposób istnieje możliwość przedstawienia małych odległości obrzeży osi od szyn w dużej skali, zaś mała skala długości bazy, oraz jeszcze mniejsza promienia łuku, pozwalają zmieścić rysunek na arkuszu papieru niezbyt wielkich wymiarów.

Wybór skal oparty jest na następującym rozumowaniu: przypuśćmy, że na rysunku, na którym zakreślono łuk promieniem w skali $\frac{1}{b \cdot n^2}$, oraz odłożono cięciwę w skali $\frac{1}{b \cdot n}$,

e — jest długością strzałki łuku, którego cięciwa obrazuje oś bazy parowozu;

i — długością półcięwiwy;

r — długością promienia łuku;

wtedy:

$e \cdot b = y$ — jest rzeczywistą długością strzałki;

$i \cdot bn = x$ — jest rzeczywistą długością półcięwiwy;

$r \cdot bn^2 = R$ — jest rzeczywistą długością promienia.

Między długościami e , i , r na rysunku zachodzi w przybliżeniu zależność (3), czyli:

$$e = \frac{i^2}{2r},$$

lub

$$e = \frac{x^2}{b^2 n^2} = \frac{x^2}{2R \cdot b} = \frac{y}{b}.$$

A więc rzeczywiście, przy przyjętych skalach, otrzymujemy na rysunku długość strzałki łuku, względnie odległości punktów cięciwy od łuku wzdłuż prostopadłych do cięciwy, w skali $\frac{1}{n}$.

Mierząc długość strzałki na rysunku, określamy jej wielkość dla danego rysunku. Biorąc ją w skali za rzeczywistą popełniamy jednak pewien błąd, który, jak zobaczymy, jest zależny od przyjętych skal. Określimy ten błąd wykresu *Roya* w porównaniu z długością strzałki obliczoną na podstawie wzoru (3). Dokładna wartość strzałki na rysunku wynosi:

$$e = r - \sqrt{r^2 - i^2}; \quad [5]$$

lub

$$\frac{y_R}{b} = \frac{R}{bn^2} - \sqrt{\frac{R^2}{b^2 n^4} - \frac{x^2}{b^2 n^2}};$$

gdzie y_R — oznacza wielkość strzałki określonej na podstawie wykresu *Roya*.

Odpowiednia wartość obliczona ze wzoru (3) będzie:

$$y = \frac{x^2}{2R}$$

Dla wyznaczenia błędu weźmiemy stosunek y do y_R :

$$d_1 = \frac{y}{y_R} = \frac{x^2 n^2}{2R(R - \sqrt{R^2 - x^2 n^2})}$$

Po przeróbkach i wprowadzeniu $a = \frac{x}{R}$ otrzymamy:

$$d_1 = \frac{1 + \sqrt{1 - a^2 n^2}}{2} \quad [6]$$

Wyrażenie (6) posiada rzeczywistą wartość przy $a^2 n^2 < 1$. Wtedy $d_1 < 1$, czyli $y_R > y$. A więc określając wielkość strzałki z wykresu *Roya*, otrzymujemy ją zawsze za dużą.

Oznaczmy

$$d_1 = 1 - k,$$

wtedy

$$y = y_R - k \cdot y_R$$

Wstawiając nowe oznaczenie do wzoru (6), znajdziemy zależność dla wielkości skali n :

$$n = \frac{2\sqrt{k - k^2}}{a} \quad [7]$$

Dopuszczalną wartość błędu k określa się następująco. Osie parowozu, przesuwne i nieprzesuwne, posiadają w kierunku poprzecznym pewien dopuszczalny luz ze względu na wykonanie oraz montaż. W osiach wiązanych luz ten może wynosić 1 do 2 mm; w wózkach, przy których dochodzi jeszcze pewna gra w czopie — 3 do 4 mm. Dokładność odczytów odległości obrzeży kół od szyn będziemy uważali za wystarczającą, jeśli popełniony przy tym błąd w milimetrach nie przekroczy wyżej podanych wartości luzów. Biorąc pod uwagę największe wychylenia wózków, wynoszące w naszych parowozach 130 mm, otrzymamy dopuszczalny błąd w procentach:

$$k\% = \frac{4}{130} \cdot 100\% \cong 3\%.$$

Po wstawieniu we wzór (7), znajdziemy:

$$n = \frac{0,34}{a} \quad [8]$$

Dla różnych, najczęściej spotykanych $a = \frac{x}{R}$, otrzymamy wartości n następujące:

a	0,1	0,05	0,025	0,01
n	3,4	6,8	13,6	34

Teraz odwrotnie, wyznaczmy błędy popełniane przy przyjęciu pewnej skali n , dla różnych a :

a	0,01	0,025	0,05	0,1	
Błąd w % na wykresie <i>Roya</i>	$n = 10$	0,25	1,7	6,75	50,0
	$n = 20$	1,00	6,75	50,0	—

Z tablicy widać, jak duże można popełnić błędy w odczytach wykresu *Roya*, specjalnie dla odchylek osi skrajnych, kiedy a jest największe, przy dowolnym wyborze skali n .

Wartość stosunku a przy określaniu skali n należy przyjąć największą, wyznaczysz ją dla osi skrajnej, której odległość od prostopadłej spuszczonej ze środka łuku na oś podłużną parowozu jest największą. Ponieważ przed ustawieniem parowozu w łuk odległości tej nie znamy, można do obliczeń przyjąć ją równą 2/3 odległości skrajnych kół parowozu, sprawdzając prawidłowość założenia po wykonaniu rysunku.

Ścisła zależność skali n od długości bazy oraz promienia łuku jest dużą wadą sposobu *Roya*, gdyż wykonanie rysunku może nastęcać dużo kłopotów, spowodowanych jego wielkimi wymiarami, wynikającymi z małej wartości n . Dla przykładu, weźmy parowóz serii Ty45, mający odległość między skrajnymi osiami 9050 mm, ustawiany w łuk o promieniu 140 m. Wartość stosunku a wynosi:

$$a = \frac{2.9050}{3.140} = 0,043$$

Podstawiając we wzór (8), znajdziemy:

$$n = \frac{0,34}{0,043} \cong 8$$

Przyjmując $\frac{1}{b} = 1$, otrzymuje się na rysunku dla odległości między skrajnymi osiami, długość $\frac{9,050}{8} = 1,13$ m, dla promienia $\frac{140}{64} = 2,2$ m.

Rysując w skali $\frac{1}{b} = \frac{1}{2}$ długości będą o połowę mniejsze. Duże wymiary rysunku oraz kłopoty związane z wykreśleniem łuku są widoczne, zwiększają

się one znacznie, uniemożliwiając nawet stosowanie tego sposobu, dla parowozów z bazami skrajnych osi, wynoszącymi ponad 12 m.

Sposób paraboliczny.

Jeżeli dokładną wartość strzałki na rysunku, wyrażającą się w sposobie *Roya* zależnością (5), oznaczymy jako równą

$$e = \frac{i^2}{2r}, \quad (9)$$

tj. gdy zastąpimy okrąg koła, obrazujący tor, parabolą, której rzędne, będące funkcją odciętych i , określają się zależnością (9), to dla d_1 , tj. stosunku wielkości rzeczywistych y do odczytanych z wykresu — w tym wypadku y_p — otrzymamy zależność:

$$d_1 = \frac{y}{y_p} = \frac{\frac{x^2}{2R}}{\frac{x^2 bn^2}{2Rb^2 n^2}} = b;$$

lub

$$y_p = y \cdot \frac{1}{b}.$$

Odchyłki poprzeczne, mierzone jako rzędne paraboli, wypadają więc w skali $\frac{1}{b}$ w stosunku do rzeczywistych odchyłek y — odpada w ten sposób błąd wykresu *Roya*, zależny od skali $\frac{1}{n}$. Pozostaje tylko

niedokładność odczytów zależna od skali $\frac{1}{b}$. Przy mierzeniu długości z rysunku należy liczyć się z poświadczonym błędem wynoszącym 0,2 do 0,3 mm. Jeżeli odchyłka poprzeczna jest w skali $\frac{1}{b}$, to błąd rzeczywistej jej wielkości wyniesie 0,2b do 0,3b milimetrów. Ponieważ, jak już zaznaczono poprzednio, najwyższy błąd dla osi wiązanych musi się mieścić w granicach ich konstrukcyjnego, poprzecznego luzu, wynoszącego 1 mm do 2 mm, to stąd wyznaczymy największą wartość dla b , wynoszącą średnio 5.

Najczęściej przyjmuje się skalę $\frac{1}{b} = 1; \frac{1}{2}$ lub $\frac{1}{4}$.

Parabolę wyznacza się na podstawie okręgu koła *Roya* wykreślonego promieniem w skali $\frac{1}{bn^2}$ przy-

czem ponieważ uniezależniamy się tutaj, jeśli chodzi o błędy, od wielkości n , to tę ostatnią można wybrać dowolnie. Ze względu na wymiary rysunku oraz wygodę przy kreśleniu, najczęściej przyjmuje się

$\frac{1}{n} = \frac{1}{20}$. Na rys. 2, punkt O oznacza środek okrę-

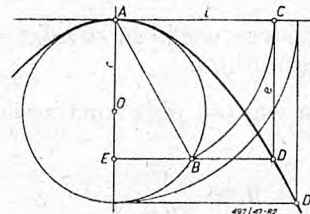
gu koła zatoczonego promieniem $r = \frac{R}{bn^2}$. Prowa-

dzimy poziomą styczną AC do okręgu jako oś odciętych paraboli, oraz pionową AO — jako oś rzęd-

nych. Wybierając dowolny punkt B na okręgu oraz prowadząc przezeń łuk, którego środkiem jest punkt A , do przecięcia się z poziomą w C , otrzymamy na przecięciu prostych przechodzących przez B i C a równoległych do osi współrzędnych, punkt D , który leży na szukanej paraboli. W rzeczywistości, oznaczając $AC = AB = i$ oraz $CD = AE = e$, otrzymujemy:

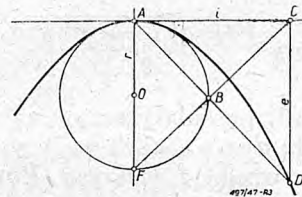
$$e = \frac{i^2}{2R},$$

a więc zgodnie z równaniem (9).



Rys. 2. Wyznaczanie paraboli obrazującej tor na podstawie koła *Roya*.

Podany sposób pozwala na wyznaczenie punktów paraboli tylko do punktu D_1 (rys. 2). Gdyby gałęzie paraboli, ze względu na długość bazy parowozu, okazały się za krótkie, można wyznaczyć dalsze punkty w sposób podany na rys. 3. Łączymy punkt B na okręgu z końcami pionowej średnicy A i F . Prze-



Rys. 3. Wyznaczanie paraboli obrazującej tor przy dłuższej bazie parowozu.

cięcie się przedłużenia AB z prostą pionową przechodzącą przez punkt C , otrzymany z przecięcia się FB z poziomą styczną AC , daje punkt D na paraboli. Dowód: $\triangle ACD \sim \triangle AFC$, czyli

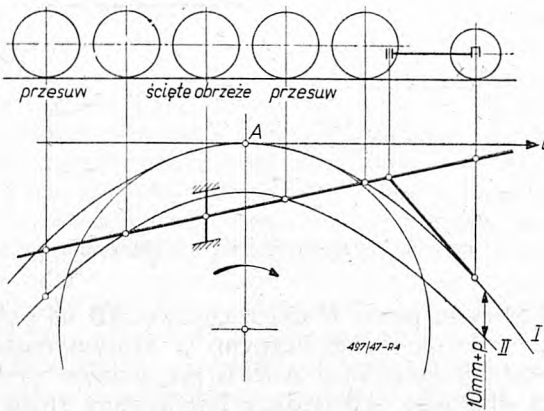
$$CD = \frac{AC^2}{AF} = \frac{i^2}{2R}.$$

Dla ustawienia parowozu w łuk postępujemy w sposób następujący (rys. 4). Rysujemy układ kół danego parowozu na poziomej szynie w skali

$\frac{1}{bn}$. Następnie na osi poziomej, wykreślonej niżej,

obieramy wierzchołek paraboli A , mniej więcej w środku odległości między skrajnymi kołami (jak udowodni się później, położenie bazy parowozu może być dowolne w stosunku do punktu A , przyjmujemy go w podany sposób tylko dlatego, aby otrzymać przecięcia pionowych przechodzących przez osie kół z osią podłużną ustawionego w łuku parowozu oraz z parabolami, pod kątami możliwie zbliżonymi do prostych, aby przez to osiągnąć mniejsze błędy przy odczytywaniu odchyłek). Zataczając

promieniem w skali $\frac{1}{bn^2}$ okrąg *Roya*, styczny w punkcie *A* do prostej poziomej, kreślimy przy pomocy jego parabolę *I*, poczem wyznaczamy punkty paraboli *II*, będącej wewnętrznym ograniczeniem luzu między obrzeżami kół i szynami w łuku, przez przesunięcie równoległe do dołu paraboli *I* o wielkość $10 \text{ mm} + p$, gdzie *p* jest wielkością przepisanego poszerzenia na danym łuku. Wreszcie, prowadząc proste pionowe przechodzące przez osie kół,



Rys. 4. Ustawienie parowozu w łuku.

wykonujemy żądane ustawienie bazy parowozu w łuku. Przy geometrycznym ustawianiu jest to położenie tzw. najbardziej skośne, gdy jedna z przednich osi nabiega na szynę zewnętrzną, a jedna z tylnych, na wewnętrzną.

Wszelkie odczyty odchyłek osi od szyny wewnętrznej lub zewnętrznej należy wykonywać wzdłuż prostych pionowych (a nie, jak w wykresie *Roya*, wzdłuż prostokątnych do bazy ustawionej w łuku), tj. w kierunku rzędnych parabol, zaś wszelkie odległości wzdłuż długości bazy odnosić należy do kierunku poziomego, jako kierunku odciętych parabol. W odróżnieniu od wykresu *Roya*, długości na bazie ustawionej w łuku są tutaj skazone.

Teraz udowodnimy, że wyniki odczytów odchyłek są niezależne od położenia poziomego bazy w stosunku do paraboli obrazującej łuk.

Niech baza $AB = a$ pewnego parowozu zajmuje na osi poziomej takie położenie, że jej koniec *A* pokrywa się z wierzchołkiem paraboli *I* (rys. 5) i niech ustawiona ona w łuku — baza KL — będzie poziomą, nabiegającą w punkcie *L* na szynę zewnętrzną. Poprowadźmy przez punkt *K* pomocniczą parabolę *II* (w szczególnym wypadku może ona być granicą wewnętrzną luzu na łuku), będącą równoległą

przesunięciem do dołu o odcinek $AK = \frac{a}{2r}$

paraboli *I*. Przyjmijmy teraz w dowolnym miejscu osi poziomej bazę $A_1B_1 = AB = a$ i ustawmy ją w łuku tak, że punkt L_1 leży na paraboli *I* a punkt K_1 na paraboli *II*. Wykażemy najpierw, że jeżeli baza KL jest styczna do paraboli *II* (co wynika ze sposobu jej wykreślenia), to i baza K_1L_1 jest także stycz-

ną do tejże krzywej. Równania parabol są następujące:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad & e = \frac{i^2}{2r}; \\ \text{II.} \quad & e = \frac{i^2}{2r} + \frac{a^2}{2r}. \end{aligned}$$

Jeżeli odciętą punktu K_1 oznaczmy przez i_0 , a rzędną przez $e_0 = \frac{i_0^2}{2r} + \frac{a^2}{2r}$, to równanie stycznej w tym punkcie do paraboli *II* będzie:

$$e - e_0 = \frac{i_0}{r} (i - i_0);$$

lub, po wstawieniu wartości e_0 :

$$e - \frac{i_0^2}{2r} - \frac{a^2}{2r} = \frac{i_0}{r} (i - i_0).$$

Rozwiązując to równanie wraz z równaniem paraboli *I*, znajdziemy współrzędne punktu przecięcia się obu linii.

Wstawiając $e = \frac{i^2}{2r}$, otrzymamy:

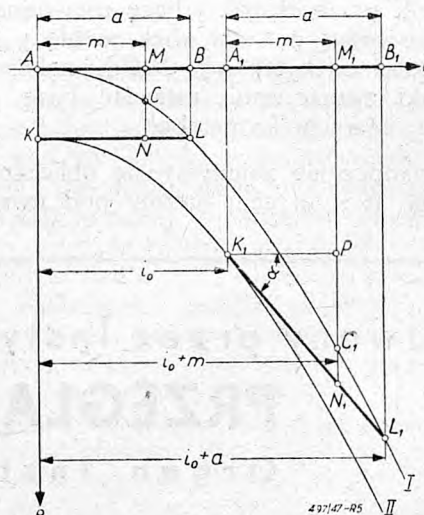
$$\frac{i^2}{2r} - \frac{i_0^2}{2r} - \frac{a^2}{2r} = \frac{i_0}{r} (i - i_0);$$

stąd:

$$i^2 - 2i_0 i - (a^2 - i_0^2) = 0.$$

Pierwiastkami równania są:

$$\begin{aligned} i_1 &= i_0 - a; \\ i_2 &= i_0 + a; \end{aligned}$$



Rys. 5. Różne położenia bazy parowozu w łuku.

Przyjmując, interesujący nas, drugi pierwiastek, widzimy, że odcięta punktu przecięcia się stycznej poprowadzonej w punkcie K_1 do paraboli *II* z parabolą *I* jest równoznaczna z odciętą punktu L_1 , czyli styczna pokrywa się z odcinkiem K_1L_1 .

Przyjmijmy teraz na bazie AB punkt M odległy od punktu A o m , oraz analogicznie na bazie A_1B_1 — punkt M_1 odległy o tyleż samo od A_1 . Na bazach ustawionych w łuku odpowiadają im punkty N i N_1 . Odchyłka punktu N od szyny zewnętrznej wynosi NC , zaś analogiczna jej odchyłka punktu N_1 na bazie K_1L_1 — N_1C_1 . Udowodnimy, że obie odchyłki są takie same.

Jak z rysunku wynika:

$$NC = \frac{a^2 - m^2}{2r}$$

Tangens kąta nachylenia α stycznej K_1L_1 do poziomu wynosi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{i_o}{r}$$

a stąd

$$PN_1 = \frac{m \cdot i_o}{r}$$

W dalszym ciągu, jak widać z rysunku,

$$PC_1 = \frac{(i_o + m)^2}{2r} - \frac{i_o^2}{2r} - \frac{a^2}{2r} = \frac{m^2 + 2mi_o - a^2}{2r}$$

Czyli

$$N_1C_1 = PN_1 - PC_1 = \frac{a^2 - m^2}{2r}$$

a stąd

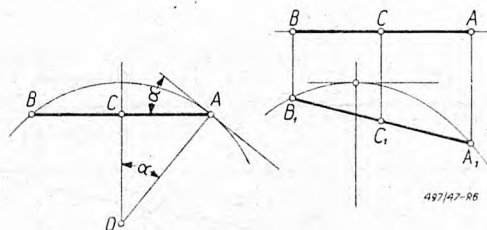
$$NC = N_1C_1 \text{ c. n. d.}$$

Wynik ten pozwala na dowolne umieszczanie bazy parowozu na osi poziomej. Ze względu jednak na to, że im dalej od wierzchołka A jest położona baza, tym pod bardziej ostrymi kątami przecinają rzędne, tak parabole, jak i bazę ustawioną w łuku, a przez to mogą powstać większe błędy w odczytach długości odchyłek (np. N_1C_1), należy, jak już poprzednio zaznaczono, ustawiać bazę parowozu w pobliżu wierzchołka paraboli.

Na zakończenie zajmiemy się obliczeniem kąta nabiegania. W tym celu weźmy pod uwagę tę sa-

mą bazę, ustawioną w wykresie kołowym oraz parabolicznym (rys. 6). Kąt nabiegania α jest to kąt pomiędzy styczną poprowadzoną do łuku w punkcie nabiegania, a osią podłużną parowozu. Prowadząc w wykresie kołowym prostopadłą OC na oś AB , otrzymamy dla rzeczywistej wartości kąta α zależność:

$$\sin \alpha_{rz} = \frac{CA_{rz}}{OA_{rz}} = \frac{CA \cdot nb}{OA \cdot n^2 b} = \frac{CA}{OA} \cdot \frac{1}{n}$$



Rys. 6. Wyznaczenie kąta nabiegania.

Ponieważ punkt C dzieli cięciwę AB na połowy, to w wykresie parabolicznym, w którym następuje skażenie długości bazy A_1B_1 w porównaniu z rzeczywistą długością AB , jednak bez zmiany stosunków podziału tej długości przez dowolne punkty, znajdziemy odpowiedni jemu punkt C_1 przez podział A_1B_1 na połowy. Przenosząc go na bazę poziomą AB , otrzymamy CA , oraz $CA_{rz} = CA \cdot nb$, a stąd rzeczywisty kąt nabiegania w punkcie A_1 z zależności:

$$\sin \alpha_{rz} = \frac{CA \cdot nb}{R}$$

Wnioski.

Sposób paraboliczny może być stosowany dla dowolnych długości baz, przyczem otrzymuje się nie duże wymiary rysunków. Błędy, powstające w odczytach odchyłek, zależne są tylko od przyjętej skali $1/6$. Jeśli chodzi o wykonanie wykresu, to większe kłopoty związane z wykreśleniem parabol, mogą być usunięte przez sporządzenie szablonów tych krzywych dla najczęściej potrzebnych łuków. Samo ustawienie w łuku wykonuje się, w odróżnieniu od sposobu Roya, w sposób bardzo prosty i szybki.

Wydawany przez Instytut Wydawniczy SIMP miesięcznik

PRZEGLĄD SPAWALNICTWA

Organ Instytutu Spawalnictwa

Utrzymany na poziomie dostępnym dla wykwalifikowanego spawacza zawiera artykuły ze wszystkich dziedzin spawalnictwa.

Format A4. Objętość pojedynczego zeszytu 24 strony.

Przedpłata kwartalna zł. 250, roczna zł. 1000, cena pojedynczego zeszytu zł. 100.

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, Mickiewicza 18. Konto PKO I-9437.

Podstawowe założenia przy rozbudowie fabryk¹⁾

Inż. KAZIMIERZ SZWABOWICZ

Odbudowa fabryk zniszczonych w czasie wojny. — Trudność rozbudowy fabryk starych i błędy popełniane przy rozbudowie. — Ustalenie kierunków ruchu materiałów i ludzi. — Przebieg strumienia produkcyjnego w fabrykach. — Organizacja transportu wewnątrz zakładów. — Umiejscowienie biur fabrykacyjnych. — Celowość rozbudowy zakładu i jej optymalna granica. — Plany regulacyjne warunkiem rozbudowy.

Okres odbudowy zniszczonych fabryk już u nas mija, znajdujemy się w okresie rozbudowy i powiększenia zdolności produkcyjnej istniejących zakładów i zaczynamy wkraczać w okres budowy zupełnie nowych fabryk.

W okresie odbudowy nie było wątpliwości. W znacznej większości wypadków wartość obiektów nawet w stanie poważnego zniszczenia była tak duża, że nie zastanawialiśmy się czy je odbudowywać, była to bowiem najszybsza i najtańsza droga do odtworzenia przemysłu na naszych ziemiach, przynajmniej w takim stanie jakim był przedtem. Przy tej odbudowie nie było przeważnie potrzeba planów, odtwarzano to co było w tych samych murach w stanie pierwotnym, na plany zresztą nie było czasu, chodziło o uruchomienie produkcji jak najszybciej, by móc rozpocząć normalne życie.

Tu i ówdzie popełniane błędy, były w tym okresie nie do uniknięcia, błędy te, chociaż było ich wiele, były niewspółmiernie małe w stosunku do osiągniętych wyników.

Ten odtworzony przemysł nie mógł jednak pokryć naszego coraz bardziej wzrastającego zapotrzebowania i dlatego cały szereg branż przystąpiło do powiększenia zdolności produkcyjnych, drogą rozbudowy dopiero niedawno odbudowanych czy uruchomionych zakładów, względnie, korzystając z licznych obiektów zdewastowanych, przeważnie na Ziemiach Odzyskanych, zaczęto w starych murach zakładać nowe fabryki.

Rozbudowa istniejących fabryk umożliwiła zwiększenie naszego potencjału przemysłowego również metodą najszybszą i najmniej kosztowną. Lepsze wykorzystanie posiadanych fachowców i już istniejących urządzeń i maszyn zarówno produkcyjnych jak i pomocniczych predystynowało szereg fabryk do podjęcia ich rozbudowy. Wzrost produkcji w niektórych zakładach przekraczał kilkakrotnie wkład kapitału w ich rozbudowę, który amortyzował się więc znacznie szybciej niż to ma normalnie miejsce.

W znacznej jednak ilości wypadków rezultaty poczynionych wkładów były tylko problematyczne, owszem dawały zwiększenie produkcji, ale uniemożliwiały zrjonalizowanie fabrykacji, a co z tym idzie obniżenie kosztów własnych.

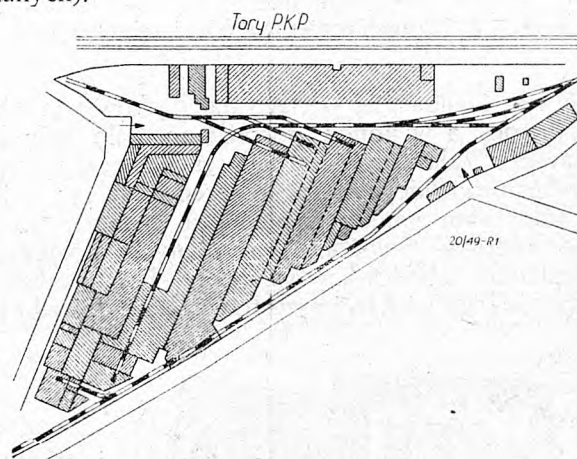
Dotychczas w naszym przemyśle koszt wytwarzania, a nawet i jakość stały na drugim planie, chodziło głównie o ilość. Obecnie okres ten już się kończy. Tym samym kończy się również rozbudowa zakładów mająca za cel tylko ilość.

Kiedy i jak należy rozbudowywać fabryki?

By odpowiedzieć na to pytanie musimy zdać sobie sprawę jaki przemysł metalowy mamy w Polsce. Faktem jest, że posiadamy tylko minimalną ilość fabryk zbudowanych w ostatnich kilkunastu latach,

a więc zaprojektowanych nowoczesnie i uwzględniających możliwości racjonalnej rozbudowy.

Olbrzymia większość naszych fabryk powstała z małych warsztatów w ciągu wielu dziesiątków lat i jest historią przemysłu i techniki. Fabryki te budowano stopniowo bez żadnych założeń programowych, niejednokrotnie w czasie swojej egzystencji zmieniały swój charakter produkcyjny (jako jaskrawy przykład może służyć przerobienie cegielni na fabrykę naczyń emaliowanych, a potem na fabrykę opakowań blaszanych).



Rys. 1. Przykład nieracjonalnej zabudowy.

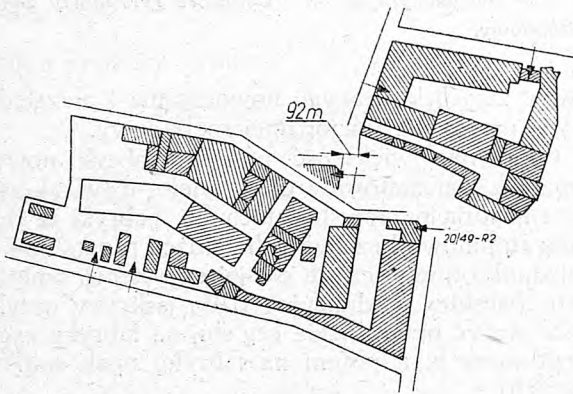
Następstwem tego jest bezplanowy, chaotyczny zlepek budynków, dobudówek, nadbudówek, szop o różnym charakterze i typie, przeważnie ciemnych, a prawie zawsze usytuowanych wzajemnie zupełnie przypadkowo bez jakiegokolwiek myślenia przewodniego. Jeśli dodamy do tego, że budynki te nie były należycie konserwowane i nie mają żadnych pomieszczeń socjalnych, dopełnia to ocenę ich wartości. Musimy jednak lojalnie przyznać, że bardzo często z tych przestarzałych fabryk zarówno pod względem zabudowy jak i maszyn, obrabiarek i urządzeń wychodzą produkty o wysokiej jakości. Ma to miejsce specjalnie na ziemiach starych, na których nie została zerwana nić tradycji i wieloletniego doświadczenia.

Nie zmienia to jednak naszej powyższej oceny, gdyż koszt produktów tych fabryk jest oczywiście wysoki i na dalszą metę będzie nie do utrzymania. Fakt ten jest poza tym najlepszym dowodem jakie mamy możliwości przy należyтым wykorzystaniu posiadanych przez nas robotników. I dziś gdy jest nam

¹⁾ Artykuł niniejszy ujmuje w silnie skondensowanej formie rezultaty spostrzeżeń z krótkiego istnienia Biura Projektowania Zakładów Przemysłu Metalowego i licznych dyskusji z Nacz. Dyr tegoż Biura inż. R. Juszkiwiczem.

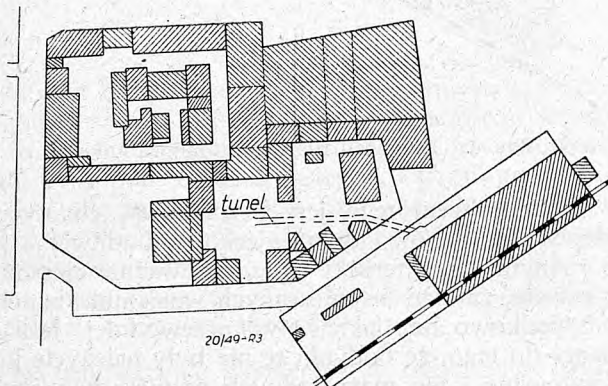
danym wkładać w te zakłady miliardy złotych, należy dobrze rozważyć w każdym wypadku czy nie jest to marnotrawstwem.

Najlepszym dowodem słuszności naszych zastrzeżeń są przedstawione bezimienne plany kilku naszych renomowanych fabryk.



Rys. 2. Przykład nieracjonalnej zabudowy.

Z rys. 1 widać, że w ciągu dziesiątków lat rozbudowywano, a w końcu postawiono halę jednolitą wprawdzie, ale tarasującą cały ruch i pozbawiającą fabrykę niewielkiego wolnego terenu. Na rys. 2 jest pokazany stan zabudowy jednej ze znanych fabryk. Dwa obiekty położone na różnych poziomach kompletnie zabudowane wewnątrz, brak podwórzy i jakiegokolwiek większej przestrzeni, brak dojazdu ko-



Rys. 3. Przykład nieracjonalnej zabudowy.

lejowego. Rys. 3 przedstawia fabrykę o powierzchni zabudowanej kilkunastu tysięcy m² przy ilości budynków, dobudówek etc. około 40. Rys. 4 — fabryka wcale duża z zabudową jednak zupełnie chaotyczną bez dojazdu kolejowego.

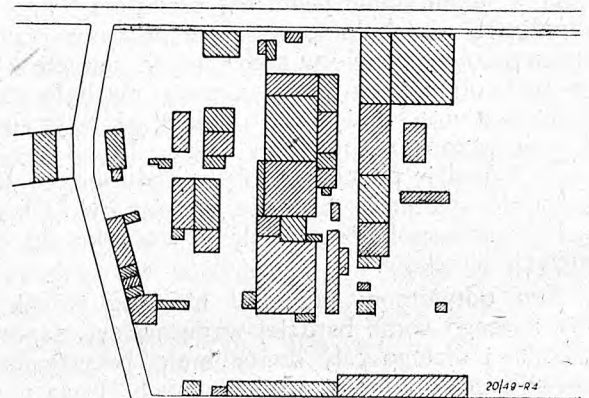
Lecz przedstawione rzuty poziome nie dają jeszcze rzeczywistego poglądu. Każdy budynek każdej z tych fabryk składa się bowiem z różnych nadbudówek zlepionych dosłownie z sobą i dopiero zdjęcie z lotu ptaka mogłoby dać istotny obraz.

Tych kilka planów jest chyba najlepszym tłem naszego artykułu. Nie ulega chyba dla nikogo żadnej wątpliwości, że życie tych fabryk może jeszcze, zależnie od charakteru produkcji jakiś czas trwać, ale tylko w stanie obecnym. Jakakolwiek rozbudowa po-

większa tylko trudności wewnętrzne, a zatem i koszty produkcji.

Podobna sytuacja jak w przedstawionych przykładach istnieje w wielu dziesiątkach naszych fabryk metalowych. Znaczna większość tych fabryk jest bezwzględnie skazana na wymarcie i podtrzymywanie ich życia jest niecelowe.

Obecnie, na skutek scalenia całego naszego przemysłu i planowego podziału produkcji, przechodzimy w coraz większej ilości wytworów do fabrykacji seryjnej, a także taśmowej czy masowej. Te systemy wymagają jednak już ze względu na przebieg produkcji, budynków specjalnie projektowanych dla każdego rodzaju wytworu i wtlaczanie ich w hale istniejące, często poważnie umniejsza korzyści i nie daje w pełni tych efektów jakie daje obrany system fabrykacyjny. Lecz również i produkcja małoseryjna, a nawet jednostkowa ma swoje wymagania, którym przeważnie nie można zadość uczynić w budynkach staro-
go typu.



Rys. 4. Przykład nieracjonalnej zabudowy.

Przy każdej produkcji, zwłaszcza w fabrykach metalowych należyty przebieg produkcji odgrywa zasadniczą rolę, a w fabrykach starych rozplanowanie budynków przeważnie uniemożliwia racjonalny ruch materiałów.

Większość naszych fabryk nie nadaje się do modernizacji w szerszym tego słowa znaczeniu i celowe zrationalizowanie w nich produkcji jest zadaniem trudnym i niestety mało realnym. Każda jednak fabryka w Polsce ma ambicje do maksymalnego rozrostu, każda prawie snuje wielkie plany na przyszłość. Jest to objaw zdrowy i tylko należy z niego umiejętnie skorzystać.

Za rozbudową istniejących fabryk przemawia możliwość lepszego wykorzystania grupy posiadanych na miejscu fachowców i sztabu fabrycznego, w obecnej dobie chronicznego ich braku. Istnieją częste wypadki, że można kosztem niewielkich wkładów uzyskać duże efekty, konieczna jest tylko znajomość podstawowych ogólnych zasad, którymi się należy kierować przy każdej przebudowie czy rozbudowie.

Rozważmy jakich zasad powinien się zakład trzymać przy rozbudowie i czy ma warunki do ich spełnienia.

W każdej fabryce są dwa prądy: a) ruch materiałów i przebieg produkcji, b) ruch ludzi.

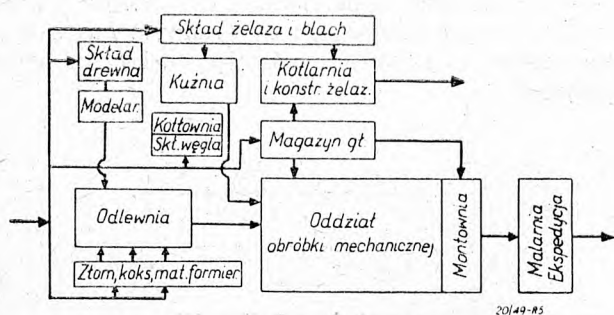
Podstawowa zasada:

Droga prądu ludzi i materiałów powinny przebiegać po drodze jak najkrótszej.

Zasada zbyt jasna by ją trzeba motywować — specjalnie w fabrykach metalowych.

Wszelkie materiały powinny mieć ruch jednokierunkowy. Skład wzgl. magazyn — odlewnia — działy obróbcze — montaż — ekspedycja.

Schemat idealny rys. 5. daje pogląd na ten przebieg. Materiały przychodzące z zewnątrz są wyladowywane — koks, złom i materiały formierskie koło odlewni, żelazo — na składzie — pozostałe w magazynie głównym.



Rys. 5. Schemat idealny rozplanowania fabryki metalowej.

Już z tego schematu jest widoczne gdzie powinny być usytuowane odpowiednie składy i magazyny. Bez względu na środek dowozu — wagonem kolejowym, o ile jest bocznicą w fabryce, czy autem ciężarowym, wszystkie wymienione składy winny być położone najbliżej oddziałów korzystających z nich. Można by powiedzieć, że nawet przy większej odległości magazynów od oddziałów przetwórczych łączna suma drogi materiału nie zwiększa się, wchodzi tu jednak w grę drugi czynnik — ruch ludzi. Materiały dowozi się do fabryki w dużych ilościach, natomiast z magazynów pobiera się w ilościach małych. Przy zbyt wielkiej odległości składów i magazynów od oddziałów znacznie przedłuża się częsta droga pracowników pobierających materiały.

Stąd następną zasadą:

Składy i magazyny winny być usytuowane w pobliżu odpowiednich działów odbiorczych.

Ruch materiałów w halach produkcyjnych jest zależny od charakteru produkcji, jednostkowej, seryjnej, taśmowej czy masowej. Każdy następny system fabrykacji stawia coraz surowsze wymagania. Przy produkcji jednostkowej zwykle grupuje się obrabiarki i maszyny wedle rodzajów, umożliwia to bowiem lepszy podział pracy i lepszy nadzór. Konsekwencją tego jest nieraz zygzakowata droga części produkcyjnych. Ze względu na różny ciężar tych części grupuje się zawsze obrabiarki wedle ich wielkości — ciężkie, średnie i lekkie. W ten sposób unika się wielu ruchów jałowych. Ciężki przedmiot przechodzi tylko przez grupę maszyn ciężkich, a lekki tylko przez maszyny lekkie. Przy tym systemie usytuowania maszyn nie usuwa się zupełnie ruchów zbędnych, lecz ogólnie można zachować przebieg jednokierunkowy.

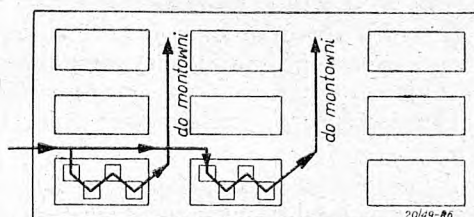
Fabrykacja seryjna wymaga już bardziej ściślego trzymania się zasady jednokierunkowości. Zależnie od tego czy jest mało czy wielkoseryjna, układ maszyn winien być tu dostosowany do wielkości serii i typu produkowanych urządzeń. Przy seriach małych, układ maszyn może być identyczny jak przy jednostkowej produkcji, wówczas odmienny jest tylko sposób obróbki przez stosowanie uchwytów i urządzeń i inny jest typ obrabiarek — możliwość użycia w większej ilości tokarek wielonożowych czy rewolwerówek.

Przy średnich stałych seriach dla uniknięcia jałowych ruchów materiałów należy ustawiać obrabiarki grupowo dla części o różnym ciężarze, dla wszystkich operacji potrzebnych dla tych części. Przy tym systemie pewna ilość części jest więc obrabiana na gotowo, na zespole obrabiarek stojących wspólnie.

Przeważnie zespoły mają swój charakter, ciężki, średni lub lekki, jednak nie jest to stosowane ściśle, często bowiem części ciężkie wymagają do niektórych operacji także lekkich maszyn.

Kontrolę przeprowadza się dopiero po ostatniej operacji.

Ruch materiałów odbywa się tutaj głównie w obrębie danego zespołu obrabiarek, a więc w niewielkim zasięgu i raz jest tylko dowożony do tego zespołu, a po obróbce kompletnej dostarczany do montowni. Cała umiejętność leży w rozplanowaniu grup części produkowanej maszyny na zespoły obrabiarek, należytem ich wykorzystaniu i skoordynowaniu. (System ten został ostatnio zastosowany przez inż. Świerczewskiego w Fabryce Zgrzeblarek w Zielonej Górze. Rys. 6).



Rys. 6. Schemat ruchu obrabianych części w Fabryce Zgrzeblarek w Zielonej Górze.

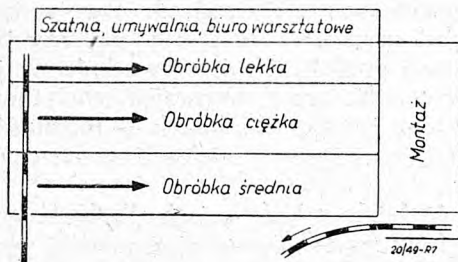
Przy wielkich stałych seriach, racjonalnym jest dla skrócenia dróg części przejść na system fabrykacyjny taśmowy. Obrabiarki są ustawiane tu ściśle wedle kolejności procesu technologicznego.

Szereg taśm doprowadza części do montowni, w której składa się daną maszynę. (Rys. 7).

Masowa fabrykacja stosowana jest u nas głównie przy częściach drobnych, niezłożonych — śrubach, nitach, naczyniach, armaturze, puszkach konserwowych itp., mimo wytworów lekkich, ruch materiałów i przebieg produkcji winien być jak najkrótszy, a zatem jednokierunkowy. Produkty chociaż jednostkowo lekkie, jednak w sumie dają duży tonaż. Sekundowe oszczędności w czasie dają setki i tysiące godzin i należyte rozplanowanie produkcji z punktu widzenia najkrótszego przebiegu ma tutaj zasadnicze znaczenie. Skłania do tego masowość.

Transport ręczny powinien być wyeliminowany w zupełności, zwłaszcza, że przez odpowiednie ustawienie maszyn i urządzeń, należyte ich skoordynowa-

nie jest tu zawsze możliwe. Transporter, rynny dają się łatwo zastosować niewielkim kosztem i tworzą rzeczywisty strumień.



Rys. 7. Schemat ruchu obrabianych części przy wielkich seriach.

Bez względu zresztą na rodzaj i system fabrykacji przebieg materiałów, a zatem produkcji winien w całej fabryce mieć charakter strumienia i to zarówno przy produkcji jednostkowej, jak i przy masowej. To samo obowiązuje każdy oddział produkcyjny jako osobną jednostkę, w każdym materiale powinien mieć zdecydowany ogólny kierunek.

Nie wyklucza to wcale ruchu poprzecznego części, czy nawet odwrotnego, jednak zawsze w danej grupie maszyn.

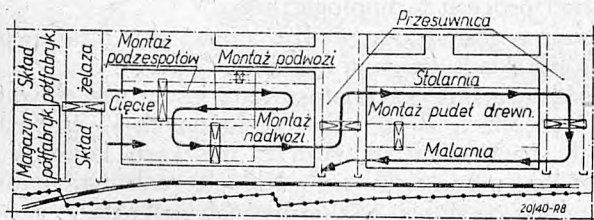
Strumień płynącego materiału może zmienić swój kierunek, jednak na każdym miejscu powinien podlegać kolejnej przeróbce, by na końcu wyrzucać produkt gotowy.

Stąd następująca zasada:

Produkcja w każdej fabryce powinna mieć wyraźny przebieg strumieniowy jednokierunkowy t. zn. że za każdym posuwem wytwarzanego produktu po kolejnej operacji według opracowanego procesu technologicznego, części winny mieć kierunek wyjściowy.

Przykład przebiegu produkcji (Rys. 8) wzięty z jednej z większych fabryk wagonowych (opracowany przez inż. Henryka Soykę) o cyklu produkcyjnym 8 dni, najlepiej ilustruje istotę zasady.

Drugi przykład (rys. 9) przyjęty dla fabryki o produkcji jednostkowej jednak tego samego charakteru o cyklu produkcyjnym specjalnie długim ponad jeden rok.



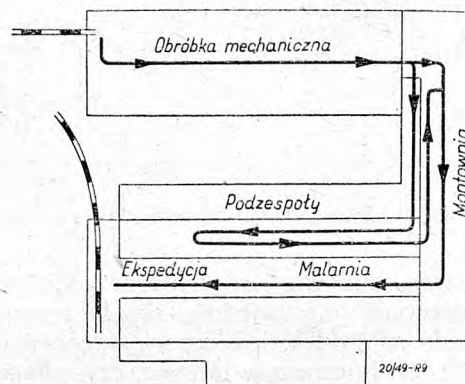
Rys. 8. Strumień produkcyjny jednokierunkowy w fabryce wagonów.

W pierwszym i drugim rozwiązaniu dostosowano się do istniejących hal. Mimo kilkakrotnej zmiany strumienia z naw poszczególnych oddziałów, przez które przebiega, jest w obu wypadkach widocznym jednokierunkowy przebieg. Dokładniejszy plan dałby

jeszcze jaśniejszy obraz należytego przebiegu, lecz nie jest celem niniejszego artykułu zbyt daleko idące wnikiwanie w szczegóły.

Te dwa przykłady o skrajnie różnych cyklach produkcyjnych dowodzą, że w każdym wypadku i przy każdej produkcji można zastosować racjonalny przebieg materiału.

Zapewne niezmiernie ciekawym i interesującym będzie dla każdego kierownictwa fabryki, ujęcie pewną linią ruchu materiałów i przebiegu produkcji u siebie. Wyrysowanie odpowiedniej linii na planie fabryki od razu da pogląd czy i jakie są odchylenia od ogólnej zasady. Jakie są możliwe uproszczenia to już będzie oczywiście konsekwencją, z chwilą bowiem, gdy będziemy zdawać sobie sprawę z istniejącego stanu — wyciągnięcie odpowiednich wniosków będzie stosunkowo zadaniem łatwym. Trudnym może być tylko czasem wykonanie narzucających się wówczas rozwiązań.



Rys. 9. Schemat ruchu materiałów w fabryce o długim cyklu produkcyjnym.

Poznać jednak własne błędy to, już jak wiadomo połowa poprawy. Jako przykład niezwykle zawilego ruchu materiałów przy produkcji podajemy na Rys. 10 przebieg korpusu lanego na jednej ze starych fabryk. Rysunek ten został nam przesłany przez Dyрекcję tej fabryki, która, niestety, tylko jedna z nielicznych — zainteresowała się tym problemem i stwierdziła ten przerażający stan. Tę skomplikowaną drogę odbywają setki ton i dziesiątki tysięcy sztuk rocznie. Nie jest to bynajmniej winą obecnego kierownictwa. Oczywiście nie trzeba dodawać jakie poważne możliwości daje już samo stwierdzenie tego stanu.

Przy wszelkich projektach rozbudowy fabryk musimy w pierwszym rzędzie zbadać jaki jest obecnie przebieg produkcji, czy jest możliwość jego usprawnienia, wzgl. czy zwiększenie produkcji polepszy czy pogorszy stan obecny.

Lecz nie tylko jednokierunkowy przebieg samej fabrykacji ma doniosłe znaczenie. Drugim ważnym zagadnieniem jest należyta dostawa materiałów do fabryki, transport wewnętrzny i dostawa materiałów dla strumienia produkcji ze składów i magazynów.

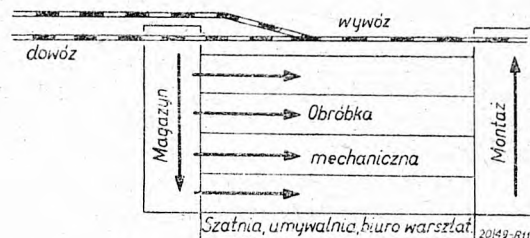
W fabrykach posiadających produkcję o dużym tonażu podstawowym warunkiem niskich kosztów transportowych jest posiadanie bocznicy kolejowej. Przy tonażu kilku tysięcy rocznego dowozu i odwozu materiałów produkcyjnych i pomocniczych, węgla

i produktów gotowych, wystarczy bocznicą na placu fabrycznym. Przy tonażu większym nieodzownym jest dojazd do hal, na składy żelaza i surowców, wówczas koszty wyładunku są mniejsze.

Place składowe żelaza hutniczego winny być obsługiwane przez suwnice.

Jak już wyżej wspomnieliśmy, wszelkie składy i magazyny winny być położone blisko miejsc zapotrzebowania. A więc: składy koksu, złomu, piasku formierskiego przy odlewni, skład drzewa przy modelarni, skład żelaza profilowego i blach przy kotłarni i konstrukcji żelaznej, skład żelaza przy kuźni, ma-

nia wątkotorówki już odchodzimy ze względu na szereg wad tego systemu transportu.



Rys. 11. Idealne rozplanowanie dużej fabryki wyrobów ciężkich.

Ogólne dalsze zasady:

Dowóz i odwóz materiałów i wyrobów gotowych do fabryki i z fabryki powinien się odbywać kolejną z własnej bocznicą, transport zaś wewnętrzny wózkami kolorowymi o własnym napędzie, lub ewentualnie wózkami ręcznymi.

Drugim elementem ruchu w zakładzie są ludzie.

Można śmiało twierdzić, że każdy krok pracownika kosztuje tak samo, jak przewóz materiałów o każdym metr. Każdy krok zbędny jest stratą.

Na ogół jeszcze mniej zwraca się uwagi w zakładach na marnotrawstwo zbędnego chodzenia ludzi niż na transporty materiałów.

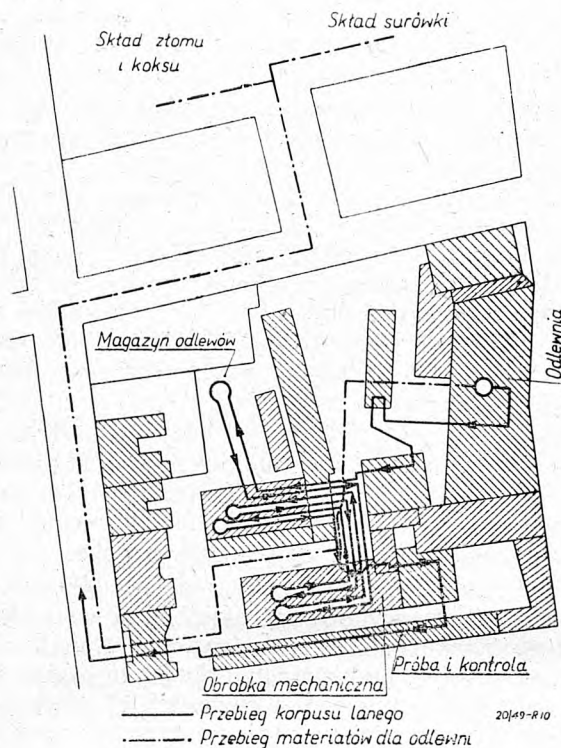
Rozpatrmy, jaki powinien być kierunek ruchu człowieka w fabryce. Załóżmy przyjazd na rowerze. Stoisko na rowery winno być przed portiernią i w chwilach rozpoczęcia i kończenia pracy pod nadzorem specjalnego strażnika, poza tym zamknięte. Robotnik pozostawia rower na stoisku, idzie przez portiernię, na której zabiera swą kartę, do szatni, przebiera się i następnie idzie do swojego oddziału, gdzie wybija na zegarze kartę i przystępuje do pracy.

Przy tym systemie czas przejścia od portierni do wybijania karty nie jest czasem traconym fabryki. Z tego kierunku ruchu jest jasnym, że stoisko na rowery należy umieszczać przy portierce, korzystniej przed wejściem niż za, szatnia powinna być położona na drodze do warsztatu pracy, najkorzystniej w jego przybudówce.

Przy pracy na maszynie winien robotnik otrzymać części do obróbki wraz z kartą pracy. Po ukończeniu, przy lekkich częściach odnosi je sam do kontroli; przy ciężkich zajmuje się tym specjalna kolumna transportowa. Kontakt robotnika z mistrzem winien być jak najbardziej uproszczony i dlatego biuro mistrza najkorzystniej jest umieszczać w oszklonej budce w centralnym miejscu, możliwie na podwyższeniu.

Wydawalnia narzędzi i przyrządów, rozdzielnie, należy również umieszczać centralnie. To samo dotyczy ubikacji, by robotnik nie był zmuszony wychodzić do innego budynku, wówczas bowiem czas tracony znacznie się zwiększa, a poza tym w zimie może powodować zaziębienie się przez wychodzenie z ogrzewanej hali.

Stołówki należy umieszczać w pomieszczeniach specjalnych, możliwie bliżej wejścia do fabryki. Przy pracy dwuzmianowej robotnicy kończący pracę wybijają karty na zegarze w oddziale, idą do umywal-



Rys. 10. Przykład zawiłego ruchu materiałów.

gazy półfabrykatów przy montowni, a magazyn główny zaopatrujący wszystkie oddziały głównie w materiały ruchowe, powinien być możliwie centralnie położony jednak bliżej działu obróbki mechanicznej i montowni, które najczęściej obsługuje.

Idziałem jest umieszczenie magazynów na początku cyklu produkcyjnego w tej samej hali. Jest to niejednokrotnie możliwe. Schemat idealny jest przedstawiony na Rys. 11.

Dowóz materiałów ze składów i magazynów do hal produkcyjnych, o ile nie jest bezpośredni, winien odbywać się na wózkach trójkołowych przy używaniu odpowiednich platform. Półfabrykaty wzgl. materiały cięte na składzie żelaza, wzgl. odkuwki z kuźni należy od razu układać w skrzyniach, nadających się do przewożenia wózkami ręcznymi trójkołowymi, unika się przez to przeladowywania. Znacznie korzystniejsze są wózki akumulatorowe, lub benzynowe o nośności 1000 do 3000 kg, które ze względu na swoją zwrotność mają możliwość dojazdu do każdego stoiska. Wózki te wymagają doskonałego stanu dróg, o czym piszemy osobno. Większe części musi się przewozić wózkami normalnotorowymi. Od stosowa-

ni, szatni, a potem do stołówki. Druga zmiana robotników zaczyna od stołówki. Korzystnym jest umieszczenie sal jadalnych przy poszczególnych oddziałach. I w tym wypadku byłoby niezmiernie interesującym wykreślenie drogi robotnika od przekroczenia progu fabryki. W wielu wypadkach stwierdzamy, jak niekorzystnie umieściliśmy te pomieszczenia, przez które robotnik musi przechodzić i ile jałowej drogi odbywa w pracy.

Z powyższego wynika następująca zasada:

Pomieszczenia szatni, umywalni, ubikacje winny być usytuowane w przybudówce hali warsztatowej. Biura mistrzów, wydawalnie narzędzi, rozdzielnie, kontrolę należy umieszczać centralnie w odnośnych halach.

Należyty ruch ludzi i materiałów wymaga dobrze rozplanowania i dobrego stanu dróg. Na ogół również niewiele zwraca się uwagi na to zagadnienie. Drogi kołowe na terenie należy wykonać z betonu lub asfaltu. Stan ich jest specjalnie ważny dla wózków akumulatorowych, które na wstrząsy są bardzo wrażliwe. Kierunek dróg winien uwzględniać zarówno ruch ludzi, jak i materiałów, a więc z portierni i biur fabrycznych do poszczególnych hal i budynków i z magazynów do hal, jako też między oddziałami. We wszystkich halach i magazynach winny być wytyczone pasami białymi przejścia i drogi dla wózków o szerokości 2 — 3 m. Przejścia te muszą być zawsze wolne i nigdy nic na nich nie może leżeć.

Nowa zasada:

Kolorowe drogi na terenie fabrycznym, drogi i przejścia w halach winny być wyraźnie wytyczone, dobrze utrzymane i zawsze wolne.

Niezwykle ważną sprawą są należyte warunki pracy umysłowej. Hałas w biurach, ciasnota, słabe oświetlenie, nieodpowiednie umeblowanie dowodzą, że nie przykładają się do tego zagadnienia najmniejszej wagi i nie bierze się pod uwagę przy projektowaniu nowych biur, może dlatego, że uchwycenie wydajności u pracowników umysłowych jest trudnym zadaniem.

Nowoczesna organizacja pracy dopuszcza oddzielenie pracy umysłowej od warsztatu. Toteż pomieszczenia dla urzędników mogą znajdować się w pewnej odległości od hal fabrycznych, by w potrzebnej ciszy mogli należycie pracować.

Można wprowadzić pewną kolejność odległości pracownika umysłowego od warsztatu, i tak: mistrz i kontroler, kierownik działu produkcji, biuro wypłat, biuro fabrykacyjne, biuro konstrukcyjne, dyrekcja techniczna, biuro obliczania kosztów własnych, dyrektor naczelny i handl. administracyjny.

Oczywiście oddalenie biur technicznych od warsztatu jest możliwe przy należytych ich funkcjonowaniu i jeżeli mówimy o odsunięciu ich od warsztatu, to wcale nie w tym znaczeniu, by umożliwić spokojną pracę odnośnym pracownikom i wyeliminować bezpośredni kontakt z nimi. Przy dobrej organizacji winien robotnik pracujący w fabryce otrzymać wszystko pod rękę, od karty pracy do materiału.

Ewentualne nieścisłości, czy niejasności wyjaśnia mistrz bezpośrednio lub po porozumieniu się z biurem.

Zasada dalsza:

Umiejscowienie biur winno być uzależnione od koniecznego kontaktu z warsztatem.

Ilość urzędników w poszczególnych pomieszczeniach winna być dostosowana do ich charakteru pracy i zakresu ich kontaktów z pracownikami fabryki lub ludźmi z zewnątrz. Często nie zwraca się uwagi na przeszkadzanie telefonów w pracy. Toteż ci pracownicy np. z biur zakupów, którzy ciągle kontaktują się telefonem z dostawcami, powinni posiadać oddzielne pokoje.

Biura konstrukcyjne mogą posiadać duże sale na 10 — 20 pracowników, jednak nie większe, przy czym kierownik grupy winien posiadać oddzielne pomieszczenie. Księgowość może również posiadać pokoje na kilkunastu pracowników. Najkorzystniej jest projektować w biurach duże, długie sale, które następnie należy dzielić szklanymi ściankami zupełnie szczelnymi, doprowadzonymi pod sufit. Wówczas biuro zyskuje na przejrzystości i ułatwia kontrolę. W razie konieczności zmian, ścianki oszklone można łatwo zmieniać, przesuwając czy dorabiać dalsze.

Pracownicy umysłowi mający bezpośredni kontakt z warsztatem powinni być umieszczeni w dobudówkach przylegających do hal fabrycznych. Dla uniknięcia przenikania hałasu maszyn, ścianki należy wykonywać podwójne jak najbardziej szczelne.

Biura mistrzów, których praca polega głównie na nadzorze, należy wykonywać oszklone ze wszystkich stron na środku hali, ewent. przy ścianie środkowej partii na pewnym podwyższeniu. Budki te można robić przenośne i w wypadku stwierdzonej niedogodności na jednym miejscu, można budkę przenieść na miejsce bardziej właściwe.

Przy projektowaniu nowych budynków w fabryce, czy też rozszerzaniu istniejących należy zwrócić uwagę na odpowiednie oświetlenie. Faktem jest, że wszystkie prawie hale fabryczne w naszych fabrykach są ciemne, dawniej bowiem przy budowie nie zwracano należytej uwagi mimo, że światło dzienne jest absolutnie niekosztownym darem; oszczędzono na oknach pod pozorem strat cieplnych. I dziś dlatego pracujemy w napół ciemnych pomieszczeniach i tak do tego przyzwyczailiśmy się, że nawet przechodzimy nad tym do porządku. Toteż przy nowo wznoszonych halach pamiętajmy o tym, by je wykonać jasne i by nie zaciemniać nimi hal sąsiednich. Niestety, jednak w istniejących naszych fabrykach jakakolwiek poprawa jest rzadko możliwa i dlatego przy projektach rozbudowy należy przynajmniej nie doprowadzać do pogorszenia obecnego stanu.

Ogrodzenie fabryczne winno być przejrzyste z siatki lub parkanu nieścisłego. Otaczanie zakładu murem masywnym i wysokim robi z niego więzienie. Przejrzystość zmusza kierownictwo do utrzymywania należytego porządku. Nie mamy zresztą potrzeby ukrywania fabryki i jej życia. Jeżeli pokryjemy wolne tereny trawnikami i krzewami, a na większych placach zasadzimy drzewa — fabryka będzie tworzyć

piękną całość i nie mamy wówczas powodu do zaskłania jej.

Powyższe zasady są podstawowymi elementami przy rozważaniu jakiegokolwiek przebudowy, czy rozbudowy fabryk. Z nich należy wyciągnąć szereg wniosków ogólnych.

Należyty przebieg produkcji jest zależny od wzajemnego usytuowania budynków, magazynów, składów, położeniu biur, od właściwego zaprojektowania dróg, dojazdów itp.

Zapewne spotkamy się tu z twierdzeniem, że w istniejącym zakładzie nie jest to możliwe. W przypadku gdy należyte zaplanowanie przebiegów jest niewykonalne, wówczas musimy sobie powiedzieć, że fabryka do rozbudowy się nie nadaje.

W wielu jednak przypadkach można fabrykę dostosować do racjonalnego przebiegu, trzeba tylko zdobyć się na cesarskie cięcie, nie krępować się tym czy innym starym budynkiem, lecz zburzyć go gdy stoi na przeszkodzie, przerzucić maszyny i urządzenia z jednych hal do drugich, wytyczyć nowe drogi itd.

Nie należy sugerować się istniejącym stanem, należy pamiętać, że tworzymy nowe życie dla fabryki na dłuższy czas i dlatego nie wolno być nam małostkowym.

Toteż przy projektowaniu poważniejszej rozbudowy należy ująć zagadnienie szerzej. Należy pamiętać, że w życiu każdej fabryki większa rozbudowa ma miejsce najwyżej raz na kilkanaście lat.

Przy korzystaniu ze starych budynków nie należy naginać toku produkcji do nich. Jak wiadomo wartość budynków w koszcie budowy fabryk wynosi tylko 10 — 30% zależnie od ilości maszyn i urządzeń wewnętrznych. Amortyzację budynków przyjmuje się 4%, czyli, że udział jej w koszcie własnym produkcji jest minimalny. Nagięcie produkcji do posiadanych budynków pociąga zwykle większy wydatek robocizny, znacznie wyższy niż amortyzacja budynku. Należy więc dobrze rozważyć, czy zachować stary budynek nieodpowiedni, czy też zaprojektować nowy.

Terenu jednak nie należy zbyt zabudowywać i wolne place powinny mieć przynajmniej 70% całości. Zabudowanie na 50% można uważać za ostateczną górną granicę. Budynków nie należy stawiać wzdłuż płotów. Wolne przestrzenie powinny wynosić kilka, a nawet kilkanaście metrów. Trawniki i zieleńce na każdym wolnym miejscu winny być powszechną zasadą.

Przy rozważaniu rozbudowy należy wziąć pod uwagę, że w każdym przemyśle fabryka ma pewną optymalną swoją wielkość i zbyt daleko posunięte zwiększenie fabryki będzie tylko szkodliwym.

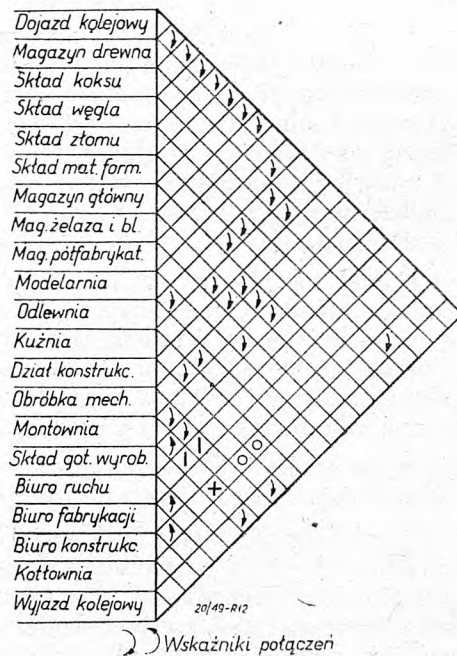
Przy całym szeregu produkcji można całą fabrykę od magazynu aż do ekspedycji umieścić w jednym budynku, jeżeli charakter przeróbki jest jednego typu.

W wypadkach, gdy przerób ma różny charakter, wówczas pomieszczenia winny być przedzielane lub w osobnych budynkach. Naturalnie więc kuźnie, kotłownie, odlewnie, także modelarnie, czy stolarnie

dajemy oddzielnie, również działy wydzielające szkodliwe gazy, jak wytrawialnie, piece grzejne itd.

Niektóre z tych działów mogą być blisko siebie, niektóre natomiast umieszczamy dalej od siebie, np. kuźnie z dużymi młotami winny być daleko od działów z obrabiarkami, kotłownie wzgl. oddziały z głośnymi maszynami jak najdalej od biur.

Najlepsze wzajemne rozmieszczenie oddziałów fabrycznych oznaczone jest na tabelce Rys. 12 (według „Werstattbau“).



Rys. 12. Schemat rozmieszczenia oddziałów fabryki.

- Bliskie sąsiedztwo niewskazane.
- l Bliskie sąsiedztwo wskazane.
- + Bliskie sąsiedztwo potrzebne.

Musimy również zwrócić uwagę na konieczny rozdział produkcji wytworów o zbyt rozbieżnej skali dokładności. Faktem jest, że inna jest mentalność robotnika i inżyniera z fabryki obrabiarek, a inna z fabryki np. maszyn rolniczych. Jeżeli podobne dwie fabryki znajdują się na jednym terenie, wówczas albo maszyny rolnicze wykonuje się za dokładnie, albo obrabiarki za mało dokładnie.

Przy projektowaniu więc wszelkich przemian nie należy planować różnych wytworów, o różnych klasach dokładności, na jednym terenie i pod wspólnym kierownictwem technicznym.

Każda fabryka powinna mieć opracowany projekt możliwej maksymalnej rozbudowy, ale tylko rozbudowy realnej przy uwzględnieniu podanych wyżej zasad, by w razie decyzji powiększenia produkcji zrealizować wykonanie części projektów, jednak zgodnie z ewentualnymi dalszymi etapami.

W przypadkach, gdy brak jest możliwości rozbudowy, powinien zakład mieć tzw. plan regulacyjny, któryby uwzględniał poprawę istniejącego stanu przez niewielkie zmiany.

Posiadanie planów regulacyjnych jest zasadniczym warunkiem należytego usytuowania jakiegokolwiek budynku stawianego obecnie.

Oczywiście zakłady zupełnie przestarzałe nie mające szans rozwoju wzgl. już przeznaczone do likwidacji nie wchodzi tu w rachubę. Zakłady nie mające warunków do przebudowy na naprawę nowoczesne fabryki powinny być podtrzymywane tylko dla produkcji na najbliższy okres. Rozbudowa istniejących fabryk ma swoje racje tylko wówczas, jeżeli nie podtrzymuje nadal chaosu transportowego i fabrykacyjnego, jaki ma miejsce w obecnym stanie.

Musimy sobie powiedzieć, że w znacznej ilości wypadków rozbudowy fabryk nie tylko nie poprawiono stanu dotychczasowego, ale go znacznie pogorszono. Zwiększono trudności wewnętrzne, a co za tym idzie i koszty na jednostkę produktu. Wiele fabryk do splotu budynków doczepiało jeszcze jedną dobudówkę, zwykle nie scharmonizowaną z całością, a często uniemożliwiającą dalszą racjonalną rozbudowę.

Każda niemal fabryka ma możliwość podniesienia swojej produkcji przez jej zrationalizowanie i usprawnienie, przez należyte przemyślenie i zastosowanie dobrego przebiegu produkcji, przez wprowadzenie pracy na drugą zmianę i należyte przez to wykorzystanie maszyn, obrabiarek i urządzeń technicznych.

Uważamy za bardziej zdrową ambicję zwiększenia produkcji tą właśnie drogą, niż przez rozbudowę.

Poszczególne kierownictwa fabryk wszelkie swoje zamierzenia na przyszłość rozpatrują pod kątem widzenia ostatnio przeżytego okresu, chcą więc być samowystarczalne niemal pod każdym względem. Poza tym przewidują duże magazyny również pod wpływem ostatnich trudności w zaopatrzeniu.

Należy uzmysłwić sobie, że planowanie i gospodarka nasza coraz bardziej się usprawnia. To co miało miejsce przed trzema laty, już dziś zachodzi rzadko, za dalsze trzy lata zniknie zupełnie. Lokalny patriotyzm, zdrowy w swej istocie, jest jednak zwykle ciasnym.

Wznieśmy się ponad nasze fabryki i twórzmy przymysł, który będzie mógł równać się z przemysłami krajów przodujących. Jeżeli są ku temu warunki projektujemy nowe fabryki obok starych, ale nie na terenie starych, na których z konieczności robi się mniej lub więcej poważne odchylenia od obowiązujących zasad i przez to wypacza właściwy przebieg produkcji.

Nie jedno kierownictwo fabryki, po wyrysowaniu na planie swojej fabryki przebiegu fabrykacji, będzie miało możliwość zbadania możliwości skrócenia, a w wypadkach projektowania zwiększenia produkcji, a co za tym często idzie, rozbudowy zakładu, dojdzie do wniosku przykrego wprawdzie dla zakładu, ale zdrowego i słusznego z ogólnego punktu widzenia, że zakład do rozbudowy się nie nadaje.

Słusznie można zrobić zarzut, że dogodne czy też idealne przebiegi można łatwo zastosować przy budowie zupełnie nowej fabryki, ale nie przy przebudowie, czy rozbudowie fabryki istniejącej. Podajemy jednak te rozwiązania dlatego, by przy rozważaniu projektów rozbudowy wziąć je pod uwagę i do tych

najkorzystniejszych przebiegów w mniejszym lub większym stopniu się zbliżyć. Nieraz przez pewne zmiany w układzie istniejącym, można znacznie poprawić obecny stan. Podajemy również te idealne przebiegi i zwracamy na ten problem silną uwagę, gdyż wielu inżynierów nawet na kierowniczych stanowiskach w fabrykach nie zdaje sobie należytej sprawy z tych tak jasnych, oczywistych, a prostych zasad.

W naszym artykule chodzi nam tylko o podanie ogólnych założeń, stwierdziliśmy bowiem, że na ogół odpowiedzialni kierownicy naszych fabryk nie zawsze orientują się, kiedy można fabrykę rozbudować i jak należy do tej sprawy podchodzić.

Wpajanie tych podstawowych zasad, których należy trzymać się przy wszelkich rozbudowach jest konieczne, jeżeli nie chcemy dopuścić do dalszego marnotrawstwa kwot przeznaczonych na inwestycje w przemyśle. Inicjatywa rozbudowy fabryk wychodzi od władz zwierzchnich, które pragną słusznie jak najniższym kosztem uzyskać największy, a co ważniejsze najszybszy efekt. Oczywiście i zakłady mają ambicję również słuszną i zdrową powiększania się jak najsilniejszego i podnoszenia swojej produkcji.

Jednak w każdym dążeniu ku górze jest koniecznym popatrzeć w dalszą przyszłość. Faktem jest, że znaczna większość naszych fabryk jest zlepkiem narosłym przez kilka dziesiątków lat. W wielu z nich przez pewne przebudowy czy rozbudowy można uzyskać zwiększenie produkcji, jednak w dobie racjonalizacji i przechodzenia w coraz większym zakresie na seryjną i masową produkcję dostosowanie starych fabryk jest bardzo rzadko możliwe. Toteż rozbudowa tych fabryk ma uzasadnienie tylko w niektórych wypadkach. Powiększanie produkcji w tych zakładach jest gospodarczo uzasadnione tylko wówczas, gdy włożony kapitał zamortyzuje się w ciągu kilku lat.

W dalszej przyszłości fabryki przestarzałego typu bezwzględnie odpadną. Wiele zakładów jest już tak ciasno zabudowanych, że dalsza ich zabudowa powiększa tylko trudności wewnętrzne. Obecnie setki fabryk zaprojektowało na rok bieżący różne przebudowy, względnie rozbudowy, niestety znaczna ich ilość wykazuje te wady, które podaliśmy na początku. Wniknięcie w ten cały olbrzymi materiał nie jest prostym ani łatwym.

Dla ułatwienia krytycznego podejścia do tej sprawy przez same dyrekcje zakładów, podaliśmy powyżej bardzo wprawdzie ogólnikowe zasady, ale jednak umożliwiające analizę we własnym zakresie.

Inwestycyjny plan długofalowy, przeprowadzany najwyższym wysiłkiem całego narodu, ma za cel przejście z prymitywnych warsztatów do nowoczesnych fabryk o wyraźnych wielkich programach produkcyjnych. Budując nasz przemysł i wkładając weń miliony, musimy to robić po gruntownym zbadaniu i przeanalizowaniu wszystkich pro i contra. Rozbudowujemy tylko te zakłady, które za kilka lat czy kilkanaście nie wypadną z kręgu życia. Wkładać olbrzymie kwoty po to, by za pewien okres czasu stwierdzić niecelowość tych wydatków byłoby błędem nie do darowania.

Przyrządy, umożliwiające automatyzację obrabiarek

Automatyzacja procesów wytwórczych stanowi jeden z czołowych tematów omawianych w radzieckiej literaturze technicznej, zarówno na łamach prasy technicznej jak i w wydawnictwach książkowych. Niniejszy artykuł został przygotowany na podstawie pracy Kand. mech. nauk, doc. *Ch. L. Bołotina* p. t. „Автоматизация станочных приспособлений“ ogłoszonej w zeszycie Nr 11/48 radzieckiego miesięcznika „*Вестник машиностроения*“.

Problem, zautomatyzowania pracy normalnych obrabiarek typu uniwersalnego, jedynie przez zastosowanie specjalnych przyrządów i uchwytów jest w naszych warunkach szczególnie interesujący.

Ogromny wpływ jaki wywiera odpowiednio zaprojektowane wyposażenie obrabiarek (uchwyty, przyrządy) na wydajność pracy obrabiarek, polega przede wszystkim na tym, że uzyskuje się wydajne skrócenie pomocniczego czasu obróbki, niezbędnego do zamocowania przedmiotu obrabianego. Ponadto właściwe wyposażenie pozwala w wielu wypadkach na zwiększenie zakresu zastosowania obrabiarek przez rozszerzenie ich technologicznych możliwości.

Właściwie dobrane wyposażenie obrabiarek posiada szczególnie wielkie znaczenie przy produkcji ciągłej-taśmowej. W tych wypadkach stosowanie odpowiednich uchwytów lub specjalnych przyrządów pozwala na poważne zwiększenie wydajności obrabiarek, i w ten sposób na skrócenie czasu trwania poszczególnych operacji, co oczywiście pociąga za sobą zmniejszenie potrzebnej ilości obrabiarek i w wielu wypadkach umożliwia grupową (wielostanowiskową) ich obsługę.

W związku z tym należy prowadzić systematyczne prace nad udoskonaleniem wyposażenia, systematyzować i uogólniać nagromadzone doświadczenia konstrukcyjne i eksploatacyjne.

Prace te powinny mieć na celu: możliwość łączenia pewnej grupy oddzielnych operacji w jedną całość, skracania czasu roboczego (maszynowego) i czasu przygotowania (pomocniczego), jak najdalej posuniętego zmniejszenia ilości ruchów roboczych oraz uproszczenia pracy robotnika. Wszędzie, gdzie to jest tylko możliwe, należy się starać, aby pracę jak najbardziej zautomatyzować.

W pierwszym rzędzie należy opracować typowe konstrukcje t. zw. elementów automatyzacji, które mogłyby służyć do budowy uchwytów i przyrządów o różnym stopniu zmechanizowania.

Jako pierwsze powinny być opracowane zagadnienia objęte w przybliżeniu następującym schematem:

1) urządzenia do zamocowywania, obejmujące z kolei:

- a) grupowe wiązanie działania zacisków,
- b) grupowe wiązanie działania oporów pomocniczych,
- c) łączenie ruchów związanych ze sterowaniem urządzeń podziałowych,
- d) kombinacje: a), b) i c).

2) zastępowanie poszczególnych ruchów roboczych wykonywanych przez obsługującego obrabiarkę — ruchami mechanicznymi, związanymi z odpowiednimi ruchami obrabiarki, a więc:

a) zamocowywanie przedmiotów obrabianych przez wykorzystanie sił skrawania,

b) zamocowywanie przedmiotów obrabianych przez wykorzystanie ruchów prostoliniowych wrzeciona lub stołów,

c) uruchamianie w sposób mechaniczny urządzeń podziałowych,

d) mechaniczne podawanie przedmiotów obrabianych,

e) mechaniczne zdejmowanie obrobionych przedmiotów i usuwanie nagromadzonych wiórów.

3) Stosowanie napędów pneumatycznych, hydraulicznych i elektrycznych w uchwytach i przyrządach, przeznaczonych do różnych rodzajów obróbki mechanicznej, a więc np.:

a) jedno i wielocylindrowe napędy pneumatyczno-hydrauliczne z jednoczesnym lub kolejnym włączaniem, z regulowaną szybkością i siłą działania,

b) pneumatyczno-hydrauliczne napędzanie urządzeń podziałowych i obrotowych,

c) opracowanie typowych schematów i obliczeń dotyczących stosowania napędów hydraulicznych do sterowania uchwytami lub przyrządami dla różnych typów obrabiarek.

4) Ułatwienie obsługi: typowe schematy i obliczenia najkorzystniejszego rozkładu i wyzyskania sił zamocowywania.

Drugi etap prac mógłby obejmować zestawienie zautomatyzowanych urządzeń dla różnych typów obrabiarek, np. dla urządzeń służących do obróbki najbardziej rozpowszechnionych przedmiotów, tak aby nie zachodziła konieczność przeróbek konstrukcyjnych w obrabiarkach.

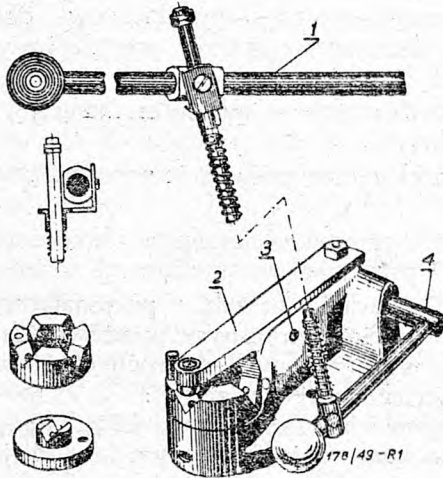
Konieczność metodycznych, naukowo-technicznych prac w wymienionych kierunkach spowodowana jest wzrastającą stale tendencją podnoszenia sprawności i wydajności obrabiarek, wynikającą ze stosowania udoskonalonych i przyspieszonych metod skrawania. Powstaje więc znów dążenie do wydajnego zmniejszenia bezpośrednich i pośrednich czasów pomocniczych, związanych z przeprowadzanymi procesami technologicznymi.

Do budowy i analizy stosowanych konstrukcji w zakresie wyposażenia obrabiarek zmusza również i ta okoliczność że w przemyśle maszynowym stosowane są coraz szerzej trudno obrabialne materiały, wymagające znacznie sztywniejszego zamocowywania przedmiotów obrabianych.

Skojarzenie szybkości i siły zamocowania powinno znaleźć właściwy wyraz w unowocześnionych konstrukcjach wyposażenia obrabiarek. Nie ulega

wątpliwości, że stworzenie udanych typowych konstrukcji będzie miało poważne znaczenie dla przemysłu, a przede wszystkim dla fabryk, które nie posiadają jeszcze wystarczającego doświadczenia w zakresie projektowania, wykonywania i eksploatacji wysoko wydajnych uchwytów i przyrządów.

Nowe konstrukcje należy opracowywać nie tylko pod kątem widzenia zastosowania ich do ściśle określonego przedmiotu, lecz przede wszystkim należy brać pod uwagę metody technologiczne, dotyczące wykonywania typowych, często stosowanych w praktyce operacji.



Rys. 1. Skrzynka wiertarska z automatycznym unieruchamianiem przedmiotów wierzonych.

1 — dźwignia posuwu wrzeciona, 2 — płytka prowadząca, 3 — oś płytki, 4 — wałek mimośrodowy.

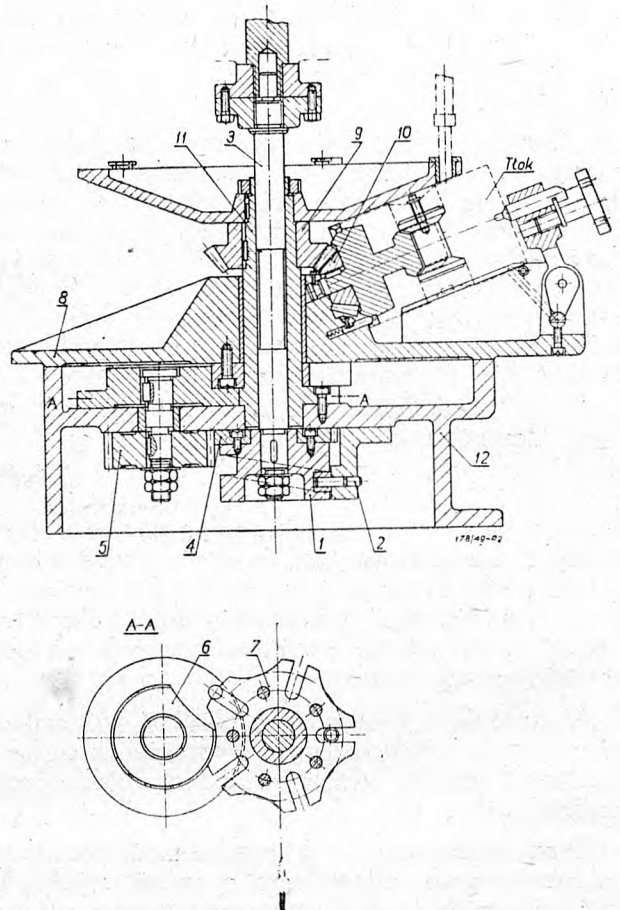
Do tego rodzaju operacji należą np.: obróbka kwadratów, sześciokątów, żłobków na powierzchniach czołowych oraz na powierzchniach walcowych; obróbka powierzchni kształtowych; wiercenie otworów rozmieszczonych promieniowo i otworów w drobnych przedmiotach; obróbka wykańczająca płaszczyzn i otworów (docieranie); operacje wykonywane przy pomocy urządzeń służących do automatycznego zamocowania przedmiotów podczas obróbki ciągłej na frezarkach ze stołem obrotowym; wykonywanie ścięć (faz) na powierzchniach otworów oraz zębach w kołach zębatych.

Wymienione przykłady to jedynie nieznaczna część napotykanych w praktyce typowych operacji, dla wykonania których można stosować w wysokim stopniu procesy automatyczne. W praktyce napotyka się bardzo wiele wypadków, w których korzyści wynikające nawet z częściowej automatyzacji są bardzo znaczne.

Stosowanie takiego zautomatyzowanego wyposażenia obrabiarek jest dla ogółu fabryk korzystniejsze, aniżeli przeróbki posiadanych obrabiarek lub zaopatrywanie się w nowe obrabiarki specjalnych typów.

Jako bardzo ciekawy przykład doskonale ilustrujący zagadnienie częściowej automatyzacji pracy obrabiarki może służyć proste urządzenie przedstawione na rys. 1.

Urządzenie to jest przeznaczone do zamocowania przedmiotu w skrzynce wiertarskiej przy wykorzystaniu ruchu dźwigni 1, służącej zasadniczo do ręcznego sterowania ruchem posuwowego wrzeciona wiertarki. Operacja ta absorbuje prawą rękę robotnika, podczas gdy lewą podaje on przedmioty do



Rys. 2. Zautomatyzowane urządzenie do wiercenia otworów w tłokach.

1 — krzywka walcowa, 2 — trzpień, 3 — wałek napędowy, 4 i 5 — koła zębate, 6 — tarcza, 7 — krzyż maltański, 8 — stół obrotowy, 9 — nieruchome koło zębate, 10 — koło zębate obracające tłok, 11 — tuleja zamocowana w korpusie, 12 — korpus.

skrzynki wiertarskiej. Przedmiot zostaje zamocowany przez docisk płytki prowadzącej 2, osadzonej wahlwie na osi 3. Mimośród nasadzony na wałku 4, powoduje wahadłowy ruch płytki 2. Urządzenie to posiada wprawdzie pewne wady nie zmniejsza to jednak oryginalności i pożyteczności urządzenia zaciskowego, dzięki któremu wydajność może sięgać liczby 600 wierceń na godzinę.

Przykład przyrządu, dzięki któremu uzyskujemy zautomatyzowaną pracę obrabiarki jest przedstawiony na rys. 2. Przyrząd ten przystosowany jest do wysokowydajnego automatycznego wiercenia 4 otworów smarowych jednocześnie w 4 tłokach silnika spalinowego. Wiercenie otworów przebiega w następującej kolejności: obracająca się ruchem nieprzerwanym krzywka walcowa 1, dzięki nieruchomo osadzonemu trzpieniowi 2, przesuwa ruchem prostoliniowym

wym zwrotnym wałek 3; ruch obrotowy wałka 3 wraz z osadzoną na nim krzywką 1 następuje od mechanizmu czterowrzecionowej głowicy wiertarskiej. Układ krzywki 1 umożliwia automatyczny ruch posuwowy całej głowicy wiertarskiej w czasie wiercenia oraz ruch powrotny, wycofujący głowicę wraz z wiertłami. Z krzywką 1 złączone jest koło zębate 4 zazębiające się z kołem 5, i w ten sposób tarcza 6 i pięcioramienny krzyż maltański 7 powoduje okresowy obrót stołu 8 o jedną piątą obrotu (72°).

Położenie stołu 8 zostaje ustalone w ten sposób, że część cylindryczna tarczy 6 wchodzi w walcowe wycięcia na obwodzie krzyża maltańskiego 7; odpowiada to okresowi wiercenia i wycofywania wiertła. Jednocześnie z obrotem stołu 8 o kąt 72° wszystkie zamocowane w przyrządzie tłoki zostają obrócone o 90° .

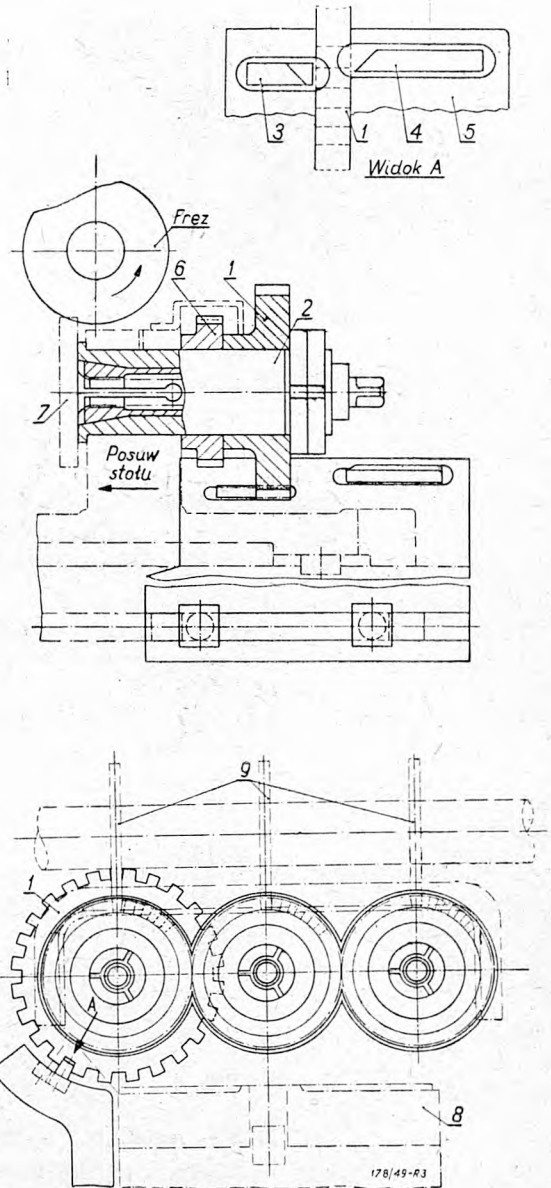
Przyrząd posiada więc 4 pozycje robocze, odpowiadające 4 wrzecionom głowicy wiertarskiej i 1 pozycję przeznaczoną do zdejmowania tłoka z wywierconymi otworami i zakładania nowego tłoka. Obrót tłoków następuje jednocześnie z obrotem stołu 8 za pośrednictwem kół zębatach 10 i 9, z których pierwsze jest związane z uchwytem tłoka, drugie zaś 9 jest zamocowane nieruchomo na tulei 11 umocowanej do korpusu 12.

W ten sposób rola robotnika sprowadza się jedynie do zdjęcia kolejnego tłoka, w którym zostały w międzyczasie przewiercone cztery otwory i do założenia nowego tłoka. Wszystkie te manipulacje robotnik wykonuje w czasie automatycznego wiercenia czterech innych tłoków. Ponieważ czterowrzecionowa głowica wiertarska wraz z reduktorem, napędzającym wał 3, staje się dość ciężka, przeto można przenieść reduktor w dolną, nieruchomą część przyrządu¹⁾. Wydajność pracy przy zastosowaniu tego automatycznego przyrządu wynosi 100 tłoków na godzinę.

Rys. 3, 4 i 5 ilustrują zastosowanie udoskonalonych urządzeń do automatyzacji różnych obrabiarek.

Pierwsze z nich (rys. 3) przedstawia jeden ze sposobów umożliwiających automatyczny obrót podczas frezowania wielożłobkowych przedmiotów walcowych. Przyrząd ten jest przystosowany do jednoczesnego frezowania trzech przedmiotów. Obrót przedmiotów dokonuje się przez kolejne działanie nieruchomych listew 3 i 4 na zęby tarczy podziałowej 1, osadzonej na wrzecionie 2. Listwy 3 i 4 są umocowane we wsporniku 5, który z kolei jest przymocowany nieruchomo do korpusu obrabiarki z tyłu stołu roboczego. Listwa ustalająca 3 utrzymuje układ obrotowy w określonym położeniu podczas frezowania. W czasie posuwu stołu frezarki żłobek

tarczy ślizga się wzdłuż listwy. Podczas ruchu powrotnego całego urządzenia wraz ze stołem obrabiarki ząb tarczy zaczepia o klinowe zakończenie listwy podziałowej 4 i obraca tarczę 1 wraz z wrzecionem o pół podziałki. W początkowym okresie ruchu posuwowego listwa 3 pokręca tarczę podziałową 1 swym klinowym zakończeniem dodatkowo o pół podziałki i w dalszym ciągu pozostaje w styku z tarczą w całym okresie trwania operacji frezowania.



Rys. 3. Przyrząd frezarski automatycznie obracający frezowane przedmioty.

1 — tarcza podziałowa, 2 — wrzeciono, 3 — listwa ustalająca, 4 — listwa przesuwająca, 5 — wspornik, 6 — koło zębate napędzające 3 trzpienie obrotowe, 7 — przedmiot obrabiany, 8 — korpus przyrządu, 9 — frezy.

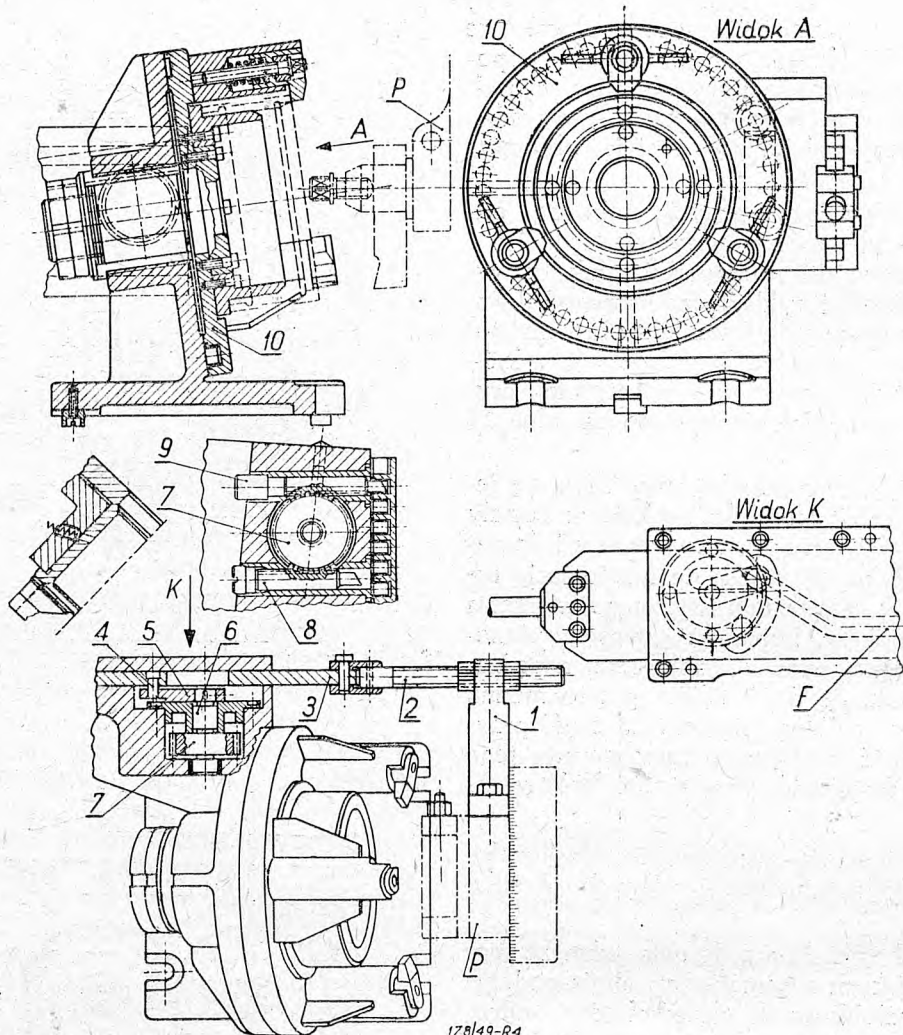
¹⁾ Konstrukcyjne rozwiązanie tego zadania zostało podane w pracy CNIITMASz „Tipowyje konstrukciji prispособlenij i ich uzłow“, wydanej w 1941 r. Tam również jest przedstawiona konstrukcja analogicznego urządzenia, w którym wał pędny został usunięty po za obręb stołu obrotowego, na skutek czego cała jego powierzchnia robocza została zwolniona dla rozmieszczenia przedmiotów.

Urządzenie to znalazło zastosowanie na niewielkiej frezarce przeznaczonej do pracy przy ręcznym posuwie.

Urządzenie na rys. 4 przedstawia jeden ze sposobów rozwiązania automatycznego przyrządu podziałowego przystosowanego do strugania płytkich zębów, na wewnętrznym obwodzie przedmiotu cylindrycznego.

Struganie przeprowadza się na strugarce poprzecznej przy czym każdy zębek jest strugany w czasie jednego skoku roboczego sanek strugarki,

nadawany im przy pomocy koła zębatego 7, mógł obrócić tarczę 10 o jedną podziałkę. Ilość otworów w tarczy podziałowej równa jest liczbie struganych zębów. Aby narzędzie mogło wykonywać ruch roboczy przy unieruchomionej tarczy wraz z przedmiotem, zóbek w płytce 3 na pewnej długości jest równoległy do kierunku przesuwu suwaka, (widok według strzałki K).



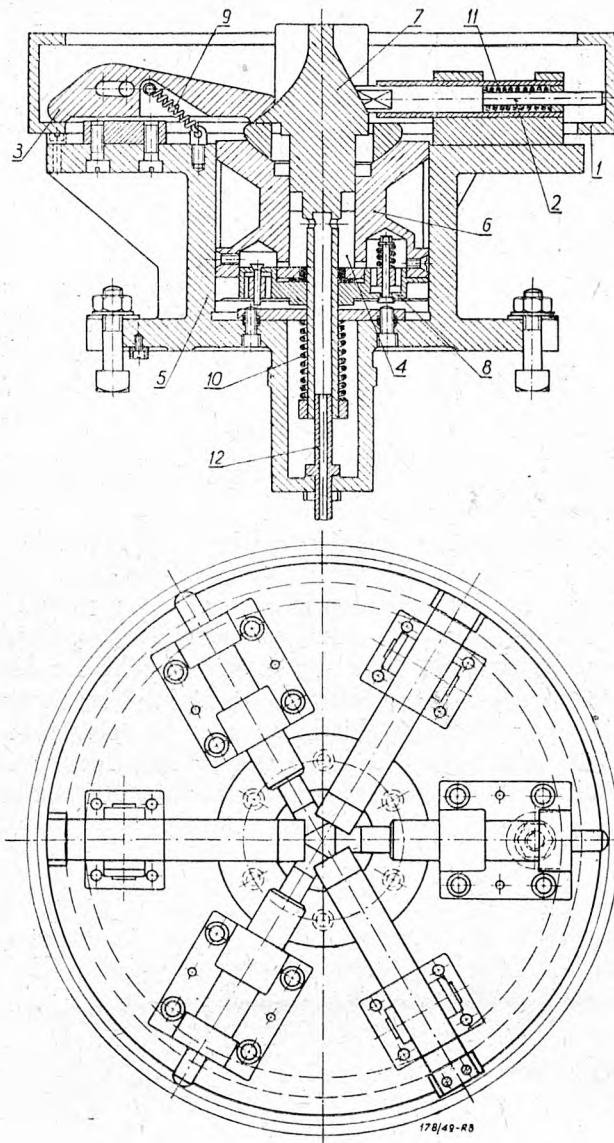
Rys. 4. Przyrząd do strugania zębów na przedmiotach cylindrycznych.

1 — wspornik, 2 — łącznik, 3 — płytka, 4 — kołek, 5 — korba, 6 — oś koła zębatego, 7 — koło zębate, 8 i 9 — trzpienie ustalające, 10 — tarcza obrotowa.

P — sanki, F — zóbek.

a więc i podział odbywa się po każdym ruchu sanek. W czasie ruchu sanek P związana z nimi przy pomocy wspornika 1 i łącznika 2 płytka 3, posiadająca kształtowy zóbek F, przesuwa w przeciwnych kierunkach za pomocą kołka 4, korby 5, osadzonej na osi 6 oraz koła zębatego 7, uzębione trzpienie ustalające 8 i 9. Odległość między środkami trzpieni 8 i 9 jak również wymiary ścięć na ich końcach są tak dobrane, aby ich jednoczesny ruch przeciwbież-

Automatyczny ten przyrząd pozwala uniknąć bezużytecznej straty czasu na wielokrotne zatrzymywanie obrabiarki, jak również uwalnia robotnika od ręcznego dokonywania obrotu i ustalania położenia przedmiotu. W porównaniu z obsługą ręczną, oszczędność czasu w odniesieniu do tych ruchów jest wprost proporcjonalna do ilości obrabianych zębów.



Rys. 5. Automatyczny uchwyt dla tokarki karuzelowej. 1 — pierścień obrabiany, 2 — trzpień ustalający, 3 — elementy zaciskające, 4 — cylinder pneumatyczny centrujący, 5 — cylinder pneumatyczny zaciskający, 6 — tłok zaciskowy, 7 — tłok centrujący, 8 — zawory regulujące, 9, 10, 11 — sprężyny zwalnające, 12 — przewód doprowadzający powietrze.

W wypadku, gdy obróbka każdego zębka wymagałaby kilku ruchów roboczych noża, należy wtedy zastosować dodatkowe urządzenie do okresowego posuwu wgłębnego noża, jak również urządzenie do automatycznego wyłączenia ruchu obrabiarki przy końcu cyklu roboczego.

Poza przyrządami mogą być również stosowane uchwyty, które umożliwiają automatyzację pracy obrabiarek.

Znaczne np. korzyści możemy uzyskać przez automatyzację urządzeń uchwytowych na tokarkach ka-

ruzelowych. W tych wypadkach dla zamocowania przedmiotu na stole karuzelówki, zwykle stosuje się 3 lub 4 płytki dociskowe. Jest to kłopotliwe dla robotnika: skontrolowanie właściwego położenia przedmiotu zajmuje stosunkowo dużo czasu. Tymczasem istnieje uniwersalne rozwiązanie tego problemu przy zastosowaniu cylindrów pneumatycznych. Na rys. 5 jest przedstawiony jeden z przykładów takiego rozwiązania. Obróbce podlega górna czołowa powierzchnia oraz zewnętrzna powierzchnia cylindryczna pierścienia 1 o przekroju skrzynekowym. Pierścień ten jest oparty na swej dolnej płaszczyźnie czołowej, a centrowany jest od wewnątrz za pomocą 3-ech trzpieni rozporających 2 oraz zamocowany trzema dociskami 3. Aby umożliwić jednoczesną obróbkę kilku narzędziami, zamocowanie przedmiotu powinno być dostatecznie silne. W tym celu cylindry pneumatyczne 4 i 5 powinny posiadać odpowiednią średnicę. Środkowy otwór w tłoku zaciskowym 6 stanowi cylinder dla urządzenia centrującego. Ruchy robocze obu tłoków 6 i 7 są skierowane w jedną stronę — do góry. W celu uniknięcia przedwczesnego działania uchwytu zaciskającego, sprężone powietrze jest doprowadzane do jego cylindra poprzez cylinder centrujący 4. Dopiero gdy siła powodująca rozporanie kołków centrujących 2 osiągnie żądaną wartość, powietrze, przez zawory regulacyjne 8, zostaje skierowane z cylindra 4 do dużego cylindra 5, powodując zamocowanie przedmiotu. Po wypuszczeniu powietrza uwolnienie zacisków następuje na skutek działania sprężyn 9, 10, 11.

Powietrze jest doprowadzane do uchwytu przez przewód 12, przechodzący wewnątrz wydrążenia wrzeciona.

Przy wstępnym ustawianiu przedmiotu, posiadającego nierówną powierzchnię oporową, można posługiwać się pomocniczymi podpórkami. Sterowanie tymi podpórkami daje się również łatwo zautomatyzować za pomocą dodatkowych urządzeń. Każda podpórka stanowi klocek przesuwany w kierunku pionowym, podpierany klinem (o nachyleniu 5° — 6°) przesuwany w kierunku poziomym; na klin ten działa stosunkowo słaba sprężyna. Podpórki takie są opisane w książce Ch. Ł. Bolotina „Konstruowanie приспособлений“ (1946 r.).

Urządzenie tego typu może być również używane w przypadku zewnętrznego zamocowywania przedmiotu podczas obróbki otworu środkowego. Możliwe jest również rozwiązanie jednocylindrowe, stosowane w przypadku ustalania położenia przedmiotu (centrowania) wg trzpienia. Wreszcie konstrukcja tego typu może być z powodzeniem stosowana w obrotowych urządzeniach podziałowych podczas frezowania, wiercenia itp.

IV. G.

Postępy automatyzacji w radzieckim przemyśle maszynowym

Automatyczne linie obróbkowe — ich zalety i wady. — Zautomatyzowane linie obróbkowe umożliwiające niezależną pracę poszczególnych obrabiarek, wchodzących w skład linii. — Opis zautomatyzowanych linii obróbkowych zastosowanych w Związku Radzieckim do obróbki: zaworów silników, tłoków samochodowych i pierścieni łożysk tocznych.

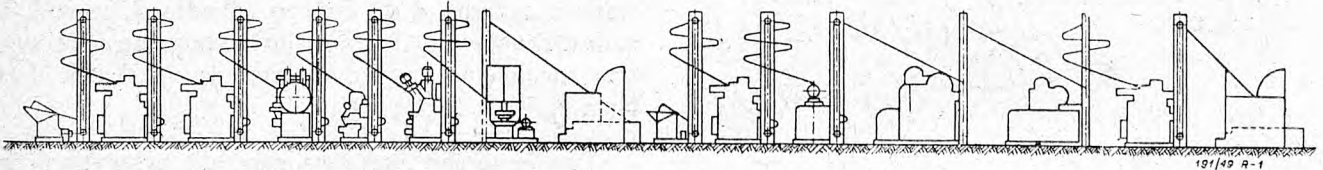
Automatyzacja produkcji jest jedną z najważniejszych wytycznych powojennej rozbudowy i przebudowy przemysłu maszynowego w Związku Radzieckim.

Na łamach polskich czasopism technicznych opisywane już były automatyczne linie obróbkowe, stanowiące przykład najdalej posuniętej automatyzacji obróbki skrawaniem. *Automatyczna linia obróbkowa* stanowi jedną maszynę, przeznaczoną do obróbki jednej części i składa się z szeregu specjalnych automatycznych agregatowych obrabiarek, połączonych urządzeniem przenośnikowym. Na linii podczas pracy znajduje się kilkanaście obrabianych części, a wszystkie obrabiarki pracują jednocześnie i posiadają ten sam takt pracy. Po zakończeniu operacji wszystkie narzędzia zatrzymują się i powracają w położenie wyjściowe, a zaciski uchwytów zostają zwolnione. Następnie przenośnik przesuwą wszystkie części, znajdujące się na linii, o jedną pozycję w przód, zaciski uchwytów zostają zamknięte i cykl

jest możliwe, trzeba było szukać innych bardziej elastycznych rozwiązań.

W czasopiśmie *Awtomobilnaja Promyszlenność* w zeszytach 6/48 i 1/49 ukazały się ciekawe artykuły S. A. Nikitina i W. A. Morozowa opisujące kilka takich specjalnych rozwiązań.

Rozwiązania te można nazwać *zautomatyzowanymi liniami obróbkowymi*. Składają się one ze zwykłych obrabiarek automatycznych lub uniwersalnych, zaopatrzonych w zautomatyzowane uchwyty i zautomatyzowane sterowanie ruchów. Obrabiarki te pracują niezależnie jedne od drugich. Zautomatyzowanie linii polega na zastosowaniu przenośników między obrabiarkami oraz samoczynnych podajników, które zabierają części z przenośnika i zakładają do uchwytów. Działanie podajnika i mechanizmu sterującego obrabiarki są ze sobą powiązane. Przenośniki wykonane są w ten sposób, że między poszczególnymi obrabiarkami pozostają dostateczne



Rys. 1. Zautomatyzowana linia obróbki zaworów silnikowych.

pracy zaczyna się na nowo. Sterowanie całej linii odbywa się elektrycznie, a w razie uszkodzenia narzędzia lub nieprawidłowego ustawienia przedmiotu w uchwycie linia zostaje zatrzymana.

Automatyczne linie obróbkowe są bardzo kosztowne, ale są nadzwyczaj wydajne i obniżają koszt robocizny. Zastosowanie ich jest jednak ograniczone obecnie do takich procesów obróbkowych, przy których przedmiot jest nieruchomy, a poruszają się tylko narzędzia. W Związku Radzieckim linie takie zostały więc zastosowane w przemyśle samochodowym tylko do obróbki kadłubów i głowic silników i kadłubów skrzynki biegów. Wykonują one wiercenie, pogłębianie, rozwiercanie, gwintowanie i wytaczanie otworów.

Drugą właściwością automatycznych linii obróbkowych, która każe być ostrożnym w ich stosowaniu, jest duża „sztywność“ produkcyjna, ponieważ nie posiadają one międzyoperacyjnych zapasów obrabianych części i w razie zatrzymania jednej z obrabiarek wskutek uszkodzenia narzędzia lub uchwytu, przerwaniu ulega praca całej linii.

W dążeniu do automatyzacji produkcji innych części, gdy zastosowanie automatycznych linii nie

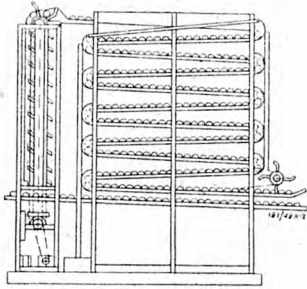
zapasy międzyoperacyjne. W razie zatrzymania na pewien czas jednej z obrabiarek praca linii nie zostaje przerwana. Z drugiej zaś strony obrabiarka, o operacji krótszej od taktu linii może być uruchamiana okresowo.

Najprostszym z opisanych przykładów jest wykonana przez *Orgawtoprom* zautomatyzowana linia do obróbki zaworów silnikowych o takcie pracy 12 sek. i wydajności 2000 sztuk na 1 godzinę. (Rys. 1).

Na początku linii znajduje się skrzynia zasobnikowa na 400 ÷ 450 odkuwek. Pionowy przenośnik-elevator zabiera odkuwki ze skrzynki i przenosi je do górnego punktu przenośnika-pochylni, po której zawory pod własnym ciężarem zsuwają się grzybkami do góry ku podajnikowi pierwszej obrabiarki. Po zakończeniu operacji, zawór zostaje wypchnięty z uchwytu i spada do leja, z którego następny przenośnik-elevator podnosi go na dalszą pochylnię i tak zawór wędruje od obrabiarki do obrabiarki. Na linii znajduje się również samoczynna maszyna ze stołem obrotowym do hartowania prądami szybkozmiennymi końców trzonek zaworów.

Drugim bardziej skomplikowanym przykładem jest zautomatyzowana linia wyrobu aluminiowych

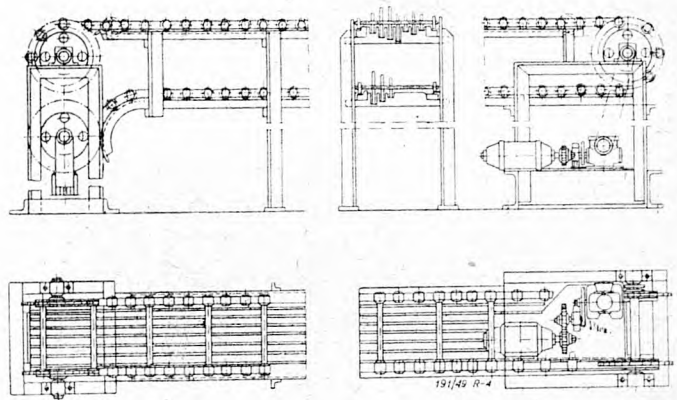
łoków samochodowych, w obrębie której w jeden ciąg ujęte są różnorodne procesy począwszy od odlewu i kończąc na pakowaniu.



Rys. 2. Zasobnik do tłoków, składający się z pochylonych na przemian półek.

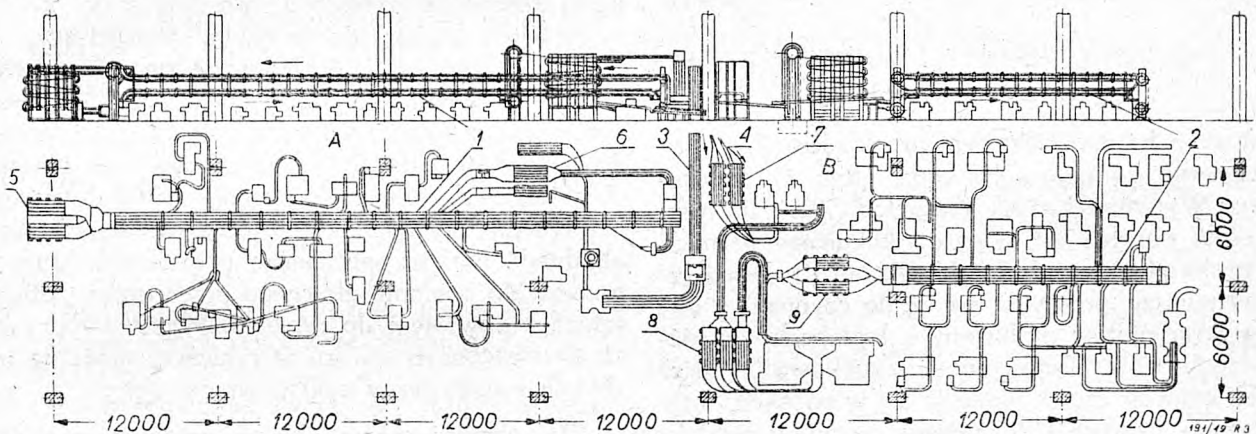
Na początku linii znajduje się skład bloczków stopu aluminiowego. Przenośnik o działaniu okresowym przeprowadza partie bloczków przez maszynę do mycia i podaje je do samoczynnego elektrycznego kilkostrefowego pieca do topienia. Stopiony i rafinowany stop przepływa do rozdzielnika samoczynnej kokilowej maszyny do odlewania. Wypchnięte z kokili odlewy dostają się do komory chłodzenia, a następnie na frezarkę odcinającą wlewy, które zabrane zostają przez przenośnik taśmowy i doprowadzone z powrotem do pieca. Odlewy trafiają na inny przenośnik, który w przeciągu 5,5 godzin przeprowadza je przez elektryczny wielostrefowy piec do obróbki cieplnej. Ostudzone odlewy trafiają na samoczynną maszynę do sprawdzania twardości, która odrzuca na bok odlewy wadliwe.

otwory na kołki w obsadach sworznia tłokowego. Po wykonaniu tych baz tłok zostaje osadzony na płycie ustalającej, na której już pozostaje stale przy



Rys. 4. Przenośnik rynienkowy do pierścieni łożyskowych.

przejściu przez zautomatyzowany zespół obrabiarek, połączonych przenośnikami. Po zdjęciu z płytki ustalającej trafia do automatu, który służy do nadawania wszystkim tłokom jednakowego ciężaru, a następnie do dalszego zasobnika. Stąd tłoki przechodzą przez automatyczne urządzenie do cynowania i znów do dalszego zasobnika, z którego są ręcznie pobierane dla końcowej obróbki otworu sworznia i do maszyny do mycia. Umyte tłoki podawane są do samoczynnego urządzenia pomiarowego, które segreguje tłoki na grupy w zależności od średnic zewnętrznych i otworu na sworzeń oraz cechuje je znakiem grupy. Posegregowane tłoki zabierane są



Rys. 3. Zautomatyzowane gniazda obróbkowe do obróbki pierścieni łożyskowych:

- A — dział obróbki wstępnej przed obróbką cieplną,
B — dział obróbki wykańczającej,

- 1 i 2 — główne przenośniki rozdzielcze,
3 i 4 — przenośniki łączące z działem obróbki cieplnej,
5, 6, 7, 8 i 9 — zasobniki.

Dobre odlewy chwymane są przez pionowy przenośnik-elewalator do zasobnika, składającego się z naprzemian pochylonych półek, po których tłoki staczają się na dół w miarę pobierania tłoków na dole zasobnika. (Rys. 2).

Pierwsze stanowisko, zasilane i obsługiwane ręcznie, służy do wykonywania baz obróbkowych, którymi są czoło płaszczu, zatoczenie w płaszczu i dwa

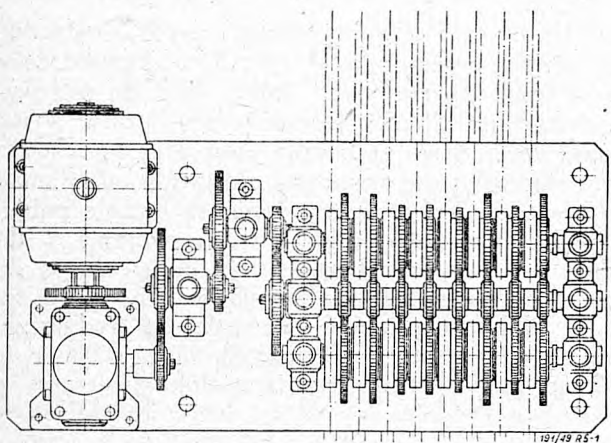
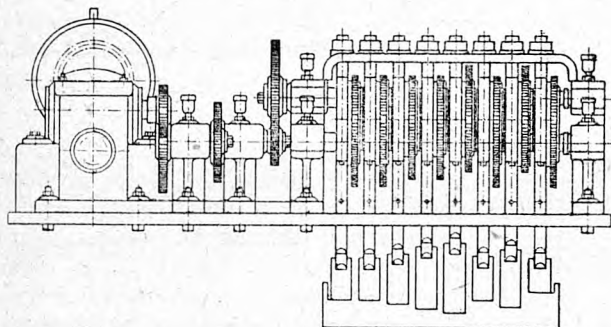
przez automat zabezpieczający tłoki od korozji i pakujący je do tekturowych pudeł. Tekturowe pudełka z tłokami pakowane są ręcznie do drewnianych skrzyń.

Całość opisanego oddziału obróbki tłoków, o wydajności 3000 — 3500 sztuk na dzień rozbity jest więc w kilka odrębnych zautomatyzowanych odcinków i posiada kilka międzyodcinkowych zasobni-

ków. Urządzenie pomiarowo-segregujące i inne samoczynne urządzenia pomiarowe międzyoperacyjne są pneumatyczne typu *Solex*. Przy błędach wymiarowych tłoków uruchamiają one za pomocą przekazników urządzenia sygnałowe lub też zatrzymują obrabiarkę, na której ten błąd powstał wskutek zużycia się lub uszkodzenia narzędzia.

suwania pierścieni służą dwa biegnące z obu stron zespołu rynienek łańcuchy płytkowe *Galla*, połączone co pewien odstęp poprzecznymi prętami, zabierającymi ze sobą podczas ruchu pierścienie.

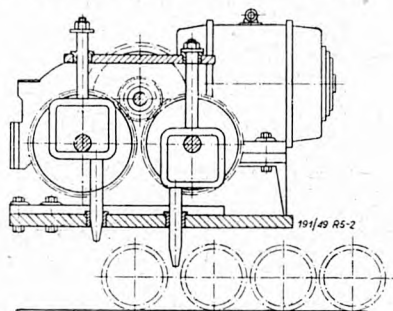
Na początku przenośnika znajduje się zasobnik z pochylonymi naprzemian półkami, analogiczny do poprzednio opisanego. Półki posiadają odpowiednio



Rys. 5. Samoczynny rozdzielacz, regulujący rytm wydawania pierścieni łożyskowych z zasobnika.

Trzecim bardzo ciekawym przykładem są zautomatyzowane *gniazda obróbkowe* (Rys. 3), zastosowane w Wytwórni Łożysk Toczących GPZ-1 do równoczesnej obróbki od kilku do kilkunastu różnych rozmiarów pierścieni do łożysk. Zadanie to jest jeszcze trudniejsze, ponieważ ma się do czynienia z obróbką przedmiotów o zbliżonych kształtach, ale różnych rozmiarów i wzajemne ustosunkowanie ilości poszczególnych części zamienia się w różnych okresach czasu stosownie do zmiany programu produkcji.

Oddział obróbki pierścieni posiada dwa samodzielne gniazda obróbkowe — jedno dla obróbki wstępnej przed obróbką cieplną i drugie dla obróbki wykańczającej. Trzonem i szkieletem każdego gniazda jest urządzenie przenośnikowo-rozdzielcze. Przenośnik składa się z szeregu poziomych, wysoko umieszczonych, wąskich rynienek blaszanych, w których toczą się pierścienie (Rys. 4). Dla każdego wymiaru pierścienia przeznaczona jest osobna rynienka. Rynienki umieszczone są tak, że środki wszystkich pierścieni znajdują się na jednym poziomie. Do prze-



do rynienek przegródki dla poszczególnych wymiarów pierścieni. Między poszczególnymi obrabiarkami i określonymi punktami przenośnika przebiegają pojedyncze rynienki pochylnie.

Działanie całego urządzenia przenośnikowo-rozdzielczego jest następujące. Odkucia pierścieni z zasobnika pobierane są i podawane na rynienkę przenośnika w ściśle określonych odstępach czasu przez samoczynny rozdzielacz, wspólny dla całego zasobnika, ale w którym przez dobór kół zmianowców można nastawić różne rytmy wydawania dla każdego wymiaru pierścienia. (Rys. 5). Po rynienkach przenośnika wszystkie pierścienie posuwają się z jednakową dość dużą szybkością i po dojściu do otworu w rynience spadają do pochylni prowadzącej do określonej obrabiarki. Pochylnie te stanowią równocześnie magazynki międzyoperacyjne, z których samoczynne podajniki zabierają pierścienie i podają do uchwytów automatycznej lub zautomatyzowanej obrabiarki. Obrobione pierścienie spadają do następnej rynienki-pochylni, którą toczą się do następnej obrabiarki lub też specjalnego podnośnika, który je podnosi do poziomu głównego przenośnika i doprowadza z powrotem do rynienki. Pierścień toczy się aż do następnego otworu w rynience, spada na pochylnię i analogiczny cykl powtarza się.

Elastyczność całego układu przenośnikowo-rozdzielczego polega na tym, że w zależności od różnych programów produkcyjnych można zmieniać rytm podawania pierścieni z zasobnika do poszczególnych rynienek, zmieniać położenia otworów przez które pierścienie spadają na pochylnie oraz położenia wlotów i wylotów pochylni odbierających i zwracających pierścienie na główny przenośnik. Układ tych elementów powinien być każdorazowo dostosowany do kolejności obrabiarek, przez które przy obróbce powinien przechodzić każdy rodzaj pierścieni.

Inż. A. M.

Równanie linii ugięcia belki o zmiennym przekroju

Inż. JAN SZMELTER

Artykuł zawiera opis metody, pomysłu autora, obliczenia linii ugięcia belek o przekroju stałym i o przekroju zmiennym, obciążonych wieloma siłami. — Pominięto wyprowadzenie zamieszczonych wzorów natomiast wskazano metodę uzasadnienia ich słuszności. — W zakończeniu podany jest przykład obliczenia linii ugięcia wału.

A. Wstęp.

Przy wyznaczaniu linii ugięcia belki o zmiennym przekroju okazuje się, że trzeba wykonywać bardzo wiele żmudnych rachunków. Dlatego metody rachunkowej używa się zwykle w najprostszymi przypadkach, w bardziej skomplikowanych posługując się metodami wykreślnymi.

W artykule przedstawiamy metodę rachunkową, która jest znacznie prostsza od metod ogólnych a nawet wykreślnych. Metoda ta specjalnie dobrze nadaje się do wyznaczania linii wpływowych, albo do obliczania reakcji wałów na wielu podporach.

B. Elementarna teoria.

Dla jasności rozważań, oraz w celu uniknięcia nieporozumień co do oznaczeń i znaków wielkości uważamy za pożyteczne powtórzyć w kilku słowach elementarną teorię równania ugięcia belki¹⁾. Teoria ta dotyczy belek o osi prostej, zginanych w płaszczyźnie głównej, przy czym zakłada się, że ugięcia są nieznaczne, oraz że jedynie momenty gnące wywołują odkształcenia godne uwagi.

1. Układ współrzędnych. Obieramy go tak, aby oś x kryła się z osią belki nieodkształconej, a oś y była prostopadła do niej. Początek układu może być obrany w dowolnym miejscu (najlepiej na końcu belki rys. 1).

2. Znaki wielkości. Stosownie do przyjętego układu współrzędnych znaki wielkości są określone przez następującą umowę:

a) Dodatni zwrot liczenia kątów jest taki, przy którym oś x obrócona o $\frac{\pi}{2}$ pokryje się z osią y ²⁾ (rys. 2a).

b) Dodatnia siła tnąca T usiłuje przesunąć lewą część belki po prawej przeciwnie do zwrotu kątów³⁾ (rys. 2b).

c) Dodatni moment gnący M_g usiłuje wygiąć belkę wklęsłością w kierunku osi y (rys. 2c).

3. Równanie linii ugięcia. Oznaczając przez E [kg/cm²] moduł sprężystości materiału belki, przez J [cm⁴] moduł bezwładności jej przekroju względem osi obojętnej, możemy napisać równanie różniczkowe linii ugięcia:

$$y'' = \frac{M_g}{EJ} \quad [1]$$

¹⁾ Dowód jej można znaleźć w każdym podręczniku wytrzymałości materiałów, np. Prof. dr inż. M. T. Huber: Stereomechanika Techniczna — Gdańsk 1946.

²⁾ Rys. 2a, 2b, 2c odpowiadają układowi osi przyjętemu na rys. 1. Jeśli zmienimy układ na rys. 1 to trzeba odpowiednio zmienić rys. 2a, 2b, 2c.

Kąt φ nachylenia stycznej do osi x (dodatni jeżeli belka obróciła się w dodatnim kierunku) określa równanie:

$$\varphi = y' \quad [2]$$

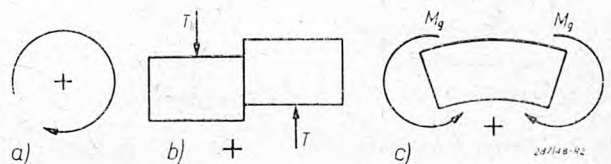
4. Granice stosowalności równania linii ugięcia. Ze względu na technikę rachunkową, równania (1)



Rys. 1. Układ współrzędnych.

i (2) stosować można tylko dla takiego zakresu zmienności x , dla którego M_g oraz J wyraża się jednym wzorem analitycznym. Dlatego belkę należy podzielić na odcinki, w których J i M_g są ciągłe i dla każdego takiego odcinka pisać osobne równanie (1). Granicą tych odcinków jest punkt działania obciążenia lub reakcji, albo punkt zmiany przekroju poprzecznego belki.

5. Stałe całkowania. Przy całkowaniu dwukrotnym równania (1) powstają dwie stałe całkowania. Jeśli belkę podzielimy na n odcinków to stałych tych będzie $2n$. Do obliczenia ich trzeba napisać i rozwią-



Rys. 2. Znaki wielkości: a) Dodatni zwrot liczenia kątów; b) Dodatnia siła tnąca; c) Dodatni moment gnący.

zać $2n$ równań o $2n$ niewiadomych. Dwie stałe wyznaczymy z warunków podparcia belki, a pozostałe wynikają stąd, że na granicy dwóch przedziałów wartości y i y' obliczone według wzorów dla przedziału lewego muszą być równe odpowiednim wartościom ze wzorów dla przedziału prawego.

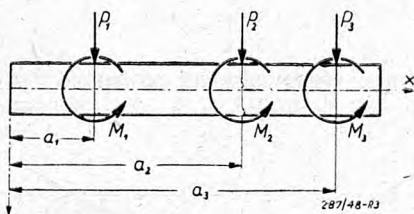
C. Uproszczony wzór dla belek o przekroju stałym obciążonych siłami i momentami skupionymi.³⁾

Mamy tu typowy przykład, w którym belkę (załóżmy od ilości działających sił) należy podzielić na

³⁾ Porównaj: M. T. Huber — Stereomechanika Techniczna — Gdańsk 1946 — § 102.

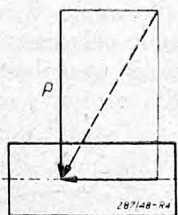
kilka lub kilkanaście przedziałów. Niedosć, że linię ugięcia przedstawić trzeba za pomocą kilku równań typu (1), ale trzeba jeszcze rozwiązać układ wielu równań o wielu niewiadomych. Dlatego zamiast ogólnej teorii zastosujemy tu specjalną metodę nie posiadającą tych wad.

1. **Obiór układu osi współrzędnych.** Zachowujemy w mocy, umowę B1 z tym dalszym jej zacieśnieniem, że początek układu przyjmujemy w lewym końcu belki, oś x skierowaną w prawo, a oś y w dół (rys. 3).

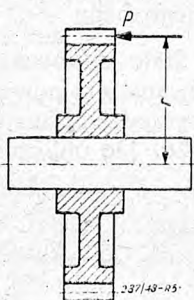


Rys. 3. Obiór układu osi współrzędnych.

2. **Obciążenie.** Jeżeli belka jest obciążona siłą skupioną działającą na nią ukośnie, to rozkładamy tę siłę na składową poziomą i pionową (rys. 4). Składowej poziomej działającej wzdłuż osi belki nie uwzględniamy⁴⁾. Jeżeli jednak działa ona w odległości r od osi belki, to uwzględniamy jej moment Pr jako działający na belkę (rys. 5). Reakcje podpór (po wylczeniu ich z warunków równowagi statycznej) traktujemy tak samo, jak obciążenie belki.



Rys. 4. Belka obciążona siłą skupioną działającą ukośnie do osi belki.



Rys. 5. Moment zginający belkę.

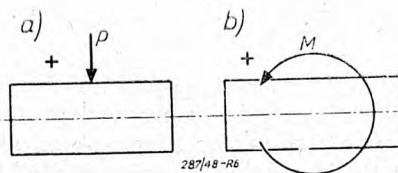
Jeżeli belka jest obciążona siłami i momentami działającymi w przestrzeni, to siły te i momenty rzutujemy na dwie (prostopadłe do siebie) płaszczyzny główne i dla każdej płaszczyzny osobno prowadzimy rachunek.

Wzór nie obejmuje przypadków obciążenia rozłożonego w sposób ciągły. Można je zastąpić jedną lub kilkoma siłami skupionymi (wypadkowymi) i wtedy z dużym przybliżeniem można stosować podany wzór.

⁴⁾ Chyba, że zachodzi obawa wyboczenia. Ale wtedy równanie linii ugięcia podane przez nas traci ważność.

3. **Znak wielkości.** Zachowujemy w mocy umowę B2. Dodatkowo uważamy że:

- a) Dodatnia siła obciążająca P działa pionowo w dół (tak samo i reakcja⁵⁾) (rys. 6a).
- b) Dodatni moment obciążający M działa przeciwnie do dodatniego zwrotu kątów⁵⁾) (Rys. 6b).



Rys. 6. Znaki obciążeń: a) Dodatnia siła obciążająca; b) Dodatni moment zginający.

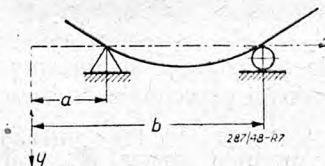
4. **Równanie linii ugięcia.** Równanie to po scałkowaniu ma postać:

$$EJy = Ax + B \Big|_1 + \frac{P_1}{6} (x - a_1)^3 + \frac{M_1}{2} (x - a_1)^2 \Big|_2 + \frac{P_2}{6} (x - a_2)^3 + \frac{M_2}{2} (x - a_2)^2 \Big|_3 + \dots \quad |3|$$

W równaniu tym a_1, a_2, \dots, a_n [cm] oznaczają wartości x odpowiadające punktom działania sił P_1, P_2, \dots, P_n [kG] i momentów M_1, M_2, \dots, M_n [kG/cm] (rys. 3), A i B są stałymi całkowania.

Równanie |3| dla $0 \leq x \leq a_1$, należy czytać od początku do pierwszej kreski, odrzucając resztę; dla $a_1 \leq x \leq a_2$ ważne jest ono od początku do kreski drugiej i znowu dalszy ciąg się odrzuca; dla $a_2 \leq x \leq a_3$ — od początku do kreski trzeciej itd.

Dla większej ilości sił równanie (3) ma odpowiednio większą ilość członów.



Rys. 7. Belka na dwóch podporach.

⁵⁾ Należy odróżnić siłę obciążającą od siły tnącej. Ta ostatnia jest związana z przekrojem, w którym występuje i jest równa sumie rzutów na oś pionową wszystkich sił działających na jedną z części belki, odciętych tym przekrojem. Tak samo momentu obciążającego nie należy mylić z momentem gnącym, który w rozpatrywanym przekroju ma wartość równą momentowi układu sił i momentów działających na jedną z części belki odciętych tym przekrojem, względem jego środka ciężkości. Dlatego w B2 i C3 podano oddzielne umowy znaków dla tych czterech wielkości.

5. **Stałe całkowania.** Stałe A i B wyznaczamy z warunków podparcia belki. Np. dla podparcia z rys. 7 mamy:

$$\left. \begin{aligned} \text{dla } x = a \quad y = 0 \\ \text{dla } x = b \quad y = 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots [4]$$

a dla podparcia z rys. 8:

$$\left. \begin{aligned} \text{dla } x = 0 \quad y = 0 \\ \text{dla } x = 0 \quad y' = 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots [4']$$

Wstawiając [4] lub (4'), w (3) otrzymamy dwa równania o dwóch niewiadomych, z których łatwo obliczy się A i B ⁹⁾.



Rys. 8. Belka na jednym końcu zamocowana.

6. **Dowód słuszności wzoru [3].** Można rozbić równanie [3] na szereg równań, osobno dla każdego przedziału i po dwukrotnym zróżniczkowaniu przekonać się, że spełnione jest [1]. Równania te będą też miały tę własność, że dla punktu na granicy dwóch przedziałów wartość y i y' obliczone według wzorów dla przedziału lewego są równe odpowiednim wartościom obliczonym ze wzorów dla przedziału prawego — co stwierdzić można przez podstawienie.

D. Uproszczony wzór dla belek o przekroju zmiennym, obciążonych siłami i momentami skupionymi.

Wzór podany w rozdziale C nie obejmował ważnych z punktu widzenia technicznego belek o przekrojach zmiennych. Obecnie rozszerzymy go także na te wypadki. Ograniczymy się do belek, których przekrój nie zmienia się w sposób ciągły, ale skokami, pomiędzy którymi są odcinki o stałym przekroju. Typowym przykładem jest tu wał o zmiennych średnicach lub blachownica o stałej wysokości średnika ale zmiennej ilości płaskowników tworzących pasy.

1. **Zasada rozumowania.** Niech I_1, I_2, \dots, I_n [cm⁴] oznaczają momenty bezwładności przekrojów poszczególnych odcinków danej belki. Wyobraźmy sobie belkę zastępczą o stałym przekroju i momencie bezwładności I ⁷⁾, z tego samego materiału co belka dana, o tej samej długości i tak samo podparta. Obciążymy ją obciążeniem zastępczym odpowiednio dobranym tak, aby jej linia ugięcia była identyczna z linią ugięcia danej belki.

2. **Układ współrzędnych i znaki.** Obieramy układy współrzędnych dla obu belek (danej i zastępczej — rys. 9) jednakowe, stosując się do umowy C1. Tak samo zachowujemy wszystkie umowy C2 dotyczące znaków wielkości występujących w rachunkach.

3. **Obciążenie zastępcze.** Rozróżniamy dwa rodzaje sił i momentów obciążających w zależności od miejsca ich działania:

⁹⁾ Należy pamiętać o uwadze dotyczącej kresek w równaniu (3).

⁷⁾ I obieramy dowolnie. Najlepiej tak, aby I było tego samego rzędu do I_1, I_2, \dots, I_n oraz aby iloczyn EI [kGcm²] wyrażał się równą liczbą (np. $EI = 10^8$ kGcm²).

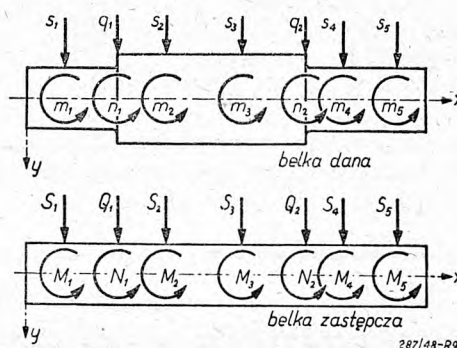
a) siła s_i [kG] (np. s_1, s_2, \dots, s_n na rys. 9) oraz moment m_i (kGcm) (np. m_1, m_2, \dots, m_n na rys. 9) działają wewnątrz odcinka belki, który ma moment bezwładności stały I_i [cm⁴]. Siłę tą i moment należy na belce zastępczej zastąpić siłą S_i [kG] i momentem M_i [kG/cm] działającymi w tym samym punkcie belki. Wielkości ich wyliczamy ze wzorów:

$$\left. \begin{aligned} S_i = s_i \frac{I}{I_i} \\ M_i = m_i \frac{I}{I_i} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots [5]$$

b) Siła q_i [kG] (np. q_1, q_2 na rys. 9) i moment n_i [kGcm] (np. n_1, n_2 na rys. 9) działają na granicy dwóch odcinków, z których lewy ma przekrój o momencie bezwładności I_i [cm⁴], a prawy I_{i+1} (cm⁴). Odpowiednią siłą i momentem na belce zastępczej są Q_i [kG] oraz N_i kGcm, które wyliczymy ze wzorów:

$$\left. \begin{aligned} Q_i = q_i \frac{I}{I_{i+1}} + T_i \left(\frac{I}{I_{i+1}} - \frac{I}{I_i} \right) \\ N_i = n_i \frac{I}{I_{i+1}} + M_{gi} \left(\frac{I}{I_{i+1}} - \frac{I}{I_i} \right) \end{aligned} \right\} [6]$$

W tych wzorach T_i i M_{gi} oznaczają lewą ⁸⁾ wartość siły tnącej i momentu gnącego w przekroju belki danej, w miejscu działania siły q_i ⁹⁾.



Rys. 9. Belka obciążona siłami skupionymi i momentami gnącymi.

4. **Reakcje.** Można wyliczyć je z warunków równowagi dla danej belki. Reakcje belki zastępczej można otrzymać z reakcji danej belki stosując przekształcenie (5), albo można je wyliczyć z równań równowagi belki zastępczej ¹⁰⁾.

5. **Linia ugięcia.** Po wyliczeniu na podstawie [5] i [6] wszystkich sił i momentów działających na belkę

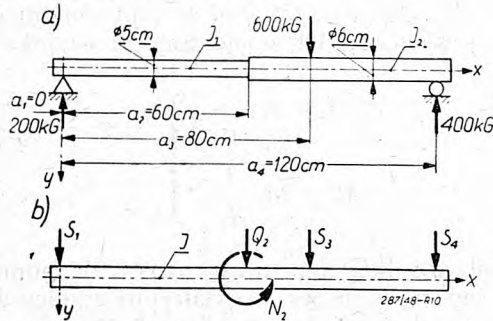
⁸⁾ Lewą — ponieważ różni się ona od prawej o q_i względnie m_i .

⁹⁾ Aby obliczyć T_i i M_{gi} trzeba najpierw z warunków równowagi belki danej obliczyć reakcje podpór. Trzeba też uwzględnić umowy znaków według B2. Porównaj uwagę 5).

¹⁰⁾ Można bowiem łatwo dowieść twierdzenia, że jeżeli siły działające na daną belkę są w równowadze, to i siły działające na belkę zastępczą są w równowadze.

zastępczą napiszemy równanie jej linii ugięcia postępując według metody wskazanej w rozdziale C¹¹⁾.

6. Dowód słuszności wzorów (5) i (6). Polega on na tym, że podstawiając je w (3), sprawdzimy to samo co w rozdziale C6.



Rys. 10. Wał na dwóch podporach obciążony siłą skupioną.

E. Przykład liczbowy.

Rys. 10a przedstawia wał obciążony siłą 600 kG i podparty na końcach. Na rys. 10b pokazano schemat obciążenia wału zastępczego.

$$I_1 = \pi \cdot \frac{5^4}{64} = 30,7 \text{ cm}^4; \quad I_2 = \pi \cdot \frac{6^4}{64} = 63,6 \text{ cm}^4;$$

$$E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ kG/cm}^2$$

Obieram I tak aby $EI = 10^8 \text{ kG/cm}^2$

$$I = \frac{100}{2,1} = 47,6 \text{ cm}^4; \quad \frac{I}{I_1} = \frac{47,6}{30,7} = 1,55;$$

$$\frac{I}{I_2} = \frac{47,6}{63,6} = 0,75$$

¹¹⁾ Aby napisać (2) trzeba by teraz odpowiednio zmienić oznaczenia sił i momentów tak jak je oznaczono w rozdziale C.

$$S_1 = -200 \cdot 1,55 = -310 \text{ kG};$$

$$S_3 = 600 \cdot 0,75 = 450 \text{ kG};$$

$$S_4 = -400 \cdot 0,75 = -300 \text{ kG}.$$

Siła tnąca i moment gnący w przekroju 2:

$$T_2 = -200 \text{ kG}; \quad M_{g_2} = -200 \cdot 60 = -12000 \text{ kGcm}.$$

Stąd:

$$Q_2 = -200 (0,75 - 1,55) = 160 \text{ kG}.$$

$$N_2 = -12000 (0,75 - 1,55) = 9600 \text{ kG/cm}.$$

Równanie linii ugięcia ma postać:

$$10^8 y = Ax + B \Big|_1 - \frac{310}{6} \cdot x^3 \Big|_2 + \frac{160}{6} (x - 60)^3 + \\ + \frac{9600}{2} (x - 60)^2 \Big|_3 + \frac{450}{6} (x - 80)^3 \Big|_4$$

Warunki brzegowe:

$$1) \text{ dla } x = 0 \quad y = 0 \\ 0 = B$$

$$2) \text{ dla } x = 120 \quad y = 0 \\ 0 = 120A - 51,7 \cdot 120^2 + 26,7 \cdot 60 + \\ + 4800 \cdot 60^2 + 75 \cdot 40^3 \\ A = 512000.$$

Ostatecznie po wykonaniu działań i wstawieniu wartości stałych równanie linii ugięcia ma postać:

$$10^8 y = 512000 x \Big|_1 - 51,7 x^3 \Big|_2 + 26,7 (x - 60)^3 + \\ + 4800 (x - 60)^2 \Big|_3 + 75 (x - 80)^3 \Big|_4$$

Strzałka ugięcia pod siłą daną ($x = 80 \text{ cm}$).

$$10^8 y = 512000 \cdot 80 - 51,7 \cdot 80^3 + 26,7 \cdot 20^3 + \\ + 4800 \cdot 20^2 = 16700000 \\ y = 0,167 \text{ cm}.$$

Strzałka ugięcia dla $x = 50 \text{ cm}$.

$$10^8 y = 512000 \cdot 50 - 51,7 \cdot 50^3 = 19100000 \\ y = 0,191 \text{ cm}.$$

Normy zużycia sprawdzianów

Inż. mech. ROMUALD WOŁK

Konieczność ustalenia norm zużycia sprawdzianów. Ustalenie pojęć: trwałość wymiarowa i norma zużycia. Czynniki wpływające na zużycie sprawdzianów. Wyniki badań nad trwałością wymiarową sprawdzianów. Normy trwałości wymiarowej. Uproszczone, praktyczne normy zużycia sprawdzianów. Obliczanie zapotrzebowania sprawdzianów.

Wstępu.

Od kilku lat rozwój naszego przemysłu odbywa się wg planu gospodarczego. W każdym roku technika planowania udoskonala się w oparciu o doświadczenia z roku poprzedniego.

Obecnie dążymy do oparcia się o statystycznie sprawdzone wskaźniki techniczno-ekonomiczne, traktując je jako najracjonalniejsze punkty wyjścia do tzw. planu technicznego.

Trudno jest planować, gdy brak jest jakichkolwiek wskaźników, normatywów, norm ustalonych chociażby statystycznie. Ileż to razy szukamy na próżno takich danych, szczególnie gdy nie mamy się na kim wzorować. Każda wskazówka, nawet naukowo niezbyt ścisła, stanowi dla nas punkt wyjścia.

Posiadanie jakichkolwiek norm, będących wynikiem pewnych doświadczeń, umożliwia nam tworzenie realnego planu technicznego zarówno w skali ogólnoprzemysłowej, jak i na szczeblu zakładu.

Z uwagi na powyższe zagadnienia, pożyteczne będzie rozważenie całokształtu norm zużycia sprawdzianów.

Pojęcie normy zużycia.

Podstawą normy zużycia sprawdzianów jest tzw. trwałość wymiarowa sprawdzianu I_i charakteryzująca jego odporność na ścieranie się w czasie sprawdzania nim przedmiotu.

Pod trwałością wymiarową rozumiemy należy ilość sprawdzeń przedmiotu wykonanych w ustalonych

warunkach przy wytarciu sprawdzianu wynoszącym 0,001 mm (1 mikron). Taką wielkość charakterystyczną nazywać też można jednostkową normą zużycia sprawdzianu.

Norma zużycia I określa ilość sprawdzeń możliwych do osiągnięcia przy zużyciu sprawdzianu w granicach jego zapasu wymiarowego, przeznaczonego na zużycie. Z powyższego wynika zależność

$$I = I_i \cdot z \quad \dots \quad [1]$$

gdzie z oznacza zapas na zużycie wyrażony w mikronach.

Wielkość normy zużycia sprawdzianu zależy więc od dwóch czynników:

1) wielkości zapasu przewidzianego na zużycie; zapas zaś zależy od wielkości wymiaru nominalnego i od klasy wykonania przedmiotu.

2) odporności materiału sprawdzianu na ścieranie.

O ile zapas z jest ustalony normami stałymi, o tyle wielkość trwałości wymiarowej I_i jest zależna od wielu czynników i dlatego normy ustalone przez fabryki mogą się znacznie różnić, nawet i o 500%. Dla zrozumienia przyczyn takich rozbieżności konieczne jest, choćby krótkie, omówienie tego zagadnienia.

Trwałość wymiarowa sprawdzianów.

Trwałość wymiarowa sprawdzianów zależy przede wszystkim od następujących czynników:

1) materiału sprawdzianu i jakości jego roboczych powierzchni,

2) materiału sprawdzanego przedmiotu i stanu jego powierzchni,

3) charakteru obróbki termicznej przedmiotu i sprawdzianu, n. p. powierzchnia przedmiotu ulepszona termicznie zmniejsza zużycie sprawdzianu nawet i o 25%,

4) typu sprawdzianu i kształtu roboczych powierzchni, n. p. sprawdziany gwintowe zużywają się szybciej od gładkich cylindrycznych,

5) stosunku powierzchni sprawdzającej sprawdzianu do powierzchni sprawdzanego przedmiotu, n. p. sprawdziany cylindryczne pełne zużywają się mniej od łopatkowych,

6) dbałości w posługiwaniu się sprawdzianem, nacisku przy sprawdzaniu, szybkości przesuwania sprawdzianu po przedmiocie i innych warunków subiektywnych, zależnych od osoby posługującej się sprawdzianem.

Powszechna instrukcja dla brakarzy, iż przed sprawdzeniem należy wytrzeć otwór sprawdziany, ma właśnie i to na uwadze, by zanieczyszczone pyłem i drobnym wiórem powierzchnie nie przyspieszały zużycia sprawdzianu. Trwałość wymiarowa w takich wypadkach spada nawet poniżej 50%.

Wypolerowanie powierzchni roboczej sprawdzianu znacznie powiększa trwałość, gdyż polerowana powierzchnia ma mniejszy współczynnik tarcia i mniejszą skłonność do wycierania się. Stwierdzono możliwość nawet 3-krotnego zwiększenia odporności w stosunku do powierzchni niepolerowanej.

Jednakże najistotniejszym w zużyciu sprawdzianów jest wpływ materiału sprawdzianu i przedmiotu. W tym kierunku były przeprowadzane liczne badania nad zużywalnością sprawdzianów.

Amerykańskie doświadczenia dowodzą, iż twardość nie jest żadną miarą odporności na zużycie. Stale odpuszczone po zahartowaniu (w takim stopniu że „bierze” je nawet pilnik) wykazują mniejsze zużycie niż stale tylko hartowane, a wcale nieodpuszczane. Przy bardzo ciasnych tolerancjach sprawdzianów życie ich zależy w dużym stopniu od gładkości powierzchni, ale nie spostrzega się tego przy większych tolerancjach. Tylko przy sprawdzaniu stołów aluminiowych (badania nie określiły w sprawoz-

TABLICA I.

Zestawienie wyników badań amerykańskich nad zużywalnością sprawdzianów.

Materiał sprawdzianu	Materiał przedmiotu		
	Twarda stal	Odlew alum.	Żeliwo
Stal chromowa	> 200 000	64 000	> 200 000
Stal azotowana	55 000	> 200 000	25 000
Stal szybko tnąca	27 000	27 000	9 000
Stal węglowa chromowa	7 000	20 000	8 000
Stellit	23 000	17 000	12 000
Stal narzędziowa chłodzona w oleju	pilnik nie „bierze“	12 000	33 000
	pilnik „bierze“	52 000	59 000
Stal narzędziowa z 1,05% C	pilnik nie „bierze“	10 000	27 000
	pilnik „bierze“	38 000	50 000
Stal stosowana do łożysk kulkowych	pilnik nie „bierze“	17 000	37 000
	pilnik „bierze“	28 000	32 000

U w a g a: Liczby wyrażają ilości ruchów próbnego tłoczka w otworze do zużycia wynoszącego 0,0025 mm mierzonego na średnicy tłoczka.

daniu rodzaju stopu — choć to ma duże znaczenie) zauważa się znaczny wpływ jakości powierzchni na zużycie, gdy materiałem sprawdzianu jest wysokowęglowa stal chromowa.

Tablica I przedstawia wyniki liczbowe powyższych badań. Badania te były przeprowadzane z zastosowaniem mechanicznych ruchów tłoczka wzorcowego, do którego przyciskało się dwa półpierścienie. Warunki próby nie odpowiadały więc rzeczywistej pracy tłoczka w otworze, gdyż nie było obracania i wychodzenia tłoczka poza półpierścienie. Jednakże wyniki otrzymane pozwalają na wyciągnięcie pewnych wniosków.

Pomijając dwa przypadki, z tabeli I wynika, że zużycie tłoczka w żeliwie jest o wiele większe niż w hartowanej stali. Przy stopach aluminiowych sprawdziany są odporniejsze niż przy stali. Ponadto z powyższych liczb wynika, iż różne materiały sprawdzianów wykazują różny stosunek zużywalności względem tych samych materiałów przedmiotu. Popiesząc odporność względem żeliwa, pogorszyć można odporność np. względem stali. Stal szybko tnąca i stelit nie nadają się zupełnie jako materiał na sprawdziany, bo ich zużycie jest większe niż niektórych węglowych stali narzędziowych. I to jest właśnie dowodem, że nie twardość decyduje o zużywalności. Stal odpuszczona, którą pilnik „bierze“, wykazuje większą odporność, niż ta sama stal twardo zahartowana. Jest to zupełnie sprzeczne zasadzie dotyczącej dyskwalifikowania sprawdzianów posiadających powierzchnię miękką, którą można zarysować pilnikiem.

Wreszcie przy tych badaniach stwierdzono wielce korzystny wpływ chromowania powierzchni roboczych sprawdzianów, powodujący zwiększenie ich odporności na ścieranie. Jest to zupełnie zgodne z wynikami doświadczeń warsztatowych, przedstawionymi w tabeli II. Widzimy z niej, że chromowaniem można zwiększyć trwałość sprawdzianu 6 — 12-krotnie.

TABLICA II.

Wyniki badania zużycia sprawdzianów w granicach dopuszczalnych, uzyskane bezpośrednio w warsztacie.

Rodzaj sprawdzianu	Ilość dokonanych sprawdzeń	
	sprawdzianem chromowanym	sprawdzianem niechromowanym
Sprawdzian tłoczk. małej wielkości	19 000	2 300
Sprawdzian tłoczk. większ. rozmiarów	32 000	5 000
Sprawdzian szczękowy	12 000	1 000

Drugą korzyść z chromowania jest ta, że można przywracać zużytemu sprawdzianowi pierwotny wymiar przez nakładanie odpowiedniej grubości warstwy chromu maximum jednak 0,1 ÷ 0,15 mm.

Jeśli teraz porówna się dane trwałości wymiarowej sprawdzianów, przyjęte przez różne zakłady, lub podane w różnych publikacjach, to nie będzie dla nas dziwne, że tak znacznie się te dane od siebie różnią.

TABLICA III.

Normy trwałości wymiarowej sprawdzianów tłoczkowych wg różnych źródeł.

Lp.	Pochodzenie normy	rok ustalenia normy	Materiał sprawdzanego przedmiotu: stal
			ilość sprawdzeń przy zużyciu na średnicy wynoszącym 1 mikron
1	ŁKU ¹⁾ (ZSRR)	1929	3.000
2	NKOP BW ²⁾ (ZSRR)	1938	3.000
3	Zakłady im. Woskowa ³⁾ (ZSRR)	1931	350
4	Zakłady „Frezer“ ⁴⁾ (ZSRR)	1931	1.200
5	Przemysł amerykański (ASME) ⁴⁾	1927	350
6	Przemysł niemiecki ³⁾	—	1.200
7	GPJ8 ⁵⁾ (ZSRR)	1940	350
8	NJJ ⁶⁾ (ZSRR)	1940	6.000
9	„Sprawocznik Metallista“ (ZSRR)	1936	10.000

Podane w tablicy III dane cyfrowe można podzielić na dwie zasadnicze grupy:

pierwszą obejmującą poz. 1, 2, 8 i 9,
drugą obejmującą pozostałe źródła.

Pierwsza grupa podaje bardzo wysokie normatywy, które spotykamy tylko w publikacjach radzieckich.

Druga zaś grupa okazuje się w praktyce warsztatowej bardziej zbliżona do rzeczywistych warunków i przyjęta jest w różnych krajach, *L. M. Chejfić*⁷⁾ stwierdza, że w tej grupie jednak pierwowzorem są normy podane w ASME i że należy je uważać za najbardziej wiarygodne. Ponadto utrzymuje, że dane ASME bardzo udatnie zostały uzupełnione w niektórych typach sprawdzianów przez „GPJ8“.

Przed przyjęciem nawet tych „wiarygodnych“ danych należy pamiętać nie tylko o tych wszystkich zastrzeżeniach, które zostały podane wyżej, ale i o trzech dalszych dodatkowych okolicznościach.

Pierwszą okolicznością jest sprawdzony eksperymentalnie fakt, że trwałość wymiarowa I_i przy tych samych warunkach materiałowych jest różna dla różnych wielkości sprawdzianów. Jak podaje rys. 1 trwałość wymiarowa I_i zmniejsza się ze wzrostem wielkości sprawdzianu.

¹⁾ ŁKU, 1934 — „Organizacja kalibrowego choziajstwa“.

²⁾ NKOP BW, 1938 — „Typowaja organizacja kontrolno-izmieritielnogo choziajstwa“.

³⁾ *L. M. Chejfić*, 1937 — „Osnowy organizacji instrumentalnogo choziajstwa“.

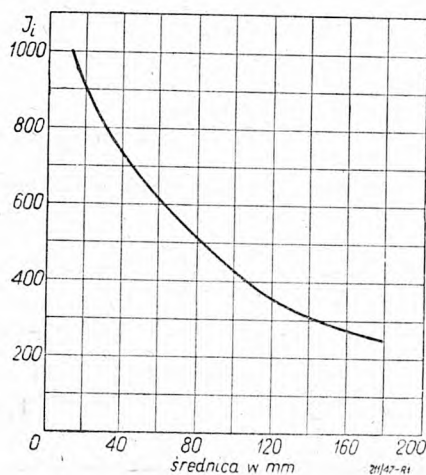
⁴⁾ Transaction of Am. Society of Mech. Eng., Nr. 10, 1927.

⁵⁾ GPJ8 NKSM, 1940 — „Normy iznosa izmieritielnych instrumentow“.

⁶⁾ NJJ 24, 1940 — „Metodyka rasczota razchodu zostkich kalibrow“.

⁷⁾ *L. M. Chejfić* — „Osnowy eksploatacji instrumenta“, 1946.

Drugą okolicznością dotyczącą tylko sprawdzianów gwintowych jest fakt zmniejszania się trwałości I_i ze zmniejszeniem skoku gwintu. Sprawdziany do gwintów drobnozwojowych zużywają się szybciej od normalno-zwojowych.



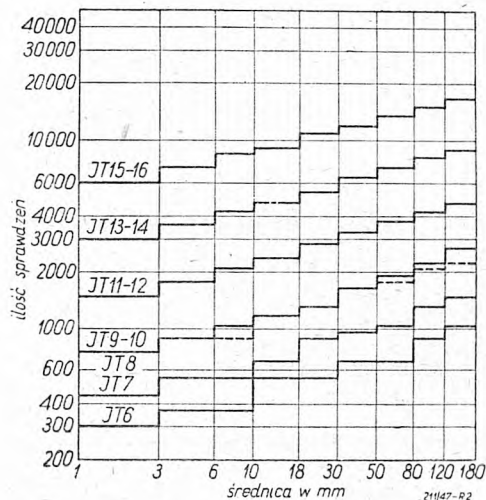
Rys. 1. Wykres przedstawiający zmienność trwałości wymiarowej I_i sprawdzianu tłoczkowego w zależności od średnicy.

Trzecią zaś okolicznością będzie zmienność wielkości trwałości I_i sprawdzianu w miarę jego zużycia się. W miarę bowiem zużycia powierzchni roboczych sprawdzianu, sprawdzian swobodniej styka się z powierzchnią sprawdzaną przedmiotów i przez to mniej się zużywa. Trwałość wymiarowa I_i — wzrasta.

Należy więc podane wielkości norm traktować jako dane orientacyjne i charakterystyczne dla pewnych wzorcowych warunków pracy i wielkości sprawdzianów. Przyjmijmy je za punkt wyjścia do próby ustalenia w Polsce normatywów w gospodarce sprawdzianami.

Wytyczne normy zużycia.

W oparciu więc o dane amerykańskie ASME z r. 1927 i sowieckie GPJ8 z r. 1940 zestawiono tabelicę IV, przedstawiającą projekt wytycznych jednostkowych norm zużycia I_i sprawdzianów. Oba źródła



Rys. 2. Wykaz wielkości normy zużycia I strony przedniej sprawdzianów tłoczkowych do otworów w zależności od średnicy i klasy dokładności otworu. Wykres ważny również dla sprawdzianów do rowków wpustowych.

dla różnią się tylko przy sprawdzianach gwintowych. Dane ASME są niższe, ale za to jednoznacznie określające charakter zużycia powierzchni na sprawdzianie. Brakujące dane odnośnie zużycia sprawdzianów gwintowych szczękowych przyjęto przez interpolację danych liczbowych, podanych przez inne źródła.

Przy korzystaniu z tabl. IV należy pamiętać, że:

1. dane liczbowe ważne są przy sprawdzaniu powierzchni gładkich, jakie otrzymać można z toczenia, frezowania i szlifowania,

TABLICA IV.

Trwałość wymiarowa sprawdzianów wykonanych ze stali węglowej zahartowanej do twardości $R_c = 56 - 64^{\circ}$ przy mechanicznym sposobie sprawdzania.

L. p.	Rodzaj sprawdzianu	Materiał przedmiotu					
		mosiądz	stal hart.	stal niehart.	aluminium	żeliwo białe	żeliwo szare
1	Sprawdzian tłoczkowy do otworów	425	400	350	300	175	100
2	„ szczękowy do wałków	625	550	500	450	250	150
3	„ pierścieniowy do wałków	500	450	400	250	200	100
4	„ tłoczkowy do stożków	400	350	300	—	150	100
5	„ pierścieniowy do stożków	450	400	350	—	250	150
6	„ trzpieniowy do gwintów ⁸⁾	100	90	80	60	40	40
7	„ szczękowy do gwintów ⁸⁾	160	—	140	100	70	70
8	„ pierścieniowy do gwintów ⁸⁾	160	—	140	100	70	70
9	„ do rowków wpustowych	500	400	300	300	200	200
10	Szablony płaskie liniowe i profilowe	1250	1000	1000	900	500	500

⁸⁾ Zużycie mierzone na średnicy podziałowej gwintu.

2. przy sprawdzaniu niegładkich powierzchni z głębokimi śladami narzędzia normy trzeba zmniejszyć o 30%,

3. przy obecności pyłu ściernego na powierzchni sprawdzanej normy trzeba zmniejszyć o 50%,

4. przy ręcznym posługiwaniu się sprawdzianem normy trzeba zmniejszyć do 50%.

Ustalwszy jednostkowe normy zużycia I_i wystarczy w myśl wzoru [1] dla wyznaczenia pełnej normy zużycia I zestawić normy dopuszczalnego wytarcia się sprawdzianów (tabl. V i tabl. VI) średnic i długości.

Tablica V opiera się o obowiązujące już normy PN/N-1.

W wypadku, gdy sprawdziany są wykonane z innego materiału niż przyjęto przy sporządzaniu tabl. IV, należy zastosować w stosunku do danych tabl. IV pewien współczynnik k , znamionujący ich stosunek odporności na zużycie (patrz tabl. VII).

Wobec tego wzór [1] normy zużycia I należy przekształcić na następujący:

$$I = k \cdot I_i \cdot z \quad [2]$$

Uprozczone praktyczne normy zużycia.

Dla praktycznego zastosowania właściwsza będzie tabl. VIII, przedstawiająca średnio jednostkowe normy zużycia I_i dla podstawowych materiałów stosowanych w przemyśle metalowym, jakimi są stal i że-

TABLICA V.

Zestawienie wielkości średnich zapasów na zużycie strony przechodniej sprawdzianu wg układu tolerancji średnic ISA.

Klasa dokładności przedmiotu		zakres średnic w mm.								
		1—3	3—6	6—10	10—18	18—30	30—50	50—80	80—120	120—180
wałki	otwory									
5	—	2	2	2	3	3,5	4	4	5,5	6
—	6	2	2,5	2,5	3,5	3,5	4,5	4,5	6	7
6 i 7	7	3	3,5	3,5	4,5	6	6,5	7	9	10
8	8	5	6	6	8	9	11	12	14	15
9 i 10	9 i 10	5	6	7	8	9	11	13	15	18
11 i 12	11 i 12	10	12	14	16	19	22	25	28	32
13 i 14	13 i 14	20	24	28	32	36	42	48	54	60
15 i 16	15 i 16	40	48	56	64	72	80	90	100	110

U w a g a: Dane liczbowe przedstawiają średni zapas na zużycie w mikronach.

Tablica VI została zestawiona tymczasowo do czasu ustalenia przez Komisję Części Maszyn PKN, obowiązujących norm tolerancji gwintów i tolerancji wykonania sprawdzianów gwintowych, wzorujących się na projekcie tolerancji gwintowych Podkomisji ISA-2a/1.

TABLICA VI.

Zestawienie wielkości zapasów na zużycie, mierzone na średnicy podziałowej, strony przechodniej sprawdzianów gwintowych.

Skok gwintu w mm	0,4 ÷ 1,25	1,5 ÷ 4,5	5 ÷ 6
Dopuszczalne zużycie z w mm	0,016	0,020	0,024

Tablica VI jest ułożona wg polskich norm wojсковych PNW/mech. 11 z 1933 r. i wg norm niemieckich DIN 13 i 14 z sierpnia 1931 r.

Należy zaznaczyć, że obie podane normy sprawdzianów gwintowych nie uzależniają tolerancji wykonania sprawdzianów od średnicy gwintu i charakteru pasowania. Wielkość dopuszczalnego zużycia przyjmują równą podwójnej tolerancji wykonania sprawdzianów.

liwo, przy założeniu, że sprawdzanie odbywa się ręcznie, a nie mechanicznie.

TABLICA VII.

Zestawienie współczynników k charakteryzujących stosunek odporności na zużycie różnych materiałów używanych na sprawdziany.

Materiał sprawdzianu	Materiał przedmiotu			
	Alumini- um	Stal	Mosiądz	Żeliwo
Stal węglowa hart. Rc 56-64	1	1	1	1
Stal łożysk kulk. zahart. twardo	1,4	1,25	1,2	1,1
Stal łożysk kulk. zahart. międko	3,8	3,7	3,0	1,0
Stal narz. zahart. międko	4,7	4,0	2,5	1,7
Stal narz. zahart. twardo	1,5	1,3	1,3	1,2
Stellit	2,5	2,5	2,0	1,7
Chromowane powierzchnie	17,0	14,5	14,0	3,8

Przedstawiając graficznie iloczyny danych tabl. V, VI i VIII wg wzoru [1], otrzyma się wykresy (rys. 2, 3, 4, 5 i 6) uproszczonych praktycznych norm zużycia sprawdzianów w zależności od wielkości sprawdzianu i tolerancji przedmiotu.

TABLICA VIII.

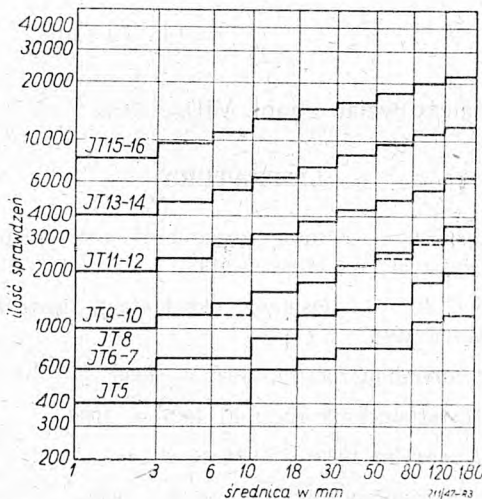
Zestawienie uproszczonych praktycznych norm jednostkowych zużycia I_1 sprawdzianów ze stali węglowej zahartowanej o twardości $R_c = 56 - 64$.

L. p.	Rodzaj sprawdzianu	Ilość spr. odzień przy zużyciu I_1 (,001 mm)
1	Sprawdzian tłoczkowy do otworów	150
2	„ szczękowy do wałków	200
3	„ pierścieniowy do wałków	175
4	„ tłoczkowy do stożków	125
5	„ pierścieniowy do stożków	150
6	„ trzpieniowy do gwintów ⁹⁾	35
7	„ szczękowy do gwintów ⁹⁾	55
8	„ pierścieniowy do gwintów ⁹⁾	55
9	„ do rowków wpustkowych	150
10	Szablony płaskie liniowe i profilowe	375

U w a g a: Dla sprawdzianów wykonanych ze stali narzędziowej twardo hartowanej normy podwyższyć o 25%.

W wypadku użycia oznaczeń tolerancji bezpośrednio w odchyłkach liczbowych np. $20^{+0,15}_{+0,10}$ należy tolerancję odnieść do układu ISA i znaleźć odpowiadającą klasę dokładności. Dla $20^{+0,15}_{+0,10}$ tolerancja wynosi 0,05 mm, co odpowiada klasie dokładności IT9.

Podane w tabl. VIII normy dotyczą strony przechodniej sprawdzianów stałych. Norma zużycia strony nieprzechodniej jest wg danych empirycznych 3 razy większa.

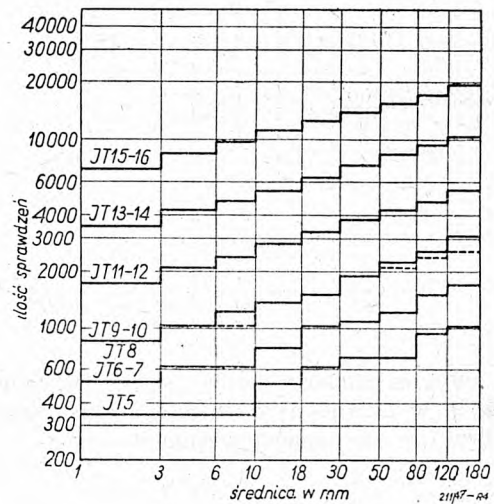


Rys. 3 Wykres wielkości zużycia normy I strony przechodniej sprawdzianów szczękowych do wałków w zależności od średnicy i klasy dokładności wałka.

⁹⁾ Zużycie mierzone na średnicy podziałowej.

Określenie zapotrzebowania sprawdzianów.

Na podstawie rysunków warsztatowych w kolejności podanej w planach fabrykacyjnych, określających przebieg wytwarzania sporządzane są zestawienia ilości elementów podlegających sprawdzaniu (wymiaru tolerowane). Ponieważ praktyka wykazała, że tego rodzaju zestawienia odpowiednio ujęte pozwalają na dość szybkie przeprowadzenie prób ograniczenia ilości asortymentów wymiarowych (otwory i wałki gładkie tolerowane, otwory i trzpienie gwintowe), więc pożyteczne byłoby wykonanie odpowiednich zestawień.



Rys. 4. Wykres wielkości normy zużycia I strony przechodniej sprawdzianów pierścieniowych do wałków w zależności od średnicy i klasy dokładności wałka.

Stwierdzenie np. iż wymiar $\varnothing 45 H_7$ występuje w wyrobie tylko raz, podczas gdy wymiar $\varnothing 45 H_8$ powtarza się kilka razy, samo przez się narzuca myśl zastąpienia tego wymiaru $\varnothing 45 H_7$ wymiarem $\varnothing 45 H_8$. Podawanie numeru rysunku pozwala na szybkie odnalezienie miejsca zastosowania tego wymiaru i obmyślenia możliwości ewentualnego zastąpienia go.

Trudno mówić o planowej gospodarce sprawdzianami bez przeprowadzenia prób ograniczenia rodzajów sprawdzianów. Jednakże przeprowadzenie tych prób winno się odbywać tylko przy gruntownej znajomości zasad układu pasowań i tolerancji średnic.

Mając wykonane zestawienie poszczególnych elementów wymagających sprawdzenia, możemy wyliczyć ilości potrzebnych sprawdzianów wg wzoru:

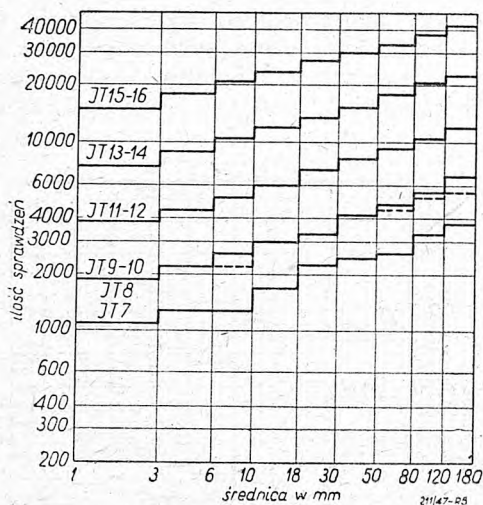
$$i = \frac{y \cdot n \cdot P}{\eta \cdot I} \quad [3]$$

gdzie n — ilość elementów danego wymiaru przypadająca na jednostkę wyrobu,

P — ilość wyrobów produkowanych na rok,

y — współczynnik stopnia powtarzalności pomiarów przy każdym poszczególnym elemencie,

η — współczynnik wykorzystania normy, wynoszący przeciętnie $0,9 \div 0,95$, zależnie od poziomu technicznego Zakładu (obejmuje wypadki przedwczesnego zniszczenia sprawdzianu wskutek pęknięć i skałceń przy upadku na ziemię, zaginięcia itp.).

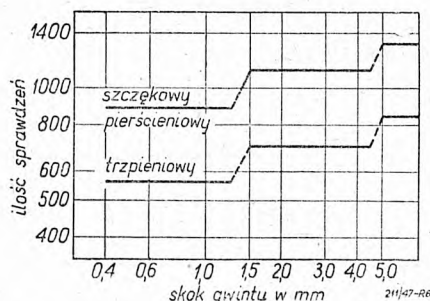


Rys. 5. Wykres wielkości normy zużycia I szablonów długościowych w zależności od długości i klasy dokładności wykonania przedmiotu.

Na wielkość y składa się cały szereg czynników ściśle nie dających się określić, gdyż w dużym stopniu zależnych od rodzaju produkcji, jakości narzędzi i maszyn, poziomu technicznego zakładu i od indywidualnych cech z jednej strony robotnika wykonującego, a z drugiej brakarza. Średnio można przyjąć, że robotnik wykonujący operacje obróbkowe sprawdza każdy element $2 \div 3$ -krotnie, a brakarz $1 \div 2$ -krotnie, zatem $y = 2 \div 5$, zależnie od długości i kształtu sprawdzanego elementu.

W zakładach, gdzie kontrola techniczna stosuje sprawdziany tzw. kontrolne, na które składają się zużyte w pewnym procencie sprawdziany robocze, można współczynnik y ograniczyć tylko do ilości sprawdzianów roboczych (współczynnik y_r).

W takich bowiem przypadkach sprawdziany robocze, które zużyły się w 72% w stosunku całego zapasu z na zużycie, zostają przekazywane do kontroli jako wyłącznie sprawdziany kontrolno - odbiorcze. Z uwagi na korzystniejsze warunki pracy sprawdzianów na stanowisku brakarskim i na doświadczalnie sprawdzony fakt, że w miarę zużywania się, jednostkowa trwałość wymiarowa I_i sprawdzianów zwiększa się, norma zużycia sprawdzianów na stanowisku kontrolno-odbiorczym jest $2 \div 2,5$ razy wyższa. Dzięki temu brakarze mają możliwość dokonać taką samą ilość sprawdzianów, co robotnik na swoim stanowisku, jednym i tym samym sprawdzianem, mimo, że mają do dyspozycji tylko 28% z zapasu z na zużycie.



Rys. 6. Wykres wielkości normy zużycia I strony przedniej sprawdzianów gwintowych w zależności od skoku gwintu.

Uwzględniając powyższe wzór [3] należy przekształcić na następujący:

$$i = \frac{y_r \cdot n \cdot P}{\eta \cdot 0,72 \cdot I} \quad [4]$$

Przyjmując przeciętną wartości: $y_r = 2$, $\eta = 0,9$ wypadnie po przeliczeniu:

$$i = 3,09 \frac{n \cdot P}{I} \quad [5]$$

Przykład:

Na podstawie wykonanego zestawienia wypada, że na jednostkę wyrobu jest $n = 10$ otworów wymiaru $\varnothing 20 H7$ i przyjmując przeciętną normę zużycia sprawdzianów tłoczkowych $I = 750$, zapotrzebowanie roczne na produkcję $P = 300$ wyrobów wyniesie dla sprawdzianów ze stali węglowej hartowanej na $R_c = 56 \div 64$:

$$I = 3,09 \frac{10 \cdot 300}{750} = \text{ok. } 12 \text{ sztuk.}$$

Ilość sprawdzianów wykonanych ze stali narzędziowej twardo hartowanej wyniesie:

$$i = \frac{12}{k} = \frac{12}{1,25} = \text{ok. } 10 \text{ sztuk}$$

(k należy wziąć z tabl. VII).

LITERATURA.

Chejfiac L. M. — „Osnowy organizacji instrumentalnego choziajstwa“ — Moskwa 1937.

Chejfiac L. M. — „Osnowy eksploatacji instrumenta“ Moskwa 1946.

Maschinenbau roczniki 1927 — 1930.

Werkstattstechnik roczniki 1927 — 1936.

VDI roczniki 1929 — 1944.

Der Betrieb roczniki 1931, 1934 i 1936.

Polskie Normy PN.

Polskie Normy Wojskowe PNW.

Sowieckie Normy OST.

Niemieckie Normy DIN.

Ogrzewanie pompami cieplnymi

(Ciąg dalszy)

Inż.-mech. JÓZEF RAFALSKI

Zastosowanie obiegów absorbcyjnych i z inżektorem wodno-parowym do pomp cieplnych. — Zastosowanie silników powietrznych i porównanie obiegów Ericsona, Stirlinga, Joule'a i Carnota. — Układy pomp cieplnych zwykłe i z wykorzystaniem uchodzącego ciepła. — Wydajność pomp cieplnych.

Obieg absorbcyjny.

Jest to obieg stosowany w chłodnictwie w który, zamiast pracy mechanicznej sprężania, wkładamy bezpośrednio ciepło. Z punktu widzenia prostoty urządzenia, jest to sposób bardzo wygodny, niestety wyniki osiągane są niewspółmiernie gorsze od urządzeń chłodniczych sprężarkowych i wskutek tego w chwili obecnej urządzenia te nie mogą byćbrane pod uwagę. Ich wydajność chłodzenia wynosi 0,3. Wydajność ogrzewania, stosując je jako pompy ciepłe, wyniosłaby 1,3, gdyby całkowita ilość ciepła włożonego w postaci pracy mogła być wykorzystana. Konstrukcyjnie są one nieco skomplikowane wieloma wymiennikami ciepła, w których następuje wyrównanie temperatur, co nie jest korzystne. Główną przyczyną ich małej wydajności ogrzewania lub chłodzenia jest brak odpowiednich czynników (ciał), któreby umożliwiły wykonanie sprawnego obiegu.

Jeśli mamy dostateczną ilość pary odlotowej, to użycie jej do absorbcyjnych chłodziarek może być bardzo korzystne. Dla zwiększenia mocy, możemy włączyć kilka małych zespołów równolegle. Mogą być one pożyteczne jako małe chłodziarki, muszą być jednak obecnie całkowicie odrzucone jako pompy ciepłe do ogrzewania pomieszczeń, ze względu na bardzo niską ich wydajność ogrzewania.

Obieg chłodniczy z wodno-parowym inżektorem.

Ten system również nie może być stosowany do pomp cieplnych, pomimo iż posiada wiele pierwszorzędnych zalet. Mógłby być wykorzystany wtedy, gdyby użyć do niego odpowiedniego czynnika, bardziej przystosowanego do potrzeb niż para wodna. Zasada tej metody polega na sprężeniu pary wodnej, która, podobnie jak para amoniaku, daje obieg zbliżony do obiegu *Carnota*. Ze względu jednak na duże objętości właściwe pary wodnej przy niskich ciśnieniach, opanowanie tego czynnika w normalnej sprężarce było niemożliwe i dopiero zostało rozwiązane za pomocą inżektora. Należy tu zwrócić uwagę, że praktycznie znośne wyniki otrzymujemy przy uzyskaniu różnicy temperatur powyżej 22 C, zarówno w termosprężarkach, jak i w chłodziarkach, tymczasem ta dolna granica jest za wysoka dla pomp cieplnych. Ponieważ inżektor jest bardzo wygodnym zespołem silnika i sprężarki, nasuwa się myśl, żeby zastosować inny czynnik, którego objętości właściwe będą odpowiedniejsze dla jego pracy jako pompy ciepłej. Sprawa się jednak komplikuje, gdyż musimy postawić dla tego czynnika osobny kocioł. Pomijając dodatkowe koszty instalacji, kocioł ten, ze względu na osiągnięcie dobrej sprawności, musi

pobierać ciepło przy możliwie wysokiej temperaturze, a więc musi mieć odpowiednio wysokie ciśnienie. Z góry więc mieć można wątpliwości, czy zysk osiągnięty na zwiększeniu sprawności inżektora, nie będzie stracony w kotle.

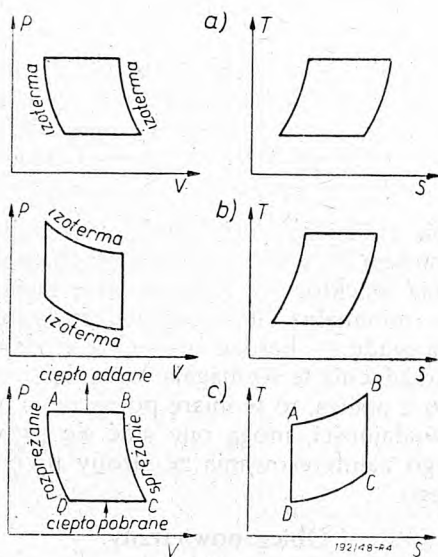
Pompa zasilająca kocioł byłaby właściwie jedynym zespołem o częściach ruchomych w instalacji. Urządzenia inżektorowe i absorbcyjne mają wspólną cechę — minimalną ilość części ruchomych, ale i wspólną wadę — bardzo niewielką wydajność. Ponieważ urządzenia te wymagają zasilania ciepłem bezpośrednio z paliwa, to w miarę polepszania ich sprawności i wydajności, mogą one stać się przedmiotem specjalnego zainteresowania ze strony przemysłu gazowniczego.

Obieg powietrzny.

Powietrze, jako czynnik poruszający silniki i obiegający w pompach cieplnych, pomimo niezbyt dobrych dotychczasowych wyników, dzięki innym zaletom nie zostało całkowicie odrzucone, podczas gdy obieg par, czy to w silniku czy też w chłodziarce, zbliżony może najbardziej do teoretycznej sprawności, w dalszym swoim rozwoju został zahamowany. Obieg powietrzny ma wszelkie dane na to, że w przyszłości okaże się on niezastąpiony w pompie ciepłej. Wiemy przecież dobrze w jak silnym stopniu zmniejszają nam wydajność podwójne powierzchnie, przez które ciepło musi przenikać, w porównaniu z powietrzem krążącym przez pompę ciepłą ustawioną bezpośrednio w pomieszczeniu ogrzewanym. Polepszenie wydajności może być tak skuteczne, że normalne odchylenia od teoretycznych przemian termodynamicznych, które wystąpią niewątpliwie, nie będą miały większego znaczenia. W ostatnim stuleciu zarówno silnik, jak i chłodziarka powietrzna były bardzo rozpowszechnione, z czasem jednak zaniechano ich budowy, gdyż inne lepsze urządzenia zostały wynalezione. Obecnie silnik powietrzny znów powraca i jak podaje techniczna prasa szwajcarska, rozpoczęto budowę nowych silników powietrznych, które dały doskonale wyniki praktyczne, zaletą ich jest to, że powietrze może być dostarczone do silnika w bardzo wysokiej temperaturze, znacznie wyższej niż para. Obecnie obieg powietrzny jest stosowany do napędu nowoczesnych turbin gazowych.

Rozpatrzmy obiegi powietrzne wskazane na rys. 4 mianowicie *Ericsona*, *Stirlinga* i *Joule'a* i dla porównania obieg *Carnota* na rys. 1. Obiegi *Ericsona* i *Stirlinga* są również jak i obieg *Carnota* odwracalne i nie zachodzi w nich wymieszanie ciepła, ponieważ użyte są odpowiednie regeneratory. Są one zbliżone do obiegu *Carnota*, a nawet pod pewnym względem przewyższają go, gdyż wydajność ich przy-

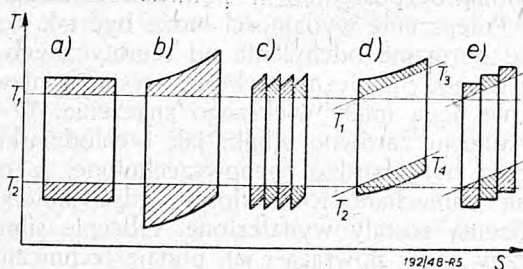
padająca na jednostkę pojemności cylindra jest lepsza. Na wykresie pracy PV widzimy że obieg *Carnota* wymaga stosunkowo dużego skoku, przy małej średnicy cylindra, a więc małej powierzchni roboczej tłoka, w przeciwieństwie do obiegów *Stirlinga* i *Ericsona*.



Rys. 4. Obiegi teoretyczne dla powietrza w układzie PV i TS. a — obieg *Ericsona*, b — obieg *Stirlinga*, c — obieg *Joule'a*

Obieg powietrzny może być wykonany w jednym cylindrze, w praktyce bywają stosowane osobne cylindry, co jest niemożliwe przy obiegu par.

Obiegi *Ericsona* i *Stirlinga* są jednak mniej odpowiednie dla pomp ciepłych, aniżeli obieg *Joule'a*, gdyż rozprężanie i sprężanie odbywa się w stałych temperaturach. Aby osiągnąć dobrą wydajność prze-



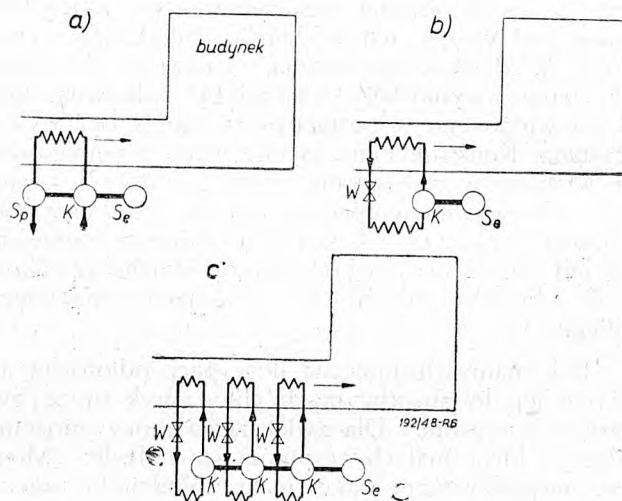
Rys. 5. Porównawcze wykresy entropowe różnych obiegów a — obieg *Carnota*, b — obieg *Joule'a*, c — obieg *Joule'a* wielostopniowy, d — obieg *Joule'a* z chłodzeniem w przeciwnym kierunku, e — obieg wielostopniowy dla par, z chłodzeniem w przeciwnym kierunku.

biegu, należałoby sprężenie podzielić przynajmniej na 3 stopnie i zastosować chłodzenie, względnie ogrzewanie międzystopniowe. W nowoczesnych dużych silnikach mamy tego typu rozwiązania, lecz dla małych pomp ciepłych jest to niepotrzebna komplikacja. W odwróconym obiegu *Joule'a* powietrze pobrane (punkt C) zostaje sprężone adiabatycznie do stanu wskazanego punktem B. Ciepło jest odda-

ne w czasie przemiany BA przy stałym ciśnieniu. Między punktami A i D następuje adiabatyczne rozprężanie w cylindrze silnika, przy czym wykonana praca użyta jest częściowo do sprężania. Ostatnia przemiana D — C to pobieranie ciepła ze źródła dolnego. Wydajność ogrzewania pompy ciepłej wg obiegu teoretycznego *Joule'a* równa jest

$$\epsilon = \frac{T_B}{T_B - T_C}$$

podobnie jak dla obiegu *Carnota*, jedynie różnica temperatur jest stosunkowo większa wskutek tego, że w czasie przemiany A — B powietrze jest stopniowo ochłodzone. Jeśli T_B będzie bliskie T_C , otrzymamy wtedy obieg *Carnota*, lecz pobieranie ani oddawanie ciepła nie nastąpi, otrzymamy jałowy bieg pompy, a moc dostarczona pójdzie



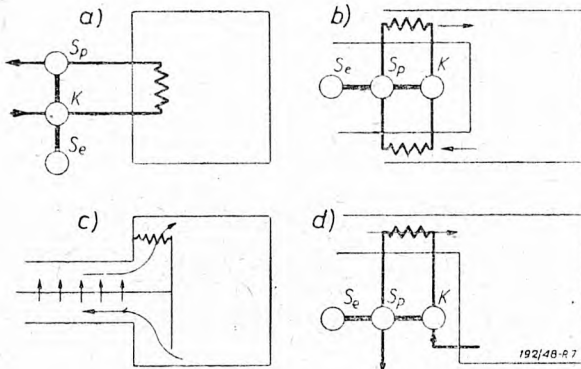
Rys. 6. Układy pomp ciepłych z oddawaniem ciepła w przeciwnym kierunku a — obieg powietrzny *Joule'a*, b. — obieg dla par, c — obieg dla par wielostopniowy. Se — silnik elektryczny, Sp — silnik powietrzny, K — sprężarka, W — zawór dławiaczy.

na pokonanie strat i oporów. Dlatego też wartość $T_B - T_A$ musi być odpowiednio dobrana do wartości $T_B - T_C$ aby stworzyć optymalne warunki pracy, które zależą od oporów tarcia i strat ciepłych danego typu urządzenia. Wartość $T_B - T_C$ która wpływa bezpośrednio na wydajność urządzenia, nie może być również z góry wyznaczona, lecz musi być ustalona drogą prób i to dla każdego urządzenia osobno, co komplikuje nieco całą sprawę.

Schematy różnych obiegów.

Na rys. 5 mamy pokazane wykresy entropowe dla ciepła przeniesionego od temperatury T_2 do temperatury T_1 . Wykres (a) przedstawia obieg *Carnota*, który w przybliżeniu jest słuszny dla par, wykres (b) dla pojedynczego obiegu *Joule'a* oraz wykres (c) dla stopniowanego obiegu *Joule'a*. Powierzchnie zakreskowane wskazują straty ciepłe. Jeśli chłodzenie w granicach temperatur od T_2 do T_1 jest dobrze przeprowadzone w grzejniku przeciwnym, wydajność ogrzewania będzie lepsza aniżeli w obiegu *Joule'a* przy stałych temperaturach, jak to wskazu-

je rys. 5 (d). Przy sprzyjających okolicznościach, ta metoda może dać wyniki jednoznaczne ze sprężaniem par. Należy dodać, że to samo urządzenie może być wykorzystane również do sprężania par, co obecnie spotykamy w wielu rozwiązaniach pomp ciepłych. Na rys. 5 (c) mamy podany obieg stopniowany *Joule'a*, bardzo nadający się dla pomp ciepłych, szczególnie łatwy przy użyciu powietrza jako czynnika. Na rys. 6 pokazany jest schemat urządzenia, (a) przeciwprądowego wg obiegu *Joule'a*, (b) zwykłej sprężarki par, (c) przeciwprądowej sprężarki par. Ten ostatni układ możliwy jest do zrealizowania tylko przez równoległe włączenie kilku sprężarek, celem zwiększenia mocy instalacji.



Rys. 7. Układy pomp ciepłych o obiegu powietrznym a — obieg *Joule'a*, b — obieg przeciwprądowy otwarty z wykorzystaniem uchodzącego ciepła, c — ogrzewanie bezpośrednie, d — obieg przeciwprądowy otwarty z wykorzystaniem uchodzącego ciepła.

Bardzo prosty układ ogrzewania ciepłem pobieranym z zewnątrz pomieszczenia wykazuje rys. 7a. Przeniesienie ciepła z powietrza zewnętrznego przez grzejniki w budynku nie jest jednak tak sprawne, jak w układzie wskazanym na rys. 6a. Rys. 7b podaje przeciwprądową wymianę ciepła między powietrzem wchodzącym i wychodzącym z pomieszczenia. Ciekawe jest właśnie użycie wychodzącego powietrza, jako dolnego źródła ciepła. Byłoby to bardzo dobre, gdyby można było je łatwo zrealizować. W mieszkaniach przeważnie nie odprowadzamy ogrzanego powietrza, gdyż dostateczna jego ilość potrzebna do odświeżenia przenika przez nieszczelności drzwi i okien. W rzeczywistości ktoś mógł powiedzieć, że ten sposób może być również dobry jak przy użyciu grzejnika wskazanego na rys. 7c, przy założeniu, że przenikanie zimnego powietrza jest minimalne. Tutaj należy podkreślić, że ogrzewanie pompą ciepłą polega na przeniesieniu ciepła, dzięki czemu niepotrzebne są tak duże powierzchnie przenikania jak to wskazuje rys. 7c.

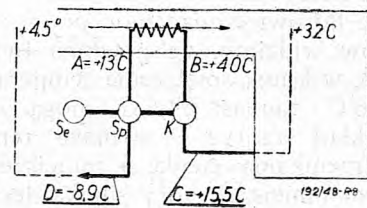
Zmodyfikowany układ wg rys. 7b pokazany jest na rysunku 7d, w którym spiętrzenie temperatur jest mniejsze, dzięki tylko jednej powierzchni przenikania ciepła. Ten sposób wydaje się bardziej celowy dla obiegów powietrznych, zamiast usiłowań wykonania doskonałego uszczelnienia pomieszczeń. Gdybyśmy bowiem założyli, że dane pomieszczenie jest doskonale uszczelnione i doskonale odizolowane od wszelkich strat ciepłych, możnaby teoretycznie, ko-

rzystając z obecności ludzi i z ciepła żarówek oświetleniowych, odwrócić obieg pompy ciepłej i zamienić ją na silnik wykonywujący pracę. Nie biorąc jednak tak krańcowo, stwierdzamy, że im mniejsza będzie różnica temperatur między powietrzem dostarczanym i pobieranym z pomieszczenia doskonale izolowanego, tym większa będzie wydajność ogrzewania pompy ciepłej. Weźmy inny krańcowy przykład ogrzewania normalnie uszczelnionego budynku pompą ciepłą, o tak dużym wydatku ciepła, że przepływające szybko powietrze ulegać będzie nieznacznemu ochłodzeniu. Wobec niewielkiej różnicy temperatur na wlocie i wylocie, wydajność pompy powinna być bardzo duża. Niestety, jest to tylko złudzenie, gdyż rzeczywista wydajność ogrzewania pozostała taka, jaka odpowiada różnicy temperatur między otoczeniem i ogrzonym wnętrzem. Pozornie wysoka wydajność ogrzewania, nie upoważnia nas do tracenia ciepła zawartego w uchodzącym powietrzu.

Rozważmy układ wg rys. 7d. Na rys. 8 mamy jego powtórzenie. Naniesione są też charakterystyczne punkty tego obiegu, zgodnie z oznaczeniami teoretycznego obiegu *Joule'a* na rys. 4. Linie kreskowane wskazują zamknięcie obiegu, chociaż to nie dotyczy tych samych cząsteczek powietrza. Kolejno biorąc mamy następujące temperatury w poszczególnych punktach:

powietrze zewnętrzne	+ 4,5 C
grzejnik na wlocie	+ 40 C
grzejnik na wylocie	+ 13 C
powietrze wchodzące do wnętrza	+ 32 C
powietrze wchodzące do sprężarki	+ 15,5 C
powietrze wchodzące z silnika powietrznego	- 8,9 C

$$\text{Wydajność ogrzewania } \epsilon = \frac{273 + 40}{40 - 15,5} = 12,7$$



Rys. 8. Wykorzystanie ciepła z uchodzącego ogrzanego powietrza.

Podobny układ dla par wg rys. 6b, który musiałby mieć dodatkowe spiętrzenie temperatur, konieczne dla przenikania ciepła w chłodnicy i parowniku, wynoszące po 8 C, miałby wydajność ogrzewania

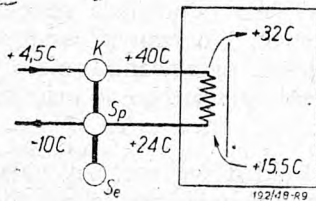
$$\epsilon = \frac{313}{24,5 + 2 \times 8} = \frac{313}{40,5} = 7,7. \text{ Nie byłoby korzyst-}$$

ne użycie jednego obiegu pary przy wykorzystywaniu powietrza wylotowego, gdyż parownik pobrałby ciepło w stałej temperaturze niższej od temperatury powietrza. Ustawienie kilku sprężarek, równoległych o stopniowanych ciśnieniach, jak wskazu-

je rys. 6c, zbliży nas do wydajności ogrzewania $\varepsilon = 12,5$. Dzięki wykorzystaniu ciepła odlotowego pozbylibyśmy się kłopotów, o odpowiednie źródło pobierania ciepła i o zamrażanie rur zewnętrznych.

Wydajność pomp ciepłych.

Rozważmy obecnie, dlaczego wysoka wydajność ogrzewania pompą ciepłą w wypadku wykorzystania ciepła uchodzącego z pomieszczenia jest pozorana. W rzeczywistości otrzymujemy ciepło z dwóch źródeł, z pompy ciepłej i z uchodzącego powietrza. W układzie podanym na rys. 9 mamy oddzielone pobieranie ciepła z powietrza ogrzanego, od ciepła do-



Rys. 9. Niezależny układ pompy ciepłej z zamkniętym obiegiem powietrza ogrzanego.

starczanego przez pompę, a więc w stosunku do układu według rys. 8 nie ma żadnej zmiany i wobec tego wyniki muszą być takie same. Załóżmy, że do pomieszczenia nie doprowadzamy wcale świeżego powietrza i mamy tylko straty na skutek przenikania ciepła przez ściany, przy czym spadek temperatury wynosi od 32 C do 15,5 C. Wydajność

$$\text{ogrzewania pompą ciepłą wyniesie } \varepsilon = \frac{273 + 40}{40 - 4,5} = \frac{313}{35,5} = 8,9 \text{ i ta wydajność jest rzeczywistą, za}$$

równy dla układu na rys. 8 jak i rys. 9, dlatego że wydajność ogrzewania, jak wynika z definicji, jest wskaźnikiem korzyści w stosunku do ogrzewania bezpośredniego. Porównywując moc potrzebną dla obu tych układów widzimy, że powinna być ona taka sama, jednak wskutek spiętrzenia temperatur w sprężarce do 16 C, zamiast 24,5 C, mogą zająć pewne różnice. Układ wg rys. 9 wymaga mniejszej powierzchni przenikania ciepła, i mniejszej sprężarki, a tym samym mniejszej mocy silnika, lecz musi pracować przy większej różnicy ciśnień. Układ ten jest bardziej odpowiedni do ogrzewania pomieszczeń nie wymagających odświeżania powietrza, lecz ogólnie jest nieco gorszy od układu podanego na rys. 8.

W obiegu powietrznym można stosować regeneratory ciepłe, podobne do tych, jakie są używane do podgrzewania powietrza w urządzeniach kotłowych. Co prawda, byłyby trudności w zrealizowaniu ich, gdyż jak wiemy tego rodzaju regeneratory pracują przy bardzo małych różnicach temperatur i wskutek tego mają duże wymiary.

Podkreślając teoretyczne zalety obiegu powietrznego, spróbujmy wyjaśnić dlaczego w istniejących urządzeniach chłodzących powietrze, otrzymujemy tak małe wydajności. Przypuśćmy, że w odwróconym obiegu *Joule'a* powietrze jest chłodzone po

sprężeniu do temperatury jaką miało przed sprężeniem. W rzeczywistości nie zawsze to jest możliwe, jak to widzimy w układzie na rys. 8. Oznaczmy termodynamiczną i mechaniczną sprawność sprężarki przez η_1 i sprawność silnika powietrznego — η_2 . Praca rzeczywista potrzebna do napędu sprężar-

ki $L_1 = \frac{1}{\eta_1} \cdot \varepsilon L_t$, gdzie ε — wydajność ogrzewania,

L_t — praca teoretyczna. Praca oddana przez silnik powietrzny

$$L_2 = \eta_2 (\varepsilon - 1) L_t$$

Ilość pracy która musi być dostarczona z zewnątrz

$$L = L_1 - L_2 = \left[\frac{1}{\eta_1} \varepsilon - \eta_2 (\varepsilon - 1) \right] L_t$$

zakładamy $\eta_1 = \eta_2$

$$L = \left(\frac{\varepsilon}{\eta} - \eta \varepsilon + \eta \right) L_t = \left[\varepsilon \left(\frac{1}{\eta} - \eta \right) + \eta \right] L_t \quad (1)$$

gdy $\eta = 1$, $L = L_t$ czyli moc rzeczywista jest równa mocy teoretycznej. Jak widzimy z równania (1) moc silnika wzrasta proporcjonalnie do wydajności

ogrzewania, przy czym wyraz $\varepsilon \left(\frac{1}{\eta} - \eta \right)$ jest nieporów-

nanie większy niż wartość η . Jednocześnie ilość przenieszonego ciepła jest proporcjonalna do wydajności ogrzewania. Możemy zauważyć, że gdy osiągamy dobrą wydajność ogrzewania przy małym spiętrzeniu temperatur, powstaje inna przeszkoda w postaci małej sprawności termodynamicznej i mechanicznej sprężarki i silnika, która niweczy cały zysk.

Założmy iż wydajność ogrzewania $\varepsilon = 10$, a sprawność $\eta = 0,5$ wtedy

$$L = \left[10 \left(\frac{1}{0,5} - 0,5 \right) + 0,5 \right] L_t = 15,5 L_t$$

czyli rzeczywista wydajność ogrzewania będzie nie 10 lecz $10/15,5 = 0,65$. Inaczej mówiąc, jeśli dostarczymy sprężarce 10 jednostek pracy, to w sprężonym powietrzu otrzymamy dodatkową ilość ciepła równoważną tylko 5 jednostkom pracy. Ponieważ, zgodnie z założeniem, wydajność ogrzewania jest równa 10, więc 9/10 ciepła, odpowiadającego pięciu jednostkom pracy może być odzyskane w silniku o sprawności 0,5 czyli $0,5 \cdot 0,9 \cdot 5 = 2,25$ jednostek pracy. Czyli ilość pracy, którą musimy dostarczyć dla wytworzenia ciepła równoważnego pięciu jednostkom pracy, wynosi $10 - 2,25 = 7,75$ jednostek pracy. W tym rozumowaniu tkwi założenie, że straty w sprężarce zamienione na ciepło nie są wykorzystane, co nie jest zupełnie ścisłe, wskazuje ono jednak wyraźnie, że obieg powietrzny nawet przy małej różnicy temperatur nie będzie korzystny dopóki sprawności silnika i sprężarki nie będą dostatecznie wysokie.

Dane, jakie posiadamy z czasów, gdy były używane chłodziarki powietrzne, wskazują że ideałem wydajności chłodzenia było $\varepsilon = 2$ wynikające z tego, że pracowały one przy ogromnej różnicy temperatur. Praktycznie zaś osiągnano wydajność chłodzenia $\varepsilon = 0,5$, ideałem wydajności ogrzewania było

$\varepsilon = 3$ praktycznie zaś $\varepsilon = 1,5$. Podstawmy te wartości w równanie (1).

Praca włożona jest $3/1,5$ czyli dwukrotnie razy większa, więc $3 \left(\frac{1}{\eta} - \eta \right) + \eta = 2$ skąd $\eta = 0,825$.

Wydajności sprężarek i silników były mniej więcej tego rzędu, przy ówczesnie stosowanych mocach około 50 KM. Sprawność 0,825 jest równa iloczynowi sprawności sprężarki i silnika.

Czy jest możliwe wyprodukowanie sprężarek i silników o tak wysokiej sprawności, by była ona zadawalająca dla urządzeń grzejnych? Znajdujące się na rynku sprężarki nie zupełnie odpowiadają tym potrzebom, gdyż wykonywane są jako urządzenia do sprężonego powietrza, co do którego nie ma tak ścisłych kryteriów. Dość wysoką sprawność mają sprężarki tłokowe, natomiast sprężarki wirnikowe, mimo swej niższej sprawności, mają inne cenne zalety, mianowicie zwartą budowę i niehałaśliwy bieg, dzięki czemu są znacznie odpowiedniejsze. Wirnikowe wielostopniowe sprężarki byłyby wygodne, gdyż są napędzane bezpośrednio z silnika, lecz na niekorzystnie ich wypada zbyt niska sprawność. Zespoły duże, na wysokie ciśnienie, mają sprawność około 70%, średnie o mocy 5 do 20 KM około 20%, a zupełnie małe, jak np. w odkurzaczach, zaledwie 7%. W tym ostatnim wypadku sprawność ta mogłaby być nieco poprawiona, przez włączenie do silnika zamiast sprężarki wentylatora.

W sprężarkach wirnikowych skutek dużej szybkości przepływu powietrza, straty cieplne są małe. Straty na tarcie i wiry są dość duże, szczególnie w małych jednostkach, ale zamieniają się na ciepło które może być wykorzystane jako ciepło użyteczne. Dlatego też ich sprawność termodynamiczna może być trochę podwyższona.

Wielostopniowe osiowe turbosprężarki są obecnie budowane w najrozmaitszych wielkościach, np. do turbin gazowych, lub też jako wentylatory o niskim sprężeniu, lecz nie posiadamy danych o wielkościach, które by się nadawały do pomp ciepłych. Ciśnienia wymagane byłyby od 0,3 do 0,7 kG/cm², moc powyżej 1 KM. Byłyby one korzystne z punktu widzenia zwartości budowy i oszczędności miejsca, natomiast nieekonomiczne ze względu na niską sprawność. Mogą z nimi konkurować łatwo sprężarki tłokowe, mimo że są niewygodne ze względu na hałaśliwy bieg i zajmują znacznie więcej miejsca.

Straty w sprężarkach tłokowych są spowodowane oddziaływaniem ścian cylindra i zakłóceniem obiegu powietrza przez tarcie, wiry i opory w wentylach.

Wieloletnie usiłowania usprawnienia sprężarek dały niezłe wyniki i osiągnięty poziom niezbyt łatwo możemy przekroczyć. Ta okoliczność nie sprzyja rozwiązaniu problemu pomp ciepłych, pomimo że szanse ich rozwoju w obecnych warunkach gospodarczych są większe, aniżeli były kiedykolwiek. Choć obecnie nie mamy teoretycznej granicy wydajności pomp ciepłych, co było podane wyżej, to inne trudności praktyczne czekają na rozwiązanie, mianowicie zmniejszenie strat ciepłych zarówno wewnętrznych jak i zewnętrznych. Nie łatwo jest nawet ustalić sprawność typowej sprężarki, gdyż bywa ona określana przy różnych założeniach. Według zwyczajów handlowych sprawność jest oznaczana według obiegu adiabatycznego względnie izotermicznego, podczas gdy sprężarka posiada w rzeczywistości jakiś obieg pośredni, pomimo naszych wysiłków by był zbliżony do adiabatycznego. Ale gdybyśmy nawet z pewnym wahaniem przyjęli jako dobrą sprawność dla typowej sprężarki $\eta = 0,85$ przy sprężaniu adiabatycznym dla mocy od 3 do 20 KM, to byłoby również niedostatecznym, gdyż z równania (1) wynika że dopiero dobre rezultaty możemy otrzymać przy sprawności η około 0,95.

W rozważaniach powyższych nie przeprowadzono była kalkulacja z punktu widzenia wymiarów urządzenia, lecz nie ulega wątpliwości, że musimy się zgodzić raczej na instalację o dużych wymiarach, ze względu na możliwość opanowania dużej ilości powietrza. Ze względu na niskie ciśnienia, jakie musielibyśmy przy tym stosować, zwykle sprężarki typu handlowego nie mogą być do tego celu użyte.

Rozwiązanie w całości zagadnienia ogrzewania pompami ciepłymi może się przyczynić w wielkim stopniu do podniesienia komfortu życiowego, co z kolei może spowodować wielki rozwój produkcji tych instalacji i co najważniejsze oszczędzić olbrzymie ilości paliwa. Niewątpliwie wiele rozwiązań polegać będzie początkowo na przystosowaniu urządzeń chłodniczych, których ostatecznym probierzem będzie wysokość kosztów nakładowych i kosztów ruchu, przy jednoczesnej niezawodności. Ponieważ można przewidywać, że w najbliższym czasie paliwo zostanie zreglamentowane, będzie to tym bardziej bodźcem dla rozwoju pomp ciepłych. W wypadku, gdy koszty ogrzewania bezpośredniego byłyby nawet równe kosztom ogrzewania pompami ciepłymi, jest rzeczą przyjemniejszą budować nowe maszyny aniżeli kopać węgiel, pomijając korzyści wynikające z oszczędności paliwa.

Instytut Wydawniczy SIMP zawiadamia, że ukazał się już Tom I Część I Poradnika Technicznego MECHANIK

Zawierający: I. Matematykę i tablice matematyczne, II. Fizykę i tablice fizyczne, III. Mechanikę ogólną, IV. Wytrzymałość materiałów, V. Hydromechanikę, VI. Aerodynamikę.

Całość 14 zeszytów w oprawie płóciennej za cenę zł. 6000.

Przy zamówieniu od 10 egzemplarzy wwyż cena ulgowa zł. 5000.

Teoretyczne podstawy wielokrotnego ciągnięcia drutu z poślizgiem

Inż. M. SCHNEIDER i Z. FRĄCZEK

Teoretyczne podstawy wielokrotnego ciągnięcia drutu. — Wpływ poślizgu na ciągnięcie drutu. — Ciągnięcie bez poślizgu czyli idealne. — Przykład obliczenia ciągarki idealnej.

Modernizacja parku maszynowego fabryk, przerabiających druty stalowe, czy też z metali kolorowych, w założeniu swoim opiera się na stosowaniu „Wielokrotnego Ciągnięcia Drutu“. W niniejszej pracy podajemy podstawowe zasady tego procesu, oparte na doskonale przeprowadzonej analizie matematycznej, opracowanej przez Gallaja.

Uzupełnione przykładami i rozszerzone o teorię nawijania na szpulach, podajemy „Teoretyczne podstawy wielokrotnego ciągnięcia drutu z poślizgiem“, do użytku polskiemu czytelnikowi. Jeżeli zastosowanie teorii i zrozumienie jej ważności usprawni pracę na ciągarkach wielokrotnych stosowanych przez nasze fabryki, będziemy zadowoleni.

Teoria wielokrotnego ciągnięcia drutu, umożliwia już przy zamawianiu nowych ciągarek, zbadanie ich charakterystyki i orientuje o przydatności maszyny do pracy w żądanych warunkach. Technolog i konstruktor powinni wyciągnąć z teorii tej odpowiednie wnioski i w pełni je stosować.

Stosowane obecnie w przemyśle ciągarki wielokrotne pracujące z poślizgiem, stanowią układ sztywny, którego zasadniczymi elementami są:

- 1) ciągadła,
- 2) pierścienie ciągnące (lub bębny).

Szereg ciągów ciągarki wielokrotnej jest tak dobrany, że każdy następny pierścień (bęben) zwiększa swoją szybkość obwodową odpowiednio do wzrostu długości drutu, którą ma przyjąć. Zwiększanie szybkości obwodowej kolejnych pierścieni można osiągnąć, albo przez odpowiednie powiększenia ich średnicy, pozostawiając obroty stałymi, lub zwiększenie ilości obrotów, przy tych samych średnicach.

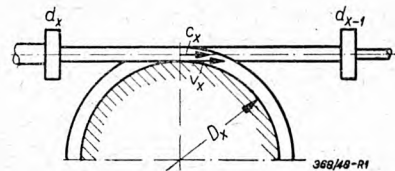
Ciągarki wielokrotne podzielić można ogólnie na dwa typy:

1) *Pracujące bez poślizgu*; w tym przypadku, jeżeli na bębnie otrzyma się nadmiar długości drutu, który może powstać na skutek wyrobienia się drugiego idąc wstecz od danego bębna ciągadła, tak, że ciągadło bezpośrednio przed bębniem ma nadmiar drutu do uciągnięcia, wówczas nadmiar ten, na skutek działania drążka sterującego nawija się na bęben (patrz ciągnięcie idealne — działanie ciągarek wielokrotnych, pracujących bez poślizgu). A żeby ten nadmiar został uciągnięty przez następne (po wyrobionym) ciągadło, trzeba co pewien czas, napelniony nadmiarem drutu bęben wyłączyć z ruchu, ewentualnie zmienić nieodpowiednie ciągadło.

2) *Pracujące z poślizgiem*; przy których postępujący wzrost długości drutu w czasie, stopniowo dorównywuje szybkości obwodowej, a nawet zdarza się, że ją przewyższa. W przypadku pierwszym zachodzi opóźnianie się drutu, w przypadku drugim wyprzedzanie.

1. Założenia teoretyczne.

Przy wielokrotnym ciągnięciu, drut wychodzący z szybkością c_x z ciągadła o średnicy d_x (rys. 1) zostaje okręcony 1 — 3 razy dokoła pierścienia roboczego, obracającego się z szybkością obwodową v_x ; z kolei zostaje przeciągany przez ciągadło d_{x-1} (ciągadła liczy się od końcowej średnicy drutu i tak n. p. ciągadło o średnicy d_3 , jest trzecim z kolei od końca). Jeżeli końcowe ciągadło w ich szeregu oznaczamy przez n , to d_3 odpowiada $n - 2$.



Rys. 1. Schemat ciągnięcia drutu z poślizgiem.

Zachodzić tutaj mogą 3 przypadki:

1) Drut owija się na pierścieniu bez poślizgu. współczynnik poślizgu

$$E_x = \frac{c_x}{v_x} = 1 \quad (1)$$

2) Drut ślizga się po obwodzie pierścienia z opóźnieniem:

$$E_x = \frac{c_x}{v_x} < 1 \quad (2)$$

3) Zachodzi poślizg drutu z wyprzedzaniem:

$$E_x = \frac{c_x}{v_x} > 1 \quad (3)$$

Szybkość drutu c_x w danym ciągu określa się na zasadzie równych objętości drutu ciągniętego w jednostce czasu, przez układ ciągadeł danej ciągarki wielokrotnej t. j.:

$$F_x \cdot c_x = F_{x+1} \cdot c_{x+1} = \text{const.} \quad (4)$$

n. p. $c_n = 1$ m/sek. przy założeniu $E_n = \frac{c_n}{v_n} = 1$;

objętość drutu przechodząca przez końcowe ciągadło będzie:

$$V_n = \frac{d_n^2 \cdot \pi}{4} \cdot c_n = F_n c_n$$

Prędkość c_{n-1} dla ciągu przedostatniego będzie:

$$c_{n-1} = V_n : \frac{(d_{n-1})^2 \cdot \pi}{4} = \frac{F_n}{F_{n-1}} \cdot c_n$$

w dalszym ciągu z równania (4) otrzymamy:

$$\frac{c_x}{c_{x+1}} = \frac{F_{x+1}}{F_x} = \frac{(d_{x+1})^2}{d_x^2} = u_x \quad (5)$$

gdzie u stopień wydłużenia po ciągu.

Stosunek szybkości obwodowych dwóch sąsiednich pierścieni roboczych będzie (rys. 2).

$$\begin{aligned} r_x &= \frac{v_x}{v_{x+1}} = \frac{\pi \cdot D_x \cdot n_x}{60} \cdot \frac{\pi \cdot D_{x+1} \cdot n_{x+1}}{60} = \\ &= \frac{D_x \cdot n_x}{D_{x+1} \cdot n_{x+1}} \quad (6) \end{aligned}$$

Współczynniki poślizgu na dwóch sąsiednich pierścieniach roboczych są związane między sobą następującym wzorem:

$$\frac{E_{x+1}}{E_x} = \frac{c_{x+1}}{v_{x+1}} : \frac{c_x}{v_x} = \frac{c_{x+1}}{c_x} \cdot \frac{v_x}{v_{x+1}}$$

Podstawiając wartość ze wzoru (5) i (6) otrzymamy:

$$\frac{E_{x+1}}{E_x} = \frac{r_x}{u_x} \quad (7)$$

Ponieważ ostatni bęben (lub szpula), jest jednocześnie bębniem odbiorczym dla drutu gotowego, zatem nawijanie odbywa się na nim bez poślizgu,

$$\text{czyli} \quad E_n = \frac{c_n}{v_n} = 1$$

W myśl wzoru (7) współczynnik poślizgu na pierścieniu przedostatnim będzie:

$$E_{n-1} = E_n \cdot \frac{r_n}{u_n} = \frac{r_n}{u_n} \quad (8)$$

$$E_{n-2} = E_{n-1} \cdot \frac{r_{n-1}}{u_{n-1}} = \frac{r_n}{u_n} \cdot \frac{r_{n-1}}{u_{n-1}} \quad (9)$$

$$E_{n-3} = E_{n-2} \cdot \frac{r_{n-2}}{u_{n-2}} = \frac{r_n}{u_n} \cdot \frac{r_{n-1}}{u_{n-1}} \cdot \frac{r_{n-2}}{u_{n-2}} \quad (10)$$

Dla dowolnego ciągu x danej ciągarci wielokrotnej, współczynnik poślizgu będzie określony wzorem:

$$E_x = \frac{r_n}{u_n} \cdot \frac{r_{n-1}}{u_{n-1}} \cdot \dots \cdot \frac{r_{x-2}}{u_{x-2}} \cdot \frac{r_{x-1}}{u_{x-1}} \quad (11)$$

2. Wpływ poślizgu na ciągnięcie.

Obserwując proces ciągnięcia na przedostatnim pierścieniu w przypadku pracy bez poślizgu, otrzymamy z równania [8]:

$$E_{n-1} = \frac{r_n}{u_n} = 1$$

zatem

$$r_n = u_n$$

z równania [1]

$$E_{n-1} = \frac{c_{n-1}}{v_{n-1}} = 1$$

zatem

$$c_{n-1} = v_{n-1}$$

W tym wypadku całkowita moc pierścienia D_{n-1} zostaje zużyta na ciągnięcie:

$$T_{n-1} \cdot v_{n-1} = Z_{n-1} \cdot c_{n-1} \quad (12)$$

gdzie T — oznacza siłę tarcia na powierzchni pierścienia,

Z — oznacza siłę ciągnięcia w ciągadle.

W wypadku pracy z poślizgiem (opóźnieniem):

$$E_{n-1} = \frac{r_n}{u_n} < 1$$

czyli

$$r_n < u_n$$

z równania [2]

$$E_{n-1} = \frac{c_{n-1}}{v_{n-1}} < 1$$

czyli

$$c_{n-1} < v_{n-1}$$

W tym przypadku moc pierścienia D_{n-1} , nie jest całkowicie wykorzystana na ciągnięcie:

$$T_{n-1} \cdot v_{n-1} > Z_{n-1} \cdot c_{n-1}$$

t. j. $T_{n-1} \cdot v_{n-1} = Z_{n-1} \cdot c_{n-1} + S_{n-1} \cdot c_{n-1}$ (13)

gdzie część mocy $S_{n-1} \cdot c_{n-1}$ — traci się nieużytecznie na tarcie drutu o pierścień ciągnący. W tym wypadku ciągnięcie z poślizgiem wymaga dodatkowego zużycia energii na tarcie drutu po powierzchni roboczej pierścienia, co w konsekwencji pociąga za sobą ścieranie powierzchni pierścienia i jego przedwczesne zużycie.

W trzecim przypadku — gdy zachodzi poślizg z wyprzedzaniem otrzymamy z równania [8]:

$$E_{n-1} = \frac{r_n}{u_n} > 1$$

czyli

$$r_n > u_n$$

z równania [3]:

$$E_{n-1} = \frac{c_{n-1}}{v_{n-1}} > 1$$

otrzymamy:

$$c_{n-1} > v_{n-1}$$

W tym wypadku moc pierścienia D_{n-1} , jest niewystarczająca dla ciągnięcia.

$$T_{n-1} \cdot v_{n-1} < Z_{n-1} \cdot c_{n-1}$$

czyli $T_{n-1} \cdot v_{n-1} + S_{n-1} \cdot c_{n-1} = Z_{n-1} \cdot c_{n-1}$ (14)

Niedobór mocy na pierścieniu D_{n-1} musi wobec tego pokryć pierścień D_n (ostatni). Wobec tego w ciągadle d_n będzie działać przeciwciażenie S_{n-1} co wprawdzie zmniejszy opór plastyczny drutu, lecz równocześnie powiększy siłę ciągnięcia na ostatnim bębnie:

$$Z_n + S_{n-1}$$

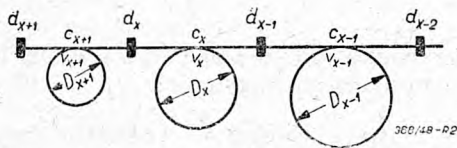
W rezultacie wzrasta naprężenie w drucie wychodzącym z ciągardła d_n i przy wielkości $\frac{Z_n + S_{n-1}}{F_n} \geq R_r$ nastąpi jego zerwanie.

Wnioski.

1. Najbardziej celowym jest ciągnięcie bez poślizgu.
2. Ciągnięcie przy poślizgu z opóźnieniem jest w pewnym stopniu dopuszczalne, gdyż wywołuje tylko pewne straty energii i zużycie pierścieni czy też bębnow. Poślizg powinien być w tym wypadku jak najmniejszy.
3. Ciągnięcie przy poślizgu z wyprzedzaniem, jest w ogóle niedopuszczalne gdyż powoduje w konsekwencji zerwanie drutu.

Przykład obliczenia.

Przykład dotyczy drutu z brązu cynowego w/g danych z Tabl. 1.



Rys. 2. Schemat wielokrotnego ciągnięcia z poślizgiem.

W wypadku pracy na przedostatnim pierścieniu (analogicznie jak w Rys. 2) dla $E_{n-1} > 1$ otrzymamy:

$$c_{n-1} > v_{n-1}$$

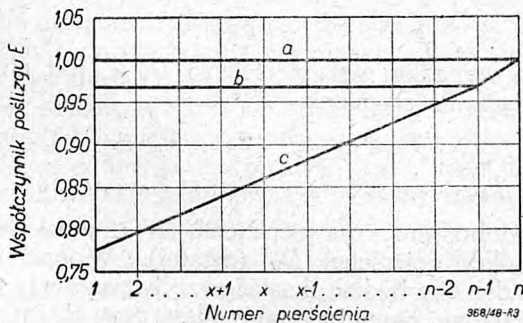
przy założeniu $E_{n-1} = 1,1$ będzie:

$$c_{n-1} = 1,1 v_{n-1} = \frac{1,1 \cdot 98}{60} = \frac{107,8}{60} \approx 1,8 \text{ m/sek.}$$

$$T_{n-1} \cdot v_{n-1} + S_{n-1} \cdot c_{n-1} = Z_{n-1} \cdot c_{n-1}$$

$$52 \cdot 1,63 + S_{n-1} \cdot 1,8 = 52 \cdot 1,8$$

$$\text{Przeciwiąg} \dots S_{n-1} = \frac{52 \cdot 1,8 - 52 \cdot 1,63}{1,8} = 4,91 \text{ kG.}$$



Rys. 3. Współczynnik poślizgu dla poszczególnych ciągar

a - E = 1 b - E < 1 c - E > 1

Naprężenie w drucie o końcowej średnicy 1,5 mm będzie:

$$= \frac{Z_4 + S_{n-1}}{F_n} = \frac{83 + 4,91}{1,76} = 50 \text{ kG/mm}^2$$

$$\text{Dopuszczalne } \frac{P}{F_n} = 49 \text{ kG/mm}^2.$$

Drut urwie się po opuszczeniu ostatniego ciągardła.

Tablica 1.

Brąz cynowy (3% Sn) w 4 ciągarach z $\varnothing 2,85 - \varnothing 1,50 \text{ mm}$

ciąg n	d_{n-1} mm	d_n mm	F_{n-1} mm ²	F_n mm ²	Z kG	P kG	$\frac{P}{F_n}$	u	v m/min
0	2,85	—	6,38	—		140	22		
1	2,85	2,25	6,38	3,97	125	131	33	1,60	60 = v _{n-3}
2	2,25	1,95	3,97	2,98	75	128	43	1,33	80 = v _{n-2}
3	1,95	1,76	2,98	2,43	52	109	45	1,225	98 = v _{n-1}
4	1,76	1,50	2,43	1,76	83	86	49	1,375	135 = v _n

3. Ciągnięcie idealne.

W tym przypadku na żadnym z pierścieni ciągardki wielokrotnej, poślizg nie zachodzi (Rys. 3 krzywa a).

$$E_{x+1} = E_x = E_{x-1} = \dots = E_{x-4} = \dots = E_{n-1} = E_n = 1 \quad (15)$$

W tym wypadku z równania (7) otrzymamy:

$$\frac{E_{x+1}}{E_x} = \frac{r_x}{u_x} = 1; \text{ czyli } r_x = u_x \quad (16)$$

to znaczy, że ciągnięcie drutu bez poślizgu należy tak prowadzić, ażeby stopień wydłużenia w każdym ciągardle był równy stosunkowi szybkości obwodowych r_x sąsiednich pierścieni (bębnow) pomiędzy którymi ciągardło pracuje.

a) wypadek zużycia ciągardła pośredniego d_x (Rys. 2).

Jeżeli ciągardło d_x zwiększyło swoją średnicę o Δ , to nowy stopień wydłużenia:

$$u'_x = \left(\frac{d_{x+1}}{d_x + \Delta} \right)^2 < u_x \quad (17)$$

$$u'_{x-1} = \left(\frac{d_x + \Delta}{d_{x-1}} \right)^2 > u_{x-1} \quad (18)$$

Całkowity stopień wydłużenia dokonany w ciągardłach $d_x + \Delta$ i d_{x-1} , otrzymamy mnożąc [17] przez [18]:

$$u'_x \cdot u'_{x-1} = \frac{d_{x+1}^2}{d_x^2 + 2d_x \cdot \Delta + \Delta^2} \cdot \frac{d_x^2 + 2d_x \cdot \Delta + \Delta^2}{d_{x-1}^2} = \frac{d_{x+1}^2}{d_{x-1}^2} \cdot \left(\frac{d_x}{d_x} \right)^2 = \left(\frac{d_{x+1}}{d_x} \right)^2 \cdot u_x \cdot u_{x-1} \quad (19)$$

ponieważ $u'_x < u_x$ i $r_x = u_x$ (z równ. [16].

$$\text{to } -r_x > u'_x \quad \dots \quad (20)$$

$$\text{i } \dots r_{x-1} < u'_{x-1} \quad \dots \quad (21)$$

Z równania 11 (przy $x = x - 1$) wynika, że

$$E_{x-1} = E_{x-2} \frac{r_{x-2}}{u_{x-2}}$$

wzory [20] i [21] nie wykazują zmian wyrazów r_{x-2} , u_{x-2} zatem na podstawie wzoru [15];

$$E_{x-2} = E_x = E_{x-1} = E_{x-1} = E_n = 1$$

i na podstawie wzoru [16] ($r_x = u_x$); $r_{x-2} = u_{x-2}$ zatem $E_{x-1} = 1$ z równań [11], [16] i [21]

$$E'_x = E_{x-1} \frac{r_{x-1}}{u'_{x-1}} = 1 \cdot \frac{r_{x-1}}{u'_{x-1}} < 1.$$

i z [16] i [11]

$$\text{otrzymamy: } E'_{x+1} = E'_x \cdot \frac{r_x}{u'_x} = \frac{r_{x-1}}{u'_{x-1}} \cdot \frac{r_x}{u'_x}$$

podstawiając znaczenie wyrażenia ze wzoru [19]—tj.:

$$u'_x \cdot u'_{x-1} = u_x \cdot u_{x-1}$$

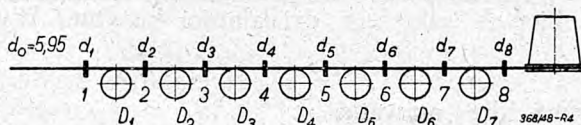
otrzymamy:

$$E'_{x+1} = \frac{r_{x-1}}{u_{x-1}} \cdot \frac{r_x}{u_x} = 1.$$

Wynika z tego, że w procesie idealnym przy zużyciu jednego z ciągań, powstaje poślizg tylko na pierścieniu, następującym po zużytym ciągań; poślizg ten będzie tym większy im większe będzie zużycie ciągań (w tym wypadku d_x).

Przykład obliczenia.

Na ciągarce wielokrotnej poddany jest ciągnieniu drut miedziany o średnicy początkowej $\varnothing = 5,95$ na średnicę końcową $\varnothing = 2$ mm w 8 ciągach (wg schematu na rys. 4 i danych z Tablicy 2).



Rys. 4. Schemat ciągarci ośmiokrotnej.

1. Założenie: Ciągarka pracuje bez poślizgu.

$$E_1 = E_2 = E_3 = \dots = E_8 = 1.$$

2. Założenie: Ciągadło d_3 na skutek zużycia, powiększyło swoją średnicę o $\Delta = 0,1$ mm.

$$u'_3 = \frac{d_2^2}{(d_3 + \Delta)^2} = \frac{16,3216}{12,3101} = 1,325$$

$$u'_4 = \frac{(d_3 + \Delta)^2}{d_4^2} = \frac{12,3101}{8,5849} = 1,435$$

$$c'_3 = \frac{F_2 \cdot c_2}{F'_3} = \frac{12,810 \cdot 108}{9,6762} = 143 \text{ m/min.}$$

$$c'_4 = \frac{F'_3 \cdot c'_3}{F_4} = \frac{9,6762 \cdot 143}{6,7420} = 205 \text{ m/min.}$$

w myśl wzoru [11] i [16] będzie:

$$E'_{x-1} = E_{x-2} \frac{r_{x-2}}{u_{x-2}}$$

$$x - 1 = 4$$

$$x - 2 = 5$$

$$E'_4 = E_5 \frac{r_5}{u_5} = \frac{c_5}{v_5} \cdot \frac{r_5}{u_5} = \frac{265}{265} \cdot \frac{1,3}{1,3} = 1.$$

$$E'_3 = E'_4 \frac{r_4}{u'_4} = 1 \cdot \frac{1,35}{1,435} = 0,941 < 1.$$

$$E'_{x+1} = E'_x \cdot \frac{r_x}{u'_x}$$

$$E'_2 = E'_3 \frac{r_3}{u'_3} = 0,941 \cdot \frac{1,40}{1,325} = 1.$$

Tablica 2.

„Charakterystyka idealna“ ciągarci ośmiokrotnej.

Ciąg n	d_n mm	v_n m/min	c_n m/min	u_n	r_n	D_n	\varnothing bębna w mm
1	4,86	74,5	74,5	1,50	1,50	300 mm	445
2	4,04	108	108	1,45	1,45		
3	3,41	151	151	1,40	1,40		
4	2,93	202	202	1,35	1,35		
5	2,57	265	265	1,30	1,30		
6	2,30	335	335	1,25	1,25		
7	2,10	402	402	1,20	1,20		
8	2,—	4 2	442	1,10	1,10		

Z obliczenia wynika, że tylko na pierścieniu D_3 zachodzi poślizg z opóźnieniem. Pierścienie D_2 i D_4 pracują bez poślizgu. W tym wypadku pierścień D_3 będzie najbardziej narażony na ścieranie i zniszczenie jego powierzchni.

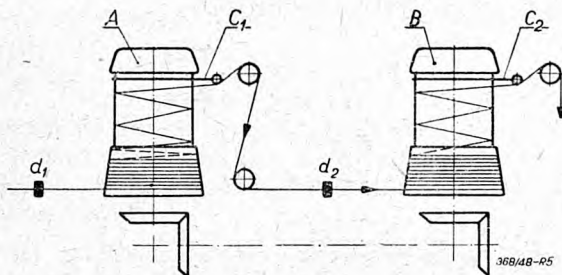
Obecnie budowane są ciągarci wielokrotne bębnowe, pracujące bez poślizgu (*Malmedie, Herborn*,—typowy schemat rys. 5), w których poślizg, występujący na skutek, czy to zużycia, czy też nieprawidłowego doboru ciągań, usuwa działanie pierścienia lub drążka sterującego. Jeżeli do ciągnięcia drutu miedzianego z $\varnothing 5,95$ --- $\varnothing 2$ mm zastosuje się odpowiednią ciągarce wielokrotną, n. p. wg typu przedstawionego na rys. 5, to: przy niez użytym, ciągań d_3 , przechodzi przez nie 151 m/min drutu o przekroju:

$$\frac{d_3^2 \cdot 3,14}{4} = 9,1327 \text{ mm}^2$$

Po zużyciu, przez d_3 , przechodzi 143 m/min. drutu o przekroju:

$$\frac{c_x}{c_{x+1}} = \frac{F_{x+1}}{F_x}; \quad F_{x+1} = \frac{c_x F_x}{c_{x+1}} = \frac{151 \cdot 9,1327}{143} =$$

$$= \frac{(d'_3)^2 : 3,14}{4} = 9,6506 \text{ mm}^2.$$



Rys. 5. Schemat ciągarci wielokrotnej bezpoślizgowej z działaniem drążka sterującego:

- A — bęben oddający drut,
 B — bęben przyjmujący drut,
 C₁ i C₂ — drążki sterujące,
 d₁ i d₂ — ciągadła.

Niedmiar $151 - 143 = 8$ m/min pokrywa bęben D_2 . W tym wypadku drążek sterujący (Rys. 5) odwija z bębna D_2 odpowiednią długość drutu, potrzebną do pokrycia niedoboru. Drążek sterujący obraca się w tym wypadku w kierunku przeciwnym do kierunku obrotu bębna. Poślizg na bębnie D_3 nie zachodzi, gdyż:

$$E_3 = \frac{c_3}{v_3} = \frac{143 + 8}{151} = 1.$$

Na bębnie D_4 owijają się drut z szybkością 202 m/min., natomiast z ciągadła d_4 wychodzi z szybkością 205 m/min.

Różnica: $205 - 202 = 3$ m/min. jest nadmiarem długości drutu, który musi przyjąć bęben D_3 .

Nadmiar 3 m/min. drutu przyjmuje bęben D_3 na skutek ruchu drążka sterującego, zgodnie z ruchem obrotowym bębna:

$$E_4 = \frac{c_4}{v_4} = \frac{205 - 3}{202} = 1.$$

Ciągarki tego typu tworzą układ elastyczny, pracujący bez poślizgu drutu względem bębna; układ ciągarki tego typu zapewnia większą żywotność bębnow, a zatem rentowność urządzenia.

b Przepadek zużycia ostatniego ciągadła.

$$u'_n = \frac{(d_n - 1)^2}{(d_n + \Delta)^2} < u_n$$

wg wzoru [11] i [20] otrzymamy:

$$E'_{n-1} = \frac{r_n}{u'_n} > 1$$

z wzorów [10], [16] i [20] będzie:

$$E'_{n-2} = E'_{n-1} \cdot \frac{r_{n-1}}{u_{n-1}} \cdot \frac{r_n}{u'_n} \cdot \frac{r_{n-1}}{u_{n-1}} > 1$$

i ogólnie ze wzorów [11], [16] i [20] będzie:

$$E'_x = E'_{x-1} \cdot \frac{r_{x-1}}{u_{x-1}} = \frac{r_n}{u'_n} > 1$$

Z tego wynika, że „ciągnięcie idealne“ w wypadku zużycia ostatniego ciągadła, powoduje poślizg z wyprzedzeniem na wszystkich pierścieniach (w układzie sztywnym) z wyjątkiem ostatniego bębna (względnie szpuli). Zachodzić będzie zrywanie drutu na całej drodze ciągnięcia drutu w ciągarce. Idealne ciągnięcie (w układzie sztywnym pracującym bez drążków lub pierścieni prowadzących) praktycznie, nie daje się przeprowadzić.

c. d. n.

DO CZŁONKÓW SIMP

W związku z koniecznością opracowania planu wydawnictw technicznych na lata 1950—1951, w zakresie potrzeb najszerzych rzesz pracowników przemysłu metalowego oraz młodzieży szkół technicznych kierunku mechanicznego, zwracamy się do Kolegów z gorącym apelem o podanie w terminie nieprzekraczalnym do dnia 31 lipca 1949 r. wykazu własnych prac, znajdujących się w przygotowaniu oraz prac zamierzonych z nauk i umiejętności technicznych, objętych zakresem działalności Instytutu Wydawniczego SIMP.

W zgłoszeniu prosimy podać:

- 1) imię i nazwisko, tytuł naukowy lub zawodowy oraz adres prywatny,
- 2) nazwę i adres instytucji zatrudniającej oraz zajmowane stanowisko,
- 3) wykaz prac, znajdujących się w rękopisie lub w przygotowaniu z podaniem:
 - a) tytułu dzieła,
 - b) dyspozycji treści,
 - c) poziomu (podstawowy, średni, wyższy),
 - e) charakteru dzieła (książka podstawowa, praca badawcza, książka do nauki, książka warsztatowa, poradnik techniczny, encyklopedia techniczna, słownik techniczny),
 - e) objętości, ilości rysunków i tablic,
 - f) przewidywanego terminu złożenia pracy w redakcji.

Zgłoszenia należy przesyłać pod adresem:

INSTYTUT WYDAWNICZY SIMP
 Redakcja Wydawnictw Książkowych
 Warszawa 32 ul. Mickiewicza 18..

DZIAŁ ODLEWNICZY

Rozwój czechosłowackiego odlewnictwa po wojnie

Dr.-inż. A. M. PLESINGER — (Czechosłowacja)

Produkcja czechosłowackich odlewni była tak zdeorganizowana przez ostatnią wojnę i jej wpływ na życie gospodarcze kraju, że w roku 1945 (drugą połowę którego dopiero można uważać za okres poświęcony pracy pokojowej) wydajność odlewni wynosiła dla żeliwa 43%, dla żeliwa ciągliwego 43% i dla staliwa 57% wydajności roku 1937.

Po zakończeniu wojny w maju 1945 r. musiało się wstrzymać ruch wielu większych odlewni z powodu zniszczeń wojennych, braku sił roboczych, konieczności zastąpienia sił pomocniczych niemieckich robotnikami czeskimi powracającymi z obozów pracy w Niemczech. Wiele odlewni na pograniczu pozostało zupełnie bez sił pomocniczych, po odejściu jeńców wojennych i robotników trzymany tam przez Niemców przemocą.

Dezorganizacja odlewnictwa wpłynęła ujemnie przede wszystkim na przemysł metalowy i maszynowy, którego jest podstawą. Przeto cały wysiłek skierowano na jaknajszybszą odbudowę odlewni i zwiększenie produkcji odlewów. Wyraźny wzrost produkcji odlewni nastąpił po ogłoszeniu 2-letniego planu produkcyjnego w jesieni 1946 r. oraz w ciągu jego wprowadzenia w życie, jak zresztą wynika z tablicy I.

TABLICA I.

Wzrost produkcji odlewni czechosłowackich.

Rok	Żeliwo szare	Żeliwo ciągliwe	Staliwo	Ogółem
1937	100	100	100	100
1945	43	43	57	45
1946	82	78	85	82
1947	120	117	121	120
1948 ¹⁾	157	126	135	152

Ustrój odlewnictwa czechosłowackiego doznał znacznych zmian z punktu widzenia organizacji przez upaństwowienie poważniejszych przedsiębiorstw, a przede wszystkim fabryk posiadających ponad 50 pracowników w roku 1948. Upaństwowienie przedsiębiorstw stało się dla większości narodu bezwzględnie koniecznością. Było ono przygotowane jeszcze w roku 1918 po odzyskaniu wolności, lecz zrealizowane zostało dopiero teraz i wszyscy są przekonani, że nowa organizacja przemysłu doprowadzi cały kraj i naród do wielkiego dobrobytu, po zwalczeniu przejściowych trudności.

Jakkolwiek przedsiębiorstwa stały się własnością państwa, nie zatraciły niezależności i osobowości

¹⁾ Produkcja za rok 1948 została przeliczona na podstawie wyników pierwszych ośmiu miesięcy.

prawnej. Przedsiębiorstwa prowadzone są wg zasad zakładów handlowych, a państwo nie ponosi odpowiedzialności z tytułu ich zobowiązań. Przedsiębiorstwem upaństwowionym kieruje Komitet Administracyjny z dyrektorem na czele. Zarówno dyrektor jak i pracownicy uważani są za pracowników prywatnych, żaden z nich nie jest urzędnikiem państwowym.

Po przeprowadzeniu upaństwowienia w roku 1948 około 96% produkcji odlewów żeliwnych wykonywane jest w odlewniach upaństwowionych. Reszta (4%) podzielona jest mniej więcej po połowie pomiędzy odlewnie prywatne i odlewnie należące do kolei państwowej. Produkcja staliwa jest w całości upaństwowiona, a produkcja żeliwa ciągliwego — prawie że cała, za wyjątkiem nieznacznego ułamka (0,6% całkowitej produkcji za rok 1948).

Upaństwowione odlewnie przeważnie stanowią część integralną przemysłu metalowego oraz fabryk ogólnej budowy maszyn (wg wagi produkcji odlewów ok. 66%), albo podporządkowane są Centralnej Dyrekcji Czechosłowackich Zakładów Hutniczych (wg wagi produkcji odlewów ok. 28%). Reszta ok. 2% należy do innych przedsiębiorstw państwowych.

Czechosłowackie odlewnie są w stanie wykonywać zarówno odlewy ze staliwa i żeliwa o wadze przekraczającej 100 t, jak i odlewy ważące tylko kilka gramów. Produkcja bardzo ciężkich odlewów oczywiście jest skoncentrowana tylko w kilku największych odlewniach, jak np. Fabryce Skoda oraz Zakładach Witkowskich.

Ciężkie odlewy ze stali i żeliwa, wytwarzane przez te zakłady, cieszą się światową sławą.

W ostatnich latach daje się zauważyć tendencja do wykonywania przedmiotów bardzo skomplikowanych; specjalnie fabryki budowy maszyn często wymagają dostawy odlewów ciężkich o skomplikowanej konstrukcji; w ogóle odlewnie coraz wężej nastawiają się na wykonanie odlewów przeznaczonych do budowy maszyn; okazuje się że z ogólnej produkcji odlewni

ok. 65% odlewów z żeliwa szarego
ok. 60% " " " " ciągliwego
oraz ok. 75% " " ze staliwa
przeznaczona jest do budowy maszyn.

Z drugiej strony dwuletni plan budownictwa wymaga od odlewni znacznego powiększenia produkcji części budowlanych.

Produkcja odlewów jest planowana i ściśle kontrolowana pod względem ilościowym. W roku 1947, tzn. pierwszym roku planu dwuletniego, odlewnie żeliwa wykonały plan w 122%, odlewnie żeliwa ciągliwego — w 98%, odlewnie staliwa — w 106%.

TABLICA II.

Porównanie wielkości odlewni Czechosłowacji i USA

Wydajność odlewni	USA (1945 r.)			Czechosłowacja (1947 r.)		
	ilość odlewni w %	produkcja w % całkowitej produkcji	średnia produkcja roczna w tonach	ilość odlewni w %	produkcja w % całkowitej produkcji	średnia produkcja roczna w tonach
b. mała	51	4,9	370	49	6	112
mała	23,6	9,6	1570	31	18	475
średnia	11,8	10,8	3500	17	42	2000
duża	10,0	23,9	9400	3	34	9900
b. duża	3,6	51,0	53500	—	—	—
Ogółem . .	100	100	3850	100	100	850

W pierwszych 8-miu miesiącach 1948 r. plan został wykonany w 105% dla żeliwa szarego, w 102% dla żeliwa ciągliwego i w 117% dla staliwa. Ilości z roku 1937 zostały znacznie przekroczone jeszcze w roku 1947.

Pod względem wyposażenia odlewnie czechosłowackie ustępują odlewniom innych krajów wysoce uprzemysłowionych. Podczas gdy w ZSRR, USA i krajach zachodnich dzięki racjonalizacji produkcji uzyskano podczas ostatniej wojny nadzwyczajne wyniki — czechosłowackie odlewnie musiały się zadowolnić najoszczędniejszym gospodarowaniem urządzeniami celem utrzymania produkcji.

Faktycznie wszystkie odlewnie żeliwa szarego posiadają żeliwiaki; w nowszych instalacjach przeważa żeliwiak o dmuchu zrównoważonym typu *British Cast Iron Research Association*. Tylko w jednej odlewni używają wyjątkowo pieca indukcyjnego niskiej częstotliwości.

O ile chodzi o wielkość odlewni czechosłowackich określaną wg ich produkcji rocznej, to można powiedzieć, iż warunki panujące tu nie różnią się od warunków w innych krajach łącznie z USA; dane porównawcze zawarte są w tablicy II.

Produkcja roczna (średnia) odlewni innych krajów europejskich wynosiła ok. 700 t w Belgii w 1946 roku, ok. 1850 t w Wielkiej Brytanii i ok. 1000 t w Danii w 1947 r. wtenczas gdy w dawnych Niemczech osiągnęła już w roku 1929 ok. 2000 t.

Czechosłowacja posiada znacznie mniej odlewni staliwa i żeliwa ciągliwego niż odlewni żeliwa szarego i odlewnie te różnią się bardzo pomiędzy sobą pod względem wielkości i wydajności. Średnia roczna wydajność odlewni wzrosła w roku 1947 do ok. 670 t żeliwa ciągliwego i ok. 3800 t staliwa. Poza tym istnieje poważna ilość odlewni metali nieżelaznych; są to poza nielicznymi wyjątkami przedsiębiorstwa bardzo małe. Poza tym należy zauważyć, że wagowo prawie 30% odlewów nieżelaznych wykonuje się pod ciśnieniem.

Przy porównaniu wielkości odlewni żeliwa szarego pomiędzy sobą, wg ilości pracowników, dochodzimy do pewnego podobieństwa pomiędzy odlewniami różnych krajów, które jednak jest tylko pozorne, ponieważ wydajność odlewni w innych kra-

jach, a przede wszystkim wielkich odlewni w USA jest znacznie większa niż w Czechosłowacji (przy równej ilości pracowników), co się tłumaczy daleko posuniętym zmechanizowaniem w odlewniach zagranicznych. Szczegóły widoczne są z tablicy III.

TABLICA III.

Ilość odlewni wg ilości pracowników.

Ilość pracowników w odlewni	Ilość odlewni w % ogólnej ilości w kraju (1947 r.)			
	USA	Francja	Wielka Brytania	Czechosłowacja
do 20	—	63	—	—
do 25	29	—	—	48
do 50	—	—	50	—
od 21 — 250	—	35,1	—	—
od 26 — 250	62	—	—	44
od 51 — 200	—	—	43	—
od 251 — 500	6,4	1,1	—	5
powyżej 200	—	—	7	—
„ 500	2,6	0,8	—	3

W Czechosłowacji tak jak w innych krajach uprzemysłowionych największa ilość odlewów wykonana jest z żeliwa szarego. Ciekawe porównanie z ZSRR i USA daje tablica IV.

TABLICA IV.

Podział odlewów w Czechosłowacji, ZSRR i USA

odlew z	w Czechosłowacji			ZSRR 1937 r.	USA 1946 r.
	1937 r.	1947 r.	1948 r.		
żeliwa szarego	80 %	79,7 %	83 %	80,5 %	82,5 %
żeliwa ciągliwego	2 „	2,2 „	2 „	2,2 „	6 „
staliwa	18 „	18,1 „	15 „	17,5 „	11,5 „
ogółem	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Odlewnie żeliwa ciągliwego posługują się wyłącznie żeliwiakami, żadna nie posiada pieca indukcyjnego wysokiej częstotliwości. Odlewnie staliwa zastąpiły dawniejsze piece martenowskie elektrycznymi

piecami łukowymi i piecami indukcyjnymi wysokiej częstotliwości. Piece martenowskie utrzymały się tylko w kilku największych stalowniach, które oczywiście posiadają też piece elektryczne. Większość odlewni stali pracuje wg procesu zasadowego. Proces kwaśny stosowany jest tylko dla wypadków specjalnych. Gruszki powierzchniowego świeżenia, piece *Brackelsberga* nie istnieją już w czechosłowackich odlewniach. Większość odlewni staliwa i żeliwa ciągliwego przywiązuje jaknajwiększą uwagę metalurgicznemu procesowi, natomiast odlewnie żeliwa szarego przeważnie opierają się na danych empirycznych.

Pod względem formowania można stwierdzić, że zaledwie 30% ogólnej ilości odlewów formowane jest maszynowo. Maszyny do formowania są przeważnie ręczne, obrotowe, lub trzpieniowe, produkcji czechosłowackiej lub niemieckiej; nie wiele przewyższają one pod względem wydajności formowanie ręczne. Spośród wstrząsarek pneumatycznych rozpowszechnione są maszyny typu *Zimmermann* oraz w kilku nowoczesnych odlewniach szwajcarskie maszyny typu *Nichollsa*. Poza tymi maszynami można zauważyć w odlewniach cały szereg innych konstrukcji czasem całkiem specjalnych. Są też odlewnie, które używają maszyn hydraulicznych. Dwie odlewnie pracują na narzucarkach starszego typu. Bezskrynkowe formowanie spotkać można tylko wyjątkowo.

Kilka zakładów posiada urządzenia transportowe dla piasku i gotowych form oraz nowoczesne urządzenia dla przygotowania masy formierskiej. Nie ma wątpliwości, iż w odlewniach można zaprowadzić dużo ulepszeń i oszczędności w gospodarce materiałem formierskim. Większe odlewnie dążą do tego, aby zastąpić piaski naturalne (wykazujące wielką różnorodność) piaskami syntetycznymi, i osiągają przeważnie dobre wyniki.

Słabym miejscem pozostał problem dobrego spoiwa do rdzeni; pomocy w rozwiązaniu tego problemu odlewnie oczekują od upaństwowionego przemysłu chemicznego.

W oczyszczalniach odlewów używane dotychczas mało wydajne i niehigieniczne bębny do czyszczenia oraz piaszczarki pneumatyczne zaczynamy zastępować maszynami rzutowymi pracującymi śrutem stalowym*), najczęściej maszynami typu *Wheeler*.

Ażeby uczynić zadość rosnącemu zapotrzebowaniu na odlewy i powiększyć wydajność odlewni dą-

*) w istocie żeliwnym (uwaga Red)

żymy do powiększenia wydajności rocznej każdego pracownika. W tym celu przeprowadza się specjalizację poszczególnych odlewni dla ściśle określonej produkcji, umożliwiając tym samym zmechanizowanie różnych operacji. Jaknajwiększą uwagę zwraca się na dobre rozwiązanie kwestii transportu. Urządzenia transportowe wykonuje się wg dokładnie przeprowadzonych obliczeń i planów; w specjalnych wypadkach, wykonanych przy współpracy fachowców zagranicznych.

Ze względu na stale powiększające się zapotrzebowanie na odlewy, zarówno dla fabryk metalurgicznych, fabryk ogólnej budowy maszyn, oraz dla budownictwa, stan zamówień jeszcze nie wykonanych już przekroczył roczną wydajność, przede wszystkim dla żeliwa szarego i ciągliwego. Wytworzyła się dla niektórych odlewów specjalnych, przeznaczonych do nowo zapoczątkowanej produkcji np. ciągników itp., sytuacja nader krytyczna.

Organizacja upaństwowionych przedsiębiorstw dąży do tego, aby każda fabryka mająca większe zapotrzebowanie na odlewy otrzymywała je z własnej odlewni. Dzięki temu zachowany jest ścisły kontakt pomiędzy konstruktorami i warsztatem mechanicznym z jednej strony, a odlewnią z drugiej. Poza tym i praca administracyjna związana z zamówieniem jest uproszczona.

W Czechosłowacji tak samo jak i w innych krajach daje się zauważyć brak sił pomocniczych i pracowników technicznych w odlewniach. Uważamy, że najpewniejszym środkiem zachęcenia pracowników do pracy w odlewniach są ulepszenia właściwego warsztatu pracy i warunków higienicznych w nim. Wszystkie inne środki, jak np. podwyżka wynagrodzenia itp., są mało skuteczne na dłuższą metę.

W ostatnich latach odlewnie czechosłowackie zaprowadziły wiele nowych metod fabrykacji, które zostały opracowane przez Komitety Techniczne dla spraw żeliwa szarego, żeliwa ciągliwego oraz staliwa. Znacznie zwiększyła się też współpraca z innymi sektorami upaństwowionego przemysłu, jak np. z przemysłem węglowym w sprawie koksu odlewniczego, lub z przemysłem materiałów ceramicznych w sprawie materiałów ogniotrwałych itp.

Lecz nie tylko technicy z wykształceniem teoretycznym przyczyniają się do pomyślnego rozwoju odlewni czechosłowackich, również robotnicy, pracobnicy i mistrzowie przedkładają swe pomysły, po zastosowaniu których osiągnięto duże oszczędności lub wzmoczoną produkcję.

JUŻ ZNAJDUJE SIĘ W DRUKU KSIĄŻKA p. t. **METALOZNAWSTWO**

opracowana przez inż. mech. Tadeusza Pełczyńskiego
i inż. mech. Romana Sypniewskiego

Książka ta jest przeznaczona jako podręcznik dla uczniów liceów mechanicznych.
Termin ukazania się książki – koniec lipca 1949 r.

Organizacja i planowanie pracy w odlewni

(ciąg dalszy)

Inż. PLATON JANUSZKIEWICZ

Obliczenie jednostek transportowych

Zakładając, że

Q = waga w t wysyłanego z każdego punktu w ciągu jednej zmiany ładunku,

q = ładowność jednostki transportowej w t ,

η = współczynnik użyteczności,

l = odległość między dwoma punktami,

t_1 = czas (w minutach) naładunku jednostki transportowej,

t_2 = czas (w minutach) rozładunku jednostki transportowej,

t_3 = czas (w minutach) jazdy naładowanej jednostki transportowej,

t_4 = czas (w minutach) jazdy próżnej jednostki transportowej,

V_1 = przeciętna szybkość jazdy naładowanej jednostki transportowej w m/min,

V_2 = przeciętna szybkość jazdy próżnej jednostki transportowej w m/min,

T = czas efektywnej pracy wciągu zmiany w min.,

α = współczynnik uwzględniający zatrzymania, przestoje itp.,

n_1 = ilość jednostek transportowych przy ruchu wadłowym,

n_2 = ilość jednostek transportowych przy ruchu okrężnym,

N = ilość punktów odbioru i wysyłki ładunków,

to otrzymamy:

$$n_1 = \frac{Q \alpha N}{q \eta T} (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) =$$

$$= \frac{Q \alpha N}{q \eta T} \left(t_1 + t_2 + \frac{1}{V_1} + \frac{1}{V_2} \right)$$

$$n_2 = \frac{Q \alpha N}{q \eta T} (t_1 + t_2 + t_3) = \frac{Q \alpha N}{q \eta T} \left(t_1 + t_2 + \frac{1}{V_1} \right)$$

TABLICA IX

Wartości szybkości jazdy wózków popychanych przez ludzi

Charakterystyka toru	Szybkość jazdy		
	z ładunkiem		
	1 t	2 t	próżne
krótki z większą ilością tarcz obrotowych	25 m/min.	15 m/min.	40 m/min.
długi z małą ilością tarcz obrotowych	35 m/min.	25 m/min.	50 m/min.

Powyższe metody racjonalizacji transportu mogą być również zastosowane do innych środków transportowych, jak np.: wózki z ruchomymi platformami, elektrokary, kolejki wiszące itp.

Środki transportowe.

Każda operacja cyklu produkcyjnego wymaga zastosowania odrębnych środków transportowych. Zasadniczych operacji jest pięć:

- 1) przygotowanie masy formierskiej i rdzeniowej,
- 2) wykonanie rdzeni i form,
- 3) topienie,
- 4) zalewanie,
- 5) wybijanie i wysyłka odlewów.

Rozpatrzmy bliżej środki transportowe, stosowane w odlewniach częściowo zmechanizowanych. Należy tu podkreślić, że zagadnienie transportowe może być właściwie rozwiązane tylko wówczas, kiedy rozplanowanie odlewni jest racjonalne, tj. poszczególne oddziały i stanowiska pracy są terenowo rozmieszczone według kolejności operacji przyczyniających się do powstawania gotowego przedmiotu, a składy materiałów i surowców znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie miejsc ich zużycia. Wtenczas ruch materiałów jest jednokierunkowy i droga jest skrócona.

Transport masy formierskiej i rdzeniowej.

Świeży piasek formierski jest dostarczany do odlewni wagonowo (przy istnieniu własnej bocznicy kolejowej) względnie samochodami lub furmankami. Piasek nie powinien być dostarczany w krytych wagonach lecz na platformach ze względu na łatwość zastosowania mechanicznego rozładunku przy pomocy suwnic z czerpakami. Bunkry piaskowe (zagrody) muszą przylegać do oddziału przerobu masy formierskiej i rdzeniowej. Masa formierska może być dostarczana do stanowisk formierskich przy pomocy: taczek, kołeb wąskotorowych lub zawieszonych na kolejce wiszącej kadzi z otwieranym dnem i transporterów taśmowych lub innych. Ostatnie dwa rozwiązania stosuje się wyłącznie w odlewniach zmechanizowanych przy doprowadzaniu masy do maszyn formierskich. Na rys. 12 są pokazane rozmaite sposoby transportu masy formierskiej.

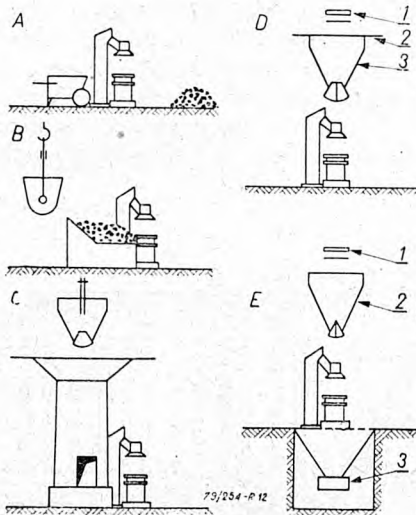
Rys. 12 A. Dostawa masy przymodelowej odbywa się przy pomocy taczek dwukołowych. Masa wypełniająca jest przerabiana na miejscu i wysypana koło maszyny.

Rys. 12 B. Masa jest dostarczana przy pomocy kolejki wiszącej i koleby wywrotnej. Ten sposób jest stosowany również i przy formowaniu ręcznym. Masa jest wysypywana do skrzyni ustawionej na poziomie stołu maszyny formierskiej w celu zaoszczędzenia formierzowi zbędnych ruchów (schylania się).

Rys. 12 C. Masa jest dostarczana przy pomocy kolejki wiszącej i kadzi z otwieranym dnem. Robotnik, poruszający się po pomoście zbudowanym nad kolumnowymi zbiornikami, przesuwając każdą wzdłuż kolejki.

Zamiast kolejki wiszącej można użyć wózków wąskotorowych przesuwanych wzdłuż torów ułożonych na pomoście.

Rys. 12 D. Masa jest doprowadzana przy pomocy transporterów do zbiorników umieszczonych nad maszynami, W odlewniach mniejszych częściowo zmechanizowanych można użyć zamiast transporterów okrągłych skrzyń, z automatycznie otwieranym dnem, przenoszonych suwnicą (rys. 13).



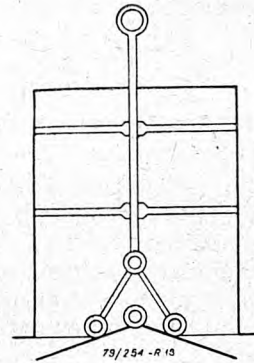
Rys. 12. Transport masy formierskiej do maszyn.

A — wózek kołowy; B — kolebka zawieszona na kolejce wiszącej; C — pomost i skrzynia zawieszona na kolejce wiszącej; D — 1 — taśma, 2 — pomost, 3 — zbiornik nad maszyną; E — 1 — taśma, 2 — zbiornik nad maszyną, 3 — powrót nadmiaru masy taśmą podziemną.

Rys. 12 E. Masa formierska jest dostarczana przy pomocy taśmy do zbiorników umieszczonych nad maszynami. Maszyny są umieszczone na okratowaniu, przez które przesypuje się nadmiar masy, która wraca do oddziału przerobu masy przy pomocy transportera podziemnego. Przy pracy z masą przymodelową i wypełniającą, zbiorniki z masą wypełniającą są umieszczone nad maszynami, a między nimi są umieszczone mniejsze zbiorniki kolumnowe (rys. 12 E) na masę przymodelową. Przy pracy z masą jednolitą potrzeba drugich zbiorników odpada.

Masa rdzeniowa jest najczęściej dostarczana przy pomocy taczek lub wózków poruszających się po pomoście, skąd jest wsypywana do zbiorników skośnych umieszczonych nad warsztatami rdzeniarskimi.

Schemat takiej instalacji jest pokazany na rys. 14. Masa rdzeniowa przerobiona w mieszalniku (1) jest doprowadzana przy pomocy taczek do zbiorników (2) które zasilają warsztaty rdzeniarskie (3) przy których pracują rdzeniarze (4). Rdzenie są ustawiane na półkach stelarzy (5), które są transportowane do suszarni (6) przy pomocy wózków z ruchomą platformą. Można zastąpić zwykle warsztaty rdzeniarskie przez specjalne czteroosobowe pokazane na rysunku 15. Masa rdzeniowa spada ze zbiornika okrągłego (1) do jednego z czterech przedziałów warsztatu poprzez ruchomy szyber (2). Stół przewidziany na czterech pracowników jest podzielony przy pomocy przegród (3) na cztery stanowiska. Odwrócony stożek wykonany z blachy zatrzymuje spadający piasek i podłoga koło warsztatu jest zawsze czysta.



Rys. 13. Skrzynia okrągła z otwieranym dnem.

Sposób transportu rdzeni wewnątrz rdzeniarni jest zależny od konstrukcyjnego rozwiązania suszarni rdzeniowych. Przy piecach komorowych rdzenie są układane na półkach zaopatrzonych w kółka stelarzy, które wraz z rdzeniami są wprowadzone do suszarni. Rdzenie są odwożone do formiarni na tych samych stelarzach. Czasami stelarze są pozbawione

TABLICA X

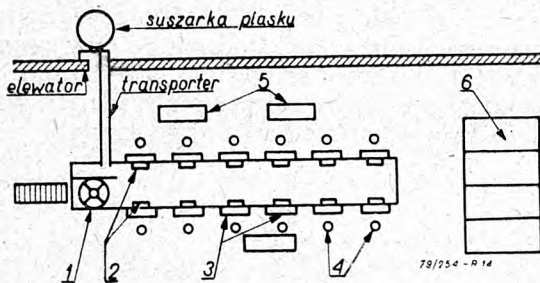
Wartości współczynników, czasów załadunku i rozładunku oraz szybkości jazdy wózków kołowych, używanych przeważnie do transportu międzydziałowego.

Typ wózka	η	$t_1 = t_2$ m/min.	V_1 m/min.	V_2 m/min.	α
Wózek ręczny bez platformy ruchomej	0,4 — 0,75	W zależności od ładunku	20	30	1,25
Wózek ręczny z ruchomą platformą	0,4 — 0,75	0,5	20	30	1,25
Elektrokar bez ruchomej platformy	0,4 — 0,75	W zależności od ładunku	80	90	1,25
Elektrokar z ruchomą platformą	0,4 — 0,75	0,5	80	90	1,25

kółek i transport odbywa się przy pomocy wózków z ruchomymi platformami, które są pod nie wprowadzane. Wózki te są czasami zaopatrzone w napęd elektryczny.

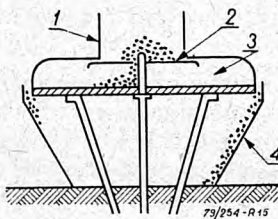
W wypadkach zainstalowania suszarni o ruchu ciągłym, np. pionowe suszarnie łańcuchowe, to transport rdzeni do suszarni odbywa się również przy pomocy transportera łańcuchowego, zaopatrzonego w wiszące półki. Duże rdzenie są przewożone przy pomocy suwnic.

Transport modeli i skrzyń formierskich odbywa się przy pomocy zwykłych wózków wąskotorowych, wózków z ruchomą platformą albo elektrokarów.



Rys. 14. Urządzenie rdzeniarni.

Transport form. W odlewniach niezmechanizowanych transport małych form odbywa się ręcznie, a w dużych przy pomocy suwnic. Transport form w odlewniach częściowo zmechanizowanych odbywa się przeważnie przy pomocy transporterów rolkowych, ustawionych przy maszynach formierskich.



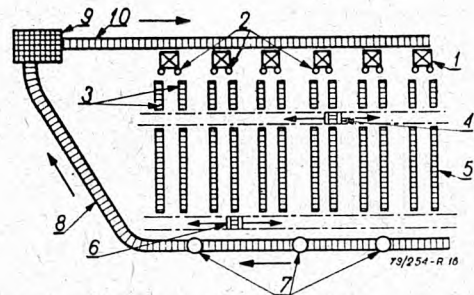
Rys. 15. Warsztat rdzeniarski.

Transportery rolkowe przeważnie mają pochylenie kilku stopni w celu ułatwienia przesuwania form. Można zastąpić transportery przez wózki poruszające się po równych wąskich torach.

Przykłady rozwiązania transportu form są podane na rys. 16, 17 i 18.

Na rys. 16 pokazany jest sposób transportu form w odlewni średnich odlewów, częściowo zmechanizowanej, o seryjnym charakterze produkcji.

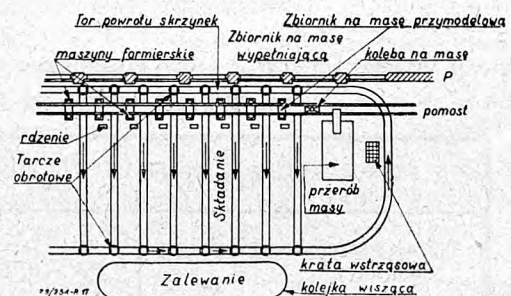
Półki form zaformowane na maszynach formierskich (1) przez formierzy (2) są ustawiane na krótkich transporterach rolkowych (3), gdzie odbywa się składanie. Przesuwane mostki rolkowe (4) posuwające się po szynach umożliwiają przesunięcie gotowych form na transportery rolkowe (5), gdzie odbywa się zalewanie. Po zalaniu formy przy pomocy transportera rolkowego (8) trafiają na kratę wstrząsową, gdzie są wybijane. Przesuwanie skrzyń z transporterem (5) na transporter (8) odbywa się za pośrednictwem przesuwnych mostków (6) i płyt obrotowych (7). Powrót pustych skrzyń formierskich do maszyn odbywa się przy pomocy transportera rolkowego (10).



Rys. 16. Transport form w odlewni średnich odlewów.

Na rys. 17 pokazany jest plan odlewni produkującej dziennie 2000 szt. bębnow hamulcowych z żeliwa ciągliwego. Odlewnia używa skrzynek o wymiarach 350×350 .

Zamiast często używanych transporterów rolkowych zastosowano w tym wypadku wózki platformowe, na które wstawia się formy w ilości 8 szt. na każdym. W odlewni znajduje się 8 par maszyn formierskich ustawionych w jednej linii. Nad maszynami formierskimi są zmontowane zbiorniki na masę wypełniającą. Każdy zespół składa się z dwóch maszyn: na jednej wykonuje się wierzch, na drugiej spody. Między każdymi dwoma maszynami znajduje się zbiornik na masę przymodelową. Dostawa masy do zbiorników odbywa się przy pomocy wózków kołkowych, poruszających się wzdłuż pomostu.



Rys. 17. Odlewnia częściowo zmechanizowana.

Masa z oddziału przeróbki masy jest doprowadzana na pomost przy pomocy elevatorów. Wózki z wykończonymi i złożonymi formami są przesuwane po torach poprzecznych do miejsca zalewania. Wózki po odlewie są przesuwane do wybijania. Po wybijaniu form na kratce wstrząsowej wózki załadowa-

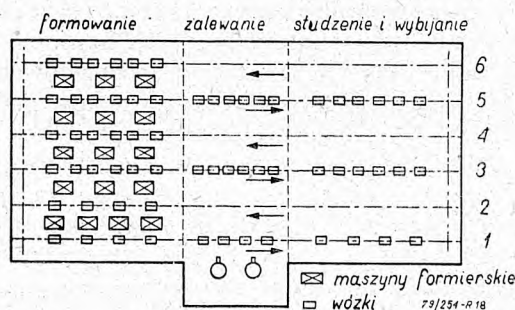
ne opróżnionymi skrzynkami formierskimi wracają do maszyn formierskich i są ustawiane na torach poprzecznych. Zużyta masa wraca (spod kraty wstrząsowej) do oddziału przerobu masy, skąd po przeróbce trafia na pomost.

Wózki są zaopatrzone w łożyska rolkowe, a szyny, po których się przesuwają, są w stykach pospawane i zeszlifowane, ażeby uniknąć wstrząsów. Tarcze obrotowe są zaopatrzone w specjalne unieruchamiające zamki, zwalniane przez naciśnięcie nożnym pedałem.

Zarówno wózki, jak tory i tarcze muszą być wciąż konserwowane i utrzymywane w dobrym stanie.

W omawianej odlewni uzyskano oszczędność na robociznie 35 — 40% w stosunku do wydajności odlewni niezmechanizowanych, a to na skutek wprowadzenia transportu form i napełniania skrzyń masą ze zbiorników.

Przy uwzględnianiu kosztu instalacji koszt własny odlewów obniżył się o 15 — 25%.



Rys. 18. Plan odlewni nie zmechanizowanej z pracą ciąglą

Na rys. 18 pokazany jest plan odlewni produkującej masowo odlewy do maszyn rolniczych, gdzie zaprowadzono pracę ciąglą (równoległą) przez wprowadzenie odpowiedniego rozwiązania zagadnienia transportu form (przy użyciu prymitywnych środków transportowych). Transport form odbywa się na wózkach platformowych, zaopatrzonych w łożyska kulkowe. Na każdym wózku ustawia się 4 — 6 form względnie 12 — 18 form przy układaniu w 3-ch zsuniętych kondygnacjach. Każdy tor przebiegający koło maszyn formierskich jest podzielony na 3 odcinki: formowania, zalewania i wybijania. Torów jest sześć, przy czym 3 są robocze, a pozostałe 3 — powrotne. Praca odbywa się w sposób następujący: na każdy roboczy tor podstawia się tyle próżnych wózków, ile jest w linii maszyn formierskich. Naprzeciw każdej maszyny zatrzymuje się jeden wózek. Na torach z podwójnym rzędem maszyn, jeden wózek obsługuje dwie przeciwległe maszyny. Na każdy wózek naładowano uprzednio odpowiednią ilość masy formierskiej i odpowiednie skrzynki. Pomocnicy, po podstawieniu rozładują wózki, formierze zaformowują skrzynki i ustawiają gotowe formy na opróżnione wózki. Po napełnieniu wszystkich wózków są one przesuwane do strefy zalewania, a na ich miejsce podstawia się świeże wózki.

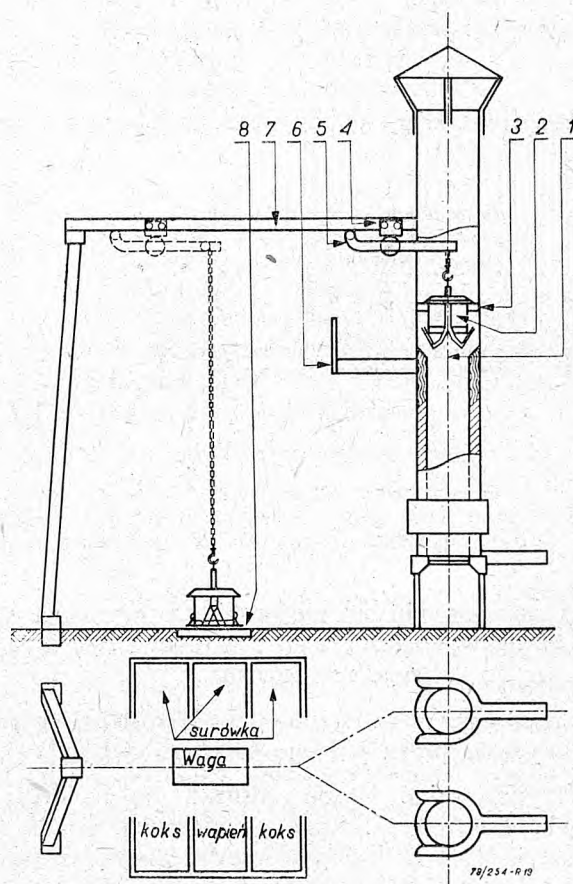
Po zalaniu form wózki są przetaczane do strefy stygnięcia, które trwa w zależności od grubości ścianek odlewu i wagi od 10 minut do 1 godziny. Formy po ostygnięciu są wybijane; gorący piasek jest zbierany

w kupę a odlewy są odtransportowywane do oczyszczalni. Opróżnione wózki są załadowywane skrzynkami oraz przerobioną na miejscu masą znajdującą się między torami, poczym wracają po torach powrotnych do maszyn formierskich.

Przy opisanym systemie można z łatwością zaprowadzić pracę na 2 lub 3 zmiany. Na każdej linii składającej się z dwóch torów (roboczego i powrotnego) znajduje się cztery komplety wózków: jeden jest zajęty pod formowanie, drugi pod zalewanie, trzeci pod stygnięcie i wybijanie a czwarty znajduje się na torze powrotnym. Należy mieć w rezerwie kilka wózków do zmiany w razie zepsucia się jednego z pracujących wózków.

Transport materiałów wsadowych.

Surówka, złamki, koks i topniki są dostarczane do odlewni, wagonowo. Wszystkie te materiały muszą odbyć drogę z wagonu na skład surowców a ze składu na pomost wsadowy żeliwiaków.



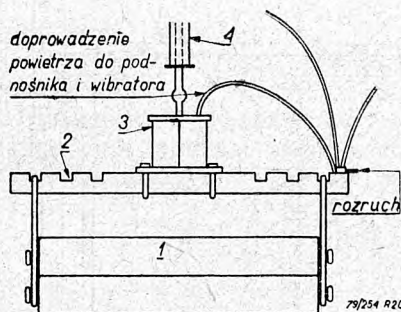
Rys. 19. Mechaniczne ładowanie małych żeliwiaków.

W celu skrócenia transportu skład materiałów wsadowych powinien znajdować się zaraz za żeliwiakami. W dużych odlewniach stosuje się często następujące rozwiązanie:

nad składami surowców kursuje suwnica wzdłuż torów podsuwnicowych jeden z których przylega do budynku odlewni, a drugi jest umieszczony na luźno stojącej konstrukcji żelaznej. Suwnica jest zaopatrzona w elektro-magnes do rozładowywania surówki i złamków oraz w czerpak do rozładowywania koksu i ewentualnie piasku. Pomost wsadowy jest wysunięty

ty z budynku pod zasięg suwnicy. Podawanie surowców i koksu na pomost wsadowy odbywa się przy pomocy tej samej suwnicy. Takie rozwiązanie umożliwia szybką i taną obsługę składu surowcowego. O ile oddział przerobu masy formierskiej znajduje się po tej samej stronie budynku co i żeliwiaki, wtenczas bunkry piaskowe przylegają do budynku. Są one zaopatrzone wówczas w górne klapy służące do wrzucania piasku formierskiego. Przeladunek piasku z wagonów do bunkrów odbywa się przy pomocy tej samej suwnicy placowej. W mniejszych odlewniach, posiadających małe składy i małe żeliwiaki, dobre wyniki daje następujące rozwiązanie: (rys. 19).

Materiały wsadowe odpowiednio posegregowane znajdują się w zagrodach. Każdą załadownicą (2) ustawiają na wadze (8). Wszystkie składniki wsadu tj. wsad metalowy, koks i wapień są ważone w kadzi (2). Zaopatrzone w wyciąg (5), dźwig elektryczny (4) poruszający się wzdłuż toru o przekroju dwuteowym (7) unosi każdą z odważonym wsadem i wprowadza ją poprzez okno wsadowe do żeliwiaka (1). Wyłącznik zderzakowy zatrzymuje posuw i każdą opuszcza się na wsporniki (3) umieszczone wewnątrz żeliwiaka. Opuszczający się w dalszym ciągu hak zwalnia dolne klapy kadzi i wsad spada do pieca.



Rys. 20. Belka wstrząsowa do wybijania.

Po załadunku hak się unosi, zamyka dolne klapy, dźwig wyjeżdża z kadzi z pieca i opuszcza ją na wagę do dalszego załadunku.

Ładowanie pieca średniej wydajności może być wykonywane przez jednego tylko robotnika.

Przygotowanie wsadu odbywa się na dole co ułatwia kontrolę. Ręczne przenoszenie wsadu ma miejsce jedynie na krótkiej przestrzeni między zagrodami i kadzią umieszczoną na wadze. Dźwig jest uruchamiany i zatrzymywany za naciśnięciem wyłączników guzikowych, umieszczonych przy wadze.

Transport płynnego żeliwa odbywa się normalnie ręcznie albo w kadziach bębnowych po wąskich torach lub też przy pomocy suwnicy. W odlewniach zmechanizowanych stosują do podwożenia żeliwa kolejki wiszące jednoszynowe, po których porusza się wózek, na którym zawieszona jest kadź. Posuw wózka może być ręczny albo elektryczny. Często wózek jest zaopatrzone w podnośnik względnie specjalne urządzenie, umożliwiające zalewanie form przez jednego człowieka.

Wybijanie.

W odlewniach, w których transport masy formierskiej jest zmechanizowany, wybijanie odbywa się również mechanicznie na kratkach wstrząsowych. Wybita masa formierska przelatuje przez kratę i jest odprowadzana podziemnym transportem do oddziału przerobu masy.

W odlewniach niezmechanizowanych można uprościć operacje wybijania (szczególnie większych skrzynek) przez zastosowanie wibratorów przy podnośnikach pneumatycznych lub suwnicach. Aparat taki jest pokazany na rys. 20. Skrzynki (1) zawieszono są na belce (2) nieruchomo złączonej z wibratorem (3) zawieszonym z kolei na haku podnośnika. Piasek i odlewy spadają na kratę, na której pozostają odlewy, a piasek przechodzi przez kratę.

Transport odlewów do oczyszczalni i dalej na skład odbywa się przy pomocy zwykłych wózków wąskotorowych lub elektrokaru. Tylko w odlewniach kompletnie zmechanizowanych odlewy są transportowane przy pomocy automatycznych transporterów. Wybór odpowiednich środków transportowych zależy jest w każdym wypadku od warunków miejscowych, tj. od wysokości i charakteru produkcji i od ciężaru jednostkowego odlewu. W wielu wypadkach jak widzieliśmy, można rozwiązać sprawę transportu przy pomocy zwykłych środków leżących w granicy możliwości każdej odlewni. Środki takie przy właściwej organizacji mogą dać bardzo dobre wyniki.

Wszystkie urządzenia do ciągłego zmechanizowanego transportu wymagają dużych wkładów inwestycyjnych i dużych wydatków związanych z ich utrzymaniem, dlatego też należy przed ich wprowadzeniem zastanowić się i przeliczyć czy uzyskana oszczędność na robociznie nie zostanie pochłonięta przez koszty utrzymania urządzenia. Wprowadzenie zmechanizowanego transportu jest usprawiedliwione jedynie przy odpowiednio wysokiej produkcji odlewni. Dobrze zorganizowany transport musi być dostosowany do warunków procesu technologicznego i powinien umożliwić dostarczenie lub odprowadzenie odpowiedniego materiału na właściwe miejsce, we właściwym czasie i jaknajmniejszym kosztem.

ŹRÓDŁA:

- 1) L. J. Fantałow — Zasady projektowania odlewni.
- 2) L. W. Bartaszew i B. A. Kułtaszew — Organizacja i planowanie produkcji odlewniczej.
- 3) Henri Perchat — La sablerie dans la mécanisation des fonderie. Fonderie Nr 24 r. 1947.
- 4) Gabriel Joly — La mécanisation des fonderie anglaise. Fonderie Nr 20 r. 1947.
- 5) W. Weichelt — Contribution à la mécanisation très pousse des fonderies. Fonderie Nr 25 r. 1948.
- 6) Roger Lasage — Le chargement automatique des petites cubilots. Fonderie Nr 9 r. 1946.

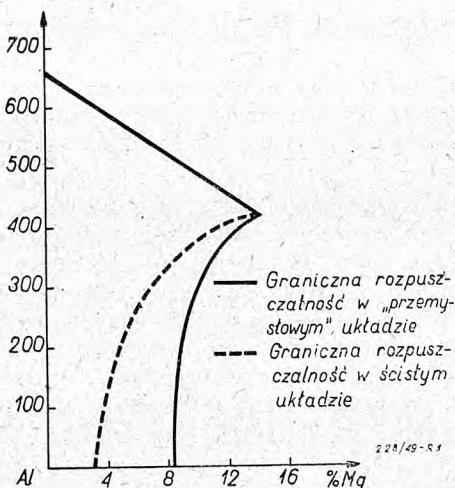
Przegląd czasopism odlewniczych

W „Przeglądzie pism” dążymy do najdokładniejszego przetłumaczenia i zreferowania artykułów wydrukowanych w zagranicznych czasopismach, lecz nie bierzemy odpowiedzialności za ich treść i wnioski.

PRZEMYSŁOWE UKŁADY STOPÓW.

W rosyjskiej literaturze technicznej¹⁾ zwrócono ponownie uwagę na praktyczne znaczenie przemysłowych układów stopów podwójnych. Obecnie dają się zauważyć dość znaczne odstępstwa pomiędzy układami stopów, opracowanymi na podstawie ścisłych badań laboratoryjnych, a praktyką przemysłową.

Można tu podać następujące przykłady: z układu stopów Cu-Pb wynika, że graniczna rozpuszczalność ołowiu w miedzi wynosi 14% Pb, jednak w praktyce już przy 7% Pb pojawia się eutektyka. Natomiast w wypadku stopów aluminium z magnezem uzyskuje się stop jednofazowy (roztwór α) jeszcze przy 7% Mg, podczas gdy graniczną rozpuszczalność w normalnych temperaturach ścisłe badania ustaliły na 4%. Stopy miedzi z cynkiem w praktyce przemysłowej pozostają jednofazowe przy



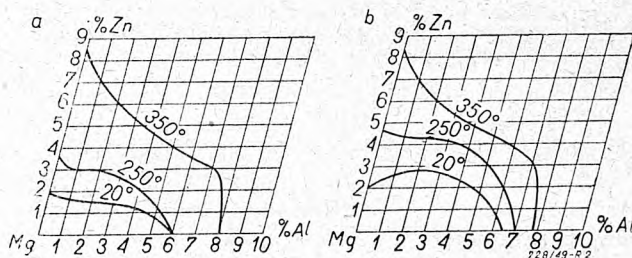
Rys. 1. Rozpuszczalność Mg w układzie Al-Mg

zawartości 37% Zn, a nie przy 39% Zn, jak to wynika z układu Cu-Zn, opracowanego przez Bauera i Hansena w 1927 r. Należy zaznaczyć, że bliższy praktyce jest starszy układ Shepherd'a (1904 r.) i na ogół można powiedzieć, że dawniej opracowane układy są bardziej zgodne z praktyką przemysłową niż nowe.

Przyczyna tego łączy się z istotą całego zagadnienia. Nowoczesne, ścisłe metody badawcze opierają się na materiałach o najwyższej czystości, jaka może być osiągalna w obecnym stanie techniki. W praktyce natomiast spotykamy się z surowcami, które mają pewne ilości domieszek i wpływu tego, jak widać nie można zanied-

bywać. Drugą, nie mniej istotną przyczyną jest fakt, że do uzyskania stanu równowagi potrzeba niekiedy wiele czasu (np. dla niektórych stopów żelaza z niklem wiele miesięcy), co w praktyce przemysłowej jest nie do przeprowadzenia z przyczyn ekonomicznych.

Nie pomniejszając ogólnego i naukowego znaczenia ścisłych układów stopów byłoby bardzo ważne dla przemysłu opracowanie układów „przemysłowych” tzn. w oparciu o surowce przemysłowe i z uwzględnieniem sposobu produkcji, jeśli chodzi o osiąganie stanów równowagi. Zagadnieniami tymi mogłyby zająć się Instytuty techniczne.



Rys. 2. Układ Mg — Al — Zn

- a. układ ścisły,
b. układ „Przemysłowy”.

W ZSRR myśl o opracowaniu takich układów rzucono już w 1934 r. („Miednocynkowe spławy” Len'ingrad 1934), jednak opracowano tylko części dwóch układów L. N. Siergiejew. Wyniki te podają rys. 1 i 2.

Rys. 1 przedstawia część układu Al-Mg i jak widać praktycznie można napotkać na dużo większą rozpuszczalność Mg aniżeli wskazuje układ ścisły (krzywa kreskowa).

Rys. 2a przedstawia część ścisłego układu Mg-Al-Zn dla porównania z „przemysłowym” układem Mg-Al-Zn, podanym na rys. 2b. Jak widać i tu także są odstępstwa w kierunku wyższej zawartości składników jakie pozostają w roztworze. Można przypuszczać, że w obu tych przypadkach (rys. 1 i rys. 2b) w układach „przemysłowych” nie osiągnięto stanu równowagi i nadmiar będący przyczyną różnicy nie zdążył się wydzielić.

O ile wpływ domieszek stopowych np. na własności w poszczególnych stopach jest na ogół znaczny i na tym przede wszystkim opiera się technika sporządzania stopów — to zagadnienie stanu równowagi i kinetyki procesów w metalach i stopach jest bardzo nieznacznie opracowane, a bezwzględnie wpływ ten istnieje i na ogół nie może być pominięty, jak na to wskazują wyżej opisane różnice.

Znajomość tego zagadnienia miałaby znaczenie nie tylko dla metaloznawstwa, ale i dla przemysłu pozwalając na szerszy dobór własności materiałów, a także ustalając racjonalne ilości wprowadzanych dodatków stopowych.

¹⁾ W. O. Hagen — Torn, Zawodkaja Laboratorija, 1948, Nr 2, str. 226.

M. Bardot

TWARDE MIEJSCA W STOPACH LEKKICH *)

(Wygląd — skład — przyczyny — środki zaradcze)

A) — Badania laboratoryjne.

Ustalono następujący plan badań:

1 — Zebrać w odlewniach dostateczną ilość okazów charakterystycznych dla włączenia wszystkich rodzajów tej wady i ich wyglądu zewnętrznego. Dobrać te, które odnoszą się do prowadzonego badania i przy tej sposobności sprecyzować dokładnie definicję twardych miejsc, a mianowicie tych, które są twardsze od metalu otaczającego i które tępią narzędzia, tworząc ostatecznie wady powierzchni w postaci rys przy obróbce.

2 — oddzielić chemicznie „twarde miejsca“, rozpuszczając metal, który je otacza.

3 — zbadać je przy pomocy odpowiednich środków fizycznych albo chemicznych aby sprecyzować ich skład i wygląd.

4 — ustalić wreszcie hipotezy przyczyn tworzenia się „twardych miejsc“ i wnikania ich do metalu.

Przeważna część tych zadań została osiągnięta.

ad 1) Zbieranie próbek było bardzo długie i kłopotliwe, a informacje dotyczące warunków powstawania odlewów zawierających „twarde miejsca“ prawie zawsze niepełne.

ad 2) Izolowanie chemiczne „twardych miejsc“ przez stopniowe atakowanie skoncentrowanymi roztworami sody z jednej strony, mieszaninami kwasów siarkowego, solnego, azotowego z drugiej, było na ogół łatwe chociaż dość żmudne.

ad 3) Spośród metod badania stosowano:

a) próbki identyfikacji chemicznej; nie były na ogół zadawalające, z racji bardzo małej ilości zebranych twardych ziaren;

b) badanie mikrostruktury w świetle spolaryzowanym mogło być zastosowane tylko do jednej próbki;

c) analiza widmowa dostarczyła interesujących danych;

d) w końcu i przede wszystkim analiza kryształów w promieniach X dostarczyła wskazówek dokładnych o naturze składników tworzących twarde miejsca w odlewach.

Jako wniosek możemy stwierdzić, że punkty utwardzone spotykane w stopach lekkich są utworzone prawie w zupełności z trzech następujących tlenków zmieszanych w zmiennych proporcjach: spineli, korundu i kwarcu, do których są domieszane małe ilości karborundu, krzemu metalicznego i różnych krzemianów.

ad 4) Hipotezy, które można było sformułować w wyniku badań laboratoryjnych co do pochodzenia twardych miejsc są w dużej mierze potwierdzone wynikiem badań praktycznych w odlewni. Środki zaradcze wynikają bezpośrednio z tego.

B) — Studia praktyczne w odlewni.

Badania polegały na ustaleniu wpływu przegrzania metalu, czasu utrzymania metalu ciekłego w spokojnym stanie oraz metod rafinacji na tworzenie się albo rozproszenie twardych włączeń.

Przyczyna „twardych miejsc“.

Trzy przyczyny powstawania „twardych miejsc“ w odlewach ze stopów aluminium zostały stwierdzone w czasie prób. Część ziaren utwardzonych, a mianowicie

ziaren odosobnionych o znacznych wymiarach (rzędu ~ 1 mm) wynika z obecności w ładunku metalu w tyglu ziaren utworzonych już podczas poprzednich wytopów. Ten przypadek spowodowany jest w szczególności wykonaniem odlewów ze stopów wtórnego topienia albo z lejów i innych pozostałości układu wlewowego.

Drugą przyczyną powstawania twardych miejsc jest dostawanie się piasku albo kawałków tygla do metalu w czasie ładowania, oczyszczania albo lania. Trzecia przyczyna jest związana z przegrzaniem metalu, które może być przypadkowe albo systematyczne i które jest powodem równoczesnego utleniania wielu składników stopu, mianowicie aluminium i magnezu. Skutkiem tego jest tworzenie się w głębi kąpeli bardzo małych ziaren korundu, a zwłaszcza spineli. To samo przegrzanie bardzo małej ilości stopu pozostającego na dnie bardzo gorącego tygla powoduje utlenienie dosyć żywe, prowadzące do lokalnego tworzenia się dużych ziaren korundu, które dostają się do wykonywanego stopu.

C) — Środki zaradcze proponowane jako wynik badań.

Obecności twardych miejsc w stopach lekkich można całkowicie uniknąć jeżeli się zastosuje następujące ostrożności:

a) magazynowanie i odpowiednia segregacja metalu w składnicy metalu,

b) selekcja ładunków,

c) odpowiedni stan tygli i nadstawek,

d) oczyszczanie systematyczne dna i części wewnętrznych tygli,

e) kontrola i ograniczenie temperatury,

f) stosowanie odpowiedniego topnika nienagrzającego tygla i zdolnego do należytego usuwania utworzonych tlenków.

Ponadto w przypadku, kiedy jedna lub kilka powyżej podanych ostrożności nie mogą być zastosowane, albo gdy odlewnie muszą użytkować gąski wtórnego topienia o wątpliwym pochodzeniu, należy po rafinacji i wymieszaniu kąpeli metali zastosować systematyczną dekantację, trwającą od kilku minut do pół godziny i stosowanie do odlewania przedmiotów podlegających dokładnej obróbce, tylko dwóch trzecich lub trzech czwartych górnej zawartości tygla, nie mieszając łyżką metalu i nie kołując tygłem.

*) XXII Kongres Odlewniczy, Paryż 1948.

Z. W.

PIECE ELEKTRYCZNE WYSOKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI DO TOPIENIA I ODLEWANIA DO WLEWNIC POD PRÓŻNIĄ

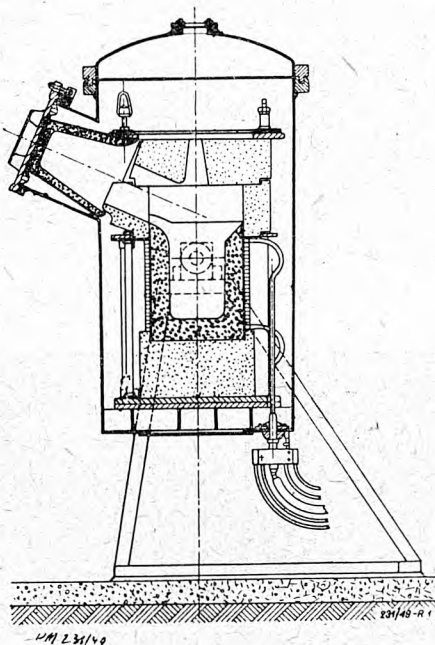
Już przed wojną prowadzono próby laboratoryjne topienia i odlewania metali w próżni dla odgazowania ich, co jest rzeczą ważną w ogólności w wielu problemach metalurgicznych, przede wszystkim jednak przy produkcji wlewków na druty do lamp elektrycznych i radiowych.

Obecnie praktyka przemysłowa zwraca się coraz więcej w kierunku stosowania odgazowywanych wlewków.

W artykule opisano piec elektryczny wysokiej częstotliwości przystosowany do odlewania w próżni, wprowadzony w użycie przez zakład Atelier de Constructions Electriques de Charleroi.

Piec taki składa się z części:

- 1) właściwego pieca wysokiej częstotliwości;
- 2) wlewnicy, której brzeg górny nachodzi na rynnę spustową pieca (rys. 1);



Rys. 1. Schemat pieca wysokiej częstotliwości do odlewania w próżni.

3) hermetycznego płaszcza połączonego z pompą próżniową;

4) urządzenia obrotowego pozwalającego przez przechylenie pieca na przelewanie stopionego metalu do wlewnicy ustawionej w próżni.

Przez cały czas trwania topienia, lania i stygnięcia metalu nie ma żadnego kontaktu z powietrzem i urządzenie jest cały czas pod próżnią 10 mm sł. rtęci.

Uzyskanie większej próżni jest kwestią tylko podłączenia innej pompy w miarę potrzeby dla badań specjalnych,

Konstrukcja pieca nie nasuwa żadnych trudności z punktu widzenia przemysłowego, dopóki idzie o małe ilości metalu, który chcemy otrzymać w stanie odgazowanym, pod warunkiem, że zezwoli się na skrzepnięcie metalu wewnątrz komory.

Solenoid grzewczy miedziany z cyrkulacją wody nie wykazuje specjalnych różnic w wykonaniu w porównaniu z cewkami stosowanymi bieżąco w piecach przemysłowych wysokiej częstotliwości. Wyłożenie ogniotrwałe solenoidu jest kwaśne, lub zasadowe stosownie do charakteru wytopu.

Są jeszcze trudności z problemem suszenia tego wyłożenia tak, że nawet stosuje się dwa pierwsze wytopy dla usunięcia wszelkich śladów wilgoci.

Kontrolę temperatury wykonuje się poprzez szybę z pyrexu lub kwarcu; z tego powodu należy uwzględnić poprawkę odczytu, uzyskaną w drodze cechowania wskaźników pirometru, uwzględniającą odchylenie warunków promieniowania, spowodowane odbiciem od szyby.

Wprowadzone jest urządzenie, zabezpieczające piec przed przedostawaniem się wilgoci i powietrza w razie ew. uszkodzenia cewki indukcyjnej.

Piece wyrabiane są o pojemnościach:

- laboratoryjne: 2, 5, 6, 10 i 20 kg;
- przemysłowe: 40, 80, 100 i 150 kg.

Powyżej 150 kg konstrukcja wymaga specjalnych doświadczeń. Wyrabiane są też piece do badań specjalnych, gdzie wymagane częstotliwości dochodzą do 450 000 okresów.

Piec wysokiej częstotliwości działający pod próżnią może być przystosowany do badań w zakresie grzania i prażenia różnych materiałów; wtedy można komorę pieca zastąpić rurą kwarcową wstawioną do wnętrza solenoidu.

A. W.

Journ. du Four Electrique et des Industries Electrochimiques, Novembre/Decembre 1948 — str. 123—126.

PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH

Badania naukowe w kolejnictwie

Wydział badań naukowych w Anglii powstał z niewielkiego Komitetu, założonego w roku 1923 i mającego na celu zwrócenie uwagi na ważność oraz propagandę badań naukowych w kolejnictwie. W roku 1947 wydział rozrósł się tak dalece, że zatrudniał przeszło 200 osób i składał się z sześciu pododdziałów: chemicznego, fizycznego konstrukcyjnego, metalurgicznego, lakierniczego i tekstylnego.

Wydział przyswaja sobie najnowsze zdobycze naukowe za pośrednictwem tzw. Komitetu doradczego, w którego skład wchodzi wybitni naukowcy; biorą oni nie tylko udział w regularnych zebraniach Komitetu, lecz odpowiadają również poszczególne laboratoria i pracownie, gdzie kierują pracą i służą radą.

Wszystkie oddziały zaopatrzone są bogato w środki techniczne, maszyny badawcze własnego pomysłu, jako też najnowsze urządzenia naukowe.

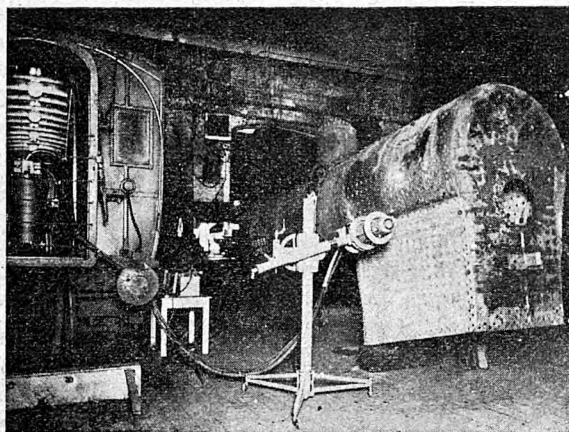
Oddział chemiczny obejmuje pięć większych laboratoriów, rozrzuconych w różnych miastach, z centralą

w Manchester. Oddział Chemiczny jest organem doradczym i pomocniczym dla innych pododdziałów Wydziału Naukowego i służby ruchowej. Wykonuje on wszystkie analizy chemiczne, nadzoruje urządzenia wytwórcze, jak gazownie, akumulatornie, stalownie; zajmuje się klasyfikacją i kontrolą przewożonych towarów. Zajmuje się wszystkimi sprawami związanymi z reklamacjami wskutek uszkodzenia przewożonych towarów. Do obowiązków jego poza tym należy dbanie o czystość wody do picia na stacjach tak pod względem chemicznym, jak i bakteriologicznym, oraz nadzór nad stanem urządzeń wodociągowych. Ostatnio dołączono do oddziału chemicznego stację do zwalczania robactwa, zaopatrzoną w najnowsze urządzenia do badań biologicznych.

Oddział fizyczny zajmuje się badaniami specjalnymi z dziedziny termodynamiki, optyki i akustyki, przy czym badania te nie ograniczają się tylko do prac laboratoryjnych, ale przeprowadzane są również w terenie. Do zadań Wydziału Fizycznego należą również studia nad

transportami chłodzonymi, pomiary fotometryczne urządzeń sygnalizacyjnych itp.

Do kompetencji jego należy również zagadnienie, jakie praktyczne rezultaty można osiągnąć w gospodarce węglowej, przez odpowiednie wyszkolenie załóg parowozów. Wszelkie obliczenia statystyczne oraz matematyczne wykonywane są na nowoczesnej maszynie rachunkowej.



Rys. 1. Sporządzanie roentgenogramu parowozowej skrzyni ogniowej.

Oddział konstrukcyjny zajmuje się badaniami nad ścieralnością materiałów, wytrzymałością postaciową różnych elementów konstrukcyjnych, jak osi itp. Wyposażony jest w tym celu w specjalne maszyny własnego projektu, urządzenie do wytwarzania drgań, naddźwiękowych, aparaty elektroniczne do pomiaru drgań nacisków, oraz do badań w spolaryzowanym świetle nad naprężeniami wewnętrznymi. Oddział posiada też własny tunel aerodynamiczny, gdzie bada się wszystkie elementy narażone na działanie silnego wiatru.

Oddział metalurgiczny zajmuje się zagadnieniami wytrzymałości materiałów, oraz warunkami technicznymi, jakim one powinny odpowiadać. Podlega mu poza tym całe spawalnictwo i szkolenie spawaczy. Wyposażony jest w urządzenia Roentgena, elektryczne piece wysokiej częstotliwości, piece oporowe, magnetyczne i indukcyjne aparaty do wykrywania pęknięć, „profilo-

graf”, tj. przyrząd, który po przyłożeniu go do szyny odtwarza jej profil w zwiększonej podziałce, oraz oczywiście w normalny sprzęt metalograficzny.

Zadaniem oddziału lakierniczego są badania nad wytrzymałością i odpornością różnych lakierów, jako też ulepszania ich i sposobów malowania. Badania te przeprowadza się w komorze klimatycznej, w której poddaje się próbki znacznie przyspieszonemu starzeniu się.

Oddział tekstylny na koniec ma raczej charakter oddziału odbiorczego dla zakupywanych wyrobów tekstylnych. Posiada on urządzenia do badania wszystkich materiałów tekstylnych, od przędzy jedwabnej, aż do grubych plandek.

W Wydziale Naukowym dokonano wielu odkryć o teoretycznym znaczeniu oraz praktycznych ulepszeń konstrukcyjnych. Wyniki prac są publikowane, a za naj-



Rys. 2. Przyrząd do pomiaru bocznych przesunięć toru podczas przejeżdżania pociągu.

lepsze sprawozdanie z działalności poszczególnych oddziałów, opracowane przez pracowników, wyznaczana jest co roku nagroda pieniężna, oraz odznaczenie ufundowane na pamiątkę jednego z członków pierwotnego Komitetu.

The Railway Gazette Felsuary 20 1948.

Inż. R. I.

Mechaniczne urządzenie do zasilania parowozów w paliwo i usuwania popiołu

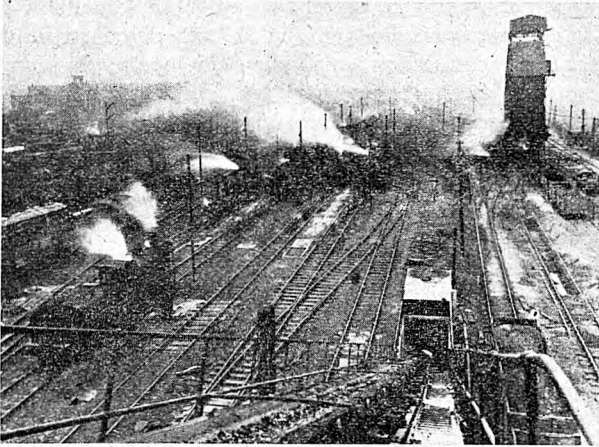
Na stacji rozrządowej *Polmadie* w Szkocji zainstalowano ostatnio nowoczesne zmechanizowane urządzenie do załadowywania parowozów węglem i usuwania popiołu.

Urządzenie to składa się z trzech bunkrów o pojemności po 100 i 200 ton, przeznaczonych na różne gatunki węgla. Napełnianie bunkrów odbywa się za pomocą wywrotki wagonowej, która wypróżnia wagony o ładowności do 20 ton do zbiornika o pojemności 22 tony, leżącego pod wywrotką. Po napełnieniu zbiornik ten zostaje dźwignięty po równi pochyłej na szczyt konstrukcji bunkrowej, gdzie przesuwany jest w dalszym ciągu poziomo aż dojdzie do odpowiedniego bunkra, do którego się opróżnia.

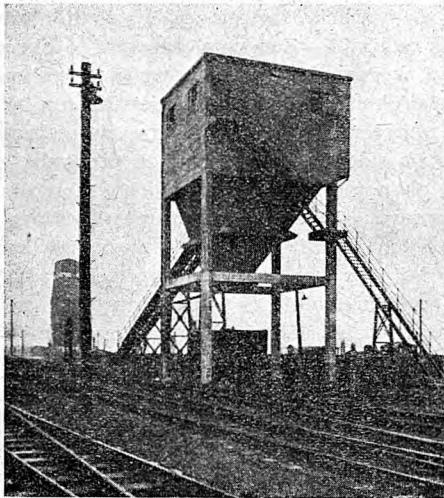
Lokomotywa podjeżdża pod ten bunkier, w którym znajduje się przewidziany dla niej gatunek węgla. Załadowanie tendra odbywa się również za pomocą mechanicznego urządzenia wstrząsowego o wydajności od 60 do 120 ton na godzinę.

Zarówno praca urządzenia ładującego bunkry, jako też urządzenia ładującego węgiel do tendra jest całkowicie zmechanizowana i sterowana z odległości przyciskami guzikowymi w kabinie operacyjnej.

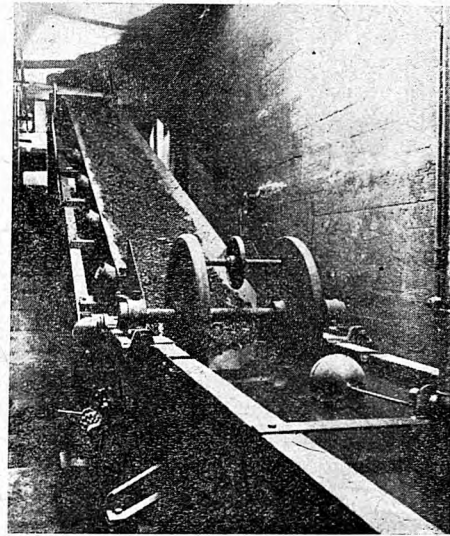
Urządzenie do usuwania popiołu składa się z czterech równoległych dołów długości po 58 m, przykrytych rusztem stalowym. Popiół wyrzucany z lokomotywy opada poprzez ruszty do dwu lejów z betonu, zajmujących



Rys. 1. Ogólny widok z bunkra na popiół na stacji rozrządowej.



Rys. 2. Bunkier na popiół.



Rys. 3. Przecznik taśmowy wynoszący ugaszony popiół z koryt.

całą długość dołów, skąd spada do koryt z wodą. Na dnie koryt przesuwają się przenośniki pasowe szerokości 900 mm i z szybkością około 3 m/min, wnoszą ugaszony popiół z koryt i przerzucają na poprzeczny przenośnik szerokości 650 mm, poruszający się z szybkością 12 do 24 m/min., zależnie od ilości popiołu. Transporter ten przenosi wydobyty popiół na dalszy przenośnik, który podnosi go aż do poziomu 15 m ponad szyny i przerzuca do bunkra pojemności 50 ton, skąd zabierany jest wagonowo.

(The Engineer, Aug. 20, 1948).

Inż. R. I.

BIBLIOGRAFIA

Prof. dr inż. M. T. HUBER — „Wytrzymałość Materiałów w „Poradniku Technicznym Mechanik“.

Gdy w okresie ostatniej wojny oglądałem lub dowiadywałem się, jaki los spotykał pisane słowo, przejmowała mnie groza. Mój głęboki respekt dla zadrukowanego lub zapisanego papieru narażony był ustawicznie na szwank. Nie wierzyłem własnym oczom, widząc stosy tomów gnijących w piwnicach lub palących się na dziedzińcach. Pamiętam, że patrzyłem jak urzeczony, gdy zwykłymi widłami i łopatami przed gmachem mojej lwowskiej uczelni rzucono na wozy książki, czasopisma, prace personelu naukowego, projekty studentów; ludzie przechodzili obok, potrącali mnie, a ja patrzyłem i nie mogłem ruszyć się z miejsca. Niekiedy podobne, piorunujące wrażenie sprawiały na mnie komunikaty radiowe. W jednym z nich powiadomiono, że od jednej bomby jakiegoś potwornego kalibru spłonęło dwa miliony tomów.

Gdy znajomi moi biadali nad zniszczeniem urządzeń, maszyn, budynków, ja bez ustanku wracałem do sprawy

książki. Maszynę — mówiłem — można z powrotem wytworzyć; gdy jednak jej projekt zginie, gdy — co gorsza — zniknie jej idea, rzeczy już nie da się tak szybko odrobić. Przypuszczenia te okazały się słuszne. Znam wiele dzieł łatwo dostępnych przed wojną, które stały się obecnie białymi krukami. Stare roczniki niektórych czasopism są wogóle nie do znalezienia.

Nie chcę tu snuć dalej tych ponurych refleksyj. Interesującą w tym wszystkim jest i inna strona zagadnienia — zadziwiająca natura ludzka. W czasie tej samej wojny z równym zaciekawieniem obserwowałem jak szybko człowiek zniszczony i zrujnowany odgrzebywał się z gruzów i improwizował podstawy nowego życia. Czyżby człowiek równie łatwo budował jak niszczył? Czy jest mu obojętne co tworzy — ład czy nieład? Czy chodzi mu tylko o działanie?

Rozmyślania tego rodzaju odżyły we mnie w trakcie wertowania zeszytów „Poradnika technicznego Mechanik“ — powojennego dzieła Instytutu Wydawniczego

SIMP. Jaki ogrom pracy włożono w to piękne wydawnictwo — i czy ogół korzystających z poradnika zdaje sobie z tego sprawę? Czy wiadome jest, że opracowanie, przygotowanie do druku i wydanie pierwszego tomu „Technika“ trwało około 20 lat i to w okresie pokojowym przy pełnych możliwościach produkcyjnych drukarni warszawskich? Czy wiadome jest, że obecnie w powszechnie znanych warunkach powojennych, w ciągu dwóch lat Instytut Wydawniczy SIMP opracował i przygotował do druku cztery takie tomy, z których jeden jest wydany, a inny zaczyna się drukować. Czy wiadome jest, że zapotrzebowanie na to wydawnictwo okazało się tak wielkie, że w chwili obecnej zaszła już potrzeba poczynienia przygotowań do następnego wydania? Czy kompetentne czynniki doceniają ten olbrzymi, cenny i szybki wkład w odbudowę polskiego piśmiennictwa technicznego? Oto myśli, które mi się nasuwały przy przeglądaniu „Mechanika“.

Co się zaś tyczy zapowiedzianej w tytule recenzji to rzecz była jednocześnie i prosta i trudna. Wiemy wszyscy jak się pisze recenzje. Otwiera się książkę i czyta się ją — w pewnych miejscach uważnie, w innych pobieżnie, na pewne wzory rzuca się tylko okiem, inne kontroluje się — najczęściej przez przejście na wypadek szczególny, bada się niektóre konstrukcje wykreślne, czyni się na marginesie książki ołówkiem uwagi. Gdy spostrzeżenia wymagają notatek na oddzielnych kartkach papieru, rzecz poczyną drażnić, czasem powstaje stąd praca na jakiś szczególny temat, czasem rzuca się książkę i rzecz puszcza się w niepamięć. Rzecz przeto jest prosta.

W obecnym wypadku zacząłem tak samo. Przyłapałem się jednak wkrótce na tym, że uwaga moja zbacza od zwykłego szablonu. No tak; przecież ja mógłbym do każdej prawie czytanej tu strony napisać nową stronę sięgając tylko do wspomnień. Byłem bowiem zrazu uczniem, a potem współpracownikiem naukowym naszego czcigodnego seniora. Każdy więc tytuł, prawie każdy termin wywołuje odległe wspomnienia o pewnych przeżyciach, o pewnych dyskusjach, o pewnych pracach. Odsunąć te myśli od siebie było trudno.

Cóż mogę ostatecznie napisać? Mamy przed sobą doskonale opracowany skrót mechaniki układów odkształcalnych — skrót, w którym wieloletnie doświadczenie piszącego bije nadmiar wiedzy, a ogrom wiadomości z kolei bije rutynę.

Rzecz rozwija się jaknajbardziej prawidłowo. Zapoznawszy czytelnika z celem przedmiotu wprowadza nas autor w pojęcia podstawowe dla kontinuum materialnego, więc w stan odkształcenia i napięcia i zapoznaje z związanymi z tym koniecznymi operacjami jak przekształcenie kierunkowe. Z kolei rzeczy, podane zostaje prawo wiążące oba stany i zbiór faktów doświadczalnych tak z dziedziny statyki jak i dynamiki materii rzeczywistej. Po drodze dla zupełnego wyjaśnienia kryteriów wytrzymałościowych musiała być — rzecz jasna — mowa o energii sprężystości, osobistej w tym względzie — można powiedzieć — dcmienie autora. Nota bene hipotezę największego wydłużenia nie poświęciłbym miejsca nawet wypełnionego drobnym drukiem. W ten sposób kończymy ósm paragrafów.

Introdukcję do następnych stanowi twierdzenie de Saint-Venanta o zanikaniu różnic stanów napięcia względnie odkształcenia spowodowanego statycznie równwartymi zbiorami sił. Po omówieniu równomiernego i nierównomiernego rozciągania względnie ściskania prę-

tów pryzmatycznych, przechodzi autor do wypadków prętów o przekroju zmiennym, na których demonstruje ważne zagadnienie spiętrzenia naprężeń lokalnymi przyczynami jak np. karbem. Tutaj też spotykamy wyjaśnienie istoty statycznej niewyznaczalności, pogłębione wprowadzeniem wpływów natury niemechanicznej, więc termicznej, chemicznej, montażowej. Paragraf ósmy kończy zwięzły ustęp o naprężeniach błonowych w ściankach naczyń.

Paragrafem dziewiątym objęte jest skręcanie prętów i obliczenie połączeń z wyłączeniem spawania. Pod jednym względem różni się z autorem. Oto uważam, że środkiem redukcji sił wewnętrznych może być w każdym przypadku tylko środek geometryczny przekroju; środek ścinania odgrywa pewną rolę pomocniczą, ale drugorzędą. Autor jest tu odmiennego zdania. Kwestia ta powtórza się przy końcu paragrafu następnego w ustępie traktującym o nierównomiernym zginaniu, a więc zginaniu połączonym ze ścinaniem. Jeśli naprężenia styczne pochodzą od siły poprzecznej, to należy je dobrać tak, by były tej sile równowarte, to znaczy by spełniały wszystkie równania redukcji. Zarówno paragraf o skręcaniu jak o zginaniu wprowadza cenną nowość, dotychczas w naszych poradnikach technicznych niewidzianą, a mianowicie poza obliczeniem na naprężenie bezpieczne również obliczenie na udźwig bezpieczny, co prowadzi zawsze do wyraźnej ekonomii. W zgięciu ukośnym można było — moim zdaniem — pominąć zastosowanie elipsy bezwładności; położenie linii obojętnej można wyznaczyć bez kreślenia tej krzywej znacznie prościej. Paragraf dwunasty stanowi uzupełnienie poprzedniego. Znajdujemy tu uwagi o wykresach sił poprzecznych, momentów zginających a nadto o liniach wpływu tych wielkości. Tutaj też — prawdopodobnie na życzenie redakcji — pojawił się ustęp o obliczeniu blachownicy nitowanej. Nadaje się on raczej do innego rozdziału poradnika, który należałoby rozszerzyć obliczeniem blachownicy spawanej, a nadto zasadą obliczenia dźwigara stalbetonowego.

Ważne zagadnienie nierównomiernego zginania zajmuje jeszcze dwa następne paragrafy. W trzynastym znalazło miejsce równanie różniczkowe zakrzywionej osi wraz z analogią Culmanna-Mohra i uzupełnieniami o belce profilowanej tudzież o wpływie siły poprzecznej. W czternastym autor zajmuje się zagadnieniami statycznie niewyznaczalnymi i kończy rzecz równaniem trzech momentów nadto obszerną tablicą, w której zestawiono ważniejsze przypadki obciążeń.

Zginania połączonego z rozciąganiem względnie ściskaniem nie zaliczyłbym do wytrzymałości złożonej. Możliwe, że autor zrobił to chcąc rozszerzyć nieco paragraf piętnasty. Raczej rozwinąłbym tu obliczenie wału korbowego.

Paragraf szesnasty poświęcony jest układowi linio-wosprężystym, więc twierdzeniom mającym zastosowanie przy traktowaniu tego rodzaju układów. Należy tu twierdzenie Castigliana z postaciami szczególnymi i twierdzenie Bettiego i Maxwella. Tu znajdujemy również zastosowanie zasady prac przygotowanych na sposób Mohra. Zapomniano dodać, że zasada ta ma obszerniejsze zastosowanie od poprzednich.

Hiperboliczną teorię zginanego pręta krzywego wraz z teorią grubego pierścienia względnie rury zajmuje paragraf siedemnasty.

Nadzwyczaj skrupulatnie opracowany został paragraf następny o wyboczeniu. Wiadome jest, że problem

ten fascynował autora przez wiele lat. Stąd też w tekście znajdujemy wiele osobiście poprawionych myśli. Po omówieniu wybożenia całkowicie sprężystego i częściowo sprężystego względnie elasto - plastycznego poświęca autor uwagę nieznanym mi wzorom Ylimena, omawia metodę współczynnika zmniejszającego i wpływ siły poprzecznej, potrzebny do przedstawienia teorii prętów złożonych. Wreszcie w paragrafie tym prócz wzorów dla prętów o przekroju zmiennym znajdujemy dodatek w postaci pseudo-wybożenia prętów, tj. wynikłego z uwzględnienia małego mimośrodka siły i małej krzywizny początkowej pręta.

Ścisłe biorąc ta ostatnia część należy już raczej do paragrafu dziewiętnastego, a mianowicie do tej jego części, która traktuje pręt jako układ nieliniowo sprężysty, czyli — w nomenklaturze autora — cienki. Nazwa może budzić pewne nieporozumienie, albowiem w tymże paragrafie umieszczona cienka płyta jest „cienką“ w innym sensie.

Paragrafy następne zajmują się zagadnieniami szczególnymi. Więc dwudziesty omawia obliczenie najrozmaitszych sprężyn. Dwudziesty pierwszy omawia naprężenia lokalne wynikłe z zetknięcia dwu układów sprężystych jak kul, wałków.

Ostatnie paragrafy poświęcone są zagadnieniom dynamicznym. Tutaj również jak w elastostatyce przeprowadzono podział na wypadki, w których w równaniach ruchu trzeba uwzględnić deformację układu. Ten drugi przypadek to drgania układów sprężystych. Mieszczą się one w ostatnim 23 paragrafie.

Recenzja o „Wytrzymałości materiałów“ prof. dra M. T. Hubera jest — jak było do przewidzenia — zbędna. Redakcja „Poradnika Technicznego Mechanik“ zabezpieczyła sobie pomoc wytrawną. Czytelnik znajdzie w tym dziale poradnika wszystko, co mu z tej dziedziny w tego rodzaju wydawnictwie może być potrzebne. Znajdzie to w postaci dostatecznie zwięzłej, nader przystępnej i jasnej, matematycznie ścisłej i poprawnej, a napisanej ponadto wykwinnym stylem z zachowaniem obowiązującego mianownictwa i znakowania.

Prof. Dr Inż. Włodzimierz Burzyński

Inż. T. Monkiewicz „SŁUŻBA DYSPOZYTORSKA W ENERGETYCE“. Wydawnictwo Departamentu Kadry Min. Przemysłu i Handlu z cyklu „Biblioteka Techniczna“. Format A5, str. 112 z 29 rysunkami w tekście. Warszawa 1948.

Praktyka wykazała, że zagadnienie należytego wykorzystania zasobów energetycznych można jedynie rozwiązać drogą tworzenia systemów energetycznych, tj. kompleksów, składających się z elektrowni, podstacji i zakładów odbiorczych, połączonych ogólną siecią elektryczną i posiadających wspólną gospodarkę energetyczną, przyczyniającą się do uzyskania najlepszych wyników pod względem gospodarczym.

System energetyczny stanowi organizm bardzo skomplikowany. Prawidłowa i gospodarczo korzystna eksploatacja takiego systemu może być prowadzona jedynie przez centralne kierownictwo operacyjne, zwane służbą dyspozytorską.

Książka inż. T. Monkiewicza zapoznaje nas w sposób treściwy, lecz wyczerpujący z zadaniami, które rozwiązuje służba dyspozytorska, omawia jej organizację oraz zadania i sposób działania każdej komórki. Następnie przechodzi do wyczerpującego omówienia organizacji i wy-

sażenia punktu dyspozytorskiego. Znajdujemy w niej przegląd całego szeregu nowoczesnych systemów telemechanicznych urządzeń sterowniczych i sygnalizacyjnych wraz z opisem ich działania, dalej urządzeń telemiernicznych, umożliwiających wykonywanie wystarczająco dokładnych pomiarów ze znacznych odległości, oraz różnych systemów samoczynnych regulatorów częstotliwości zarówno w wypadku regulacji prowadzonej przez jeden, jak i przez grupę generatorów. Książka kończy się rozdziałem, omawiającym wytyczne do zaprojektowania punktu dyspozytorskiego z punktu widzenia stworzenia odpowiednich warunków pracy dla jego personelu oraz wytyczne, którymi należy kierować się przy wyborze urządzeń telerejestrujących i telemiernicznych.

Całość ujęta zwięźle, ale przejrzysto.

Z przyjemnością należy podkreślić dbałość o stronę stylistyczną książki.

inż. M. Kraiński.

Inż. Zygmunt Lassociński. ZARYS TECHNOLOGII METALI NIEŻELAZNYCH. Format A5, stron 112, rys. 4, tablic 10. Wydawnictwo F. Pieczętkowski i Ska. Kraków, 1947.

Technologia metali, w zakresie dla szkół przemysłowych, powinna omawiać możliwie krótko sposoby wytwarzania metali (zwłaszcza nieżelaznych, z których większość w Polsce nie jest wytwarzana i wytwarzana być nie może), natomiast szerzej traktować własności metali i ich zastosowanie.

W książce inż. Z. Lassocińskiego podział materiału jest odwrotny: 1) stosunkowo obszerne i z podaniem różnych szczegółów hutnictwo metali, 2) własności fizyczne metali podane zupełnie nie na poziomie podręcznikowym, 3) zastosowania metali, a więc część najważniejsza z punktu widzenia praktyki, podane bardzo krótko, niekompletnie, często niejasno i z błędami.

Dla ilustracji można przytoczyć szereg przykładów z rozdziałów o zastosowaniu metali:

Miedź: w technice stosuje się w stanie nie „chemicznie czystym“, tylko „technicznie czystym“.

Ze stopów miedzi najważniejsze są, nie wymienione stopy Delta, Nowe Srebro czy Alpaka, tylko szereg mosiądzów i brązów, które należałoby wymienić łącznie z przykładami, jako znajdujące powszechne zastosowanie.

Podane jest zastosowanie miedzi do wyrobu posrebrzanych i pozłacanych nici metalowych dla celów tkackich, natomiast ważne przemysłowo stopy Konstantan i Nikielina są tylko wspomniane; zastosowania ich nie podano. Skład chemiczny Nikieliny podany zresztą błędnie — zawiera 13% Sn, a nie Zn.

Podobnie przy stopach niklu i chromu wymienione są Konstantin i Nichrom, jako znajdujące zastosowanie do wyrobu wahadeł zegarowych, taśm mierniczych itp., pominięto natomiast zastosowanie najważniejsze i najwięcej spotykane w życiu codziennym i w przemyśle — na opory grzejne.

Z metali do wyrobu termopar wymienione są: antymon, wolfram i platyna. Dwa pierwsze do tego celu zupełnie nie używają się. O powszechnym zastosowaniu do tego celu Konstantanu i stopów typu Nichromów nie wspomina się.

Przy wolframie i chromie nie ma podanego zastosowania do wyrobu stali szybkoogniwej.

Przy ołowiu i antymonie nie jest nic wspomniane o wyrobie czcionek drukarskich.

Cały szereg określeń i zastosowań podano w sposób niejasny lub mylący, np.:

„Glin sproszkowany, zmieszany z olejem, używany jest jako farba“. Do farby używa się nie olej (zresztą niewiadomo jaki), tylko pokost, jeżeli chodzi o farbę olejną, żywicę i spirytus przy lakierze spirytusowym, itd.

Przy bizmucie: zastosowanie w medycynie „papk do prześwietleń przewodów“ — jakich prześwietleń i jakich przewodów? Tamże: Dermatol i Xeroform do celów medycznych — co to są za związki i do czego służą?

Przy chromie: wymieniono cały szereg niemieckich nazw handlowych dla stopów nichromowych, nic nie mówiących przeciętnemu czytelnikowi, zamiast podać orientacyjną skład jednego lub dwóch typowych stopów.

Tego rodzaju błędy, niejasności i niedociągnięcia możnaby wymieniać niestety bardzo długo.

Wydaje się, że wszystkie rozdziały dotyczące zastosowań przemysłowych należałoby przerobić.

Ocenę rozdziałów dotyczących hutnictwa stopów pozostawiamy hutnikom.

P. K.

WIADOMOŚCI SIMP

SPRAWOZDANIE

z działalności SIMP za I kwartał 1949 r.

1. Ogólna liczba członków na dzień 31 marca 1949 r. wynosi 2186.

2. Przypuszczalna liczba inżynierów i techników mechanicznych nie objętych dotychczas przez nasze Stowarzyszenie wynosi wg aktualnych sprawozdań za I kwartał z Oddziałów i Kół terenowych ok. 2000.

W okresie sprawozdawczym odbyły się:

1. Walne zebranie członków Oddziału Warszawskiego w dniu 28.II.1949.
2. Walny Zjazd Delegatów Stowarzyszenia w dniu 4.III.1949 r.
3. 3 posiedzenia Zarządu Głównego.
4. 7 posiedzeń Prezydium Zarządu Głównego.

Z ważniejszych spraw, były omawiane na zebraniach Zarządu Głównego oraz Prezydium:

a) opracowanie poprawek do Statutu Stowarzyszenia,
b) omówienie sprawozdania Sekretarza Generalnego Eugeniusza Małkiewicza — z działalności Stowarzyszenia za rok 1948.

c) dyskusja nad sprawozdaniem: kol. Ludwika Uzawrowicza z działalności Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej oraz nad programem prac na rok przyszły.

d) dyskusja nad sprawozdaniem Dyrektora Instytutu Wydawniczego SIMP kol. Adama Troskoleńskiego z działalności Instytutu Wydawniczego oraz nad programem na rok 1949,

e) dyskusja nad sprawozdaniem Skarbnika SIMP, jak również nad preliminarzem na rok przyszły,

f) program prac Stowarzyszenia w przyszłej kadencji przedłożony przez Prezesa SIMP kol. Mariana Walskiego,

g) rozpatrzenie wniosków i dezyderatów zgłoszonych na Walny Zjazd Delegatów przez Prezydium, Oddziały i Kół terenowe oraz Sekcje i Kół fachowe,

h) podział funkcji między członków Zarządu Głównego,

i) podział opieki nad poszczególnymi Sekcjami, Kółkami fachowymi oraz Komisjami między V-Prezesów,

j) rozpracowanie zagadnień i problemów wynikających z rezolucji uchwalonej na Walnym Zjeździe Delegatów,

k) sprawy związane z organizacją Konferencji Pomiarowej SIMP,

l) Sprawy związane z Instytutem Wydawniczym SIMP oraz utworzeniem Rady Wydawniczej, jak również przepracowanie Statutu Instytutu Wydawniczego.

Sprawy związane z Walnym Zebraniem członków Oddziału Warszawskiego oraz z Walnym Zjazdem Delegatów — były omawiane szczegółowo w specjalnych sprawozdaniach.

Sekcja Warsztatowa SIMP — przewodniczący kol. Kazimierz Ochęduszek.

W okresie sprawozdawczym Sekcja podjęła wstępne prace związane z urządzeniem Konferencji Pomiarowej, połączonej z wystawą przyrządów pomiarowych.

W ramach Sekcji powstał Komitet Organizacyjny Konferencji pod przewodnictwem kol. Edmunda Oski, który opracował program Konferencji, składający się z około 20 referatów.

Ze względu na trudności techniczne — Komitet Organizacyjny za aprobatą Zarządu Głównego postanowił przełożyć termin Konferencji na wrzesień 1949 r. z tym, że odbędzie się ona nie w Poznaniu, lecz w Warszawie.

W związku z powyższym uchwalono również, aby zeszyt specjalny Przeglądu Mechanicznego, poświęcony Konferencji, wydano po odbyciu Konferencji, a to w celu zamieszczenia w nim nie tylko samych referatów, ale również ważniejszych momentów dyskusji.

Sekcja Uzbrojeniowa SIMP — Przewodniczący kol. Zbigniew Pączkowski, Sekretarz kol. Aleksander Korsak.

Działalność Sekcji Uzbrojeniowej w okresie sprawozdawczym polegała na:

a) organizowaniu dla członków Sekcji odczytów, referatów i pokazów połączonych z dyskusją,

b) omawianiu spraw bieżących Sekcji na zebraniach Zarządu Sekcji.

W dniu 20 stycznia br. kol. Pączkowski wygłosił referat połączony z pokazem na temat „Czasomierz kondensatorowy i jego zastosowanie do pomiarów balistycznych“.

W dniu 3 marca br. kol. Juliusz Hackiel wygłosił odczyt na temat „Efekt Monroëgo“ oraz kol. Ludwik Heger na temat: „Zastosowanie praktyczne ładunków wydrążonych“.

Sekcja Spawalnicza SIMP — Przewodniczący kol. Zygmunt Dobrowolski, Sekretarz kol. Stefan Mirowski.

W pracach Sekcji bierze udział 39 osób.

Działalność Sekcji skoncentrowana jest nadal na pracach normalizacyjnych, jako najważniejszych w chwili obecnej dla spawalnictwa polskiego, tym bardziej, że opracowanie norm technicznych w dziedzinie spawalnictwa ma ogromne znaczenie nie tylko dla przemysłu i gospodarki, ale również dla szkolnictwa zawodowego, bezpieczeństwa pracy i dla wielu dziedzin życia społecznego.

W najbliższym czasie ukaże się szereg norm, opracowanych przez Komisję Spawalniczą.

W okresie sprawozdawczym Podkomisje odbyły 20 posiedzeń.

Komisja Odczytowa SIMP — Przewodniczący kol. Roman Skórski.

W okresie sprawozdawczym Komisja opracowała program prac organizacyjnych, którego charakterystyczną cechą jest wciągnięcie do Komisji przedstawicieli wszystkich Sekcji i Kół fachowych, a to w celu skoordynowania i uzgodnienia akcji odczytowej Stowarzyszenia z programem prac SIMP na rok 1949.

Komisja Biblioteczna SIMP — Przewodniczący kol. Karol Wójcik, Sekretarz kol. Henryk Falkowski.

W okresie sprawozdawczym Komisja Biblioteczna po całkowitym uporządkowaniu i zarejestrowaniu u władz Biblioteki w dalszym ciągu zajmowała się kompletowaniem książek i czasopism, a następnie nawiązała ścisły kontakt z bibliotekami Oddziałów i Kół terenowych, a to w celu wzajemnej wymiany książek i czasopism.

Członkowie Oddziałów i Kół terenowych mają dzięki temu możliwość wypożyczania książek i czasopism przez Bibliotekę przy Zarządzie Głównym nie tylko z jej zbiorów, ale również z bibliotek wszystkich Oddziałów i Kół terenowych.

Oddział Krakowski SIMP — Przewodniczący kol. Stanisław Marczewski, Sekretarz kol. Józef Ryniewicz.

W okresie sprawozdawczym Zarząd Oddziału odbył 5 posiedzeń, na których omawiane były sprawy: Walnego zebrania, organizacyjne, Zjazdu Delegatów i bieżące.

W dniu 16 stycznia 1949 r. odbyło się Zwyczajne Walne Zebranie Delegatów Oddziału.

Zarząd przystąpił do zorganizowania Koła Juniorów i w tym celu zaprosił Koło Mechaników przy Wydziałach Politechnicznych oraz koło Elektromechaników przy Wydziale Elektrotechnicznym A.G. na konferencję w dniu 23.II i w dniu 30.III br.

W rezultacie Koło Mechaników w ilości ponad 40 członków przystępuje do Koła Juniorów. Podobnie uczyni w najbliższym czasie Koło Elektro-mechaników.

W okresie sprawozdawczym na terenie Oddziału zostały wygłoszone następujące odczyty:

kol. W. Popielski na temat „Epokowe wynalazki z okresu wojny światowej“;

kol. A. Sadowski na temat: „Nowoczesna obróbka wykańczająca obciążanie i wygładzanie“.

kol. L. Kwinto na temat: „O browarnictwie“.

Prócz powyższych Oddział urządził jedną zbiorową wycieczkę dla swych członków oraz przejawiał ożywioną działalność na odcinku życia koleżeńsko-towarzyskiego.

Oddział Łódzki SIMP — Przewodniczący kol. Teobald Olejnik, Sekretarz kol. Andrzej Franeli.

W okresie sprawozdawczym został wygłoszony odczyt pt. „Nowe poglądy w konstrukcji części maszynowych“ przez kol. Witolda Korewę.

Zarząd odbył 3 posiedzenia omawiające sprawy bieżące, wybór delegatów na Walny Zjazd NOT oraz program prac na najbliższą przyszłość.

Oddział Poznański SIMP — Przewodniczący kol. Stanisław Bogusławski, Sekretarz kol. Franciszek Tatara.

Działalność Oddziału przejawiała się w akcji odczytowej, na którą złożyły się referaty:

kol. Machyna p. t. „Twarde stopy w przemyśle“ oraz

kol. Krasińskiego p. t. „Osiągnięcia w budownictwie wagonów osobowych“.

W styczniu br. odbyła się wycieczka zbiorowa do Zakładów Dr Romana May w Luboniu pod Poznaniem, gdzie członkowie zwiedzili wspomniany ośrodek przemysłowy.

Zwiedzenie poprzedził okolicznościowy odczyt Dr Swinarskiego.

W okresie sprawozdawczym Oddział nawiązał kontakt z członkami SIMP na terenie objętym działalnością Oddziału.

Oddział w Starachowicach — Przewodniczący kol. Józef Koszutski, Sekretarz kol. Tadeusz Skowroński.

W pierwszym kwartale br. Oddział:

1. Uporządkował i wzbogacił w książki i czasopisma w języku polskim, rosyjskim, angielskim i niemieckim bibliotekę techniczną Zakładów i bibliotekę SIMP.

2. Zorganizował odczyt wygłoszony przez kol. Tadeusza Jakubowskiego „Budowa odlewni motoryzacyjnej w Starachowicach“.

3. Zorganizował odczyt sprawozdawczy kol. Antoniego Wiśniewskiego z pobytu w Czechosłowacji.

4. Zwołał Walne Zebranie Członków Oddziału (wybór delegata na Walny Zjazd SIMP).

5. Zorganizował 2 zebrania Zarządu.

6. Zorganizował wycieczkę naukową do Kielc w celu poznania „Huty Ludwików“ i „Granatu“.

7. Utrzymywał i kontynuował życie towarzyskie w lokalu SIMP.

Oddział SIMP w Gdańsku — Przewodniczący kol. Antoni Kozłowski, Sekretarz Stefan Schweiger.

Ze względu na to, że zalegalizowanie Oddziału przez władze miejscowe nastąpiło 30.III.49 r. — pierwszym miesiącem działalności będzie miesiąc kwiecień.

Niemniej jednak Oddział odbył zebranie informacyjne oraz ukonstytuował Zarząd, a także opracował program prac na najbliższą przyszłość, z którego wynika, iż Oddział w Gdańsku w najbliższym już czasie będzie jednym z poważniejszych naszych ośrodków terenowych.

Koło SIMP w Mielcu — Przewodniczący kol. Jan Abczyński, Sekretarz Tadeusz Wondolowski.

W okresie sprawozdawczym zrealizowano projekt uruchomienia cyklu wykładów dla pracowników technicznych. Wykłady rozpoczęte zostały w miesiącu marcu i kontynuowane są nadal według z góry ustalonego programu.

W okresie sprawozdawczym było około 35 godzin wykładów przy frekwencji dochodzącej do 60 osób.

Ponadto utworzono bibliotekę i czytelną czasopism technicznych, które są czynne codziennie.

Koło SIMP w Radomiu — Przewodniczący kol. Ludwik Kuberski, Sekretarz kol. Edward Rutta.

W dniu 14.I 1949 r. odbyło się zebranie informacyjne, w dniu 18.II br. pierwsze zebranie organizacyjne.

Wybrano Zarząd Koła oraz opracowano i przedyskutowano program działalności w drugim kwartale w oparciu o program Stowarzyszenia na rok 1949/1950.

Koło SIMP w Rzeszowie — Przewodniczący kol. Feliks Łazarek, Sekretarz kol. Włodzimierz Wilanowski.

W okresie sprawozdawczym w ramach Koła kol. Stanisław Przeorski wygłosił referat sprawozdawczy z pobytu w Czechosłowacji na temat poczynionych spostrzeżeń w przemyśle Czechosłowacji.

Prace Koła głównie polegały na:

a) pomocy przy opracowywaniu nowej umowy zbiorowej dla WSK 2,

b) współpracy z Radą Zakładową WSK 2 oraz Centralnym Związkiem Zawodowym Metalowców nad opracowaniem regulaminów i pomocy w realizacji współzawodnictwa pracy,

c) uruchomieniu wraz z Dyrekcją WSK 2 kursu przysposobienia lotniczego,

d) akcji werbunkowej.

W okresie sprawozdawczym Oddziały i Koła terenowe zajmowały się zwołaniem Walnych Zebrań, wyborem delegatów na Walny Zjazd SIMP, opracowaniem programów prac na rok 1949/50, jak również podsumowaniem wyników i osiągnięć w kończącej się kadencji.

Z DZIAŁALNOŚCI KOMISJI ODCZYTOWEJ SIMP

W ramach akcji odczytowej przy Zarządzie Głównym w okresie od dnia 1 stycznia 1949 r. do 1 kwietnia br. odbyło się 13 odczytów, które prelegenci wygłosili na następujące tematy:

1. Dyr. inż. Jan Piotrowski (CBOO) — „Przeszłość i przyszłość przemysłu obrabiarkowego w Polsce“.

2. Inż. Chodorowski — „Kruchość odpuszczania ze szczególnym uwzględnieniem stali silchromowych“.

3. Inż. Zdzisław Brodzki — „Wiroplaty“.

4. Inż. Przegaliński — „Hartowność jako kryterium dla wyboru stali konstrukcyjnej“.

5. Inż. Piotr Orłowski — „Budowa kotłów parowych w Polsce“.

6. Inż. Aleksander Lutze-Birk — „Proste przyrządy do kontroli prawidłowości spalania paliwa“.

7. Inż. Bronisław Żurakowski — „Wiroplaty“ Cz. II.

8. Inż. Juliusz Hackel — „Efekt Monroe'go“.

9. Inż. Ludomir Heger — „Zastosowanie praktyczne ładunków wydrążonych“.

10. Prof. inż. Czesław Bieniek — „O organizacji wyższych studiów lotniczych w Polsce“.

11. Prof. inż. Olov Svahn — „Twarde metale—spieki“.

12. Prof. Henry Gerbeaux — „Zagadnienia konstrukcji spawanych w świetle najnowszych badań i praktyki przemysłowej“.

13. Inż. Jerzy Pindera — „Zarys elastooptycznej metody analizy naprężeń“.

Należy podkreślić, że dwa z nich były wygłoszone przez prelegentów zagranicznych, to jest odczyt prof. Henry Gerbeaux (Francja), który reprezentuje Instytut Spawalniczy oraz Wyższą Szkołę Spawalniczą w Paryżu, w której jest wykładowcą. Pełny tekst wykładu prof. Gerbeaux ukaże się w najbliższym numerze Przeglądu Spawalniczego.

Drugi odczyt prof. dra Olov Svahna (Szwecja), który reprezentował Wydział Technologii Mechanicznej przy Królewskiej Politechnice w Sztokholmie.

Odczyt ten zgromadził liczne audytorium. między innymi byli: przedstawiciele Ambasady Szwedzkiej w Warszawie, przedstawiciele przemysłu szwedzkiego, przedstawiciele naszego przemysłu metalowego, oraz przedstawiciele Zarządu Głównego SIMP.

Prof. Olov Svahn przyrzekł wykład swój wraz z materiałem, jak zdjęcia i wykresy, przesłać nam dla opublikowania.

W związku z odczytem Zarząd Główny SIMP składa tą drogą podziękowanie przedstawicielom przemysłu szwedzkiego za zorganizowanie odczytu, jak i za złożenie 20.000.— zł z przeznaczeniem na pomoc dla słuchaczy szkół technicznych, którym patronuje SIMP.

ODCZYT PROF. OLOVA SVALMA.

W dniu 15.3.1949 r. w Domu Technika przy ul. Czackiego 3/5 odbył się odczyt dr techn. Olóva Svahna p. o. Profesora Technologii Mechanicznej przy Królewskiej Politechnice w Sztokholmie na temat „Rozwój i badania w Szwecji narzędzi do skrawania z twardego metalu“.

Zebrań zagał kol. E. Małkiewicz witając zebranych. Z kolei prof. Svahn przedstawił wyniki badań w czasie ostatnich 4 lat prowadzonych w Instytucie Technologii Mechanicznej Politechniki w Sztokholmie oraz w Laboratorium dla obróbki mechanicznej w Stalowni Sandvik.

Badania obejmowały następujące grupy zagadnień: 1) rozwój gatunku węglików spiekanych, 2) kształt ostrza, 3) formy konstrukcyjne narzędzi, 4) przepisy posługiwania się narzędziami z węglików.

W pierwszej grupie zagadnień rozpatrzono zależność zużywania (ścierania się) narzędzi oraz ich odporność na uderzenia, temperaturę itp. w zależności od składu, wielkości ziarn i jednolitości węglików.

Przy rozpatrywaniu kształtu ostrza, poza znanymi już zagadnieniami ujemnych kątów natarcia¹⁾ szczegółowo badano odporność w zależności od gładkości szlifowania powierzchni ostrza.

Badania prof. Svahna nad formami konstrukcyjnymi narzędzi doprowadziły do opracowania zespołu normalnych narzędzi obejmujących noże, frezy, wiertła itp. Narzędzia te produkowane na rynek przez stalownię Sandvik znane są u nas pod nazwą Coromant.

W punkcie ostatnim prof. Svahn zwrócił uwagę, że wysoka wydajność pracy narzędzi z płytkami ze spiekanych węglików może być osiągnięta jedynie przy racjonalnym ich stosowaniu. Drogą do tego celu jest rozpowszechnianie wszelkiego typu instrukcji, tabel kalkulacyjnych, filmów itp.

Po odczycie odbyła się dyskusja oraz pokaz filmu, przedstawiającego warunki pracy i korzyści wynikające z użycia przy frezowaniu głowic z płytkami z węglików spiekanych.

S. K.

¹⁾ Według badań szwedzkich kąty te we frezach walcowo-czołowych powinny posiadać wartości: dla stali — kąt natarcia = — 8°, kąt linii śrubowej = — 8°; dla żeliwa = — 8°.

WIADOMOŚCI INSTYTUTU WYDAWNICZEGO SIMP

CZYN 1-MAJOWY INSTYTUTU WYDAWNICZEGO SIMP

Wśród powodzi zgłoszeń czynu 1-majowego, napływających ze wszystkich zakątków Kraju, ze szczególną radością podajemy wiadomość o realizacji uchwały załogi Instytutu Wydawniczego Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich (SIMP) o wydaniu w terminie znacznie wcześniejszym pierwszej części I tomu „Poradnika Technicznego Mechanik“.

Instytut Wydawniczy SIMP, zajmujący jedno z przodujących stanowisk w dziedzinie wydawnictw technicznych, posiada poważny dorobek w postaci czasopism i książek, przeznaczonych dla najszerszych warstw pracowników przemysłu metalowego, a więc robotników, rzemieślników, techników i inżynierów.

Spośród prac wydawanych przez Instytut Wydawniczy SIMP na specjalne wyróżnienie zasługuje wielotomowe dzieło zbiorowe p. n. „Poradnik techniczny Mechanik“, zawierające źródłowe wiadomości ze wszystkich dziedzin wiedzy, związanych z przemysłem metalowym. „Poradnik techniczny Mechanik“ o objętości około 10.000 stron będzie nie tylko książką podręczną, potrzebną w pracy zawodowej, lecz i zwięzłą encyklopedią mechaniki, umożliwiającą zaznajomienie się z poszczególnymi dziedzinami wiedzy, objętymi Poradnikiem. Przełomowe znaczenie „Poradnika technicznego Mechanik“ dla rozwoju polskiego piśmiennictwa technicznego polega na tym, iż uporządkowanie pojęć, ujednostajnienie symboliki i słownictwa technicznego, wprowadzenie racjonalnego podziału nauk i umiejętności technicznych oraz zebranie ogromnego materiału liczbowego stworzy zdrowe warunki rozwoju piśmiennictwa technicznego.

Dzięki „Poradnikowi technicznemu Mechanik“ zwiększy się znacznie grono osób, oddających swą wiedzę i doświadczenie na użytek ogółu przez pisanie artykułów i książek, ponieważ autorzy nie będą zmuszeni do żmudnego poszukiwania nie zawsze dostępnych dzieł źródłowych, lecz zdobędą najlepszą pomoc w Poradniku.

„Poradnik techniczny Mechanik“ obejmie zasięgiem swej treści nauki matematyczno-fizyczne, jak matematykę, fizykę, mechanikę, naukę o cieple, metrologię techniczną, materiałoznawstwo, rysunek techniczny, elementy maszyn, technologię metali, silniki i maszyny robocze, organizację przedsiębiorstw, ruch fabryczny, kalkulację przemysłową, oraz te wszystkie nauki i umiejętności techniczne, które są niezbędne do unowocześnienia naszych zakładów fabrycznych i do wprowadzenia nowych, bardziej ekonomicznych metod wytwórczych.

W Dniu Święta Pracy ukazała się pierwsza część I tomu tego źródłowego dzieła, stanowiąca początek ogromnych, zakrojonych na dużą skalę prac autorskich i redakcyjnych. Tom ten o objętości XXXII + 1200 stron obejmuje zakres swej treści matematykę (398 stron), fizykę (146 stron), mechanikę ogólną (164 strony), wytrzymałość materiałów (273 strony), hydromechanikę (59 stron) i aerodynamikę (130 stron). Tom ten ukazał się w terminie o dwa miesiące wcześniejszym, niż to wynikało z planu wydawniczego, dla zadokumentowania woli i zapału załogi IW SIMP na drodze ku wykonaniu planu wydawniczego, zmierzającego do pełnego zaspokojenia

potrzeb polskich mechaników w zakresie kultury technicznej.

O natężeniu prac Instytutu Wydawniczego SIMP świadczy porównanie okresu czasu, poświęconego na opracowanie, przygotowanie do druku i wydanie I tomu „Poradnika technicznego Mechanik“, stanowiącego nie tylko szczytowe osiągnięcie wydawnicze Instytutu, lecz jedno z najpoważniejszych wydarzeń w dziedzinie wydawnictw technicznych.

Pierwszy tom 2 wydania Podręcznika dla inżynierów „Technik“ o tej samej objętości, co wydany ostatnio tom „Poradnika technicznego Mechanik“, był opracowywany i drukowany przez lat dwadzieścia, a więc dziesięć razy dłużej niż wydany obecnie tom Poradnika, mimo iż w Polsce było kilkadziesiąt drukarni, mogących podjąć się wykonania tego rodzaju wydawnictw, co poradniki techniczne, mimo iż papierne nie były zdewastowane tak, jak po ostatniej wojnie.

Gdzież leży przyczyna, iż mimo dotkliwych strat wśród przedstawicieli polskiej nauki i techniki, mimo niezwykle ciężkich warunków wydawniczych, mimo wielkich zniszczeń materialnych jesteśmy świadkami nie tylko odrodzenia się, lecz i wspaniałego rozwoju ruchu wydawniczego w Polsce powojennej, przekraczającego swymi rozmiarami wielokrotnie natężenie ruchu wydawniczego w okresie przedwojennym?

Ogromny rozwój wydawnictw technicznych należy zawdzięczać głównie niezwyklej ofiarności polskiego świata technicznego, który mimo dotkliwych i nieodżałowanych strat w szeregach przedstawicieli nauki i techniki, mimo przeciążenia pracami związanymi z odbudową polskiej gospodarki narodowej, zdobył się na ogromny i wszechstronny wysiłek na polu piśmiennictwa technicznego, zmierzający do odbudowy i rozwoju polskiej kultury technicznej.

Dotychczasowy dorobek wydawniczy IW SIMP, przekraczający wielokrotnie wyniki akcji wydawniczej Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich w okresie przedwojennym, należy zawdzięczać powołaniu do życia Instytutu Wydawniczego SIMP, którego formy organizacyjne zapewniają pełny rozwój akcji wydawniczej w zakresie potrzeb polskiej techniki, a przemysłu metalowego w szczególności.

Nie mniej ważkim czynnikiem, sprzyjającym akcji wydawniczej, jest przyjęcie i stosowanie przez Instytut Wydawniczy SIMP w całej rozciągłości zasady harmonijnej współpracy autora z redakcją. Autor nie występuje — tak jak dawniej — w odosobnieniu, lecz na tle zbiorowości, jaką stanowi kolegium redakcyjne. W ogniu poważnej dyskusji i twórczej krytyki powstają dzieła dojrzałe, odpowiadające nie tylko obecnemu stanowi wiedzy, lecz odznaczające się przejrzystym układem i właściwym ujęciem tematu pod względem dydaktycznym.

Najsilniejszym jednakże bodźcem, zachęcającym do wyteźonej pracy na polu piśmiennictwa technicznego, jest wielka idea upowszechnienia kultury technicznej wśród najszerszych rzesz społeczeństwa polskiego, od której podniesienia zależy dobrobyt Narodu i rozwój gospodarczy Państwa!

KRONIKA

DRUGI KONGRES ZWIĄZKÓW ZAWODOWYCH.

W dniach od 1 do 5 czerwca br. w Warszawie toczyły się obrady II Kongresu Związków Zawodowych.

W dniu otwarcia Kongresu przemówił do zgromadzonych Prezydent R. P. Bolesław Bierut, który omawiając rolę i znaczenie Związków Zawodowych powiedział:

„Kongres dzisiejszy jest triumfem jedności organizacyjnej polskiej klasy robotniczej, wyrazem najszerszego zjednoczenia wszystkich ludzi pracy fizycznej i umysłowej.

Ale uwagę i szczególne znaczenie dzisiejszego Kongresu określa nie tylko liczba trzech milionów sześćset tysięcy zorganizowanych członków związków zawodowych, których reprezentujecie Towarzysze, jako ich delegaci. Jest to, oczywiście w naszych warunkach wielka liczba, czterokrotnie wyższa od przedwojennej cyfry robotników i pracowników umysłowych zorganizowanych w związkach zawodowych. Przedwojenny ruch zawodowy osłabia nie tylko mała liczebność, ale i poważne rozbicie pod względem ideologicznym.

O dzisiejszym znaczeniu związków zawodowych stanowi nie tylko liczba zrzeszonych, lecz przede wszystkim nowy charakter ich zadań, nowa rola w produkcji, w państwie, społeczeństwie — nowa ich rola w całkowicie odmiennych obecnie warunkach naszego ustroju politycznego, społecznego i gospodarczego. O dzisiejszym znaczeniu związków zawodowych stanowi to, że klasa robotnicza sprawuje dzisiaj władzę polityczną w państwie, że jest ona dzisiaj rzeczywistym gospodarzem w najbardziej podstawowych dziedzinach naszej gospodarki ogólnie narodowej.

Jakie czynniki podstawowe wpłynęły na tę zmianę?

1. Władza ludowa w państwie pod przewodem klasy robotniczej i w oparciu o sojusz robotniczo-chłopski.
2. Społeczna własność podstawowych narzędzi i środków produkcji, które przed tym stanowiły prywatną własność kapitalistów i obszarników.
3. Gospodarka planowa oparta na nowych podstawach ekonomicznych.
4. Nowa, kierownicza władza państwa ludowego w całości kształtująca naszą gospodarkę narodową.

Szczególna waga i doniosłość dzisiejszego Kongresu polega na tym, że powinien on nakreślić jasno zadania i dalszą rolę rozwoju ruchu zawodowego, biorąc za podstawę zarówno te warunki ustrojowe, w których żyją dziś i pracują masy ludowe w Polsce, jak i czteroletnie doświadczenie naszych osiągnięć i dotychczasowych wyników. Kongres powinien umocnić i podnieść na wyższy poziom jedność ideową i organizacyjną zrzeszonych w związkach zawodowych mas pracujących“.

W zakończeniu swego przemówienia ob. Prezydent powiedział m. in. :

„Mówimy o Związkach Zawodowych, że powinny stać się one szkołą gospodarowania, szkołą rządzenia państwem, szkołą budownictwa nowego ustroju społecznego. W jaki sposób związki zawodowe mają wypełniać, te tak zaszczytne i doniosłe społeczne zadania wychowawcze? Winny je wypełniać w codziennej swej działalności prak-

tycznej przez zespołowe rozwiązanie konkretnych zadań, które stawia przed nimi praca wytwórcza, życie społeczne oraz potrzeby, bóle i troski każdego z członków dołowej organizacji związkowej. Dbałość i troska o człowieka, o warunki jego pracy, o pomoc w wykonywaniu jego zadań i jego wychowanie społeczne, o rozwój jego świadomości i wiedzy, o jego kłopoty bytowe i rodzinne — o to, co powinno być wyrazem stosunku codziennego między organizacją zawodową, jej kierownictwem i jej członkami. Aktyw związkowy w znacznej części pełni równocześnie odpowiedzialne funkcje państwowe lub polityczne. Wzmocnienie aktywności dołowych organizacji związkowych, oparcie jej na zasadach demokracji wewnętrzno-związkowych, na wypróbowanych metodach krytyki i samokrytyki zabezpieczy aktywni związkowemu możliwość oparcia swej pracy państwowej i politycznej na doświadczeniach mas, na praktycznych troskach i kłopotach bezpartyjnych robotników i pracowników umysłowych, zrzeszonych w związkach zawodowych“.

Ze sprawozdań przedkładanych Kongresowi wynika, że: podstawowym warunkiem realizowania zadań wytkniętych w planie, jest wszechstronne wzmocnienie aktywności mas robotniczych i chłopskich. Zadanie wykonania planu trzyletniego na dwa miesiące przed terminem będzie zrealizowane, a dzięki wprowadzeniu systemu oszczędzania zaoszczędzimy w roku bieżącym ponad 115 miliardów złotych. Ponad milion robotników i pracowników umysłowych, tzn. blisko 50% ogółu zatrudnionych w naszej gospodarce uspołecznionej, złączyło się do współzawodnictwa o przedterminowe wykonanie planu trzyletniego, a oszczędności świadczą, że kroczymy po słusznej drodze, że współzawodnictwo należy rozwijać. Zagwarantuje to przedterminowe wykonanie planu trzyletniego i zwycięską walkę o plan sześcioletni.

Imieniem świata technicznego zrzeszonego w Naczelnej Organizacji Technicznej II Kongres Związków Zawodowych witał minister B. Rumiński, prezes NOT.

Mówca podkreślił szczególną bliskość i serdeczność, łączącą inteligencję pracującą z klasą robotniczą. Serdeczne uczucia łączące inteligencję techniczną z klasą robotniczą znajdują swój wyraz nie tylko w pracy, w fabrykach, w związkach zawodowych i stowarzyszeniach technicznych, ale wszędzie, gdziekolwiek występują robotnicy i inżynierowie.

Ojczyzna żąda dziś, aby dać dla kraju dwa razy więcej stali, przeszło dwa razy więcej energii, trzy razy większą produkcję chemiczną, zelektryfikować czwartą część wsi polskich, wybudować 600.000 nowych mieszkań, uruchomić fabryki turbin parowych, kotłów wysokoprężnych, ciężkich maszyn, łożysk tocznych itp.

Oto zadania nie tylko klasy robotniczej, ale również ambitne zadania, które rozwiązywać będzie polski świat techniczny.

W dalszej części przemówienia prezes NOT stwierdza:

„Uczymy się oszczędzać, ale jak wykazały ostatnie narady oszczędnościowe, istnieją jeszcze ogromne niewykorzystane rezerwy, które mogą dać miliardowe oszczędności. W planie sześcioletnim musimy rezerwy te uruchomić“.

KOMUNIKATY

KONGRES METALOZNAWSTWA STOSOWANEGO

Naczelna Organizacja Techniczna w Polsce, opierając się na wspólnym wysiłku polskich metaloznawców, organizuje

KONGRES METALOZNAWSTWA STOSOWANEGO

który ma się odbyć we wrześniu 1950 r. w gmachu Akademii Górniczej w Krakowie.

Celem Kongresu będzie:

- 1) omówienie 6-letniego Planu gospodarczego przemysłu hutniczego i metalowego,
- 2) wygłoszenie referatów, ilustrujących dotychczasowy dorobek naukowy i techniczny Polski Ludowej w dziedzinie metaloznawstwa,
- 3) omówienie wytycznych dla prac naukowych na tle realizacji planu 6-letniego,
- 4) wymiana poglądów naukowych pomiędzy przedstawicielami polskiego świata naukowego i technicznego, a wybitnymi uczonymi z zagranicy.

Komitet Organizacyjny Kongresu Metaloznawstwa zwraca się do ogółu inżynierów i techników o zgłaszanie

referatów, zgodnych z założeniami programowymi Kongresu, z następujących dziedzin: hutnictwa, metalurgii, ceramiki metali, metalografii, obróbki plastycznej metali, obróbki cieplnej metali, powłok ochronnych, odlewnictwa, spawalnictwa, wytrzymałości materiałów i organizacji pracy, placówek naukowych i wytwórczych, związanych z metaloznawstwem.

Wszelkich informacji udziela Sekretariat Komitetu Organizacyjnego Kongresu Metaloznawstwa Stosowanego — Warszawa, ul. Czackiego 3/5.

Upzejmie prosimy o jak najszybsze zgłaszanie tematów, jednakże nie później jak do dnia 31 sierpnia b. r.

Rękopisy referatów powinny być złożone w terminie nieprzekraczalnym do dnia 31 grudnia 1949 r., z uwagi na konieczność wydrukowania i rozesłania referatów do wszystkich uczestników przed rozpoczęciem się Kongresu.

Wszelką korespondencję w sprawach, związanych z Kongresem należy nadsyłać pod adresem:

Naczelna Organizacja Techniczna, Sekretariat Komitetu Organizacyjnego Kongresu Metaloznawstwa Stosowanego, Warszawa, ul. Czackiego 3/5.

TREŚĆ ZESZYTU 4-5-6/49

I. ARTYKUŁY OGÓLNE	Str.
<i>Inż. Mieczysław Lesz</i> — O prawdziwy plan techniczny	97
<i>Prof inż. Jerzy Bukowski</i> — O właściwą strukturę studiów magisterskich na mechanicznych wydziałach politechnik	99
<i>Prof. dr inż. Aleksander Krupkowski</i> — Zagadnienia utleniania metali oraz sposoby uodpornienia ich na korozję tlenową	102
<i>Prof. inż. Witold Biernawski i st. asystent inż. Andrzej Sadowski</i> — Pomiar gładkości powierzchni	109
<i>Prof. dr Zenobiusz Kłębowski i inż. Wojciech Urbanowski</i> — Nierównomierność rozkładu napięć pomiędzy otworami opłomkowymi walczaka kotłowego	118
<i>Prof. dr inż. Hipolit Sobolewski</i> — Sposób paraboliczno-geometrycznego ustawienia parowozu w łukach	121
<i>Inż. Kazimierz Szwabowicz</i> — Podstawowe założenia przy rozbudowie fabryk	127
<i>Inż. W. G.</i> — Automatyzacja wyposażenia obrabiarek	135
<i>Inż. A. M.</i> — Postępy automatyzacji w radzieckim przemyśle maszynowym	140
<i>Inż. Jan Szmelter</i> — Równanie linii ugięcia belki o zmiennym przekroju	143
<i>Inż. mech. Romuald Wołk</i> — Normy zużycia sprawdzianów	146
<i>Inż. mech. Józef Rafalski</i> — Ogrzewanie pompami cieplnymi	153
<i>Inż. M. Sznajder i Z. Frączek</i> — Teoretyczne podstawy wielokrotnego ciągnięcia drutu z poślizgiem	158
II. DZIAŁ ODLEWNICZY	
<i>Dr inż. A. M. Plesinger</i> — Rozwój czechosłowackiego odlewnictwa po wojnie	163
<i>Inż. Platon Januszewicz</i> — Organizacja i planowanie pracy w odlewni	166
Przeгляд pism technicznych odlewniczych	171
III. PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH	
IV. BIBLIOGRAFIA	
V. WIADOMOŚCI SIMP	
VI. WIADOMOŚCI INSTYTUTU WYDAWNICZEGO SIMP	
VII. KRONIKA	
VIII. KOMUNIKATY	

CONTENTS

SOMMAIRE

СОДЕРЖАНИЕ

- | | | |
|--|---|--|
| <p>I. MAIN ARTICLES</p> <p>The real technical plan . . .</p> <p>Master degree studies on Technical Universities for Mechanics</p> <p>Oxydation of metals and means of preventing corrosion</p> <p>Measurement of surface finish</p> <p>Irregularities of stress distribution in boiler walls with fire tube holes</p> <p>Parabolic method of setting the locomotives on curves</p> <p>Principles of extending the industrial works</p> <p>Automatization of jigs and fixtures</p> <p>Development of automatization in Soviet metal industry</p> <p>Equation of flexion line of a beam with irregular section</p> <p>Standards of permissible wear of gauges</p> <p>Heat pumps</p> <p>Fundamentals of multiple wire drawing</p> <p>II. FOUNDRY PRACTICE</p> <p>Development of Czechoslovak foundries after the war</p> <p>Organization and planning of work in foundries</p> <p>Foundry press review</p> <p>III. TECHNICAL PRESS REVIEW</p> <p>IV. BIBLIOGRAPHY</p> <p>V. SIMP NEWS</p> <p>VI. NEWS OF SIMP PUBLISHING INSTITUTE</p> <p>VII. CHRONICLE</p> <p>VIII. ANNOUNCEMENTS</p> | <p>I. ARTICLES GENERAUX</p> <p>Plan technique réel</p> <p>Etudes supérieures aux facultés de mécanique des Ecoles Polytechniques</p> <p>Oxydation des métaux et moyens de prévenir à la corrosion</p> <p>Mesurage de lisse de surface</p> <p>Irrégularité de distribution des tensions dans les parois des chaudières avec trous</p> <p>Méthode parabolique de mise des locomotives sur virages</p> <p>Principes d'agrandissement des établissements industriels</p> <p>Automatisation de l'outillage</p> <p>Développement de l'automatisation dans l'industrie mécanique de l'U. S. S. R.</p> <p>Equation de ligne de flexion d'une poutre aux sections changeables</p> <p>Normes de l'usure des calibres</p> <p>Pompes de chaleur</p> <p>Principes de tirage multiple de fil</p> <p>II. SECTION DE FONDERIE</p> <p>Le développement des Industries de la Fonderie Tchécoslovaque depuis la guerre</p> <p>Plans d'organisation des travaux dans la fonderie</p> <p>Revue de la presse de fonderie</p> <p>III. REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE</p> <p>IV. BIBLIOGRAPHIE</p> <p>V. LES NOUVELLES DE SIMP</p> <p>VI. LES NOUVELLES DE L'INSTITUT DE PUBLICATION DE SIMP</p> <p>VII. CHRONIQUE</p> <p>VIII. COMMUNIQUES</p> | <p>I. ГЛАВНЫЕ СТАТИИ</p> <p>О действительный технический план</p> <p>Структура высшего образования на Механических факультетах Политехник</p> <p>Окисление металлов и средства противодействия коррозии</p> <p>Измерение чистоты поверхности</p> <p>Неровномерное разложение напряжений в стенах котлов с дырами на огневые трубы</p> <p>Параболично - геометрический метод уставляния паровоза на дугах</p> <p>Главные предпосылки розширения заводов</p> <p>Автоматизация оборудования станков</p> <p>Прогрес автоматизаций машиностроения в СССР</p> <p>Уравнение линий изгиба балки о сменном сечений</p> <p>Стандарты изнашивания калибров</p> <p>Отопление тепловыми помпами</p> <p>Теоретические основания многократного протягивания проволоки</p> <p>II. ЛИТЕЙНОЕ ДЕЛО</p> <p>Розвитие Ческословацких литейных заводов после войны</p> <p>Организация и планирование труда в литейных заводах</p> <p>Обзор литейной печати</p> <p>III. ОБЗОР ТЕХНИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ</p> <p>IV. БИБЛИОГРАФИЯ</p> <p>V. СООБЩЕНИЯ SIMP</p> <p>VI. СООБЩЕНИЯ ИЗДАТЕЛЬНОГО ИНСТИТУТА SIMP</p> <p>VII. ХРОНИКА</p> <p>VIII. КОМУНИКАТЫ</p> |
|--|---|--|

WYDAWCA: INSTYTUT WYDAWNICZY SIMP — Warszawa

Kolegium redakcyjne: Prof. dr inż. Bohdan STEFANOWSKI, inż.-mech. Adam Tadeusz TROSKOLAŃSKI
inż.-mech. Adam MINCHEJMER.

Redaktor naczelny: Prof. inż. Edmund OSKA.

Zastępca redaktora naczelnego: inż.-mech. Jerzy GRODECKI.

Redaktor techniczny: inż.-mech. Zbysław RAUSZER.

Redaktor działu odlewniczego: Prof. inż.-mech. Kazimierz GIERDZIEJEWSKI.

Redaktor Wiadomości SIMP: Eugeniusz MAŁKIEWICZ Sekretarz Generalny SIMP:

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, ul. Mickiewicza 18.

Redaktor przyjmuje czwartek 9—11 i sobota 14—16

Administracja czynna poniedziałki, środy i piątki od 9 do 15.

Przedpłata kwartalna 600 zł.

PKO Nr konta I 4665. tel. 8-29-85.

Cena pojedynczego zeszytu 240 zł.