

PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY

STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

REDAKCJA: WARSZAWA, CZACKIEGO 3/5, TEL. 674-61 w. 48

ADMINISTRACJA: WARSZAWA, MICKIEWICZA 18, TEL. 330111

Hamulce postępu technicznego

Prof. JANUSZ TYMOWSKI

Ankieta „Trybuny Ludu“ pt. „Dyskutujemy o postępie technicznym“ zebrała na łamach tego dziennika szereg interesujących artykułów wskazujących istotne przyczyny, które hamują rozwój postępu w naszej technice. Poszczególne wypowiedzi publikowane w ramach wspomnianej ankiety ograniczały się, ze względu na stosunkowo niewielką ilość miejsca w dzienniku przeznaczoną na ten cel, do ogólnych omówień tego rozległego tematu. Techniczne czasopisma branżowe mogą i powinny zająć się szerzej i szczegółowiej tym zagadnieniem pod kątem zainteresowania tych gałęzi przemysłu, które czasopisma te reprezentują.

Wydaje się, że publikowany niżej artykuł prof. Janusza Tymowskiego całkowicie spełnia ten postulat. Zaletą jego jest nie tylko trafny wybór istotnych zagadnień, ale także szersze i bardziej wyczerpujące ich omówienie niż to może mieć miejsce w dzienniku.

Oczywiście, że i to szersze ujęcie poruszanych przez autora spraw nie stanowi jeszcze szczegółowej analizy tematu, zwłaszcza jeśli idzie o precyzowanie wniosków zaradczych. Spodziewamy się jednak, że zarówno treść jak i układ artykułu prof. Tymowskiego nie tylko zachęca i ułatwia dalszą dyskusję nad przyczynami hamulców postępu technicznego w przemyśle maszynowym, ale doprowadzą do twórczego rozwiązania istniejących na tym odcinku trudności.

Redakcja

Poziom techniczny przemysłu maszynowego decyduje o poziomie technicznym wszystkich gałęzi korzystających z jego produkcji. Postęp w przemyśle maszynowym zmierza w dwóch kierunkach: jeden to wprowadzanie nowej techniki we własnych zakładach i obniżanie tą drogą kosztów produkcji, drugi to konstruowanie i produkowanie coraz to wydajniejszych maszyn i urządzeń potrzebnych innym przemysłom i podnoszenie tą drogą postępu technicznego w całej gospodarce narodowej.

Szybki wzrost produkcji maszynowej, rozszerzanie skali asortymentowej wytwarzanych przez ten przemysł artykułów i bardzo poważny wzrost wydajności przesłoniły nam fakt, że mimo poważnych osiągnięć, jakie mamy na tym polu, tempo rozwoju przemysłu maszynowego jest ciągle jeszcze niedostateczne, ażeby odrobić zacofanie, odziedziczone po ustroju kapitalistycznym.

Nieosiągnięcie przez przemysł planowanej na rok 1954 obniżki kosztów, a zwłaszcza konfrontacja jego produkcji z produkcją zagraniczną, jaka nastąpiła w wyniku walki o eksport — wykazały z całą wyrazistością, że konstrukcje nasze są bardzo często przestarzałe i zbyt drogie.

Istnieją tendencje ażeby odpowiedzialnością za ten stan rzeczy obciążać głównie kierownictwo zakładów i personel inżynieryjno-techniczny.

Niewątpliwie większe uaktywnienie tego personelu może uruchomić istniejące jeszcze poważne rezerwy. Świadczą o tym rezultaty konferencji partyjno-technicznych i partyjno-ekonomicznych przeprowadzone w dużej ilości zakładów. W toku organizowania tych konferencji osiągano niejednokrotnie dzięki aktywizacji załogi i kierownictwa większy postęp na przestrzeni kilkumiesięcznego okresu przygotowań do konferencji niż uprzednio na przestrzeni całego roku. Wydaje się jednak, że przyjmowanie niedostatecznej aktywizacji kierownictwa zakładów i personelu inżynierskiego za nieomal jedyną przyczynę niewykonania planów postępu i obniżki kosztów jest poważnym spływaniem sprawy.

Postęp techniczny napotyka na szereg istotnych przeszkód, których usunięcie nie leży w możliwościach kierownictwa zakładów, a w pewnych przypadkach wychodzi nawet poza możliwości resortów.

Wykrycie zjawisk, które utrudniają i hamują postęp techniczny, wymaga bardzo gruntownej, bezstronnej analizy i nie jest bynajmniej rzeczą łatwą.

Sprawie znalezienia dróg przyspieszenia postępu technicznego w przemyśle, poświęcono naradę aktywu przemysłowego ZSRR, przeprowadzoną w dniach 17—19 maja br. na Kremlu w obecności członków Komitetu Centralnego KPZR i Rządu. Narada ta, której prasa nasza nie poświęciła dostatecznej uwagi, powinna być przykładem poważnego i śmiałego podejścia do tego niezwykle poważnego zagadnienia.

Odnosnie naszego przemysłu maszynowego to w oparciu o ogólną znajomość warunków jego pracy wydaje się, że najbardziej istotnymi hamulcami postępu są: 1) zbyt szczegółowe planowanie centralne, połączone ze sztywnym trzymaniem się błędnych, przestarzałych wskaźników, 2) niedocenicenie znaczenia badań naukowych i 3) błędy w polityce kadrowej. W artykule niniejszym zajmę się tylko pierwszymi dwoma sprawami, pozostawiając trzecią z nich do osobnego omówienia.

Wadliwe metody planowania centralnego

Dyr. Uralmaszawoda, zabierając głos na wspomnianej już naradzie na Kremlu, zaznaczył, że dla zwiększenia tempa postępu konieczne jest materialne zainteresowanie zakładów wprowadzaniem nowej techniki. Sprawa powinna być postawiona w taki sposób, ażeby produkowanie nowych urządzeń było dla zakładu ekonomicznie korzystne, natomiast produkowanie konstrukcji przestarzałych ekonomicznie niekorzystne. Tymczasem stosowany obecnie u nas system planowania podtrzymuje przeciwny stan rzeczy.

Gospodarka socjalistyczna opiera się na słusznej zasadzie, stałego podnoszenia się wydajności pracy każdego pracownika i stałe rosnącej produkcji zakładu. Praktyczna realizacja tej słusznej zasady, znajdująca wyraz w sposobie planowania przez resorty, nie liczy się jednak zupełnie z rzeczywistym wkładem pracy zakładu w wykonywane przezeń zadania. Idzie o to, że wydajność pracy zakładu mierzy się wartością produkcji obliczoną według cen gotowego produktu, bez uwzględnienia, jaki procent tej wartości stanowią materiały oraz części i zespoły otrzymywane z kooperacji, na których to cenę zakład nie ma żadnego wpływu. Przy takim obliczaniu wartości produkcji możliwy jest szereg przypadków świadczących wymownie o niekorzystnych dla postępu skutkach takiego obliczania. Oto ważniejsze spośród nich:

a. Zakład przejmuje produkcję pewnego zespołu, który dotychczas zakupywał z kooperacji, a który, produkowany we własnym zakresie, będzie tańszy i pozwoli obniżyć koszt własny. Jako rezultat — wskaźnik wydajności spada, gdyż dla wyprodukowania tej samej co poprzednio wartości produkcji trzeba użyć dodatkowej siły roboczej dla wyprodukowania zakupowanych przedtem zespołów.

b. Zakład podejmuje produkcję części zapasowych, które dają możliwość użytkowania unieruchomionego sprzętu u użytkowników. Ponieważ koszty materiałowe w ogólnym koszcie części zapasowych stanowią bardzo niewielki procent, w przeciwnieństwie do wysokich, bo wyrażających się ok. 60% kosztów materiałowych gotowego sprzętu, zawierającego dużą ilość drogiego zespołów zakupionych z zewnątrz, przeto okazuje się, że podjęcie przez zakład ekonomicznie uzasadnionej produkcji części zapasowych przynosi także spadek wydajności.

c. Zakład wprowadził tańszy materiał, zachowując pełną wartość użytkową sprzętu produkowanego i w związku z tym obniżył ceny — spada wydajność, spada wartość produkcji.

d. Zakład wprowadza nowy produkt o nowoczesnej konstrukcji, jednak bardziej pracochłonny — wydajność spada.

e. Zakład wprowadza nowy produkt, w opracowanie którego włożył wiele wysiłku, dzięki czemu produkt wypada znacznie taniej. Ilość produkowana jednak, związana z zapotrzebowaniem pozostaje niezmienną. W efekcie spada wartość produkcji i zakład musi szukać produkcji dodatkowej, aby wyrównać różnice.

Jeszcze gorzej przedstawia się sytuacja przy produkcji, której wartość dla celów planowania oblicza się według tonażu przy tej samej cenie za tonę — niezależnie od tego czy sztuki ważą kilkanaście gramów, czy kilkaset kilogramów. Mimo że wspomniana tutaj metoda obliczeń jest oczywiście niesłuszną i była wielokrotnie atakowana w prasie, departamenty planowania nie zgadzają się na żadną dyskusję w tej sprawie nie licząc się z tym, że w rezultacie tego rodzaju metod obliczania wydajności pracy uzyskuje się niesłuszne wskaźniki zatrudniania i płac. Według wskaźnika wydajności oblicza się bowiem ilość ludzi, jaką zakład może posiadać i fundusz płac, jakim może dysponować, a w oparciu o osiągniętą wartość produkcji oblicza się premie pracowników umysłowych. Przy stosowanym więc obecnie sposobie liczenia — zakład, który, zmierzając do postępu wprowadza nowe konstrukcje, szuka nowych materiałów i przyjmuje nowe zadania, naraża się na pogorszenie swojej sytuacji ekonomicznej, której paradoks polega na tym, że trud wkładany w realizację postępu powoduje w zestawieniach opracowywanych dla władz zwierzchnich pozorny efekt spadku produkcji i obniżenia wydajności. W związku z tym zmniejsza się premia personelu technicznego i powstają trudności ze znalezieniem kwot potrzebnych na wypłatę. Przykładki takie szczególnie wyraźnie występują w tych zakładach produkcji seryjnej, gdzie zachodzą częste i duże zmiany asortymentów i gdzie dość często przy wprowadzaniu nowych produktów obserwujemy niewykonanie planu wartościowego czy tonażowego.

W tym okresie, kiedy zakład potrzebuje najbardziej wyteżonej pracy pracowników inżynieryjno-technicznych — wobec niewypłacania premii, stanowiącej bardzo znaczną część zarobków, następuje z reguły odpływ części pracowników i szukanie dodatkowej pracy przez pozostałych.

Tak więc wadliwe metody obliczeń stosowanych przy planowaniu stanowią hamulce ekonomiczne postępu technicznego.

Przestarzałe wskaźniki nie uwzględniają zmian w strukturze zatrudnienia

Drugim zasadniczym błędem popełnianym przez departamenty planowania i zatrudnienia jak również przez biura projektowe jest sztywne trzymanie się dawno przestarzałych wskaźników dotyczących wzajemnego stosunku różnych grup zatrudnionych.

Ustalania wielkości całej załogi i jej poszczególnych grup dokonuje się za pomocą szczegółowych wyliczeń, ważnych zwłaszcza dla nowych zakładów przy przyjęciu liczby osób zatrudnionych w bezpośredniej produkcji jako podstawy do obliczeń poszczególnych grup załogi. Obliczanie załogi bezpośrednio produkcyjnej oparte na czasach normowanych jest łatwe do wykonania i skontrolowania i na ogół nie budzi wątpliwości. Pozostałą część załogi fizycznej — a więc ustawiczy, kontrolę techniczną, pracowników na-

zędziowni, remontu itd. oblicza się jako pewien procent od otrzymanej ilości potrzebnych pracowników bezpośrednich. Podobnie ilość pracowników umysłowych ustala się, jako pewien procent od całej załogi.

W układzie wzajemnym wielkości tych grup w wyniku ilościowego i jakościowego rozwoju produkcji zachodzą poważne i częste przesunięcia, mimo to jednak organa planujące uporczywie trzymają się starych wskaźników, nie uznając zupełnie zmian wynikających z postępu technicznego, co w konsekwencji prowadzi do hamowania postępu.

W obliczeniach dokonywanych w przemyśle maszynowym przyjmujemy się często wskaźniki właściwe dla stosunków przedwojennych, a w najlepszym wypadku wskaźniki zaczerpnięte z XIV tomu „Maszynostrojnika“, wydanego w roku 1948, a więc opartego na danych z lat najpóźniej 1945—6.

Literatura radziecka zwłaszcza „Awtotraktornaja Promyszlenność“ podaje co pewien czas poszczególne wskaźniki, wskazujące wyraźnie na:

a) Stałe znaczne zmniejszanie się robocizny produkcyjnej jako rezultat postępującej mechanizacji i automatyzacji pracy,

b) Wzrost liczebności załogi pomocniczej jako konsekwencję wzrostu ilości kwalifikowanego personelu, zajmującego się wykonaniem oprzyrządowania, konserwacją i remontem zwiększonej ilości maszyn i urządzeń itp. (Na przykład stosunek ilościowy personelu pomocniczego do personelu produkcyjnego w jednym z radzieckich zakładów motoryzacyjnych wynosił niedawno 1,36.)

Wzrost personelu inżynieryjno-technicznego związany jest z opracowywaniem nowych konstrukcji, a więc z coraz większym udziałem prac wykonywanych w biurze i przez wykwalifikowanych specjalistów dla nadzoru i obsługi coraz bardziej skomplikowanych urządzeń. W miarę postępującej mechanizacji i automatyzacji — od majstra trzeba wymagać coraz wyższych nieomal inżynierskich kwalifikacji. Wzrost zapotrzebowania na wysoko kwalifikowanych majstrów występuje szczególnie mocno w ostatnim pięcioleciu. Podobnie przedstawia się sprawa na zachodzie. Dla ilustracji podaję tabelkę, opublikowaną w „Das Industrie Blatt“ i obrazującą zmiany w układzie kosztów w okresie 1920—53 w jednej z niemieckich fabryk przemysłu maszynowego, mającej ambicję stosowania nowoczesnej techniki.

Zmiany układu kosztów w zakładzie budowy maszyn
(w % całości kosztu)

Rodzaj kosztu	1920	1930	1940	1950	1953	Uwagi
1. Robocizna zasad-						
nicza	21	19,8	14,8	12	8,8	bez urlopów
2. „ pozostała	12	12,5	13,5	12	11	świąt itd.
3. Pobory	3	4,8	6,8	10	13	całość poborów
4. Amortyzacja	1,9	2,3	2,3	3,0	3,5	miesięcznych

Zwiększenie odpisów wynika z mechanizacji pracy, w rezultacie czego kapitał zakładowy na jednego zatrudnionego pracownika zwiększył się o 75%, przy czym wydajność na jednego zatrudnionego wzrosła o 175%.

Udział płac miesięcznych, obejmujący głównie prace personelu inżynieryjno-technicznego, z 9,1% całej robocizny wzrósł na przestrzeni 33 lat do 66%, przewyższając wartość całej robocizny zasadniczej. Tabela uwiadamia charakterystyczne zmiany w strukturze kosztów świadczące o ogromnym wysiłku dokonywanym w ostatnich trzech latach prawdopodobnie w walce o zagraniczne rynki zbytu.

Wracając do błędów naszego planowania trzeba dodać, że rezultatem fałszywych podstaw obliczania ilości pracowników jest określanie zbyt małych limitów zatrudnienia, co w dalszym biegu powoduje obcinanie w zakładzie pracy etatów tych wszystkich pracowników, którzy nie są konieczni dla wykonywania bieżącego programu. W pierwszym rzędzie uderza to w personel głównego konstruktora, technologa, narzędziownię i głównego mechanika. Wynikiem tego jest osłabianie baz postępu technicznego. Powyższych uwag nie należy oczywiście pojmować jako postulatu takiego ilościowego zwiększenia personelu, który w rezultacie spowodowałby spadek wydajności pracy. Walka o likwidację marnotrawstwa w każdej postaci powinna obowiązywać w całej pełni, trzeba jednak mieć na uwadze, że czasem pozorne oszczędności powodują w ostatecznym rezultacie straty.

Trzeba zapewnić szersze kompetencje dyrektorom zakładów

Wiele czasu i energii zużywa obecnie kierownictwo zakładów na tłumaczenie i uzgadnianie spraw często drugorzędnych i zupełnie obcych z pracownikami wyższych szczebli,

ktorzy mają przygotować decyzję. Powodowane to jest centralizacją postępującą z każdym rokiem, która coraz więcej spraw przesuwa do decyzji coraz to wyższych szczebli.

Posunięciem, które mogłoby poważnie zmniejszyć wiele z wymienionych dotąd trudności, byłoby danie większej samodzielności dyrektorom zakładów. Granice tej samodzielności mogłyby być zakreślane pewnymi planami ramowymi, zabezpieczającymi przed spiętrzeniem się np. zapotrzebowań na pewne materiały czy środki.

Dyrektor zakładu ma znacznie większe możliwości podejmowania operatywnych, trafnych decyzji, dotyczących wielu zadań z zakresu planowania zakładowego, kierunku pewnych wkładów inwestycyjnych, zatrudnienia itp. niż jego przełożeni wyższych szczebli nie znający bliżej sytuacji w zakładzie. Trzeba podkreślić, że o potrzebie dokładniejszego określenia praw dyrektora zakładu była również mowa w czasie konferencji na Kremlu. Sprawę tę poruszało kilku mówców, co świadczy o jej znaczeniu.

Trzeba usprawnić warunki badań naukowych

Postęp techniczny długi czas był rezultatem pracy głównie praktyków. Oni to metodą „prób w materiale“, kierując się twórczą intuicją, dochodzili do zdumiewających rezultatów. Oni stworzyli wiek pary i elektryczności. Na podstawie ich osiągnięć powstały nowe dziedziny nauki.

Obecnie sytuacja ulega zasadniczym zmianom. W wieku atomowym dalszy postęp techniczny możliwy jest na ogół tylko w oparciu o poważną pracę naukową. Już jednak i przed tym żaden poważniejszy wynalazek nie został wprowadzony do produkcji jako rezultat wysiłków jednego człowieka. Z reguły była to praca szeregu ludzi, stopniowo doskonalących sam pomysł i opracowujących uboczne zagadnienia z nim związane. Dla ustroju kapitalistycznego typowe było długotrwałe, trudne przebijanie sobie drogi przez nowe pomysły, marnowanie wielu z nich.

Powszechnym niemal zjawiskiem było zagarnianie wszystkich korzyści z wynalazku przez finansistów, eksploatujących rezultaty cudzej długotrwałej pracy, nabyte za grosze.

Istotą techniki socjalistycznej jest jej stałe dążenie do osiągnięcia coraz lepszych wyników, do coraz lepszego zaspokajania stale rosnących potrzeb społeczeństwa. Dla uniknięcia kosztownego błędzenia konieczne jest ściśle powiązanie nauki z praktyką.

Zakłady produkcyjne powinny znajdować radę i pomoc w placówkach naukowych, powinny stawiać przed nauką coraz to nowe zadania. Z drugiej jednak strony zakłady powinny przygotowywać materiały dla badań naukowych i stanowić wielkie laboratorium dla potrzeb nauki.

Dotychczasowa praktyka w dziedzinie badań naukowych nie jest zadowalająca, a współpraca przemysłu z nauką ma charakter niezorganizowany i sporadyczny. Wielki wysiłek włożony w roku 1948—9 w stworzenie sieci instytutów naukowo-badawczych dotychczas nie przynosi należytych wyników.

Prace nad postępowaniem technicznym, nad nowymi konstrukcjami, nowymi metodami wytwarzania, lepszym wykorzystaniem środków istniejących — wymagają pracy całej szerokiej sieci placówek, od biur i laboratoriów zakładów przemysłowych do instytutów Polskiej Akademii Nauk. Tylko wtedy, gdy duże zakłady będą posiadały własne silne placówki badawcze, można będzie zapewnić operatywną i na właściwym poziomie pomoc dla produkcji i umożliwić regularną długofalową pracę instytutom i zakładom wyższych uczelni.

Odnosnie naszych zakładów można stwierdzić nieomal całkowity brak prac o typie badawczym, prowadzonych w sposób systematyczny we własnym zakresie. Placówkami, które tego rodzaju prace powinny prowadzić, są tzw. działy koncepcyjne zakładu, które można by podzielić na dwie grupy zajmujące się: a) konstrukcją, b) produkcją.

Warunki postępu technicznego w pracy nad konstrukcjami

Odnosnie konstrukcji praca ta powinna być prowadzona w wydziale głównego konstruktora i obejmować całość zagadnień zapewniających rozwój konstrukcji danej specjalności. W razie istnienia kilku zakładów o tym samym asortymencie produkcji — należy rozważyć możliwość rozbicia opracowań konstrukcji na drobniejsze zakresy, co będzie celowe przy kilku dużych zakładach, lub skoncentrowanie prac nad rozwojem konstrukcji w jednym z zakładów, w przypadku kilku mniejszych zakładów.

Zadaniem działu głównego konstruktora jest śledzenie postępu światowego w dziedzinie, nad którą pracuje, drogą studiowania literatury, wyjazdów na wystawy i konferencje międzynarodowe, sprawozdania i badania nowych typów maszyn i urządzeń pojawiających się na rynku. W oparciu o te materiały, jak również o potrzeby użytkowników dział ten powinien prowadzić stałe prace nad modernizacją produkowanych urządzeń. Zakład produkujący urządzenia powinien być doradcą użytkowników i nie tylko spełniać sugestie zgłaszane, ale proponować użytkownikom własne nowe urządzenia.

Wzorem dla nas mogą tu być konstruktorzy czeskich zakładów, doskonale zorientowani w sytuacji światowej swojej gałęzi przemysłu, jak również w wadach i zaletach obcego sprzętu produkujących wytwórni i ich kierunkach rozwojowych. Konstruktorzy ci znają doskonale możliwości techniczno-produkcyjne własnych zakładów i dostosowują do nich projektowane konstrukcje. Dzięki temu uzyskują wysoką jakość i nowoczesność konstrukcji, pozwalającą na to, że 60% ciągników czeskich idzie na eksport, że czeskie frezarki-kopiarki kupuje Anglia.

Nasza sytuacja jest mniej korzystna. Nasz przemysł maszynowy opanowuje rocznie ok. 150 nowych typów. Są one potężnym środkiem postępu, pozwalają eliminować lub zmniejszać wysiłek człowieka, zwiększają wydajność jego pracy, są one jednak w znacznej mierze konstrukcjami przestarzałymi w stosunku do poziomu światowego.

Wynika to stąd, że mamy stosunkowo niewiele konstrukcji oryginalnych, że zbyt wolno uruchamiamy produkcję nowych typów i zbyt długo utrzymujemy je bez zmiany.

Konstrukcje ulegają procesowi starzenia się. Szybkość tego procesu jest oczywiście różna i zależy nie tylko od gałęzi przemysłu, ale także od stopnia dojrzałości konstrukcyjnej a niekiedy i od mody. Stąd konstrukcje samochodów w Europie utrzymują się bez większych zmian 6 — 8 lat, obrabiarek specjalnych około 5 lat, obrabiarek ogólnego przeznaczenia ok. 10 lat itd. Po tym okresie wszystkie te maszyny pracują oczywiście nadal, ale produkcja ich zostaje wstrzymana, gdyż w międzyczasie pojawiają się nowe konstrukcje, bardziej wydajne, lepiej przystosowane do swych zadań. Ów proces starzenia się musi być rozsądnie respektowany. Jest on istotny i społecznie uzasadniony, gdy w jego rezultacie nowe rozwiązania zwiększają wartość użytkową w stopniu przewyższającym koszty uruchomienia nowych produkcji. Jest on jednak społecznie szkodliwy, gdy stanowi tylko środek walki z konkurencją i odbywa się kosztem klasy robotniczej, gdy nie wnosi nic istotnego, jak np. zmiany karoserii w amerykańskim przemyśle samochodowym, gdzie model samochodu zmienia się co 2 — 3 lata.

Nasze konstrukcje są najczęściej bądź oparte na pracujących u nas urządzeniach importowanych, przeważnie już produkowanych od kilku, a nawet od kilkunastu lat, jak np. dźwigi wieżowe, bądź oparte na licencjach, przy czym zbyt długa procedura ich załatwiania zjada cenne lata okresu nowoczesności produkcji.

Nie chodzi o to, aby w każdym wypadku szukać rozwiązania jakiego jeszcze w ogóle nie było. Najbardziej produkujące zakłady śledzą bacznie obce konstrukcje swojej gałęzi produkcji i adaptują z nich to, co jest nowe i może być celowo wykorzystane. Konieczne jest jednak wzorowanie się na konstrukcjach najnowszych i równoczesne poszukiwanie nowych lepszych rozwiązań.

Jeszcze jednym brakiem, z którym się spotykamy u nas, to bardzo długie okresy uruchamiania produkcji masowej gotowych już prototypów. W konsekwencji mamy taką sytuację, że wówczas gdy my jeszcze nie opanowaliśmy całkowicie produkcji samochodu „Warszawa“ — Związek Radziecki przechodzi już do produkcji nowego typu „Wołga“.

Lokalizacja odpowiedzialności za konstrukcję przeszła i u nas szereg faz. W pierwszych latach po odzyskaniu niepodległości pracę konstrukcyjną skupiano w Centralnych Biurach Konstrukcyjnych (CBK). W zakładach pozostawały tylko bardzo słabe komórki konstrukcyjne, pośredniczące raczej między produkcją a biurami. Wynikało to z braku samodzielnych konstruktorów i konieczności koncentracji ludzi i materiałów pomocniczych, norm, katalogów itd.

CBK pracowały zadowalająco tylko tam, gdzie istniało bezpośrednie oparcie o zakład produkcyjny, jak np. CBK taboru kolejowego i „Zispo“. Choć i tu okres opracowania był znacznie dłuższy niż w niektórych fabrycznych biurach konstrukcyjnych taboru kolejowego np. w Chrzanowie.

CBK okazały się organizmami zbyt ciężkimi, ilość błędów w konstrukcjach była znaczna, wyjaśnianie wątpliwości,

usuwanie trudności wykonawczych i wzajemne porozumiewanie się zajmowały b. dużo czasu i przedłużały znacznie prace nad pierwszymi seriami. Jednocześnie zakład nie czuł się odpowiedzialny ani za daną konstrukcję, ani tym bardziej za jej rozwój. Powodowało to zamieranie inwencji konstrukcyjnej, zniechęcenie młodzieży technicznej, która schodziła do roli rejestratorów przeprowadzanych zmian.

Typowym przykładem takiej sytuacji przy dodatkowym wpływie braku jasnej polityki technicznej ze strony resortu może być produkcja ciągników.

W ostatnich latach nastąpił zwrot w kierunku przesunięcia odpowiedzialności za rozwój konstrukcji bieżącej na biura konstrukcyjne zakładów, przy pozostawieniu dla CBK, często połączonych z odpowiednimi instytutami, prac długofalowych nad zupełnie nowymi konstrukcjami.

Możliwości rozwojowe, jakie zarysowały się na tych warunkach przed działami głównych konstruktorów, są w praktyce hamowane systemem ustalania przez centralne zarządy i resorty limitów zatrudnienia dla zakładów. Personel działu głównego konstruktora jest włączony do ogólnej puli zatrudnienia. Przy jego ustalaniu nie bierze się pod uwagę, czy i w jakim zakresie zakład prowadzi studia i badania, ponieważ nie figurują one w wartościowym planie produkcji, który jest podstawą do określenia liczebności załogi.

W związku z tym dyrektor zakładu otrzymując niewystarczający limit zatrudnienia, jak to było już powiedziane, zaczyna obciążać od personelu głównego konstruktora, jako tego, który pracuje nie na koniecznie dziś, a dopiero na jutro.

Wydać się, że konieczne jest wydzielenie prac badawczych w oddzielny plan — co zresztą ma miejsce w planie TPF — i objęcia tego planu oddzielnym rachunkiem nie obciążającym bezpośrednio produkcji bieżącej oraz wyposażenie tych prac w oddzielny limit zatrudnienia. W tym czasie bowiem, gdy od wykonania planu obniżyć kosztów zależy uzyskanie funduszu zakładowego, koszty prac nad nowymi konstrukcjami, łącznie z wykonaniem prototypów i próbami, mogą mieć decydujący niekorzystny dla załogi wpływ na wyniki wykonania planu obniżki kosztów. Zakład angażujący się silnie w prace badawcze utrudniałby sam sobie pracę na pozostałych odcinkach planu.

Następnym brakiem w pracy nad nowymi konstrukcjami jest zupełny niedostatek własnych prototypowni i słabe wyposażenie zakładów w stacje prób.

Wykonywanie części czy zespołów próbnych w warsztatach produkcyjnych trwa przeważnie bardzo długo. Zwłaszcza w zakładach produkcji wielkoseryjnej i masowej każde drobne nawet odchylenie od normalnego wykonania stwarza duże trudności, wobec przyuczenia pracowników do określonego sposobu pracy. Stąd pilotowanie takich części wymaga nieproporcjonalnie dużego wysiłku, a znaczna ich ilość podlega wybrakowaniu.

Dlatego też główny konstruktor powinien dysponować własnym warsztatem pozwalającym na wykonywanie prototypów we własnym zakresie, przy możliwie niewielkiej pomocy wydziałów produkcyjnych.

Prócz tego główny konstruktor niezależnie od stałego wglądu w próby odbiorcze prowadzone przez kontrolę techniczną powinien mieć możliwość prowadzenia prób długotrwałych całego urządzenia i poszczególnych jego zespołów, w warunkach zapewniających ciągłość tych prób.

Tylko bardzo nieliczne nasze zakłady, głównie te, które były budowane wg projektów radzieckich, mają swoje prototypownie. Przeważnie części próbne są wykonywane w warsztatach produkcyjnych i narzędziowniach. W wielu zakładach konstruktor dysponuje specjalnymi stanowiskami próbnymi, przeważnie korzysta ze stanowisk kontroli technicznej w miarę ich zwalniania od produkcji bieżącej, korzystającej zawsze z prawa pierwszeństwa. Wyposażenie w specjalną aparaturę, pozwalającą na ścisłe badania na próby zmęczenia czy zużycia, jest z reguły niedostateczne. Powoduje to, że próby prototypów są niekompletne, niedostatecznie ścisłe i zdarza się niejednokrotnie, że pod naciskiem resortu następuje przedwczesne uruchomienie produkcji seryjnej przy konstrukcji niedopracowanej.

Przykładem tego może być snopowiązałka z Zakładów w Staroście z poważnymi wadami supłacza. Snopowiązałki te uruchomione zostały przed należytym doszlifowaniem konstrukcji, co spowodowało poważne zaburzenia w akcji żniwnej, podrywało zaufanie wsi do mechanizacji rolnictwa.

Jednocześnie brak możliwości, gdzie konstruktor mógłby w sposób naukowy zbadać i sprawdzić pracę zaprojektowanych części, powstrzymuje od śmiałych rozwiązań konstruk-

cyjnych i powoduje przewymiarowywanie części „na wszelki wypadek”.

Niedostateczny jest wreszcie nadzór konstruktora nad jakością bieżącej produkcji. Przeważnie polega się tu tylko na próbach odbiorców, a systematyczne badania okresowe prowadzone są tylko w bardzo nielicznych przypadkach. Badania takie mają ogromne znaczenie dając pogląd na ocenę jakości produkcji i skutki wprowadzania szeregu drobnych zmian.

Dla zilustrowania omawianej tu sprawy warto wspomnieć o ciekawym systemie zastosowanym przez radzieckie fabryki ciągników. Organizują one zespół własnych ciągników i maszyn rolniczych ze swoją własną załogą, zawierają umowy ze spółdzielniami rolnymi na uprawę ich pól w rejonach o typie gleby, dla której dany typ ciągnika jest przeznaczony. W ten sposób zakład ma pewność, że ciągniki są eksploatowane we właściwy sposób, zna rzeczywiste wskaźniki wydajności, żywotność części i potrzebne okresy międzyremontowe. Próby te nie są kosztowne, gdyż za wykonaną pracę zakład pobiera odpowiednie opłaty.

Kontakt konstruktora z użytkownikami jest u nas na ogół słaby. Sytuację pogarsza fakt, szczególnie uciążliwy zresztą dla użytkowników, rozbicia niektórych urządzeń jak np. kotły na szereg zespołów produkowanych przez różne zakłady, gdzie właściwie nikt z producentów nie odpowiada za całość instalacji.

Warunki postępu technicznego w technologii

Następną grupą prac prowadzonych w zakładzie nad podniesieniem techniki są prace nad metodami wytwarzania. Sytuacja jest tu bardziej skomplikowana. Przeważna część prac wnoszących postęp do wytwarzania nie polega na wprowadzaniu zupełnie nowych metod, dających się uchwycić planem jako odrębne pozycje jak np. odlewanie skorupowe lub obróbka elektroiskrowa. W pewnej części będą to prace nad rozszerzeniem metod znanych w kraju i często stosowanych w zakładzie jak np. rolowanie gwintów lub stosowanie wielowrzecionowych główek do wiertarek. Najczęściej jednak będą to prace o charakterze szeregu drobnych zmian w konstrukcji przyrządów, doboru materiałów wyjściowych, ustalenia wielkości nadadków, zastosowania nowych środków transportu i wprowadzenia nowej organizacji produkcji.

Ta ostatnia grupa posunąć dąży do lepszego wykorzystania posiadanych urządzeń, podczas gdy np. rolowanie gwintów wymaga wykonania lub zakupu nowych urządzeń, a odlewanie skorupowe również poważnych systematycznych badań.

Prowadzone obecnie prace należą w przytłaczającej większości do tej grupy i im przede wszystkim zawdzięczać należy dotychczasowy wzrost wydajności uwidaczniający się w corocznych zestawieniach. Rezerwy tkwiące w tej grupie są jeszcze dalekie od wyczerpania, ale ich wykorzystanie natrafia na trudności. Personel zarówno gł. technologa jak i gł. metalurga jest na ogół mało doświadczony, dysponuje zbyt małą ilością pomocy w formie norm, tablic i opracowań wzorcowych. Ponadto jest on stale odrywany od swoich prac programowych celem udzielania pomocy warsztatom w opanowaniu drobnych trudności bieżących, które powinny być likwidowane przez bezpośredni personel warsztatu.

Łuki w dokumentacji technologicznej, słaba dyscyplina technologiczna, słaba jakość opracowań nowouruchamianych produkcji powodująca konieczność wielu zmian przy jej wprowadzaniu — wypełniają całkowicie czas obu działów odpowiedzialnych za poziom technologii.

Powstawanie poważniejszych trudności lub większego procentu braków zmusza od czasu do czasu do prowadzenia badań mających na celu wykrycie i usunięcie ich przyczyn. Podstawowym błędem popełnianym przy tym jest fakt, że badania podejmowane są przeważnie przy zagrożeniu planu, prowadzi się je dorywczo i w chwili gdy ilość braków maleje, przerywa się badania nie doprowadzając ich do końca i najczęściej nie mając jasnego poglądu co ten spadek spowodowało. Opracowania te rzadko są ujmowane w formy stanowiące zamkniętą całość. Stąd jeżeli po pewnym czasie pojawi się analogiczny błąd, badania trzeba rozpocząć od początku.

Prowadzenie prac nad wprowadzeniem i rozszerzeniem bardziej wydajnych metod pracy jest na ogół związane z wprowadzeniem nowych maszyn i urządzeń produkcyjnych. Prace te są w wysokim stopniu utrudnione przez istniejący system zaopatrywania w potrzebne maszyny, urzą-

dzenia i aparaty. Na przykład przy zamawianiu obrabiarki — typ w zapotrzebowaniu ma charakter orientacyjny. Praktycznie zakład nie wie jaką maszynę otrzyma aż do momentu jej nadejścia. Prawie niemożliwe jest ustalenie w tych warunkach wyposażenia specjalnego, które np. dla obrabiarek działów narzędziowni lub gł. mechanika stanowi do 30% wartości maszyny i umożliwia olbrzymie rozszerzenie zakresu jej stosowania.

Poza dostawami kompleksowymi ze Związku Radzieckiego porozumiewanie się z producentami obrabiarek z innych krajów co do dostosowania tych obrabiarek do konkretnego przeznaczenia jest praktycznie niemożliwe. W rezultacie tych trudności wiele maszyn po ich nadejściu stoi przez długi okres czasu bezużytecznie w oczekiwaniu na dorobienie potrzebnych przyrządów i narzędzi. Często również zdarza się, że obrabiarka częściowo tylko odpowiada potrzebom zakładu, który przyjmuje ją, gdyż w przeciwnym razie nie dostanie żadnej. Stąd park maszynowy naszych zakładów ma nieraz charakter przypadkowy.

Tak jak rozwój przemysłu maszynowego limituje postęp innych gałęzi przemysłu, tak przemysł obrabiarkowy i narzędziowy decyduje o tempie rozwoju przemysłu maszynowego.

Przemysł obrabiarkowy powinien wyprzedzać potrzeby innych gałęzi pozwalając zwłaszcza wytwórciom o produkcji masowej, których udział w całości parku nie jest tak duży, na stałą wymianę maszyn na nowe coraz bardziej wydajne. Maszyny starszych typów powinny być przesuwane do zakładów o mniejszym stopniu wykorzystania. Przemysł obrabiarkowy, przy zwróceniu głównej uwagi na produkcję wielkoseryjną i masową, nie znajdował jak dotychczas należytego zrozumienia dla swoich warunków pracy. W odniesieniu do tego działu przemysłu nasuwa się postulat lepszego dostosowania programu produkcji obrabiarek do potrzeb pracy zakładów.

Przemysł narzędziowy powinien zwolnić narzędziownię zakładów od konieczności produkcji narzędzi normalnych. Powinien on również umożliwić zaopatrywanie mniejszych zakładów w narzędzia specjalne.

Osobne zagadnienie stanowią maszyny dla kuźni i prasowni. Obecny park tych maszyn ma już za sobą wiele lat pracy, a poza tym służy typowi technologii, która nie odpowiada dzisiejszemu poziomowi techniki. Mimo takiego stanu rzeczy obecna produkcja maszyn kuźniennych nie odpowiada ani dzisiejszym potrzebom ani powszechnie stawianej zasadzie zastępowania obróbki mechanicznej przez dokładne kucie i prasowanie. Dlatego też konieczne jest umożliwienie bezpośredniego kontaktu technologów i metalurgów zakładów z konstruktorami zakładów produkujących obrabiarki i maszyny, ażeby umożliwić w ten sposób dobór najbardziej odpowiednich maszyn i przedstawić konstruktorom istniejące w tym zakresie potrzeby i trudności.

Zasadniczą przeszkodą na jaką natrafia zakład, który podejmuje akcję mechanizacji, obsługi, modernizacji transportu itp., jest konieczność wykonania we własnym zakresie, a przeważnie i zaprojektowanie wszystkich potrzebnych urządzeń. Nie ma dotychczas zakładów, które produkowałyby podnośniki pneumatyczne, przenośniki przemysłowe, maszyny do mycia, zmechanizowane narzędzia ręczne itd. Pomijając sprawy nieporównanie wyższego kosztu tak rozdrobnionej produkcji, jest rzeczą zrozumiałą, że przy tej metodzie produkowania urządzeń powstają konstrukcje przestarzałe. Każdy zakład bowiem, zajmując się tylko dorywczo wytwarzaniem urządzeń, kopiuje te urządzenia, które udało mu się zdobyć. Stąd np. ostatnio wykonane pojedyncze klucze pneumatyczne ważą dwukrotnie więcej niż sprzężone klucze firmy Desoutter, pozwalające na równoczesne dokręcanie wszystkich śrub przy jednym kole samochodowym. Należałoby podjąć produkcję urządzeń przez specjalne zakłady, które podjęłyby również rozwój myśli konstrukcyjnej w tym zakresie. Zakłady należy zaopatrzyć w katalogi, cenniki i przykłady zastosowania, które ułatwiłyby rozwiązanie stojących przed nimi zadań.

Prace samodzielne nad nowymi metodami produkcji w zakładach mają obecnie charakter sporadyczny. Prace prowadzone wspólnie z instytucjami omówię w części poruszającej prace instytucji.

Poza pewnymi nielicznymi działami gł. metalurga nigdzie niemal w zakładach naszych nie ma specjalnych pracowników, gdzie można by dokonywać badań nad nowymi metodami, przeprowadzać próby nowego oprzyrządowania lub sprawdzać słuszność niektórych założeń. Wszelkie próby wykonuje się od razu w wydziałach produkcyjnych w warunkach bie-

żącej pracy, co często daje wyniki przypadkowe. Laboratoria fabryczne, obsadzone przeważnie niedostatecznie, w bardzo nieznacznym stopniu prowadzą prace wybiegające poza próby odbiorcze materiałów i bieżącą obsługę produkcji. Laboratoria te są w niewystarczającym stopniu zaopatrywane w nowoczesną aparaturę. Na istotne trudności natrafiają laboratoria w przypadkach otrzymywania niekompletnej aparatury. Braki w tym zakresie ograniczają poważne możliwości wykorzystania aparatury i są tym dotkliwsze, że wspomniane już trudności skontaktowania się z dostawcą nie pozwalają na uzupełnienie oprzyrządowania.

Analizy chemiczne, pomiary twardości, które w produkcji masowej powinny być jak najbardziej zautomatyzowane, są wykonywane metodami małej precyzji.

Pracowników inżynierskich we wszystkich działach należy zachęcać do zbierania danych i prób ujmowania w liczby i normy zjawisk ze swojego zakresu pracy jak np. zużycia narzędzi, okresu pracy przyrządów, wydajności przy różnych typach przyrządów itp. Dane takie zbierane systematycznie są niezmiernie cennym materiałem dla badań naukowych.

Należy zachęcać i pomagać pracownikom inżynierskim technicznym w opracowywaniu artykułów do prasy technicznej. Zmusza to ich do śledzenia prasy technicznej, czy systematyczności w pracy i logicznego ujmowania swych myśli.

Brak jest dotąd właściwej metody oceny wyników działalności placówek zajmujących się metodami pracy. Jako jedyne kryterium oceny przyjmuje się obecnie pracowitość, nie biorąc pod uwagę kosztu oprzyrządowania i ruchu obrabiarek. Dane księgowości nie dają właściwego poglądu na wyniki dokonanych prac.

Placówki technologia i metalurga dużych zakładów powinny być wzmocnione tak, aby umożliwić im współpracę z instytucjami badawczymi, a w prostszych sprawach samodzielne prowadzenie prac badawczych. W ten sposób personel inżynierski, który zwłaszcza jeśli chodzi o personel warsztatowy ma tendencję rutynizowania się, miałby zapewnione drogi rozwoju. Pracownicy, którzy w toku badań natrafiali na trudności wobec braku odpowiedniej aparatury, powinni mieć możliwość korzystania z pomocy odpowiednich instytucji.

Zakład powinien utrzymywać stały kontakt z odpowiednim instytutem i zamierzając rozpocząć jakieś prace badawcze, powinien przede wszystkim porozumieć się czy badania takie nie były już prowadzone gdzie indziej i z jakimi wynikami.

Należy bezwzględnie przestrzegać doprowadzania do końca wszelkich badań i przygotowania sprawozdań z ich przebiegu i wyników. Jedna kopia takiego sprawozdania powinna być dostarczona właściwym instytutom, niezależnie od uzyskanych wyników. W ten sposób uniknęłoby się dublowania prac i zapewniło szersze wykorzystanie prac ukończonych, a także umożliwiło instytutom wgląd w prace przemysłu i oddziaływanie na bieg tych prac.

Należy zwrócić uwagę, że szereg prac, które wymagają przerobienia znacznych ilości materiału i stąd byłyby bardzo kosztowne w instytucji, w zakładzie mogą być przeprowadzone przy minimalnych kosztach.

W Czechosłowacji dawno już nastąpiło włączenie dużych zakładów do prac badawczych. Ministerstwo wprowadza tam pewne zagadnienia do planu technicznego poszczególnych zakładów. Po ich rozwiązaniu na terenie zakładu odbywa się narada ze wszystkimi pozostałymi zainteresowanymi zakładami, które są zapoznawane na miejscu naocznie z osiągniętymi rezultatami.

Poważną przeszkodą dla rozwoju myśli technicznej w zakładach jest b. słaby kontakt z techniką obcą. Konstruktorzy zakładów praktycznie wcale, a technolodzy w niewielkim stopniu korzystają z praktyk w Związku Radzieckim. Wyjazdy do krajów demokracji ludowej są rzadkością, nie mówiąc o krajach zachodnio-europejskich. Na Targi Lipskie wyjeżdżają głównie przedstawiciele centralnych zarządów i resortów. Na obejrzenie nowych typów obrabiarek i urządzeń pracownicy odpowiedzialni za postęp techniczny muszą czekać na Targi Poznańskie. Brak możliwości porównania własnych wyników z osiągnięciami innych krajów sprzyja samouspokojeniu.

Organizacja badań naukowych

Punkt ciężkości prac naukowo-badawczych powinien spoczywać na odpowiednich instytutach.

Każdy zakład ma szereg problemów, których natychmiastowe rozwiązanie nie jest konieczne, mimo że przyniosłoby znaczne korzyści nie tylko danemu zakładowi, lecz i wielu innym. Wiele z nich przerasta możliwości zakładu, tak że względu na brak specjalnej aparatury, jak też wobec niemożności oderwania od prac bieżących potrzebnego personelu, który ponadto nie zawsze ma dostateczne kwalifikacje do prowadzenia tego rodzaju prac.

Dla rozwiązywania tego rodzaju problemów stworzona została w latach 1948—49 rozległa sieć instytutów naukowo-badawczych, które w latach następnych, korzystając ze swej przynależności do resortów przemysłowych, zostały dość bogato wyposażone w aparaturę i znaczną ilość personelu. Jednak przemysł dotychczas praktycznie prawie nie odczuwa efektu pracy instytutów. Składa się na to szereg przyczyn.

Instytuty nie wyrosły na tle rozwoju laboratoriów zakładowych i wobec tego nie wyniosły z przemysłu doświadczonej kadry, metod pracy i tematyki wyłonionej z podziału zagadnień, pomiędzy placówkami pozostającymi w zakładach.

Prowadzenie pracowni przemysłowych instytutów naukowo-badawczych jest sprawą b. trudną. Aby praca pracowni była wydajna musi ona mieć kierownika o wysokich i dużego zakresu kwalifikacjach.

Musi to być nie tylko naukowiec, ale prócz tego musi mieć reputację zapewniającą mu szacunek współpracowników i autorytet, zapewniający przyjmowanie jego uwag przez przemysł. Jednocześnie musi on mieć głębokie zrozumienie linii rozwojowych nakreślonych przez Partię, wyczuć potrzeb przemysłu i jego realnych możliwości. Musi umieć ocenić pracę specjalistów spoza zakresu swojej specjalności i mieć dostatecznie szeroki horyzont myślowy, aby przyjął ich sugestie nawet jeśli są odmienne od jego poglądu.

Prócz tego musi on umieć organizować swój zespół, obudzić jego twórczy entuzjazm i utrzymywać go w czasie pracy, która nieraz przynosi rozczarowania i załamania. Ta ostatnia cecha jest równie ważna jak kwalifikacje naukowe.

Znalezienie takich ludzi, jak również pracowników młodszych, rzeczywiście uzdolnionych do pracy naukowej nie jest łatwe.

Instytuty powstały odgórnie przy skierowaniu do nich pewnej ilości pracowników naukowych z wyższych uczelni, równoległe pracujących w swoich katedrach, i b. niewielkiej ilości pracowników przemysłu, w sporym procencie tych, dla których praca w zakładzie była zbyt wyczerpująca.

Uzupełnienie pracowników przeprowadzono przez nabór absolwentów prosto z uczelni — bez żadnej praktyki przemysłowej przy słabym przygotowaniu do pracy naukowej.

Stąd powstała tendencja do unikania zagadnień konkretnych, które na ogół były zgłaszane z podaniem dość krótkich terminów zgodnie z potrzebami przemysłu. Podejmowano natomiast opracowywanie zagadnień oderwanych i wcale niepilnych.

Wskutek tego przemysł przestał liczyć na pomoc instytutów i kierował do nich przede wszystkim prace typowo usługowe: analizy, próby wytrzymałościowe itp.

Pewna poprawa nastąpiła w 1952 r. kiedy to instytuty rozpoczęły opierać swoje programy na umowach zawieranych z zakładami. Od 1953 r. zakłady przez swoje CZ zgłaszają zapotrzebowania na wprowadzenie do planu poszczególnych instytutów interesujących je tematów.

Rola instytutów w postępie technicznym w przemyśle ciągle jednak jest jeszcze słaba.

Poprawa nastąpiła o tyle, że instytuty wyszkoili już pewną ilość personelu, a nowi pracownicy przychodzą już po studiach magisterskich. W związku z tym stało się możliwe branie poważniejszych prac usługowych jak np. bardzo dobrze wykonane opracowanie przez Instytut Odlewnictwa rysunków modeli dla pilnej produkcji maszyn rolniczych. Instytut Obróbki Plastycznej ma szereg rozwiązań konstrukcyjnych tłoczników dla różnych zakładów. Nie zastosowano tutaj jednak bardziej postępowych metod lecz wyręczono zakładowe biuro konstrukcji przyrządów.

Prace nad nowymi metodami, nawet dobrze znanymi za granicą, jak np. odlewanie skorupowe ciągną się b. długo.

Instytuty mają tendencję do nadmiernej rozpraszenia się i przyjmowania nadmiernej ilości robót. Równocześnie dążenie do wykazania się efektami powoduje oddawanie do produkcji przemysłowej prac zaledwie po ukończeniu fazy laboratoryjnej. Zakład po otrzymaniu tego rodzaju prac musi wykonać szereg czynności uzupełniających, ażeby doprowadzić przekazane mu projekty i rysunki do takiego stanu, w którym rzeczywiście można rozpocząć próby warsztatowe.

W szeregu przypadków, gdy przeprowadza się próby stosowania nowych materiałów, okazuje się, że zastosowanie ich jest niemożliwe, gdyż nie zabezpieczono produkcji tych materiałów. Tego rodzaju sytuacja ma miejsce np. z napawaniem freza stałą szybkością — metodą opracowaną przez Instytut Spawalnictwa w Gliwicach.

Przy ustawianiu organizacji prac naukowo-badawczych i przy ich dalszym prowadzeniu nie wykorzystano wzorów i doświadczeń radzieckich, jakkolwiek można to było uczynić. Interesujące informacje o organizacji i metodach pracy radzieckich instytutów przemysłu maszynowego podaje prof. Biernawski jeszcze w lipcowym numerze Przeglądu Technicznego z r. 1953 jako materiał zebrany w czasie 6 tyg. pobytu w ZSRR. Organizacja radziecka instytutów usuwa wszystkie podane uprzednio wady naszych placówek. Przyjęta tam zasada organizacji jest, że instytut przemysłowy powinien jak najskuteczniej uczestniczyć w procesie twórczym. Zadaniem instytutu jest bowiem podnoszenie poziomu technicznego, zwiększenie wydajności i jakości produkcji oraz obniżanie kosztów własnych produkcji prowadzonej przez zakłady. W tym stanie rzeczy instytuty prowadzą swoje prace w jak najściślejszym związku z odpowiedzialną gałęzią produkcji. Prace poszczególnych instytutów obejmują całość procesu produkcyjnego danej gałęzi produkcji, przy czym instytuty pracują w powiązaniu z katedrami wyższych uczelni i zakładami przemysłowymi.

Katedry, które z natury rzeczy mają mniejsze możliwości rozwiązując wycinkowe zagadnienia, przy czym powiązanie ich z instytutami bywa dodatkowo zacieśnione przez równoczesną pracę profesorów wyższych uczelni w instytutach.

Związek instytutów z przemysłem zapewniony jest przez wyznaczenie przez ministerstwo dla każdej pracy instytutowej przynajmniej jednego zakładu przemysłowego, który jest współodpowiedzialny za wykonanie tej pracy. Praca ta zostaje wprowadzona do planu technicznego zakładu.

Prócz tego instytut koordynuje pracę laboratoriów przemysłowych. Laboratoria mają prawo zwracania się o pomoc do instytutów, które są w pewnej mierze odpowiedzialne za jakość i wyniki pracy laboratoriów. Wybierający się do nich pracownicy zakładowych laboratoriów i placówek badawczych mają możność przechodzenia do instytutów naukowych. Całość prac naukowych prowadzonych przez wszystkie placówki naukowe w kraju koordynuje Akademia Nauk ZSRR przez odpowiednie branżowe komitety Akademii.

Wspomniana już narada moskiewska wysuwała celowość jeszcze silniejszego powiązania instytutów z przemysłem przy równoczesnym silnym rozwoju laboratoriów zakładowych i podniesieniu wymagań stawianych pracownikom instytutów.

Współpraca przemysłu z instytutami i katedrami wyższych uczelni

W tym samym kierunku należy pójść i u nas. Kontakt katedr naszych wyższych uczelni technicznych z przemysłem jest bardzo luźny i utrzymuje się raczej dzięki osobistym stosunkom kierowników katedr z przemysłem. Katedry nasze wykonywały dość znaczną ilość prac usługowych, które jakkolwiek nie wprowadzały nowych metod do nauki, ani specjalnie nowych metod do produkcji — pozwalały na utrzymywanie kontaktu z przemysłem. Dawało to asyntenom możność otarcia się o realne warunki pracy w zakładach, a środki uzyskiwane tą drogą pozwalały na wyposażenie katedr, czego nie umożliwiały dotacje budżetowe.

Ostatnie zarządzenia Ministerstwa Szkół Wyższych dąży do wyeliminowania, a przynajmniej do bardzo znacznego ograniczenia tego rodzaju prac. Ministerstwo Szkół Wyższych słusznie zresztą uważa, że tego rodzaju nie uregulowane oddziaływanie poszczególnych zakładów na sposób wykorzystania kadry naukowej odciąga ją od planowych prac i uniemożliwia skoncentrowanie wysiłków na pracach o największym dla gospodarki narodowej znaczeniu.

Jak dotychczas brak jest jednak ze strony przemysłu systematycznego zlecania zadań poszczególnym katedrom. Przedstawiciel ówczesnego Ministerstwa Przemysłu Maszynowego zaproszony na odbyte w r. 1954 ogólnokrajowe zebranie katedr poszczególnych dziedzin techniki w ogóle nie przybył, a w nadesłanym później piśmie resort zgłosił jako prace „szczególnie ważne dla gospodarki narodowej” — 2 tematy o typie dość prostych prac usługowych.

Instytuty nie przekazują katedrom żadnych prac i kontaktu między nimi prawie nie ma.

Sytuacja katedr jest b. trudna. Tak jak w przemyśle nie

uwzględnia się przy obliczaniu załogi prac wynikających z planu technicznego, podobnie dzieje się na wyższych uczelniach. Wychodząc ze słusznej tezy, że praca naukowa prowadzona przez katedrę ma podstawowe znaczenie dla podniesienia poziomu i nadania właściwego kierunku nauczania i wychowania — stosuje się niewłaściwą metodę obliczania potrzebnego personelu nie uwzględniając w ogóle prac naukowych prowadzonych przez katedrę.

Bazy techniczne katedr są na ogół słabe. Uczelnie pozostają daleko za przemysłem jeśli idzie o dostawę aparatów i urządzeń. Park maszynowy, za pomocą którego prowadzi się badania naukowe i zajęcia wyższych semestrów jest do tego stopnia przestarzały, że utrudnia właściwe przygotowanie studentów do czekającej ich pracy w przemyśle. Mało przemysłane posunięcie oszczędnościowe skreśliło w ogóle dla katedr prenumeratę pism technicznych z krajów kapitalistycznych. Zarządzenie to idzie na rękę tym imperialistycznym czynnikom USA, które rozumiejąc korzyści jakie osiąga się z prasy technicznej, zabroniły wysyłania do krajów demokracji ludowej, szeregu pism, takich jak „Factory”, „American Machinist” i inne.

Wyjątkowo źle przedstawia się sprawa zaopatrzenia w materiały potrzebne do badań. Przewidzenie z góry ścisłego wykazu wszystkich materiałów, które będą potrzebne w czasie badań, jest praktycznie niemożliwe. Ilości potrzebne są przeważnie rzędu najwyższej kilkuset kilogramów pospolitych materiałów, a niejednokrotnie nawet kilkudziesięciu gramów, jak to miało miejsce w konkretnym przypadku zapotrzebowania na drut platynowy — rod. Tymczasem formalności związane z dokonaniem tych drobnych zamówień są tak samo skomplikowane jakby chodziło o zamówienie na wiele tysięcy ton w przemyśle i tak samo trzeba je planować na rok naprzód, co jest niecelowe i niesłuszne.

W tych warunkach plany pracy katedr są tematycznie rozproszone i nie uwzględniają w dostatecznym stopniu ważnych dla gospodarki narodowej zagadnień. Koordynacja planów z planami innych katedr i zakładów Polskiej Akademii Nauk i instytutów naukowo-badawczych jest bardzo słaba. Prócz tego plany te są w dużej ilości przypadków układane zbyt optymistycznie, w stosunku do ograniczonych możliwości pracy limitowanej małą ilością personelu przeciążonego pracami dydaktycznymi i administracyjnymi. Przeciążenie to pogłębiane jest jeszcze ciągłymi zmianami programów i brakami bazy technicznej.

Podsumowując część dotyczącą pracy naukowo-badawczej należy stwierdzić, że resort przemysłu maszynowego, a w ślad

za nim cały przemysł maszynowy kierował się dotąd krótkofalowymi względami taktycznymi nie dbając o strategię. Za interesowania resortu szły nieomal wyłącznie w kierunku spraw przynoszących efekty w ciągu roku i to w miarę możliwości bez żadnych nakładów. Zagadnienia dalszej przyszłości znajdowały w resorcie bardzo mały stopień zainteresowania.

Tempo rozwoju techniki światowej jest obecnie szczególnie szybkie. Ostatnie osiągnięcia nauki stwarzają pełną możliwość budowania fabryk całkowicie zautomatyzowanych, gdzie człowiek będzie tylko nadzorował pracę maszyn. Pierwsze oddziały takich fabryk pracują już od kilku lat w Związku Radzieckim. Pracują już również urządzenia montujące, w całkowicie zautomatyzowany sposób, zespoły składające się z kilkudziesięciu części.

*

Ustrój socjalistyczny stwarza możliwości zupełnie nie znane ustrojowi kapitalistycznemu. Usunięcie „tajemnic zawodowych”, możność powszechnego i planowego wdrażania każdej nowej zdobyczy myśli ludzkiej. Entuzjizm mas pracujących dla siebie pozwala uzyskać tempo postępu nieosiągalne gdzie indziej.

Nasz przemysł maszynowy ma dzielne, ofiarne i uzdolnione załogi zdolnych inżynierów i techników, wielotysięczne szeregi racjonalizatorów i przodowników pracy. Dzięki wysiłkom pracowników tego przemysłu polska produkcja przemysłowa wysunęła się na piąte miejsce w Europie.

Wykorzystujemy jednak dotąd tylko niewielką część możliwości jakie istnieją jeszcze na tym poważnym odcinku produkcji i dlatego mimo że rośniemy o wiele szybciej niż kraje kapitalistyczne, jesteśmy wyprzedzeni przez bratnie przemysły maszynowe Czechosłowacji, Węgier, NRD. Stwierdzają to zgodnie wszyscy uczestnicy zagranicznych targów i wystaw.

Powodem naszych opóźnień jest niezwalczony do końca biurokracizm i krótkowzroczność, pokutujące w aparacie administracji gospodarczej. Stan ten trzeba zmienić.

Wydaje się, że najlepszym zakończeniem powyższych uwag będą słowa tow. Chruszczowa wypowiedziane na wielokrotnie wspomianej naradzie na Kremlu: „Wrogowie nasi mogą powiedzieć, że skoro tak szeroko dyskutujemy sprawę naszego przemysłu to znaczy, że mamy duże trudności. To nie jest zgodne z rzeczywistością. My chcemy zawsze lepszego, a dla lepszego nie ma granic”.

Moment bezwładności ciał materialnych ciągłych — cecha podstawowa przy określaniu zastępczych mas dynamicznych i zredukowanych

531.231:621

Prof. JERZY ZAWADZKI
Katedra Mech. Techn.
Politechniki Wrocławskiej

Rozwiązanie wielu zagadnień dynamiki ciała sztywnego lub stereodynamiki upraszcza się wielce przez zastosowanie nie docenianego często przez konstruktorów modelu mas zastępczych dynamicznych wzgl. mas zredukowanych. Podstawową wielkością, niezbędną przy określaniu tych mas jest m. in. masowy moment bezwładności. Artykuł zawiera poza zarysem teoretycznym charakterystyczne przykłady zastosowań praktycznych oraz omawia metody rozwiązania masowych momentów bezwładności brył i wprowadza usprawnione względnie nowe metody obliczeń.

1. Pojęcie mas zastępczych statycznych i dynamicznych

Praktyka konstrukcyjna wymaga niejednokrotnie rozwiązania pewnego problemu wchodzącego w zakres mechaniki ciał stałych. W mechanice ciał stałych musimy przyjąć pewne modele ciał rzeczywistych, odpowiadające swymi cechami własnościom wrodzonym tych ciał. Modelem takim jest np. „ciało sztywne”, zastępujące ciało stałe, gdy odkształcenia jego można pominąć. Model ten jest oczywiście pierwszym przybliżeniem, przedstawionym przez newtonowską mechanikę klasyczną i jako taki w zupełności wystarcza w rozwiązywaniu wielu zagadnień praktycznych. Podobnie „odkształcalne kontinuum materialne” jest bardzo dogodnym modelem do opisu zachowania się ciał rzeczywistych i płynów w wielu zagadnieniach steromechaniki technicznej i hydromechaniki.

W konkretnych problemach praktycznych statyki czy też dynamiki, dążymy często do operowania jeszcze bardziej uproszczonym modelem ciała sztywnego. I tu właśnie spo-

tykamy się z pojęciem mas zastępczych statycznych lub dynamicznych. Zadaniem ich jest zastąpienie ciała sztywnego bardzo prostym i łatwym w posługiwaniu się modelem.

Należy podkreślić, że gdy z zastosowaniem mas zastępczych statycznych spotykamy się bardzo często (np. przy wyznaczaniu niewiadomych podporowych belki lub kratownicy, przy uwzględnianiu ich własnego ciężaru, określeniu położenia środka masy bryły złożonej itp.), to zbyt rzadko wykorzystujemy w zagadnieniach dynamiki masy zastępcze dynamiczne i winniśmy ich zastosowanie bezwarunkowo bardziej rozpowszechnić.

2. Określenie i analiza stosowalności mas zastępczych i zredukowanych

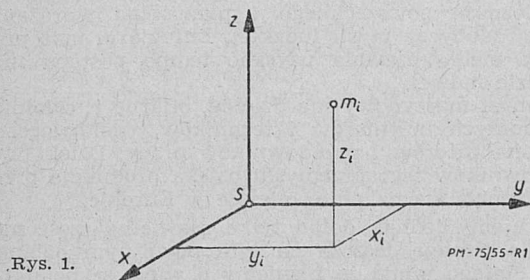
W zagadnieniach dynamiki, przy zastosowaniu odpowiednich uproszczonych modeli ciała sztywnego — zastępczych mas dynamicznych masy te muszą być „dynamicznie rów-

noważne" ciała, które zastępują. Znaczy to, że poza warunkami określającymi masę zastępcze statyczne:

$$\left. \begin{aligned} 1. \sum_{i=1}^n m_i &= m \text{ (masa całego ciała)} \\ 2. \sum_{i=1}^n m_i x_i &= 0 \\ 3. \sum_{i=1}^n m_i y_i &= 0 \\ 4. \sum_{i=1}^n m_i z_i &= 0 \end{aligned} \right\} \quad [1]$$

musi zachodzić ponadto warunek równości energii kinetycznych modelu i ciała sztywnego:

$$\sum \frac{m_i \rho_i^2 \omega_0^2}{2} = \frac{1}{2} I_s \omega^2 \quad [2]$$



Rys. 1.

PM-75/55-R1

gdzie ρ_i — odległość masy zastępczej od osi obrotu. Porównujemy tu tylko energie kinetyczne ruchu obrotowego, gdyż równość energii kinetycznych ruchu postępowego jest oczywista przy przyjęciu warunku $\sum_{i=1}^n m_i = m$ oraz jednakowych prędkości modelu i ciała. Podobnie równość energii potencjalnych sił ciężkości daje po uproszczeniu równanie $\sum_{i=1}^n m_i z_i = 0$.

Z równości [2] wynika (przy założeniu $\omega_0 = \omega$):

$$\sum_{i=1}^n m_i \rho_i^2 = m i_s^2 = I_s$$

Jednoznaczne określenie jednak masy zastępczej wymaga podania 4 parametrów, a to: m_i , x_i , y_i , i z_i czyli dla n mas zastępczych pięć równań, [1] i [2] wiąże $4n$ parametrów.

Wynika stąd, iż minimalna ilość zastępczych mas dynamicznych $n_{min} = 2$ (gdy, jak wiemy, minimalna ilość zastępczych mas plastycznych, to jedna masa skupiona w środku masy ciała).

Pewną odmianę stanowią tzw. masy zredukowane, spełniające jedynie warunek [2] równości energii kinetycznych modelu i ciała:

$$\frac{m_r r^2 \omega_0^2}{2} = \frac{1}{2} I_s \omega^2,$$

skąd

$$m_r = \frac{I_s}{r^2} \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 \quad [3]$$

Jeżeli ciało sztywne wykonuje np. ruch postępowy, to wówczas oczywiście:

$$m_r = \frac{m}{r^2} \left(\frac{v}{\omega_0} \right)^2 \quad [3a]$$

Masę m_r nazywamy „masą zredukowaną na odległość oraz prędkość kątową wzgl. prędkość liniową”.

W szczególności gdy mamy do czynienia z ciałem odkształcalnym (np. przy zagadnieniach drgań układów liniowo sprężystych) masę zredukowaną wyznaczmy z warunku:

$$\frac{m_r v_r^2}{2} = \frac{1}{2} \int_{(m)} \left(\frac{\partial w}{\partial t} \right)^2 dm \quad [4]$$

gdzie $w = f(x, y, z, t)$ — funkcje przemieszczenia się poszczególnych punktów (mas elementarnych) układu; $\frac{\partial w}{\partial t}$ — prędkość przemieszczania się.

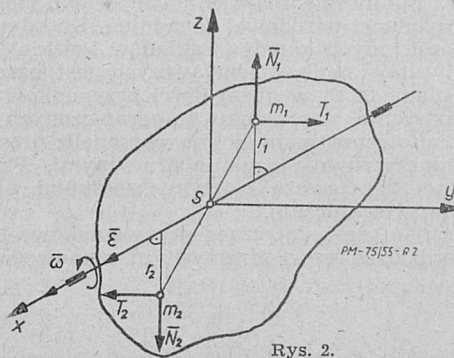
Wyznaczenie mas zastępczych wzgl. zredukowanych wiąże się więc z wyznaczaniem masowych momentów bezwładności ciał sztywnych, względnie określaniem funkcji przemieszczania się punktów układu odkształcalnego.

Dla wyznaczenia przemieszczeń dynamicznych opieramy się najczęściej na założeniu podobieństwa funkcyjnego przemieszczeń dynamicznych i statycznych, podobnie jak postępujemy np. w metodzie Rayleigh'a — Ritz'a. Przy wyznaczaniu pulsacji drgań wyższych rzędów przyjmujemy za podstawę przewidywaną formę drgania. Zagadnienie wyznaczania odkształceń dynamicznych wymagałoby obszernego omówienia. Ograniczymy się tu jedynie do ogólnych uwag na ten temat, zaś dalszą część artykułu poświęcimy wyznaczaniu masowych momentów bezwładności brył sztywnych.

Zwrócimy tu jeszcze uwagę na fakt, że masy zredukowane mają ograniczony zakres stosowania w zagadnieniach dynamiki (np. w stereodynamice przy wyznaczaniu pulsacji drgań układów liniowo sprężystych z uwzględnieniem ich masy), ponieważ spełniają jedynie warunek równości energii kinetycznych. Niedoceniane natomiast dla praktyki konstrukcyjnej masy zastępcze dynamiczne spełniają ściśle, w dowolnych zagadnieniach dynamiki, swą rolę prostego modelu zastępującego ciało sztywne, wzgl. odkształcalne, określając jego „bezwładność”, jak wynika z podstawowej definicji masy.

W szczególności przy określaniu stycznych i normalnych sił bezwładności i ich momentów oraz wyznaczaniu reakcji dynamicznych łożysk osi obrotu, model dwóch zastępczych mas dynamicznych (rys. 2) winien znaleźć szerokie zastosowanie, dotychczas nie doceniane. Wyznaczenie reakcji dynamicznych łożysk osi obrotu sprowadza się wówczas do rozwiązania belki obciążonej dwiema siłami.

Codzienna praktyka konstrukcyjna potwierdza niniejsze uwagi i popieranie ich przykładami wydaje się tu zbędne.



Rys. 2.

PM-75/55-R2

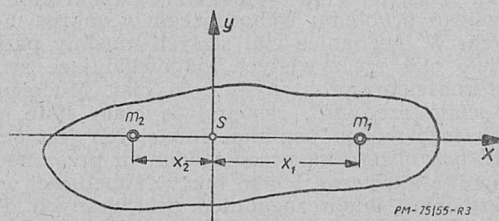
Cała trudność polega więc, jak wspomniano poprzednio, na wyznaczeniu masowych momentów bezwładności wzgl. określeniu przemieszczania się punktów układu odkształcalnego.

3. Charakterystyczne przykłady zastosowania mas zastępczych i zredukowanych w praktyce

Podane tu charakterystyczne przykłady są celowo nieskomplikowane dla ułatwienia lektury niniejszego artykułu, odzwierciedlają jednak w pełni korzyści zastosowania modeli mas zastępczych i zredukowanych.

a. Wyznaczyć reakcje dynamiczne osi obrotu dźwigni L w zależności od położenia punktu uderzenia siły P

Rozkładamy masę pręta na dwie zastępcze masy dynamiczne (rys. 3) Będzie więc:



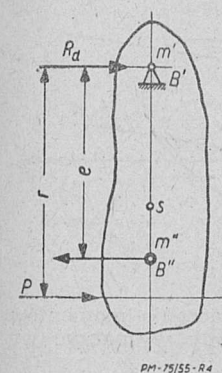
Rys. 3

PM-75/55-R3

1. $m_1 + m_2 = m$; 2. $m_1 x_1 + m_2 x_2 = 0$; 3. $y_1 = y_2 = 0$
4. $z_1 = z_2 = 0$; 5. $m_1 x_1^2 + m_2 x_2^2 = m \cdot i_s^2$

Trzy równania wiążą tu cztery niewiadome m_1 , m_2 , x_1 , x_2 , czyli jeden z parametrów można przyjąć dowolnie. Przyj-

musimy np. odległość x_1 masy m_1 od środka masy ciała S i wyznaczamy pozostałe wielkości:



Rys. 4

W naszym przykładzie umieszczamy jedną z mas zastępczych w punkcie podwieszenia — rys. 4. Oznaczmy reakcję dynamiczną przez R_d . Zgodnie z zasadą bezwładności w chwili uderzenia siłą P układ odpowie siłami bezwładności B' i B'' mas m' i m'' , a stąd wyznaczmy łatwo, z warunku momentów, reakcję dynamiczną:

$$\Sigma MB'' = 0 = R_d \cdot e - P(r - e)$$

$$R_d = P \frac{r - e}{e}$$

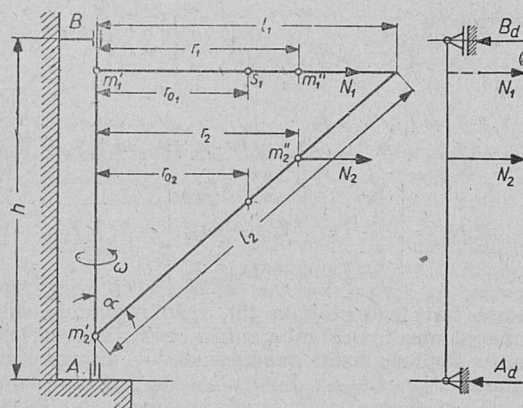
Zauważmy, że dla $r = e$, $R_d = 0$.

Punkt B'' jest oczywiście tzw. środkiem uderzenia.

Przykład powyższy ma szerokie zastosowanie przy konstrukcjach pracujących pod obciążeniem chwilowym (udaraowym) np. przy konstrukcjach młotów mechanicznych, wysięgników koparek, młotów Charpy, dla prób wytrzymałościowych na uderzenie itp.

Zadanie skomplikuje się, gdy siła P nie będzie działać w płaszczyźnie prostopadłej do osi B i przechodzącej przez środek S i obie masy m' i m'' .

b. Wyznaczyć reakcje dynamiczne żurawia przyściennego pod działaniem sił bezwładności układu przy obrocie oraz nadwyżkę momentu obrotowego dla pokonania momentów sił bezwładności przy $\varepsilon \neq 0$



Rys. 5

Wyznaczamy siły odśrodkowe. W tym celu zastępujemy jednorodne (założmy tak dla prostoty) pręty 1 i 2 masami zastępczymi dynamicznymi wg wzorów [5] — patrz rys. 5.

$$N_1 = m_1'' r_1 \omega^2 = m_1 \frac{l_1}{2} \omega^2$$

$$N_2 = m_2'' r_2 \omega^2 = m_2 \frac{l_2}{2} \omega^2 \sin \alpha$$

Wyznaczanie reakcji dynamicznych sprowadza się do wyznaczenia reakcji belki jak na rys. 5.

Zgodnie z zasadą d'Alemberta nadwyżka momentu obrotowego dla pokonania momentów sił bezwładności da się wyznaczyć z równania:

$$\Delta M - I_0 \varepsilon = 0$$

gdzie I_0 — moment bezwładności całego układu względem osi obrotu:

$$I_0 = m_1'' r_1^2 + m_2'' r_2^2$$

Podano tu układ uproszczony; w rzeczywistości należałoby oczywiście uwzględnić blachy węzłowe, łożyska, kółka itp.

c. Wyznaczyć reakcje dynamiczne prowadnicy śrubowej transportu poosiowego

Przyjęto tu również dwie masy zastępcze, otrzymując układ jak na rys. 6 wg równań:

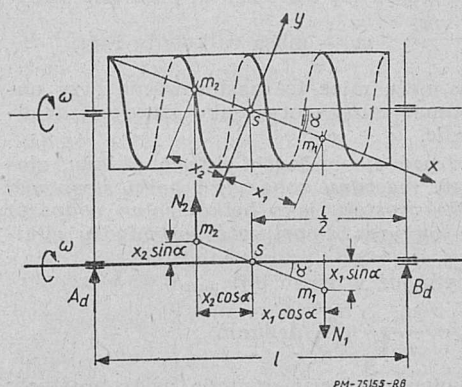
$$1. m_1 + m_2 = m; \quad 2. m_1 x_1 + m_2 x_2 = 0; \quad 3. y_1 = y_2 = 0$$

$$4. z_1 = z_2 = 0; \quad 5. m_1 (x_1 \sin \alpha)^2 + m_2 (x_2 \sin \alpha)^2 = m \cdot i_s^2$$

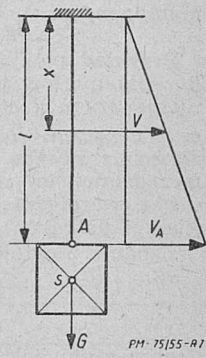
Z warunku momentów otrzymujemy reakcje dynamiczne:

$$A_d = \frac{m_1 x_1 \left(\frac{l}{2} - x_1 \cos \alpha \right) - m_2 x_2 \left(\frac{l}{2} + x_2 \cos \alpha \right)}{l} \omega^2 \sin \alpha$$

$$B_d = \frac{m_1 x_1 \left(\frac{l}{2} + x_1 \cos \alpha \right) - m_2 x_2 \left(\frac{l}{2} - x_2 \cos \alpha \right)}{l} \omega^2 \sin \alpha$$



Rys. 6



Rys. 7

d. Wyznaczyć ilość drgań swobodnych wzdłuż N_0 drg/min. układu jak na rys. 7 (np. winda kopalniana)

Jak wiadomo, z teorii drgań układów liniowo sprężystych:

$$N_0 = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g}{\vartheta_{st}}} \text{ drg/min} \quad [6]$$

gdzie ϑ_{st} — odkształcenie statyczne pod obciążeniem G . Zgodnie z prawem Hooke'a:

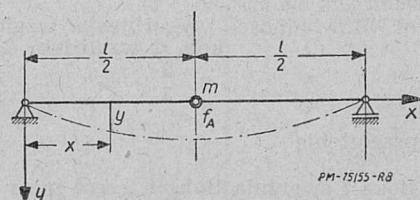
$$\vartheta_{st} = \Delta l = \frac{GL}{EF}$$

Uwzględniając ciężar własny układu napiszemy:

$$G = G_0 + G_{red}$$

G_0 — rzeczywisty ciężar klatki windy; G_{red} — ciężar liny, zredukowany na odległość L (punkt A zaczepienia ciężaru klatki G_0).

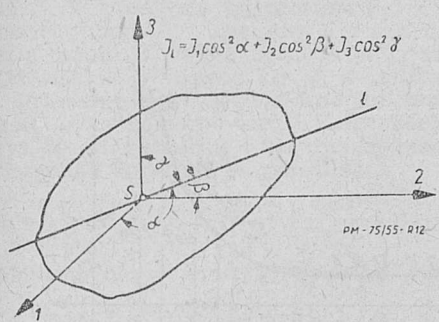
Oznaczmy prędkość punktu A zaczepienia masy zredukowanej $m_{red} = G_{red}/g$ przez v_A . Zgodnie z założeniami stereodynamiki ciał liniowo sprężystych rozkład prędkości $v =$



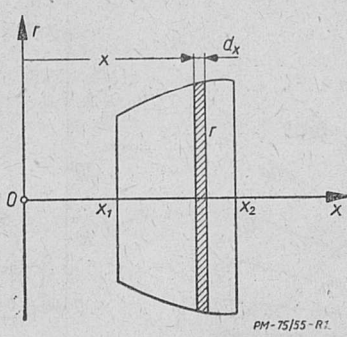
Rys. 8

$= v(x)$ przemieszczania się przy drganiu wzdłużnym poszczególnych przekrojów liny przedstawia się jak na rys. 7:

$$v = v_A \cdot \frac{x}{l}$$



Rys. 12



Rys. 13

$$J_x = \frac{1}{2} \rho \pi \int_{x_1}^{x_2} r^4 dx$$

patrz rys. 13

$$J_x = 2 \rho \pi \int_{r_1}^{r_2} y r^3 dr$$

patrz rys. 14

W przypadku [10], dotyczącym pełnych brył obrotowych (rys. 13), należy oczywiście splanimetrować powierzchnię sporządzonego wykresu (rys. 15) funkcji $f(x) = r^4(x)$ w oparciu o zależność $r = r(x)$.

cji równoległej (Tw. Steinera) lub obrotowej (patrz rys. 11 i 12).

W przypadku gdy ciało jednorodne złożone jest z brył, których centralne główne elementy bezwładności podane są w tablicach, obliczenie sprowadza się do poprawnego sumowania momentów bezwładności poszczególnych części względem wspólnej osi, przy zastosowaniu wzorów transformacyjnych (rys. 11 i 12).

Przeprowadzimy teraz analizę kilku podstawowych metod wyznaczania momentów bezwładności bardziej złożonych brył jednorodnych oraz podamy uwagi na temat pewnych usprawnień tych metod wzgl. wprowadzenia nowych.

Rozróżniamy metody: A) analityczne, B) wykreślne, C) doświadczalne.

A. Metody analityczne opierają się na rozwiązaniu całki:

$$J_l = \int (r^2 dm)$$

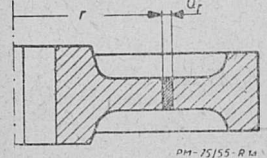
$$r - \text{odległość od osi, } r = r(x, y, z)$$

$$dm = \rho dV = \rho dx dy dz; \rho = \rho(x, y, z) - \text{gęstość.}$$

Zadanie sprowadza się do rozwiązania całki potrójnej, po określeniu odpowiednich przedziałów całkowania:

$$J_l = \int_{x_1}^{x_2} \left\{ \int_{y_1}^{y_2} \left[\int_{z_1}^{z_2} \rho(x, y, z) r^2(x, y, z) dz \right] dy \right\} dx$$

Dla ciał jednorodnych ($\rho = \text{const.}$) obliczamy geometryczne momenty bezwładności, a mnożąc przez gęstość, otrzymamy masowy moment bezwładności.



Rys. 14

W szczególności, gdy ciało da się złożyć z brył, których centralne, główne geometryczne momenty bezwładności podane są w tablicach, obliczenie momentu bezwładności sprowadza się do sumowania poszczególnych momentów przy zastosowaniu, jak już wspomniano, wzorów transformacji równoległej wzgl. obrotowej.

B. Są to raczej metody analityczno-wykreślne i dotyczą na ogół brył obrotowych osiowo-symetrycznych. Moment bezwładności względem osi obrotu obliczamy wówczas w oparciu o dwa podstawowe wzory [10] oraz [11]:

Wówczas

$$J_x = C \cdot F \text{ kG cm sek}^2$$

gdzie: F — splanimetrowana powierzchnia wykresu $f(x) = r^4(x)$ w cm^2 ,

$$C = \frac{1}{2} \rho \pi ab \frac{\text{kG cm sek}^2}{\text{cm}^2},$$

$a \text{ cm/cm}$ — skala odciętych

$b \text{ cm}^4/\text{cm}$ — skala rzędnych

gdzie: F — splanimetrowana powierzchnia wykresu $f(x) = r^4(x)$ w cm^2 ,

$$C = \frac{1}{2} \rho \pi ab \frac{\text{kG cm sek}^2}{\text{cm}^2},$$

$a \text{ cm/cm}$ — skala odciętych

$b \text{ cm}^4/\text{cm}$ — skala rzędnych

Wzór [11] jest podstawą dwu metod: Röttschera i Terskicha. Opierają się one na podziale ciała obrotowego na elementarne współśrodkowe cylindry. Metoda Röttschera (rys. 16) polega na planimetryowaniu wykresu funkcji $z = y \cdot r^3$. Wydaje się celowe wprowadzenie pewnej innowacji do metody Röttschera oraz metody opisanej wzorem [10] i rysunkiem 15. Przyjmujemy pewien promień np. r_o za promień podstawowy r_o .

Wówczas

$$r = r_o \alpha; 0 < \alpha < 1$$

$$y = h_o \alpha; 0 < \alpha < 1$$

.. i przy podziale na n części o jednakowej szerokości Δx wzgl. Δr napiszemy:

1) Dla przypadku [10]:

$$J_x = \frac{\rho \pi r_o^4}{2} \Delta x \Sigma \alpha^4$$

2) Dla przypadku [11]:

$$J_x = 2 \rho \pi r_o^3 h_o \Delta r \Sigma \alpha^3 \beta$$

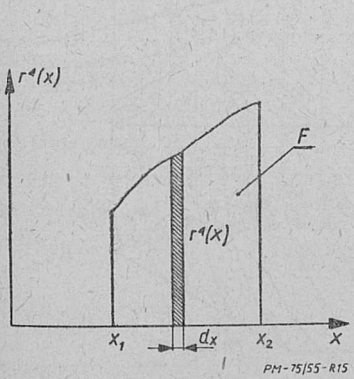
[12]

TABLICA I

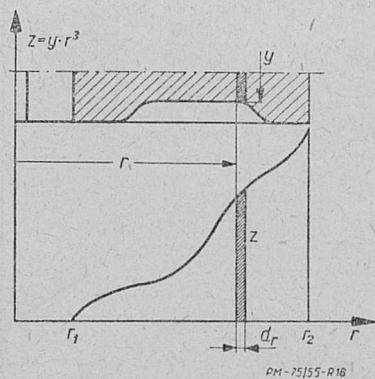
α	α^2	α^4
0,1	0,001	0,0001
0,2	0,008	0,0016
0,3	0,027	0,0081
0,4	0,064	0,0256
0,5	0,125	0,0625
0,6	0,216	0,1296
0,7	0,343	0,2301
0,8	0,512	0,4096
0,9	0,729	0,6561
1,0	1,0	1,0

Wartości funkcji α , α^3 , α^4 przedstawiają wykresy na rys. 17. W tablicy I podano wartości tych funkcji dla α zmieniającego się co 0,1.

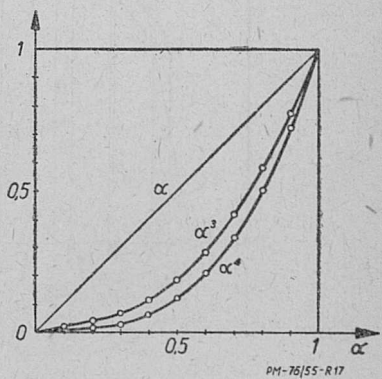
We wzorze [10] występuje iloczyn funkcji $\alpha^3 \beta$. Wartość tego iloczynu dla różnych wartości współczynników α i β możemy odczytać przy pomocy nomogramu na rys. 18.



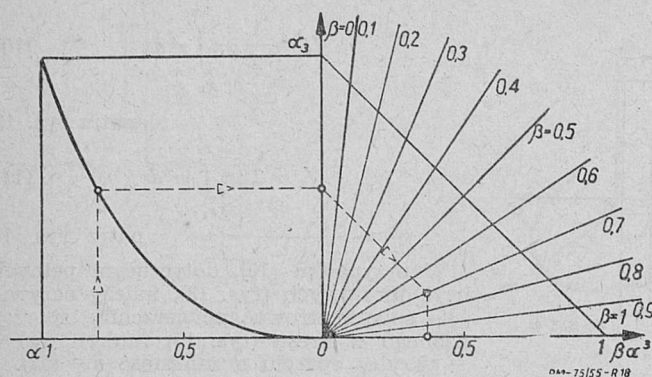
Rys. 15



Rys. 16



Rys. 17



Rys. 18

Przejdźmy teraz do metody opisanej przez Terskicha. Wykorzystuje on własności funkcji potęgowej:

$$J = 2\pi \rho \int_0^R y r^n dr \quad [13]$$

i przeprowadza konstrukcję wykresną. Opiera się on na znanym z geometrii mas wzorze:

$$m r_0 = \int dm \cdot r$$

Traktując w całce [13] wyrażenie $r^n dr$ jako „elementarną masę” otrzymamy:

$$m \cdot y_0 = \int_0^R y r^n dr$$

gdzie

$$m = \int_0^R r^n dr = \frac{R^{n+1}}{n+1}$$

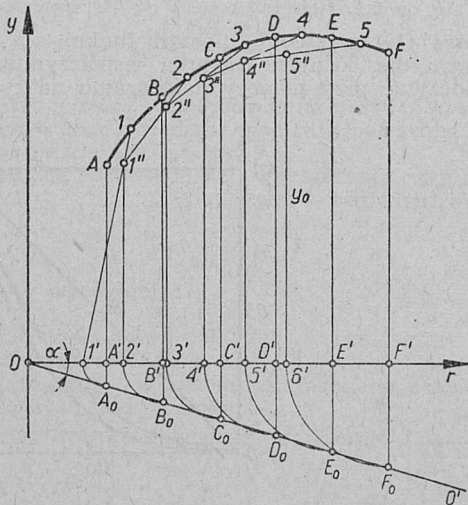
Przyjmując tu $n = 3$ (porównaj wzór [11]) wyznaczamy ostatecznie moment bezwładności:

$$J = 2\pi \rho y_0 \frac{R^4}{4} = \frac{1}{2} \pi \rho y_0 R^4 \quad [14]$$

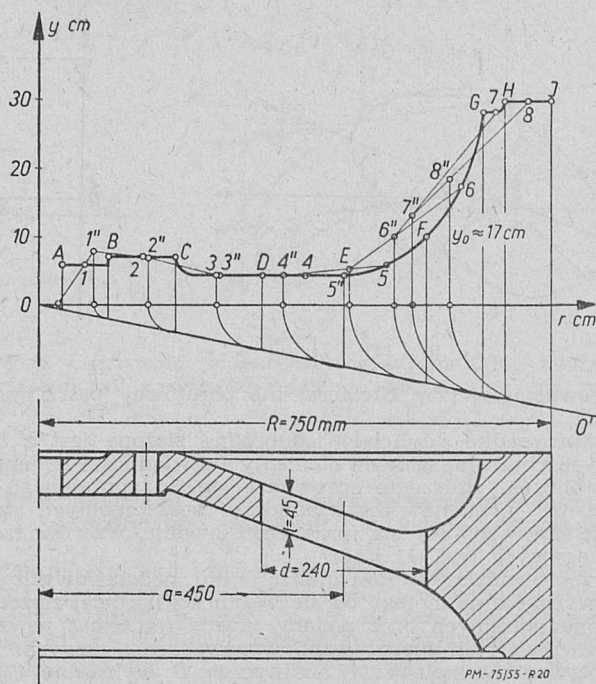
Zadanie polega więc na wyznaczeniu y_0 — „średniej rzędnej” bryły obrotowej. Podajemy tu schemat wyznaczania y_0 . — Kreslimy kontur ciała oraz oś — patrz rys. 19. Ze środka układu prowadzimy prostą OO' pod kątem:

$$\alpha = \arctg \frac{1}{n+2}$$

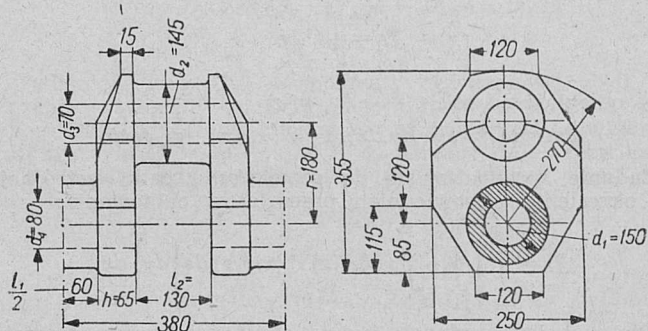
Dzielimy krzywą na części (punkty A, B, C...) i znajdujemy „na oko” średnie rzędne (punkty 1, 2, 3, ...). Odcinek A_0A' , linii rzutu punktu A na oś x i podobnie odcinki B_0B' , C_0C' ... odnosimy łukiem na oś x -ów, otrzymując punkty 1', 2', 3'... Łączymy 1 z 1' i prowadzimy prostopadłą do osi x -ów z punk-



Rys. 19



Rys. 20



Rys. 21

tu 2'. W przecięciu tej prostopadłej z odcinkiem 1-1' otrzymujemy punkt 1". Łączymy 1" z 2, a przecięcie z prostopadłą z punktu 3' daje 2" itd... aż otrzymamy ostatni punkt n". Odcinek n' n" równa się y_o — szukanej średniej rzędnej. Przedstawiamy wg *Terskicha* obliczenie momentu bezwładności koła zamachowego. Konstrukcję wykreślną podaje rys. 20. Otrzymujemy (bez uwzględnienia otworów) po przeliczeniu i konstrukcji wykreślniej:

$$\mathcal{J} = \frac{\gamma}{625} R^4 y_o \text{ kG cm sek}^2 = \frac{0,0072}{625} \cdot 75^4 \cdot 17 = 6200 \text{ kG cm sek}^2$$

Moment bezwładności 6 otworów wypełnionych metalem:

$$\mathcal{J}' = \frac{\gamma}{g} \frac{\pi d^2 l}{4} \left(\frac{d^2}{8} + a^2 \right) \cdot 6 \cong 188 \text{ kG cm sek}^2$$

(wymiary na rys. 20).

Ostatecznie więc:

$$I_o = I - I' \cong 6000 \text{ kG cm sek}^2$$

Zauważmy, że wzór [11] jest szczególnym przypadkiem równania:

$$\mathcal{J} = \rho \int_0^R (\varphi \cdot r \cdot y \cdot dr \cdot r^2) \tag{15}$$

przy założeniu n = 2. We wzorze [15] wyrażenie f = φry = sy przedstawia powierzchnię współrodkową przekrojów walcowych ciała, czyli:

$$\mathcal{J} = \rho \int_0^R f \cdot r^2 dr$$

Konstrukcja podana poprzednio dla brył obrotowych, przy założeniu wykładnika n = 3 (porównaj np. [14]) ma tu też zastosowanie przy n = 2:

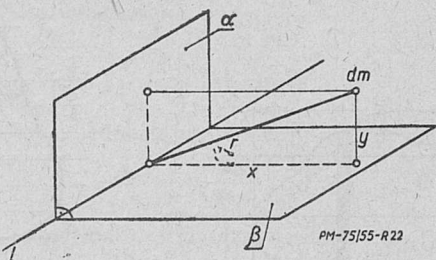
$$\mathcal{J} = \rho f_o \frac{R^3}{3}$$

Rys 21 oraz tablica II przedstawiają obliczony wg *Terskicha* moment bezwładności wykorbienia (w szczególności szcęk).

Omówmy teraz wyznaczenie momentu bezwładności ciała o dowolnym kształcie względem dowolnej osi. Przypomniemy sobie naprzd związek między momentami bezwładności: „Moment bezwładności względem osi równa się sumie mo-

TABLICA II

1. Czop wału	$\mathcal{J}_1 = \frac{\gamma}{g} \frac{\pi}{32} d_1^4 l_1 =$ $= \frac{0,00785 \cdot \pi \cdot 15^4 \cdot 12}{981 \cdot 32} =$	= 0,48	
2. Czop wykorbienia	$\mathcal{J}_2 = \frac{\gamma}{g} \cdot \frac{\pi}{32} d_2^4 l_2 \left(1 + \frac{8r^2}{d_2^2} \right) =$ $= \frac{0,00785 \cdot \pi \cdot 14^4 \cdot 5 \cdot 13}{981 \cdot 32} x$ $x \left(1 + \frac{8 \cdot 18^2}{14^2} \right) =$	= 6,01	
3. Smar w czopie wykorbienia	$\mathcal{J}_3 = \frac{\gamma_1}{g} \frac{\pi}{32} d_3^4 (l_1 + 2h) x$ $x \left(1 + \frac{8r^2}{d_3^2} \right) = \frac{0,0009 \cdot \pi \cdot 7^4 \cdot 26}{981 \cdot 32} x$ $x \left(1 + \frac{8 \cdot 18^2}{7^2} \right) =$	= 0,30	
4. Pokrywki (G≈0,8 kG)	$\mathcal{J}_4 = \frac{G}{g} \cdot r^2 = \frac{0,8}{981} \cdot 18^2 =$	= 0,26	
5. Dwie szczęki	$\mathcal{J}_5 = 4 \frac{\gamma}{g} \frac{R^3 \cdot f_o}{3} = 4 \frac{0,00785 \cdot 27^3 \cdot 55}{981 \cdot 3} =$	= 11,52	Σ=18,6
6. Otwór w wale	$\mathcal{J}_6 = \frac{\gamma}{g} \frac{\pi}{32} d_4^4 (l_1 + 2h) =$ $= \frac{0,00785 \cdot \pi \cdot 8^4 \cdot 25}{981 \cdot 32} =$	= 0,08	
7. Otwór w czopie wykorbienia	$\mathcal{J}_7 = \frac{\gamma}{\gamma_1} \cdot \mathcal{J}_3 = \frac{0,00785}{0,0009} \cdot 0,30 =$	= 2,64	Σ= 2,7
Moment bezwładności całego wykorbienia: $\mathcal{J} = 15,9 \text{ kG cm sek}^2$			

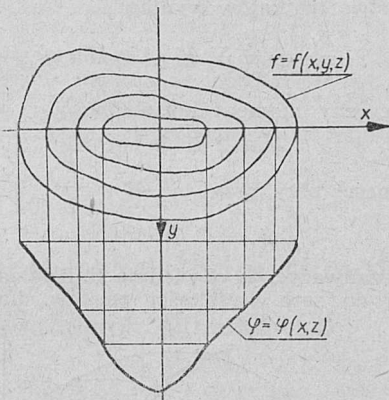


Rys. 22

mentów bezwładności względem dwu prostopadłych do siebie płaszczyzn, których krawędzią przecięcia się jest wymieniona oś — patrz rys. 22 oraz wzór [16].

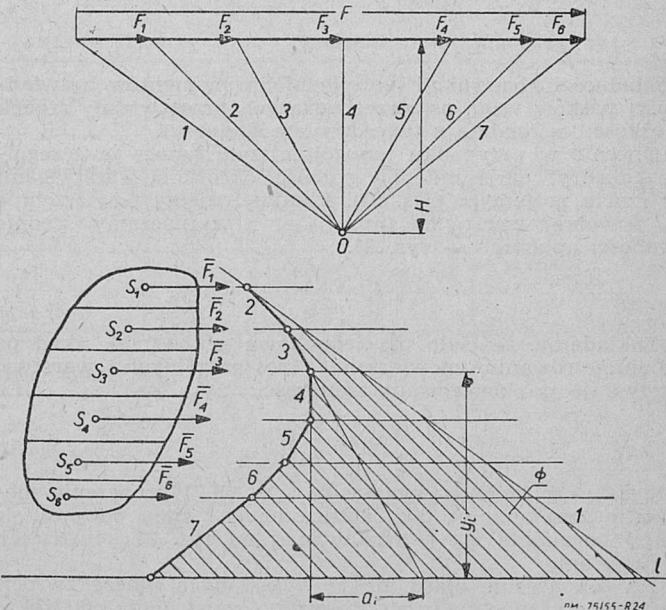
$$\mathcal{J}_I = \int dm \cdot r^2 = \int dm (x^2 + y^2) = \int dm x^2 + \int dm y^2 = \mathcal{J}_\alpha + \mathcal{J}_\beta$$

Obliczenie sprowadza się więc do określenia momentów bezwładności względem płaszczyzn, ustawionych możliwie najkorzystniej dla przeprowadzenia obliczeń. W literaturze

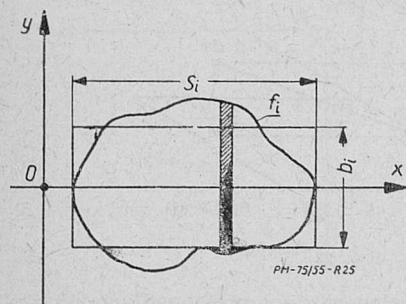


Rys. 23

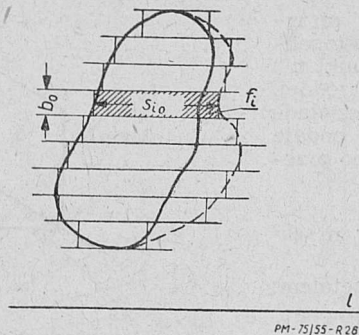
nie spotykamy sposobów wykreślno-analitycznych określenia momentów bezwładności w takich ogólnych przypadkach. Podajemy tu sposób oparty na korekcji znanej metody wykreślniej *Mohra*, mającej zastosowanie dla figur płaskich. Dzielimy ciało na możliwie cienkie „plastry“, równoległe do płaszczyzny, względem której chcemy obliczyć moment bezwładności. W rzucie poziomym otrzymujemy warstwie f = f(x, y, z) poszczególnych przekrojów, zaś w rzucie pionowym „profil“ ciała w funkcji φ = φ(x, z) — patrz rys. 23, Wg metody *Mohra* (przy założeniu stałej grubości b = const.) przyporządkowujemy powierzchniom składowym



Rys. 24



Rys. 25



Rys. 26

w rzucie pionowym ciała układ równoległych wektorów F_i , o modułach proporcjonalnych do odpowiedniej powierzchni, jak to widzimy na rys. 24. Jest wówczas oczywiście:

$$\mathcal{F}_i \approx F_i y_i^2$$

$$\mathcal{F} = \sum \mathcal{F}_i$$

Z podobieństwa trójkątów wynika:

$$\frac{F_i}{H} = \frac{a_i}{y_i}; \quad F_i y_i^2 = H a_i y_i$$

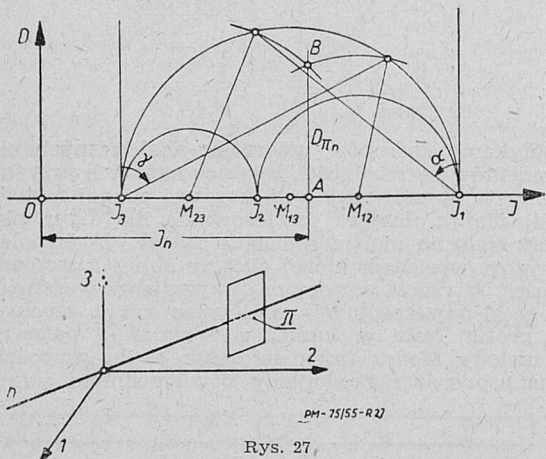
skąd geometryczny moment bezwładności:

$$J = 2 H \phi \text{ cm}^4$$

W szczególności przy przyjęciu $H = \frac{F}{2}$:

$$J = F \phi \text{ cm}^4$$

Nie trudno zauważyć, że obwiednia linii łamanej odpowiada malejącej do zera wysokości pasków dla zwiększenia



Rys. 27

dokładności konstrukcji (uwzględnienie momentów bezwładności pasków wzgl. osi przechodzących przez własny środek ciężkości — zgodnie z twierdzeniem Steiner'a).

Obecnie w przypadku najogólniejszym nawet poszczególne „plastry” mają zmienną grubość, określoną warstwicami w rzucie poziomym (rys. 23). Planimetrujemy powierzchnię f_o dowolnej warstwy (np. f_{imax}) i wyznaczamy średnie grubości „plastra” — rys. 25.

$$b_o = \frac{f_i}{s_o}$$

Zakładamy, że ciało ma jednakową grubość b_o , skąd po splanimetrowaniu powierzchni poszczególnych warstw otrzymujemy skorygowane szerokości:

$$s_{io} = \frac{f_i}{b_o}$$

Przedstawia to rzut pionowy na rys. 26. Wyznaczenie momentu bezwładności tak „spłaszczonego” ciała odbywa się dalej normalnie wg przedstawionej na rys. 24 konstrukcji wykresalnej.

Na zakończenie opisu metod wykresalnych należy zwrócić uwagę na prawie nigdy nie stosowaną konstrukcję kół Mohra przy transformacji przestrzennej obrotowej momentów bez-

władności (porównaj wzór [9] i rys. 12) — gdy na ogół często stosuje się konstrukcję koła Mohra przy transformacji płaskiej (wg znanych dwu odmian konstrukcji). Podajemy tu konstrukcję przy transformacji przestrzennej na rys. 27.

Dane: J_1, J_2, P_3 oraz α, β, γ . Obliczyć: J_n dla osi nachylonej pod kątami α, β i γ do głównych osi bezwładności.

Odcinek OA na rys. 27 przedstawia szukany moment bezwładności J_n , zaś odcinek AB moment zboczenia $D\pi_n$ względem osi n oraz płaszczyzny π , prostopadłej do tej osi.

C. Metody doświadczalne

Opiszemy tu trzy metody: a) wahadłową, b) podwieszania na linkach, c) hamowania.

a) *Metoda wahadłowa* polega na wyznaczaniu okresu wahań wahadła fizycznego (przy założeniu małych wychyleń):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l_r}{g}}$$

przy czym l_r — zredukowana długość wahadła fizycznego:

$$l_r = \frac{I_o}{m \cdot e_o}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\mathcal{F}_o}{G \cdot e_o}} \quad (\text{patrz rys. 28})$$

Podwieszamy ciało w dowolnym punkcie O, w odległości e_o od środka masy S i wychylamy je o niewielki kąt ok. 10° . Mierzmy stoperem czas trwania 50 do 100 wahań T_n , a stąd

$$T = \frac{T_n}{n}$$

Po przekształceniu otrzymujemy:

$$\mathcal{F}_o = \frac{G e_o T^2}{4\pi^2} \approx \frac{G e_o T^2}{39,4} \text{ kG cm sek}^2$$

Stosując twierdzenie Steiner'a możemy wyznaczyć moment J_s (względem osi przechodzącej przez środek S i równoległej do osi wahań):

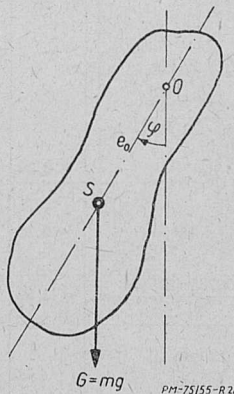
$$\mathcal{F}_s = \mathcal{F}_o - m e_o^2$$

Określenie środka masy możemy przeprowadzić drogą podwieszania ciała co najmniej w 2 punktach i wyznaczenia punktu przecięcia się linii pionowych wyprowadzonych z punktu podwieszenia. O ile punkty podwieszenia leżą na wspólnej linii, przechodzącej przez środek ciężkości, to, jak łatwo wykazać:

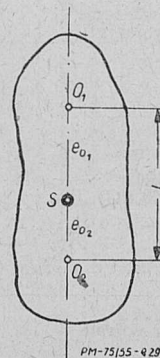
$$e_{o1-2} = \frac{T_{2-1}^2 - 0,0402 l}{T_{1-2}^2 + T_{2-1}^2 + 0,08 l} l$$

gdzie: l — cm; T — sek (patrz rys. 29)

b. *Metoda podwieszania*. Podwieszamy ciało na linkach równoległych do osi, względem której chcemy wyznaczyć

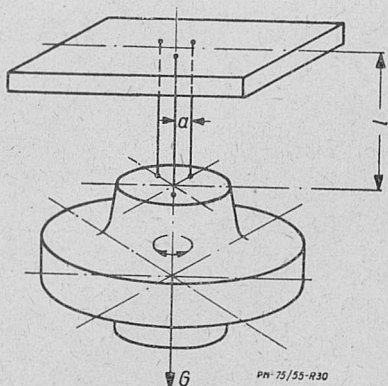


Rys. 28



Rys. 29

moment bezwładności. Ilość linek dowolna najlepiej trzy, a odległość od osi wahań jednakowa, patrz rys. 30. Obracamy w pionie ciało o kąt ok. $20 \div 30^\circ$ i wprowadzamy w drgania swobodne, mierząc czas 50 do 100 wahań. Łatwo



Rys. 30

stad wyznaczyć moment bezwładności ciała względem osi wahań wg wzoru (nie podajemy tu prostego dowodu:

$$J_l = \frac{Ga^2 T^2}{4\pi^2 l} \cong \frac{Ga^2 T^2}{39,4 l} \text{ kG cm sek}^2$$

c. *Metoda hamowania.* Rozpędzamy ciało, osadzone na ułożyskowanej osi do określonej ilości obrotów n_0 mierzonej na tachometrze. Wyłączamy napęd i włączamy hamulec, mierzący moment tarcia M_t .

Wg zasady bezwładności:

$$M_t - J_o \varepsilon = 0 \text{ skąd:}$$

$$J_o = \frac{M_t}{\varepsilon} \text{ kG cm sek}^2$$

Zakładając ruch jednostajnie zmienny z opóźnieniem:

$$\varepsilon = \frac{\omega_0}{t} = \frac{\pi n_0}{30 t} \text{ 1/sek}^2$$

mierząc czas hamowania, otrzymamy ostatecznie:

$$J_o = \frac{30 M_t \cdot t}{\pi n_0} \text{ kG cm sek}^2$$

W momencie M_t uwzględniamy też moment tarcia w łożyskach, który czasami zastępuje moment tarcia hamulca. Metoda hamowania jest też stosowana jako metoda porównawcza dla brył o jednakowym ciężarze, z różnie rozłożoną masą ciała.

LITERATURA

1. K. Biezeno, R. Grammel — Technische Dynamik 1939.
2. M. T. Huber — Mechanika ogólna i techniczna 1951.
3. S. Ponomarew, W. Biderman, praca zbiorowa — Osnowy metodow racziota na procznost w maszynostrojenji — 1952.
4. W. Terskich — Raczoty krutilnych kolebanij siłowych ustanowok 1953.
5. M. Astachow, A. Karawajew, praca zbiorowa — Sprawocznaja kniga po racziotu samoliotu na procznost — 1954.
6. H. Dubbel — Taschenbuch für Maschinenbau 1939.
7. J. Zawadzki, W. Siuta — Mechanika 1953.
8. J. Zawadzki — Drgania układów liniowo sprężystych 1953.

Zastosowanie materiałów zastępczych do wyrobu przekładni ślimakowych

Cz. III. Zastosowanie stopów cynkowych w przekładniach ślimakowych

621.833.382/383:669.131.89

Mgr inż. TADEUSZ DEMETER
Mgr inż. JERZY RAJTOR

1. Ogólne wiadomości o własnościach i zastosowaniu stopów cynkowych

Wobec ujemnych własności ruchowych żeliwa sferoidalnego zwróciliśmy uwagę na stopy cynkowe. Pierwsze próby zastosowania stopów cynkowych jako materiału konstrukcyjnego pochodzą jeszcze z czasów pierwszej wojny światowej. Mimo wysokich własności technologicznych materiały te wykazywały tendencję do korozji międzykrystalicznej. Dalsze badania wykazały, że drobne zanieczyszczenia ołowiem, kadmem i cyną — nawet w małych ilościach — są powodem korozji międzykrystalicznej. W stopach opartych na czystym cynku korozja międzykrystaliczna nie powinna występować.

Rozróżnia się dwa rodzaje stopów cynkowych opartych na czystym cynku:

- pierwszy rodzaj są to stopy cynku i aluminium z dodatkiem od 0 do 4% miedzi,
- drugi — stopy zawierające 4% miedzi.

Na podstawie literatury niemieckiej na elementy maszyn pracujących z dużym poślizgiem nadają się stopy pierwszego rodzaju — Z410 i Z1010 (tablica I).

W Związku Radzieckim natomiast na takie części maszynowe używane są stopy z dodatkiem miedzi powyżej 4% o oznaczeniu CAM 10-5 (tablica II).

Jak wykazały badania, wtórne przelanie stopu CAM 10-5 zwiększa wydajność własności mechaniczne.

Porównując własności stopów cynkowych z odpowiednimi własnościami brązów cynowych, stopów łożyskowych wysokocynowych i stopów ołowinowych ubogich w cynę względnie bezcynowych, dochodzi się do wniosku, że stopy cynkowe stoją na pierwszym miejscu pod względem wytrzymałości na obciążenia stałe i zmienne. Pod względem twardości dorównują im względnie je przewyższają jedynie brązy cynowe. Wydłużenie ich jest jednak niższe niż brązu i wynosi 0,7 do 2%, zaś brązu — 10 do 14%.

Przy rozpatrywaniu własności ruchowych materiałów pracujących z dużym poślizgiem należy także uwzględnić przewodnictwo cieplne i współczynnik rozszerzalności cieplnej.

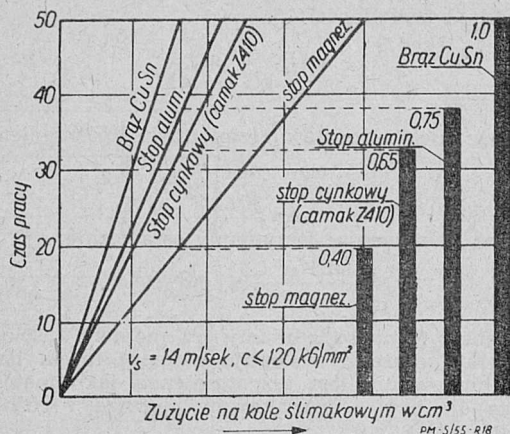
Pod względem przewodnictwa cieplnego stopy cynkowe

TABLICA II. Stopy cynku z dodatkiem miedzi powyżej 4%.

Nazwa stopu wg oznaczeń radzieckich	Własności mechaniczne			Uwagi
	R_r , kG/mm ²	a %	H_B	
1	2	3	4	5
Brąz OCS-5-5-5	18	4	60	
CAM 10-5	30	1,0	100	z czystych składników
CAM 10-5	28÷36	0,9÷1,1	131÷163	z przetopu (z wtórnych)
CAM 10-5	40	1,8	154	z wtórnych (przetop odpadów)

TABLICA I. Stopy cynku z dodatkiem miedzi od 0 do 4%

Nazwa stopu (wg oznaczeń niemieckich)	Skład %			Rodzaj odlewu	Wytrzymałość na rozciąganie kG/mm ²	Wydłużenie a %	Twardość Brinella 5125/30 kG/mm ²	Udarność kGcm/mm ²	Wytrzn. zmęczeniowa na zginanie kG/mm ²
	Al	Cu	Mg						
GZn-Al4-Cu1 Camak-Z410	4±0,3	0,8±0,2	0,03 ^{+0,02} _{-0,01}	w piasku	23÷25	1÷1,5	80÷85	4÷5	7÷10
				w kokili	23÷25	1÷2,5	95÷100	5÷6	
GZn-Al10-Cu1 Camak-Z1010	10±1,0	0,8±0,2	0,03 ^{+0,02} _{-0,01}	w piasku	28÷32	0,5÷1	90÷100	do 8	9÷12
				w kokili	25÷30	0,5÷1	100÷115	do 5	



Rys. 18. Żywotność kół ślimakowych ze stopu cynkowego w stosunku do kół z innych materiałów.

przewyższają znacznie klasyczne materiały ślizgowe; przewodnictwo cieplne stopów cynkowych wynosi 79 do 86,5, zaś brązu 47 kcal/mh°C.

Współczynnik rozszerzalności cieplnej stopów cynkowych wynoszący 27 do 30·10⁻⁶ leży w zakresie wymaganych wartości dla materiałów ślizgowych.

2. Dotychczasowe wyniki prób zastosowania stopów cynkowych do przekładni ślimakowych

Na podstawie badań niemieckich stwierdzono, że stopy cynkowe nadają się na wieńce kół ślimakowych i zostały praktycznie wypróbowane w budowie maszyn dźwigowych, budowlanych i napędów w walcowniach. Rysunek 18 daje

TABLICA III. Przybliżony zakres stosowności stopu cynkowego na koła ślimakowe w porównaniu z innymi materiałami.

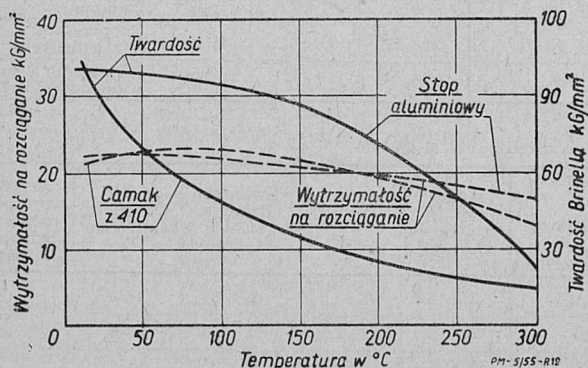
Materiał	v_s m/sek 0 5 10 15	C kg/cm ² 0 30 60 90	Temp°C 0 75 150
Brąz	■	■	■
Stal	■	■	■
Żeliwo	■	■	■
Masy plastyczne	■	■	■
Stopy aluminowe	■	■	■
Stopy magnezowe	■	■	■
Stopy cynkowe	■	■	■

■ wypróbowane

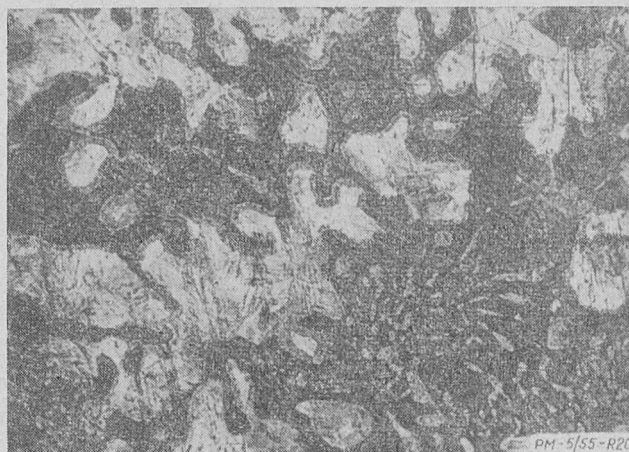
■ brak prób

PM-5/55-T11

obraz o stosunkowo dobrym zachowaniu się kół ślimakowych odlanych w piasku ze stopu ZnAl4Cu1 badanych w laboratorium w porównaniu z brązem, ze stopami aluminowymi i magnezowymi. Podane wartości odnoszą się do dużych obciążeń $c = \frac{P}{bt} = 120$ kg/cm² i do bardzo wysokich prędkości poślizgu $v_s = 14$ m/sek. Przy próbach stwierdzono wysoką przyczepność smaru do stopu cynkowego, co tłumaczy między innymi wysokie własności ruchowe.



Rys. 19. Twardość i wytrzymałość w podwyższonej temperaturze stopu cynkowego w porównaniu ze stopem cynowym.



Rys. 20. Struktura stopu cynkowego. Pow. 200 X.

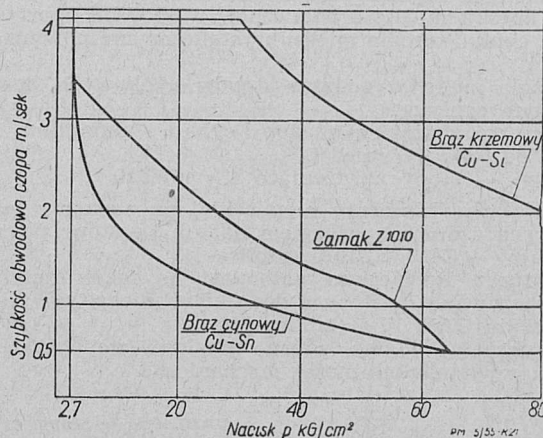
Zakres stosowności stopów cynkowych do wyrobu ślimacznicy podany jest w tablicy III. Jak z tablicy wynika, temperatura graniczna smaru nie powinna przekraczać 80°C, gdyż przy temperaturach powyżej 100°C twardość jest już zbyt niska (rys. 19).

W tablicy IV podano potrzebne konstruktorowi do obliczeń wartości c , μ_{min} i v_{smax} dla trzech charakterystycznych materiałów na ślimacznice.

TABLICA IV. Wartości obliczeniowe trzech charakterystycznych materiałów na ślimacznice.

Wielkość obliczeniowa	Brąz	Stop cynku	Żeliwo szare
c	$\frac{180}{2 + v_s}$	$\frac{120}{2 + v_s}$	$\frac{80}{2 + v_s}$
μ_{min}	0,03	0,06	0,1
v_{smax} m/sek	15	15	3

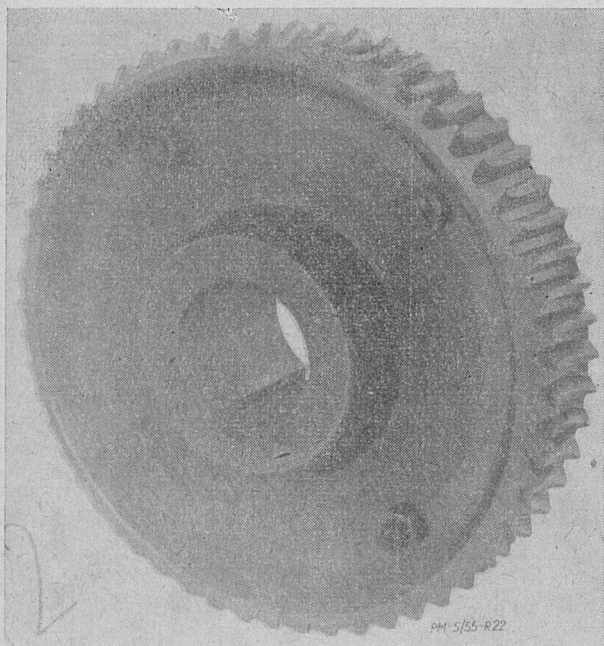
Stop cynkowy, jak z tego zestawienia wynika, może zastąpić brąz. Potwierdzają to próby przeprowadzone w Związku Radzieckim. Wieniec ze stopu CAM 10-5, odlany z wtórnych metali, był ustawiony na żurawiu „Pionier”, pracującym w ciężkich warunkach w lutym 1950 r. Przy zakładaniu tego wieńca nie zmieniono smaru w skrzyni przekładni mimo wysokiego stopnia zanieczyszczenia. Ślimacznica nie była dopasowana do ślimaka: na zwojach ślimaka były pozostawione ostre zadziory. Mimo tych niekorzystnych wa-



Rys. 21. Krzywa graniczna stopu cynkowego i brązów.

runków pracy wieniec ze stopu CAM 10-5 wykazał wysoką trwałość. Po 2928 godzinach pracy zużycie zębów wienca nie przewyższało 30% ich pierwotnego wymiaru. Natomiast wieniec z żeliwa modyfikowanego musiano zmienić po 300 do 350 godzinach pracy z powodu zużycia zębów.

Poza tym w pewnym zakładzie w Związku Radzieckim użyto, do napędu urządzenia do asfaltowania, wienca ślimacznicy o średnicy 500 mm, odlanego z odpadków stopu CAM 10-5. Wieniec ten był porowaty u podstawy zębów,



Rys. 22. Koło ślimakowe z wieńcem ze stopu cynkowego.

mimo tego przepracował około 1000 godzin i zastąpił w pracy 5 wieńców z żeliwa modyfikowanego.

3. Badania własne zastosowania stopów cynkowych do przekładni ślimakowych

Do badania własności ruchowych na maszynie wahadłowej użyto stopu cynkowego Z1010 o składzie: Al — 12,08%, Pb — 0,001%, Cu — 1,06%, Mg — 0,04%, Sn — 0,001%, Cd — 0,01% i Fe — 0,003%. Ilość zanieczyszczeń Pb + Cd + Sn + Fe jest w granicach tolerancji normy.

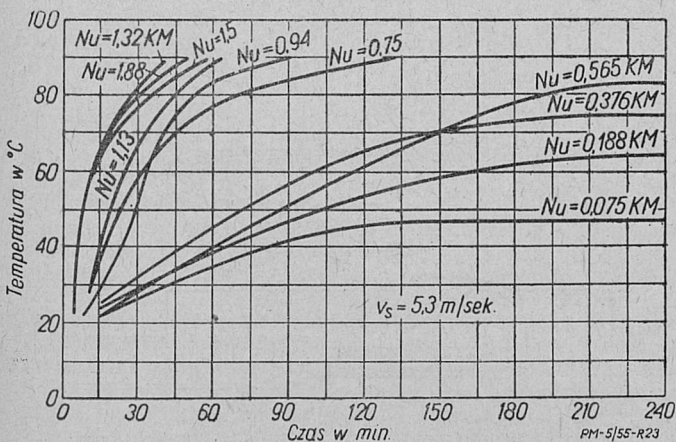
Twardość stopu wynosiła 90 kg/mm². Strukturę stopu przedstawiono na rys. 20. Podczas docierania wstępnego przy prędkości obwodowej 0,25 m/sec i nacisku jednostkowym 10 kg/cm² nie występowały żadne zaburzenia cieplne.

Panewka docierała się spokojnie, wymagała jednak dłuższego czasu docierania. Panewki badano w zakresie prędkości obwodowych od 0,25 do 3 m/sec i naciskach do 70 kg/cm². Krzywe grzania się czopa mają przebieg regularny, tj. właściwy typowym materiałom łożyskowym. Krzywa graniczna, określająca własności ruchowe stopu (rys. 21) przebiega wyżej od krzywej granicznej brązu Cu-Sn.

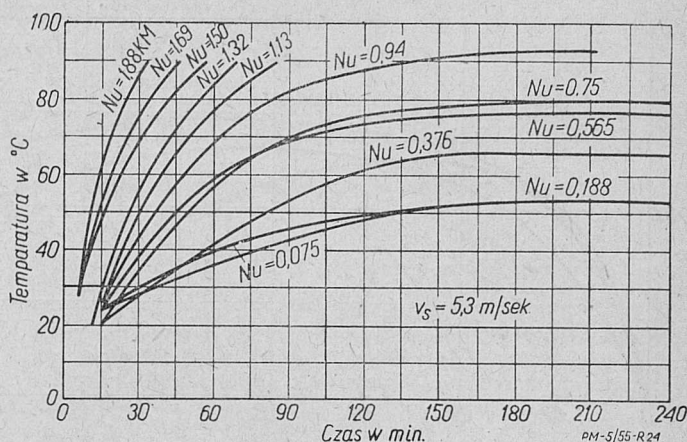
Po tych wstępnych badaniach zdecydowano odlanie próbnych wieńców ślimakowych ze stopu Z1010 (rys. 22), które badano we współpracy ze ślimakiem stalowym, a następnie ze ślimakiem z żeliwa sferoidalnego.

W celu określenia zjawisk zachodzących w przekładni badano rzeczywisty przebieg temperatury w zależności od mocy użytecznej N_u . Wyniki przedstawiono na rys. 23 i 24.

Porównując oba wykresy należy stwierdzić, że pod względem ustalania się temperatury zestaw ślimaka z żeliwa sferoidalnego jest korzystniejszy od zestawu ślimaka stalowego i ślimaczni z żeliwa sferoidalnego.



Rys. 23. Krzywa ustalania się temperatury przekładni ślimakowej ze ślimacznica ze stopu cynkowego we współpracy ze ślimakiem stalowym.



Rys. 24. Krzywa ustalania się temperatury przekładni ślimakowej ze ślimacznica ze stopu cynkowego we współpracy ze ślimakiem z żeliwa sferoidalnego.

roidalnego i ślimaczni z żeliwa sferoidalnego jest korzystniejszy od zestawu ślimaka stalowego i ślimaczni z żeliwa sferoidalnego. Jeżeli przyjąć, że maksymalna temperatura może wynosić 90°C, to N_u dopuszczalne dla ślimaka z żeliwa sferoidalnego wynosi 0,94 KM, zaś dla stalowego 0,565 KM.

W celu porównania badanych materiałów z brązem naniesiono na wspólnym wykresie wyniki pomiarowe ustalania się temperatury (rys. 25).

Najniższą temperaturę wykazuje klasyczny zestaw stal-brąz — około 42°C; temperaturę wyższą tylko o 10°C wykazuje zestaw żeliwo sferoidalne — stop cynkowy, zaś zestaw stal-stop cynkowy dochodzi do temperatury 62°C, co jest w granicach dopuszczalnych. Rażąco niebezpieczne grzanie się przekładni o zestawie stal-żeliwo sferoidalne oraz żeliwo sferoidalne-żeliwo sferoidalne świadczy o zupełnej nieprzydatności żeliwa sferoidalnego na ślimacznicę.

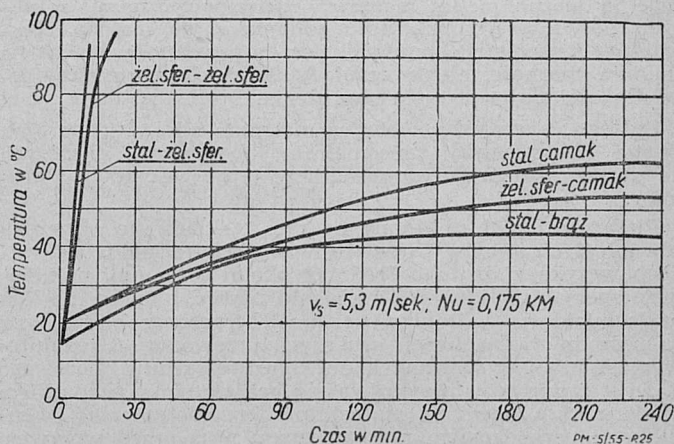
Ponieważ w przekładniach ślimakowych z powodu tarcia powstają duże straty, konieczne jest wyznaczenie sprawności przekładni.

Wyniki badań ślimaczni z żeliwa sferoidalnego w porównaniu z brązem przedstawiono na rys. 26. Sprawność stopu cynkowego jest korzystniejsza i to nie tylko jest wyższa od brązu, ale i przebieg jej krzywej jest płaski, co wskazuje, że sprawność przekładni ustala się przy wyższych obciążeniach.

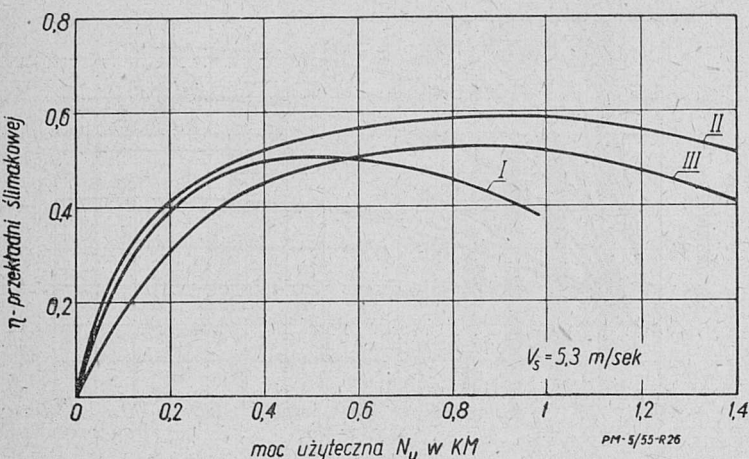
Nie można jednak przeceniać wykresu sprawności, gdyż dla naszych celów decyduje nie tylko dobra sprawność, ale i temperatura graniczna, która dla stopu cynkowego wynosi 80°C. Wyższe obciążenia można dopuścić bez obawy podwyżki temperatury w pracy z przerwami, jak to ma miejsce przeważnie w urządzeniach dźwigowych.

4. Wnioski

Stop cynkowy nadaje się ze względu na wysokie własności ruchowe do wyrobu kół ślimakowych, dotychczas odlanych z brązu. Ma to dla naszej gospodarki narodowej szczególne znaczenie, gdyż pod względem wydobycia cynku Polska



Rys. 25. Porównanie ustalania się temperatury przekładni ślimakowych z różnych materiałów.



Rys. 26. Porównanie sprawności przekładni ślimakowych z różnych materiałów.

zajmuje 5 miejsce w świecie. W stosunku do brązu jest stop cynkowy około 5 razy tańszy i nie zawiera składników deficytowych.

Badanie własności ruchowych stopu cynkowego wykazało dobrą sprawność i odporność na zużycie. Pod względem współczynnika tarcia zajmuje on miejsce pośrednie między brązem i żeliwem zwykłym, pod względem prędkości maksymalnej poślizgu dorównuje brązom. Przewodnictwo ciepłe stopu cynkowego jest prawie dwukrotnie większe niż brązu, natomiast stop cynkowy w temperaturze powyżej 100°C traci na twardości.

Dobra współpraca ślimaka z żeliwa sferoidalnego z ślimaczną ze stopu cynkowego potwierdza nasze założenia, że żeliwo sferoidalne nadaje się na ślimaki.

Na podstawie dodatkowych wyników laboratoryjnych wykonano pierwszą serię około 10 sztuk przekładni i przesłano do pracy w przemyśle. Obserwacja tych przekładni w eksploatacji przemysłowej pozwoli na ostateczne określenie przydatności stopu cynkowego na koła ślimakowe.

LITERATURA

1. Jankowski A., Górczyński J., Pachowski M., Bargiel A., Kocur F., — Przegląd Odlewnictwa 1952 r., nr 12, str. 388.
2. Piaskowski Jerzy — Przegląd Mechaniczny 1953 r., nr 11, str. 375.
3. Tolubenski D. D. — Litiejnoje Proizvodstvo 1953 r., nr 10, str. 30.
4. Dworzak E., Przystupski H. — Przegląd Mechaniczny, 1954 r., nr 11, str. 346.
5. Altmann F. G. — Zeitschrift V. D. I. 1941 r., str. 8 i str. 939.

Elektryczne tensometry oporowe

Niektóre praktyczne i teoretyczne uwagi o ich budowie, własnościach i zastosowaniu

621.317.39:531.71

Inż.-mech. ZYGMUNT ROLIŃSKI
Instytut Mechaniki Precyzyjnej
Warszawa

Współczesna technika badań naukowych i metod pomiarowych coraz chętniej i w coraz szerszym zakresie posługuje się elektrycznymi metodami pomiarowymi. Przyczynił się do tego olbrzymi postęp i rozwój w dziedzinie znacznego udoskonalenia i wielkiego rozpowszechnienia najróżnorodniejszej aparatury elektronicznej, co stworzyło podstawy do prób wykorzystania tych najbardziej nowoczesnych urządzeń do pomiarów wielkości mechanicznych.

Celem niniejszego artykułu jest zapoznanie Czytelników z niektórymi praktycznymi i teoretycznymi przyczynkami odnośnie podstawowych zjawisk i parametrów występujących w zagadnieniach elektrycznej tensometrii oporowej, do czego materiał czerpano w głównej mierze z doświadczenia i prac własnych Autora, wykonanych na terenie Instytutu Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie.

W artykule omówiono ogólne zasady działania, budowy i użytkowania elektrycznych tensometrów oporowych, ze szczególnym uwzględnieniem typu wężykowego i kratowego. W przeprowadzonej analizie porównawczej uzasadniono wyższość tensometrów typu kratowego nad tensometrami typu wężykowego. Omówiono również sposób produkcji tensometrów typu kratowego oraz metodę cechowania.

Zasada działania i budowa elektrycznych tensometrów oporowych

Wymagania dzisiejszej techniki w zakresie budowy maszyn oraz wszelkiego rodzaju konstrukcji stawiają przed technikiem i inżynierem zadanie gruntownej znajomości wielkości i rozkładu naprężeń występujących w tych konstrukcjach.

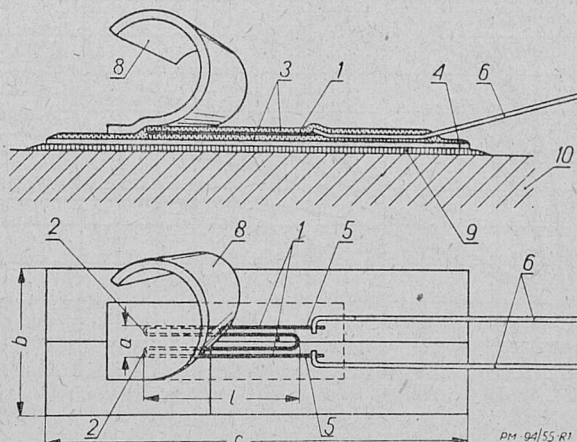
Bardzo często zadanie to nie daje się rozwiązać na drodze zwykłych metod obliczeniowych i wtedy zachodzi potrzeba stosowania eksperymentalnej analizy naprężeń. Przeprowadzać ją można m. in. metodami tensometrycznymi, z których największą popularność zdobyła sobie metoda elektrycznej tensometrii oporowej. Zasada tej metody polega na zmianie oporności elektrycznej drutu na skutek zmiany jego długości pod wpływem naprężenia.

Do tego celu wykonywane są małe mierniki oporowe, zwane elektrycznymi tensometrami oporowymi, z których na uwagę zasługują dwa zasadnicze typy: wężykowy i kratowy.

Pierwszy z nich pokazany na rys. 1 składa się z szeregu równoległych zwojów 1 ukształtowanych w formie wielokrotnego wężyka z drutu o średnicy około 0,025 mm, naklejanego specjalnym klejem 3 na cienki papier, bibułkę lub taśmę celuloidową 4. Dopyw prądu elektrycznego odbywa się za pośrednictwem dwóch grubszych przewodów 6 przylutowanych lub przyspawanych do końcówek drutu oporowego 5. Drut z wierzchu przykrywa się naklejonym nań paskiem papieru 8 lub filcem, w celu ochrony tensometru przed ewentualnym uszkodzeniem mechanicznym oraz przed wpływem wilgoci i nagłych zmian temperatury. W ten sposób wykonany tensometr nakleja się na odpowiednio przygotowaną

powierzchnię przedmiotu badanego, do czego używa się specjalnego kleju 9. Papierowa lub celuloidowa podkładka 4 oraz cienka warstwa kleju spełnia jednocześnie rolę dielektryka w stosunku do metalowej powierzchni przedmiotu.

Rys. 2 przedstawia schemat budowy drugiego rodzaju tensometru — typu kratowego. Tensometr składa się z szeregu równoległych drucików oporowych 1 połączonych nalutowanymi lub napawanymi znacznie grubszyimi beleczkami poprzecznymi 2 poprzecinanymi w odpowiedni sposób w celu



Rys. 1. Schemat budowy tensometrów typu wężykowego.

PRZEGLĄD DOKUMENTACYJNY MECHANIKI

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODEK DOKUMENTACJI
INSTYTUTU MECHANIKI PRECYZYJNEJ

Dodatek do miesięcznika „Przegląd Mechaniczny”

ROCZNIK 6

WARSZAWA—WRZESIEŃ 1955

Nr 9

Gwiazdkami obok liczb porządkowych artykułów oznaczone są publikacje znajdujące się w bibliotekach poszczególnych ośrodków.

Metaloznawstwo

- 120 669.017:539.22 17
Boas W., Mackenzie J. K.: **Anizotropia metali**. „Anisotropy in metals”. Progress in Metal Physics, London 1950, Butterworths Sc. Publ., t. 2, s. 90; D, B5, 33 str. 3 fot., 5 wykr., 1 mikrogr., 8 tabl., 75 poz. bibl. — Podsumowanie nowoczesnych poglądów na anizotropię ciał stałych (zwłaszcza metali) oraz omówienie jej teorii. W części pierwszej podano przykładowo schemat teoretycznego obliczenia zależności przewodności elektrycznej od kierunku w kryształach wysokosymetrycznych. Obliczone zależności wykorzystano do określenia zmian innych własności fizycznych wraz ze zmianą kierunku w kryształach. Szczególną uwagę zwrócono na zależności kierunkowe własności sprężystych, plastycznych i cieplnych kryształów anizotropowych. W części drugiej omówiono anizotropię metali polikrystalicznych i związane z nią zjawiska. Obok rozważań teoretycznych, przytoczono w pracy poważną liczbę wyników badań doświadczalnych.
- 121* 539.261:669.3-135-153 17
Bastien P. G., Pokorny J.: **Badania nad orientacją uprzywilejowaną w wyciskanej, ciągnionej i wyżarzonej miedzi**. „A study of preferred orientation in extruded, drawn, and annealed copper”. J. Inst. Metals, t. 82, Nr 12, sierp. 54, s. 545; A4, 7 str., 1 rys., 5 wykr., 8 rentgenogr., 4 tabl., 15 poz. bibl. — Rentgenograficzne badania tekstur powstałych przy wyciskaniu i ciągnięciu na zimno czystej miedzi oraz miedzi z niewielkimi ilościami dodatków stopowych wskazują na stałą obecność podwójnej tekstury $\langle 111 \rangle + \langle 100 \rangle$.
- 122* 539.56:669.14.018.588 17
Bates L. F.: **Struktura obszarowa metali ferromagnetycznych**. „The domain structure of ferromagnetic metals”. J. Inst. Metals, t. 82, Nr 9, maj 54, s. 417; A4, 14,5 str., 9 rys., 2 wykr., 44 mikrogr., 12 poz. bibl. — Zastosowanie pojęć obszarów strukturalnych do fizyki metali ferromagnetycznych i ich stopów. Opisano metodę proszkową wyznaczania granic obszarów na powierzchniach metali ferromagnetycznych. Powierzchnie te trzeba przygotować w specjalny sposób. Uzyskane wzory proszkowe otwierają nowe możliwości poznania procesów magnetyzacji. Poza tym technika proszkowa umożliwiła uzyskanie jakościowego sprawdzenia wniosków wypływających z teorii obszarów. Przy jej pomocy można śledzić przesunięcia granic obszarów pod wpływem przyłożonego pola magnetycznego oraz wpływ zanieczyszczeń i wtrąceń na histerezę magnetyczną.
- 123 669.017.001 17
King B., Chalmers B.: **Granice kryształów**. „Crystal boundaries”. Progress in Metal Physics, 1949, Butterworths Sc. Publ., t. 1, s. 127; D, B5, 37 str., 1 rys., 4 wykr., 3 mikrogr., 53 poz. bibl. — Granice ziaren w metalach uczestniczą w ich odkształceniu całkowitym. Dlatego zagadnienie struktury granic ziaren posiada specjalne znaczenie praktyczne. Praca zawiera przegląd nowych badań doświadczalnych i teoretycznych, nad określeniem własności i struktury granic w metalach polikrystalicznych. Uwagę zwrócono na zagadnienie pochodzenia i formowania się granic ziaren — wpływu struktury granic na własności mechaniczne polikryształów — procesu topienia granic ziaren. Rozważania przeprowadzono rozpatrując granice z jednej strony jako powierzchnie o pewnej energii i napięciu, a z drugiej — strukturę i własności chemiczne granic. Autor odrzuca hipotezę przyjmującą, że granice ziaren posiadają budowę bezpostaciową, natomiast rozpatruje je jako strefę przejściową między dwoma ziarnami.
- 124* 539.376:620.191.33 17
Recorder II: **Międzykryształiczne pęknięcia podczas pełzania**. II. „Intercrystalline failures during creep. II”. Metal Ind., t. 84, Nr 26, czerw. 54, s. 554; A4, 1 str., 4 poz. bibl. — Przewidywano przyczyny powstawania pęknięć międzykryształicznych podczas pełzania na podstawie trzech prac, dotyczących badania wpływu temperatury i szybkości odkształcania, wtrąceń na granicach zmian oraz kawitacji międzykryształicznej. Zagadnienie nie zostało jeszcze dostatecznie wyjaśnione.
- 125 620.172.224.2 17
Cottrell A. H.: **Granica plastyczności kryształów pojedynczych i metali polikrystalicznych**. „The yield point in single crystals and polycrystalline metals”. L'Etat Solide, 1952, R. Stoops, s. 487; D, B5, 26 str., 1 rys., 11 wykr., 2 mikrogr., 41 poz. bibl. — Przegląd doświadczalnych i teoretycznych prac nad zjawiskiem granicy plastyczności. Opisano doświadczenia wskazujące, że kryształy pojedyncze różnych metali posiadają wyraźną granicę plastyczności, gdy zawierają w roztworze pewne zanieczyszczenia, głównie węgla i azotu. Granica plastyczności jest wyraźniejsza w przypadku metali polikrystalicznych niż monokryształów. Wskazano hipotetyczne przyczyny powstawania zjawiska. Teoria dyslokacji i jej wyjaśnienie granicy plastyczności, która zgodnie z tą teorią spowodowana jest wydzielaniem rozpuszczonych atomów wokół dyslokacji. Współczesne doświadczenia dla określenia kinetyki starzenia po zgnieciu i ich powiązanie z wnioskami teorii dyslokacji.
- 126 669-1:669-174:620.186
Burgers W. G.: **Rekrystalizacja i rozrost ziaren w metalach stałych**. „Recrystallization and grain growth in solid metals”. L'Etat Solide, 1952, R. Stoops, s. 73; D, B5, 94 str., 24 rys., 12 wykr., 1 mikrogr., 4 rentgenogr., 1 tabl., 263 poz. bibl. — Obszerny przegląd wyników badań doświadczalnych (zwłaszcza najnowszych) nad zmianami strukturalnymi, zachodzącymi w metalach w czasie ich obróbki cieplnej. Uwzględniono przy tym jedynie takie zmiany, które obejmują wielkość, kształt, liczbę, stan i orientację kryształitów (a więc zmiany nie wychodzące poza zakres termodynamicznej stałości danej fazy). Przegląd obejmuje następujące zagadnienia: procesy atomowe zachodzące w czasie wyżarzania metali, zjawiska nawrotu, mechanizm poligonizacji, procesy zarodkowania rekrystalizacji, zjawiska przesunięcia granic ziaren, powstawanie tekstur rekrystalizacji, formowanie się rekrystalizacyjnych przerzutów bliźniaczych oraz wpływ zanieczyszczeń na rekrystalizację i rozrost. Ponadto omówiono szczegółowo rozwój metod badania zmian strukturalnych w metalach oraz nowe metody przygotowania próbek złożonych z jednego lub kilku kryształów o z góry założonej orientacji.
- 127* 669.112.227.3:620.179.14 17
Matthaes K.: **Prosty magnetoindukcyjny przyrząd do badania przemian**. „Ein einfaches Gerat zur magnetinduktiven Verwechslungsprufung”. Z. Metallk., t. 45, Nr 7, lip. 54, s. 429; A4, 1,5 str., 1 rys., 1 tabl. — Opisano aparat do badania przemian w stali, który można bez trudności wykonać sposobem gospodarczym. Podano szczegółowy opis aparatu i wskazówki wykonawcze.
- Wady materiałowe i ich badanie
- 128 620.179.152:621.384.2:539.163 17
Aebersold P. C.: **Radioizotopy w badaniach nieniszczących**. „Radioisotopes in nondestructive testing”. Nondestruct. Testing, t. 12, Nr 3, maj-czerw. 54, s. 19; A4, 7,5 str., 12 rys., 2 tabl. — Przegląd przemysłowych zastosowań radioizotopów oraz wybranych zastosowań do badań nieniszczących. Poszczególne metody badawcze opisano z punktu widzenia możliwości zastosowania pewnych radioizotopów do normalnych prób przemysłowych, wiele z nich stosowano

dotąd jedynie w laboratoriach badawczych. Omówiono możliwości przyszłego rozwoju badań nieniszczących w wyniku rozpowszechnienia zastosowań radioizotopów jako źródeł promieniowania.

129 620.179.16:621.9-4 17

Smack J. C.: **Ultradźwiękowe badania w kąpeli z automatycznym sondowaniem i rejestracją lub sygnałem ostrzegawczym.** „Immersed ultrasonic inspection with automatic scanning and recording or warning signal”. *Nondestr. Testing*, t. 12, Nr 6, maj-czerw. 54, s. 29; A4, 5 str., 4 fot., 7 rys., 2 wykr. — Do wyrobów lub części maszyn wymagających szczególnie starannego odbioru stosuje się automatyczne badania ultradźwiękowe metodą kontaktową lub zanurzeniową; tak bada się np. kute lufy armatnie lub wirniki turbin gazowych, części samolotowe itp. W artykule opisano całkowitą aparaturę do automatycznych badań ultradźwiękowych tego rodzaju wyrobów oraz omówiono technikę wykonania badań.

130 620.179.152:621-216.8:621.384.62 17

Scag D. A.: **Radiograficzna charakterystyka wysokoenergetycznych promieni rentgenowskich.** „Radiographic characteristics of high energy X-rays”. *Nondestr. Testing*, t. 12, Nr 3, maj-czerw. 54, s. 45; A4, 2 str. 2 wykr., 14 poz. bibl. — Krytyczny przegląd literatury omawiającej radiograficzne własności betatronów przemysłowych 15 do 30 megawolt. Autor zwrócił uwagę na dobór optymalnej energii betatronu dla prześwietleń grubych płyt stalowych.

131 620.179.142:621.317.432 17

Hochschild R. **Badania prądami wirowymi w oparciu o analizę oporu pozornego.** „Eddy current testing by impedance analysis”. *Nondestr. Testing*, t. 12, Nr 3, maj-czerw. 54, s. 35; A4, 10 str., 1 fot., 4 rys., 8 wykr. — Przegląd prac Atomic Energy Commission nad zastosowaniem prądów wirowych do badań metali oraz udoskonaleniem metod badawczych przez podniesienie czułości wskazań i zautomatyzowanie czynności. Główną uwagę zwrócono na teoretyczne podstawy i metody badań (oparte o prace Foerstera w Niemczech) oraz analizę oporu pozornego na podstawie jego wykresów. Krótko opisano aparaturę badawczą.

132 620.179.18:535.822.5:539.371 17

Clarke J. E.: **Czynniki występujące przy użyciu „czarnego światła” do badań fluorescencyjnych.** „Factors in the use of black lights for fluorescent inspection”. *Nondestr. Testing*, t. 12, Nr 4, lip-sierp. 54, s. 21; A4, 5 str., 1 rys., 4 wykr. — W ostatnich dwunastu latach nagromadzono sporo materiałów i doświadczenia laboratoryjne odnośnie zastosowania promieniowania o długości fali 3550 Å do badań fluorescencyjnych. W praktycznym użyciu jako źródło promieniowania znajdują się lampy na pary rtęci. Szczegółowo omówiono promienniki emitujące „czarne światło”, natężenia promieniowania odpowiednie do badań, działanie i konserwację aparatury.

Wytrzymałość materiałów

133 539.379.4 17

Crown E.: **Dynamika poślizgu.** „Dynamics of slip”. *L'Etat Solide*. Bruxelles 1952, R. Stoops Ed., s. 535; D, B5, 42 str., 13 rys., 10 mikrgr., 1 rentgengr., 32 poz. bibl. — W mechanice poślizgów występują stale trzy podstawowe dotąd niezupełnie rozwiązane zagadnienia: 1. Rozbieżności między rzeczywistym naprężeniem powodującym poślizg, a około 1000 razy większym naprężeniem teoretycznym, określonym przez siły międzyatomowe w modelu kryształu idealnego; 2. Mechanizm obserwowanej granicy plastyczności i umocnienia przez zgniot oraz 3. Przyczyny tworzenia się pasów poślizgów (stref poślizgów). Zagadnienia te w pewnym sensie rozwiązuje i wyjaśnia teoria dyslokacji i wypływające z niej wnioski. Artykuł zawiera odpowiedź na te zagadnienia, wprowadza w związane pojęcia teorii dyslokacji i podaje pewne nowe sugestie wyjaśniające.

134* 539.379:669.5 17

Greenwood G. W.: **Pęknięcie łupliwe czystego polikrystalicznego cynku przy rozciąganiu.** „The cleavage fracture of pure polycrystalline zinc in tension”. *J. Inst. Metals*, t. 82, Nr 12, sierp. 54, s. 551; A4, 10,5 str., 2 fot., 12 wykr., 3 mi-

krogr., 1 tabl., 18 poz. bibl. — Badania nad zjawiskami łupania polikrystalicznego cynku. Określono wpływ wielkości ziaren, temperatury, prędkości odkształcenia oraz wielkości odkształcenia plastycznego na typ pęknięcia oraz obliczono rzeczywiste naprężenia powodujące pęknięcie. Stwierdzono, że rzeczywiste naprężenie powodujące pęknięcie jest zależne od wielkości ziaren w określony sposób oraz od temperatury próby. Powstanie znacznych skupień naprężeń wywołujących pęknięcia wyjaśniono w oparciu o teorię dyslokacji.

135* 539.377:539.382.2 17

Siutkin N. F.: **Skokowe odkształcenie w prostoliniowym „sprężystym” zakresie wykresu rozciągania.** „Skaczkoobraznaja deformacija na priamoliniejnóm „uprugóm” ucstkie diagrama rastiażenja”. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, t. 91, Nr 1, czerw. 53, s. 83; B5, 2,5 str., 2 wykr., 3 poz. bibl. — Fotograficznie zarejestrowano krzywe rozciągania przy różnych temperaturach i prędkościach odkształcenia starzejącego się stopu Zn-20% Al. Przy starannym wyregulowaniu aparatury uzyskano w zakresie sprężystym odkształcenie następujące skokami — schodkową krzywą. Wyniki wskazują, że w zakresie sprężystym występuje odkształcenie plastyczne oraz, że pierwszy skok odpowiada granicy plastyczności fazy wydzielonej.

136* 620.178.154 17

Onitsch-Modl E. M.: **Sprawdzanie mikrotwardości w teorii i praktyce.** „Die Mikrohartprüfung in Theorie und Praxis”. *Schweiz. Arch. angew. Wiss. Techn.*, t. 19, Nr 11, list. 53, s. 330; A4, 13,5 str., 1 rys., 6 wykr., 9 mikrgr., 3 tabl., 38 poz. bibl. — Po omówieniu istoty i cech charakterystycznych pomiarów mikrotwardości podano dokładne zróżnicowanie częściowych zakresów stosowania tychże pomiarów: pomiary przemysłowe (uproszczone, często porównawcze) i pomiary badawczo-laboratoryjne. Liczne przykłady wyjaśniają to zróżnicowanie. Przy dokładnych badaniach konieczna jest większa ilość pomiarów mikrotwardości dla określenia parametrów wchodzących w zależność między obciążeniem a wielkością odcisku. Badania mikrotwardości niemetalu bardzo małymi obciążeniami. Badania odkształceń powierzchni metali za pomocą pomiarów mikrotwardości. Rozważania na temat zależności twardości od obciążenia.

137* 539.382:620.172.251 17

Wasiliew L. I., Eremina L. J.: **O niektórych właściwościach plastycznego rozciągania ze zmienną prędkością.** „O niektórych osobiennostiach plasticzeskowo rastiażenja s pieremiennoj skorosti”. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, t. 93, Nr 6, grudz. 53, s. 1019; B5, 2 str., 1 wykr., 4 poz. bibl. — Wykonano próby rozciągania drutów aluminiowych w temp. 300°C i w czasie 3,5 godz. z różnymi prędkościami odkształcenia, przy czym w dwóch przypadkach badano przebieg odkształcenia przy zmianie jego prędkości w czasie próby. Wykreślono krzywe odkształcenia i porównano wyniki z wynikami wcześniejszych prac.

138* 621.787.4:539.4.016.2:539.431 17

Mattson R. L., Coleman W. S.: **Wpływ zmiennych śrutowania oraz naprężeń szczątkowych na wytrzymałość zmęczeniową.** „Effect of shotpeening variables and residual stresses on fatigue life”. *Metal Progr.*, t. 65, Nr 5, maj 54, s. 109; A4, 4 str., 1 fot., 5 wykr. — Przeprowadzone badania nad efektami obróbki śrutowej sprężyn i resorów oraz pomiary powstałych w wyniku tej obróbki naprężeń szczątkowych pozwoliły ustalić optymalne warunki procesu śrutowania. Jednocześnie stwierdzono, że w tych warunkach optymalnych można przez śrutowanie znacznie podnieść żywotność zmęczeniową próbek (do 200 razy).

Powłoki ochronne

139* 621.357.7:621.3.035.4:621.3.014.004.15 17

Engelländer K.: **Oznaczanie wydajności prądu.** „Bestimmung der Stromausbeute”. *Metallwaren - Ind. u. Galvanotechn.*, t. 45, Nr 9, wrzes. 54, s. 444; B5, 2,5 str., 1 wykr. — Sposób obliczania wydajności prądu dla kąpeli galwanicznych. Znajomość wydajności prądu przy znajomości gęstości prądu i czasu zawieszenia pozwala na obliczenie grubości otrzymanej powłoki. Przykłady obliczania wydajności prądu oraz wykres pozwalający na obliczenie grubości powłoki przy znajomości ciężaru powłoki, przypadającego na 1 dcm² (g/dcm²) — dla różnych metali.

- 140* 621.357.7:621.794 17
Campbell I. A.: **Proces chemicznego platerowania**. (Proces „Kanigen“) „Chemical plating process“. Mod. Metals, t. 10, Nr 3, kw. 54, s. 68; A4, 2,5 str., 5 fot. — Omówienie nowego procesu pokrywania powłokami metalicznymi „Kanigen“. Zdaniem autora proces ten jest więcej chemiczny niż elektrolityczny. Dokładny skład kąpeli nie jest podany, zwłaszcza nie podano rodzaju i ilości substancji dodatkowych, stanowiących katalizatory. Temperatura prowadzenia procesu 100°C. Autor podaje cały szereg korzyści wynikających ze stosowania tego procesu zwłaszcza dla powłok niklowych: duża twardość i odporność korozyjna oraz możliwość nakładania powłok niklowych bezpośrednio na aluminium.
- 141 621.357.6(088.8) 17
Electrical and Musical Industries Ltd. (Anglia). **Otrzymywanie przedmiotów metalowych na drodze osadzania elektrolitycznego**. „Manufacture of metal articles by electrodeposition“. Opis patentowy amerykański, Nr 2 689 214; 14.9.54; D. — Opis metody galwanoplastycznej pozwalającej na łatwe oddzielanie utworzonego na drodze galwanoplastycznej przedmiotu od jego wzorca (podłoża). Kataloda, którą stanowi forma lub wzór, powleczone jest albuminą przez zanurzenie w roztworze, zawierającym przynajmniej 0,5 g/l albuminy z jajka (najlepiej 2 g/l), 2 g/l boraksu oraz 1 g/l alkilowanego aromatycznego sulfonianu. Po zakończeniu osadzania elektrolitycznego na katodzie, grubą warstwę otrzymaną sposobem galwanoplastycznym można łatwo zdjąć. Według Plating, t. 42, Nr 1, stycz. 55, s. 84.
- 142* 621.357.002.612 17
Ashford F. C.: **Wydajność i kontrola kosztów przy obróbce wykańczającej metali. I. Wpływ konstrukcji przedmiotu pokrywającego elektrolitycznie**. „Productivity and cost control in metal finishing. I. Influence of product design for electroplating“. Electroplating, t. 8, Nr 2, luty 55, s. 50; A4, 4 str., 6 fot., 3 rys. — Omówienie na kilku praktycznych przykładach wpływu konstrukcji i kształtów pokrywanych elektrolitycznie przedmiotów na wydajność produkcji. Ogólne zasady jakimi winni kierować się konstruktorzy. Pierwszy artykuł z serii dwunastu.
- 143* 621.357.7:620.179.4 17
Strickeling T.: **Sprawdzanie przyczepności powłok galwanicznych**. „Prüfung galvanischer Niederschläge auf ihre Haftfestigkeit“. Metallwaren-Ind. u. Galvanotechn., t. 46, Nr 2, luty 55, s. 70; B5, 1,5 str. — Po przedyskutowaniu przydatności znanych w praktyce prób i stwierdzeniu ich licznych wad podano nowy sposób określania przyczepności powłok. Polega on na nawodrośnięciu próbki pokrytej powłoką w kąpeli zawierającej 5% NaOH przy wysokim (8V) napięciu. W wypadku złej przyczepności powłoki, dyfundujący wodór powoduje powstawanie pęcherzy. Przyczepność należy uznać za wystarczającą jeśli po upływie 15 minut nawodrośnięcia nie wystąpią pęcherze.
- 144* 669.586 17
Galwanizowanie produktów metalowych. „Galvanising metal products“. Product Finish., t. 8, Nr 2, luty 55, s. 75; A5, 3 str., 5 fot., 1 rys. — Krótki opis wykonania procesów pokrywania przedmiotów cynkiem przez zanurzenie w roztopionym cynku, stosowanych w zakładach Quick Industries Inc. Podano kolejno przebieg procesu wraz z niektórymi danymi odnośnie niektórych ze stosowanych parametrów.
- 145* 621.357.74 17
Neumann A.: **Nowoczesna galwanizacja masowa. Cz. II**. „Moderne Massengalvanisierung“. Metallwaren-Ind. u. Galvanotechn., t. 46, Nr 1, stycz. 55, s. 1; B5, 11 str., 1 fot., 1 tabl. — Metody pracy z wysokowydajnymi elektrolitami niklowymi, chromowymi, miedziowymi, mosiądzowymi i cynkowymi na aparatach do masowej galwanizacji. Opis sposobu przygotowania powierzchni, usuwania zanieczyszczeń kąpeli. Wpływ wielkości formy i wagi detali na przebieg procesu. Szczegóły prowadzenia kąpeli i wskaźniki, którymi się należy kierować przy ich wyborze.
- 146* 621.357.74 17
Neumann A.: **Nowoczesna galwanizacja masowa. Cz. III**. „Moderne Massengalvanisierung“. Metallwaren-Ind. u. Galvanotechn., t. 46, Nr 2, luty 55, s. 54; B5, 4 str., 3 tabl. — Sposoby obliczania grubości powłok galwa-
- nicznych w produkcji masowej dla różnego rodzaju drobnych detali takich jak śruby, nity (tabelarycznie). Różnica w grubości warstwy dla tego samego wsadu zależy od zdolności mieszania detali podczas galwanizacji. Najrównomierniejszą grubość otrzymuje się dla detali małych, łatwo obracających się (np. w bębnie). Dokładność wynosi 10 ÷ 20%. Omówiono wpływ parametrów procesu na grubość powłoki w masowej galwanizacji.
- 147* 621.357.7.002.52 17
Krahirus: **Urządzenia do zawieszania przedmiotów w wannach galwanizacyjnych**. „Einhängevorrichtungen für galvanische Bäder“. Metallwaren-Ind. u. Galvanotechn., t. 45, Nr 9, wrzes. 54, s. 448; B5, 5,5 str., 10 rys. — Omówienie zależności rodzaju uchwytów od zdolności rozpraszania i głębokości kąpeli. Rodzaje uchwytów dla przedmiotów drobnych, profilowanych i ciężkich. Szczególną uwagę poświęcono uchwytom stosowanym w procesie chromowania.
- 148* 621.793:621.3.035.4:66.094.8 17
Evans V.: **Odpływy w zakładach obróbki wykańczającej przemysłu metalowego**. „Effluents in the metal finishing industries“. Metal Ind., t. 85, Nr 11, wrzes. 54, s. 211; A4, 3,5 str., 4 fot., 7 poz. bibl. — Ogólne omówienie sposobów neutralizacji zużytych kąpeli galwanicznych w skali przemysłowej. Rozpatrzono następujące grupy substancji: kwasy, alkalie, sole metali, kwas chromowy, chromiany oraz cyjanki i podano najwłaściwsze metody neutralizacji dla każdej z grup. Urządzenie do neutralizacji odpływów.
- 149* 621.357.7:628.54 17
Oczyszczanie ścieków z zakładów galwanizacyjnych. „Traitement des eaux résiduaires dans les usines d'électroplastique“. Galvano, t. 20, Nr 205, luty 54, s. 19; A4, 2 str., 1 fot. — W zakładach „Electrolux“ (USA) opracowano 2 metody oczyszczania ścieków: I. zakwaszanie H₂SO₄ aż do pH = 2, zadaną BaS i alkalizacja wapnem gazowym do pH = 7. Klarowana ciecz dekantuje się do sieci kanalizacyjnej a osad CrO₄ i Cr₂O₇ kieruje na prasy filtracyjne. Metoda zarzucona w wyniku trudności operowania BaS. II. Redukcja Cr-VI do Cr-III pirosiarczanem sodowym Na₂S₂O₅ przy pH = 2, po alkalizacji utworzone wodorotlenki poddaje się sedymentacji i usuwa. Ilość oczyszczanych ścieków: 700 ÷ 1000 m³ dziennie. Wg art. z Metal Finish., paźdz. 1953.
- 150 669.1-169.1:669.14-169.1(088-8) 17
Springer R.: **Sposób czernienia żelaza i stali**. „Verfahren zum Brunieren von Eisen und Stahl“. Opis patentowy niemiecki (DB), Nr 918 787, 25.5.49; D. — Wynalazek dotyczy sposobu oznaczania grubości względnie ciężaru warstwy tlenkowej w mg/dcm². Stwierdzono, że metalicznie błyszcząca pow. żelaza traci 1 mg/dcm², gdy zostaje potraktowana w ciągu 5 ÷ 10 sek, przy 60°C, roztworem zawierającym 250 (ml/l) H₂SO₄ stęż., 150 HCl stęż. + 20 g/l ługów posulfitowych (jako inhibitor). Przy tym, ponieważ czas ten wystarcza na oddzielenie warstwy tlenkowej od metalu, metodę tę można stosować dla oznaczania ciężaru warstwy powstałej przy oksydacji alkalicznej. Metoda ta umożliwia systematyczne zbadanie wpływu różnych składników, jak również wpływu warunków pracy na tworzenie się warstwy. Wg Metallwaren-Ind. u. Galvanotechn., t. 46, Nr 1, stycz. 55, s. 40.
- 151 621.357.54:669.268.7:620.197(088.8) 17
Morsch G., Strödel M.: **Sposób otrzymywania odpornych na ścieranie i antykorozyjnych powłok na przedmiotach żelaznych**. „Verfahren zur Herstellung verschleiss- und rostschützender Überzüge auf Gegenständen aus Eisen“. Opis patentowy niemiecki (DB), Nr 760 068, 7.2.43; D. — Rysy i pory w cienkich powłokach chromowych uodparnia się przeciw korozji przez poddanie ich chemicznej lub elektrochemicznej obróbce jak: fosfatyzowanie lub anodowa oksydacja. Można również wolne powierzchnie żelaza pokryć elektrolitycznie lub kontaktowo kadmem, cynkiem lub ołowiem. Ponieważ na powłoce chromowej inne metale osadzają się z trudnością lub w ogóle się nie osadzają metal trzyma się jedynie powierzchni żelaza. Zaletą metody jest oszczędność chromu i prądu. Wg Metalloberfl., Ausg. B, t. 9, Nr 1, stycz. 55, s. 14B.+
- 152* 621.357.7:669.248 17
Roggendorf W.: **Niklowanie z silnym połyskiem drobnych przedmiotów**. „Die Hochglanzvernicklung von kleinteilen“.

Metalloberfl., Ausg. B, t. 7, Nr 3, marz. 55, s. 40 B; A4, 0,5 str. — Krótkie omówienie sposobów prowadzenia procesu niklowania na blyszczący drobnych przedmiotów, wykonywanego w aparatach bębnowych lub kielichowych. Sposób przygotowania powierzchni przed niklowaniem, proces niklowania (dodatkowe substancje do kąpeli, temp. kąpeli, gęstość prądu, pH) oraz sposób suszenia po niklowaniu.

153 621.357.7:669.268.7:621.43-465.2(088.8) 17

Gebauer K., Sommer K.: **Urządzenie do chromowania zaworu grzybkowego**. „Vorrichtung zum verchromen von Ventilkegeln“. Opis patentowy niemiecki (DB), Nr 761 859, 1.6.40; D, 1 rys. — Przy chromowaniu zaworu grzybkowego konieczne jest, aby strona zaworu zwrócona do komory spalań posiadała silniejszą powłokę chromu niż gniazdo zaworu i strona przeciwna. Ponieważ chromowanie musi się odbywać w dopuszczalnym ekonomicznie czasie, konieczne jest stosowanie wysokich gęstości prądowych, kt. jednakże wywołują odpowiednio wysokie zageszczenie prądu na brzegach zaworu prowadzące do powstawania dendrytów i kruchych powłok. Wynalazek dotyczy uchwytu, który pozwala chromować zawór grzybkowy w sposób zadowalający, przy czym wszystkie sztuki posiadają jednakowe cechy. Podano opis i rysunek uchwytu. Wg Metalloberfl., Ausg. B, t. 9, Nr 1, stycz. 55, s. 14 B.+

154* 621.357.7:669.26.87 17

Dehmel G.: **Wydajność prądowa i wymiarowe chromowanie twarde**. „Stromaubeute und Mass-Hartverchromung“. Metallwaren-Ind. u. Galvanotechn., t. 46, Nr 1, stycz. 55, s. 21; B5, 2 str., 4 wyk. — Omówienie szczególnego znaczenia wydajności prądowej przy chromowaniu wymiarowym i zmian jakim ona podlega wskutek wpływu temperatury, gęstości prądu, kwasów, obcych metali (żelaza) i starzenia kąpeli. Wskazano na niedokładność dotychczas stosowanych metod oznaczania wagowego wydajności prądowej, przy czym proponuje się oznaczanie chromu miareczkowe. Osadzony chrom rozpuszcza się anodowo w 5 ÷ 7% NaOH i po zneutralizowaniu kwasem siarkowym zadaje próbkę roztworu jodkiem potasu. Jod odmiareczkuje się 0,1 n tiosiarczanem sodowym. Metoda daje dobre wyniki w praktyce.

155* 357.7:621.3.025:669.38 17

Nohse W.: **Diagram pracy dla kąpeli miedziowych pracujących ze zmianą kierunku prądu**. „Ein Arbeitsdiagramm für Kupferbäder mit Stromrichtungswechsel“. Metallwaren-Ind. u. Galvanotechn., t. 45, Nr 9, wrzes. 54, s. 425; B5, 4 str., 2 rys., 2 wyk., 2 tabl. — Omówienie wpływu czasu anodowej polaryzacji i przerw prądu dla kąpeli miedziowych, pracujących ze zmianą kierunku prądu, na wydajność prądową. Podano diagram pracy, przedstawiający w sposób graficzny zależność między gęstością prądu, czystą katodową wydajnością prądu, szybkością wydzielenia miedzi i stosunkiem czasów zmiany kierunku prądu.

156* 621.3.035.4:669.3.001.2 17

Nobel F. I., Ostrow B. D.: **Badanie działania wyrównującego w kwaśnych kąpielach miedziowych**. „A study of leveling in acid copper baths“. Plating, t. 41, Nr 8, sierp. 54, s. 892; A4, 8,5 str., 14 rys., 6 poz. bibl. — Znaczenie gładkich powłok miedziowych w zastosowaniu praktycznym. Własności i charakterystyka kwaśnych kąpeli miedziowych. Badano wpływ gęstości prądu oraz substancji dodatkowych takich jak: kwas fenolo-sulfonowy, tiomocznik, melasa, dekstryna i inne na zwiększanie działania wyrównującego powierzchnię. Przy użyciu odpowiednich substancji dodatkowych możliwe jest otrzymywanie gładkich, błyszczących powłok miedziowych nie wymagających dodatkowego polerowania.

157* 669.71.891:621.64:661.722 17

Tamburini V.: **Korzyści, wynikające z anodowego utleniania aluminiowych zbiorników na roztwory woda-alkohol**. *Aluminio*, t. 23, 1954, s. 151 — Wyniki eksperymentalnych

prób korozyjnych zachowania się aluminium w roztworach woda-alkohol oraz w wódkach wykazały wartość ochronną anodowych powłok tlenkowych na aluminium w tych środowiskach. Wg Plating t. 42, Nr 1, stycz. 55, s. 80.

158* 621.357.7:669.58:669.738 17

Niedermeyer O.: **Kadm czy cynk?** „Cadmium oder Zink?“. Metalloberfl., Ausg. b, t. 7, Nr 3, marz. 55, s. 39B; A4, 1 str. — Krótki opis prób porównawczych — przyspieszonych i eksploatacyjnych mających na celu porównanie odporności korozyjnej powłok elektrolitycznych kadmowych, cynkowych i niklowych z podkładem miedzi. W warunkach bardzo specyficznych, w których były przeprowadzone próby, powłoki kadmowe wykazały stosunkowo lepszą nieco odporność korozyjną od cynkowych, a blisko trzykrotnie lepszą od miedziowo-niklowych. Z ekonomicznego punktu widzenia najtańsze są jednak błyszczące powłoki cynkowe: 1/3 cyny powłok kadmowych lub miedziowo-niklowych.

159* 621.3.035.4:621.3.035.224:669.22 17

Elansary N. S., Azzam A. M.: **Zachowanie się anod srebrnych w kąpielach cyjankowych**. „Über das Verhalten von Silberanoden in Cyanidbädern“. Werkstoffe u. Korros. t. 5, Nr 8/9, sierp./wrzes. 54, s. 301; A4, 6,5 str., 16 wyk., 5 tabl., 10 poz. bibl. — Srebro może być mechanicznie spasywowane w roztworach cyjanku potasu i srebrocyjanku potasowego przy pomocy obróbki anodowej. Zachodzący proces przebiega zgodnie z prawem czasowym pokrywającej pasywności Müllera-Machu, z równoczesnym szybkim spadkiem potencjału prądu następuje, przy pojawieniu się pasywności, całkowite pokrycie powierzchni elektrody brązową warstwą tlenku srebra i cyjanku srebra. Silny spadek potencjału prądu związany jest równocześnie z dużym wzrostem potencjału srebra. Stwierdzono, że warstewki pasywne są łatwo rozpuszczalne w elektrolitach, posiadających wystarczającą ilość wolnych cyjanków.

160* 620.197:621.923:621.794.002.54:669.7.0 17

Pierce R. R.: **Zwalczanie korozji w zakładach obróbki wykańczającej metali lekkich**. „Controlling corrosion in light metals finishing plants“. Mod. Metals, t. 10, Nr 3, kw. 54, s. 78; A4, 2 str., 4 fot. — Chemikalia jak kwas siarkowy, kwas chromowy, związki alkaliczne do trawienia i inne stosowane do chemicznej obróbki wykańczającej metali lekkich są bardzo silnymi czynnikami korozyjnymi. Podano, w oparciu o wyniki całego szeregu przeprowadzonych badań, metody zabezpieczania urządzeń i maszyn przed korozją.

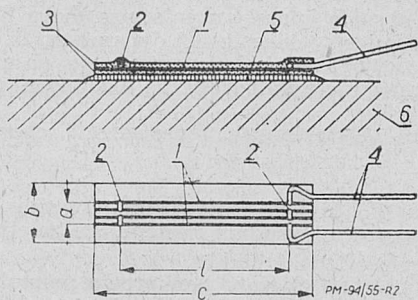
161* 620.197.6:679.5 17

Powłoki plastyczne. „Plastic coating“. Electroplating, t. 8, Nr 1, stycz. 55, s. 29; A4, 0,5 str. — Otrzymano antykorozyjne powłoki na zasadzie „Serviron u“. Powłoki te są odporne na działanie słabych alkali i kwasów oraz posiadają własności smarujące, co pozwala stosować je przy urządzeniach do fosfatyzowania. W granicach temp. —46 do +180°F pozostają one miękkie.

162* 620.198:667.642:629.114.5/8 17

Birch A. J.: **Badanie zachowania się powłok organicznych stosowanych w przemyśle samochodowym**. „Performance testing of automobile paint finishes“. Product Finish., t. 8, Nr 1, stycz. 55, s. 50; A5, 9 str., 6 fot., 3 rys., 2 tabl. — Sposób badań przyspieszonych dotyczących zachowania się powłok organicznych stosowanych w przemyśle samochodowym. W badaniach wzięto pod uwagę takie czynniki jak: wytrzymałość powłoki na powstawanie pęcherzy, określanie własności fizycznych błony np. twardości, plastyczności etc. oraz odporność na korozję powłoki w miejscach uszkodzonych. Badania prowadzono w różnych klimatach, przy czym wykazano, że duży wpływ na zachowanie powłoki ma pora roku.

stworzenia elektrycznego obwodu tensometru. Belecзки te stanowią jednocześnie ograniczenie długości pomiarowej, czyli bazy tensometru l .



Rys. 2. Schemat budowy tensometru typu kratowego.

Podobnie jak w przypadku wyżej opisanego tensometru typu wężykowego, cała siatka oporowa tensometru, złożona ze wspomnianych drucików podłużnych, beleczek poprzecznych oraz drucików doprowadzających 4 naklejona jest na papierową lub celuloidową podkładkę nośną 3 o wymiarach $c \times b$ i przykryta podobną, naklejoną z wierzchu nakładką ochronną 3, papierową, celuloidową lub filcową.

Wspomniana zmiana oporności elektrycznej drutu oporowego tensometru, spowodowana przenoszonym przezeń odkształceniem przedmiotu badanego może być wykorzystana do pomiaru tych odkształceń na mechanicznie obciążonych elementach konstrukcyjnych.

Miedzy elektrycznym oporem R jego zmianą ΔR i jednostkowym odkształceniem (wydłużeniem lub skróceniem) cienkiego drutu zachodzi, w pewnych granicach jego odkształcenia, następująca zależność:

$$\frac{\Delta R}{R} = k \epsilon \quad [1]$$

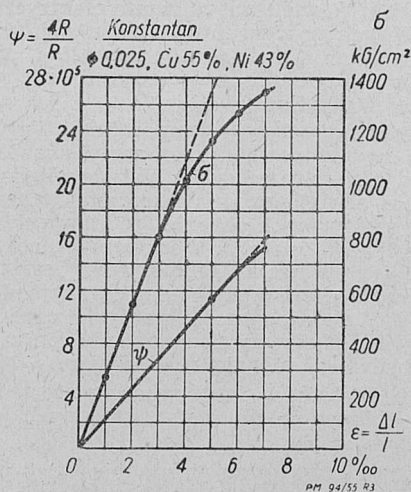
gdzie: k — współczynnik czułości odkształceniowej tensometru (stała tensometru), ϵ — jednostkowe wydłużenie

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad [2]$$

Wielkość współczynnika k jest zależna od własności fizycznych stopu, z którego wykonano drut oporowy tensometru, oraz w mniejszym stopniu — od innych czynników związanych z rodzajem materiałów użytych do budowy i samym typem budowy tensometru. Dla wykonywanych obecnie tensometrów współczynnik ten zawiera się w granicach 2 do 3,6.

Rys. 3 przedstawia graficzną ilustrację zależności ujętej we wzorze [1], otrzymanej na drodze prób przewodzących na drucie konstantanowym o średnicy 0,025 mm.

Z wykresu tego widać, że naprężenia drutu wzrastają proporcjonalnie w granicach obciążeń odpowiadających odkształceniom rzędu $\epsilon = 2$ do 3%, podczas gdy liniowość



Rys. 3. Zależność jednostkowej zmiany oporności $\frac{\Delta R}{R}$ i naprężenia drutu konstantanowego o średnicy 0,025 mm od jego wydłużenia jednostkowego.

zmian oporności jednostkowej zachowuje się w granicach do $\epsilon = 5\%$, czyli powyżej granicy proporcjonalności badanego drutu.

Współczynnik czułości odkształceniowej k jest oczywiście w tych granicach stały i wynosi w danym przypadku około 2,23. Dla stosowanych obecnie tensometrów z drutu konstantanowego wynosi on średnio 2 do 2,15.

Elektryczne tensometry oporowe stosuje się z zasady do pomiarów naprężeń w granicach sprężystości badanego materiału. Odbywa się to w ten sposób, że na podstawie zmie-

rzonego przyrostu oporności tensometru $\frac{\Delta R}{R}$ i znanego jego współczynnika k , ze wzoru [1] określa się wielkość poszukiwanego odkształcenia jednostkowego ϵ , z czego z kolei ustala się wartość naprężenia σ .

Z niniejszej zasady pomiaru wynika, że osiągnięcie dokładnych wyników jest osiągalne, w zakresie liniowej zależności

stosunku $\frac{\Delta R}{R}$, który dla tensometrów konstantanowych wynosi do 5%, co dla przedmiotów stalowych odpowiada naprężeniu do $\sigma \approx 100 \text{ kg/mm}^2$.

Warto zaznaczyć, że tensometr pracuje równie dobrze na ściskanie, jak i na rozciąganie, co wytłumaczyć można tym, że klej otaczający cienki drut oporowy tensometru nie pozwala mu na wyboczenie w przypadku działającego nań obciążenia ściskającego.

Analiza współczynnika czułości odkształceniowej k

Pozornie mogłoby się wydawać, iż zmiana oporności rozciąganego drutu wywołana jest jedynie wpływem zachodzącego tutaj odkształcenia postaciowego, co w konsekwencji przy zastosowaniu prostego rachunku doprowadziłoby do następującego wyrażenia określającego wielkość tego współczynnika:

$$k = 1 + 2\mu \quad [3]$$

gdzie μ stanowi liczbę Poissona.

Z takiego ujęcia zagadnienia wynikałoby, że wartość stałej k byłaby dla wszystkich metali prawie jednakowa i wynosiłaby mniej więcej 1,6.

Praktyka jednakże całkowicie przeczy temu założeniu, ponieważ jak się okazuje wielkość współczynnika k waha się w znacznych granicach, przyjmując dla różnych metali i ich stopów całkiem różne wartości, które niekiedy są nawet ujemne, jak np. dla niklu $k = -12,1$.

Bardziej zbliżoną do rzeczywistości postać wyrażenia określającego wartość współczynnika k można otrzymać przez zróżniczkowanie równości $R = \rho \frac{l}{F}$ (gdzie: R — oporność drutu przed wydłużeniem, ρ — oporność właściwa metalu, z którego wykonano drut, l — długość drutu, F — przekrój drutu).

Przy założeniu, że wszystkie parametry ulegają zmianie, otrzymamy:

$$dR = \frac{l}{F} d\rho + \frac{\rho}{F} dl - \rho \frac{l}{F^2} dF \quad [4]$$

stąd:

$$\frac{dR}{R} = \frac{d\rho}{\rho} + \frac{dl}{l} - \frac{dF}{F} \quad [5]$$

podstawiając do powyższego wzoru oznaczenia:

$\frac{d}{l} = \epsilon$ oraz $\frac{dF}{F} = -2\mu\epsilon$ (wynikające z odkształcenia postaciowego drutu przy jego rozciąganiu) otrzymamy:

$$\frac{dR}{R} = \left(\frac{d\rho}{\rho} \cdot \frac{1}{\epsilon} + 1 + 2\mu \right) \epsilon \quad [6]$$

skąd:

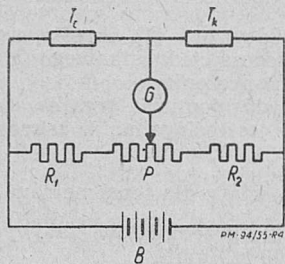
$$k = \frac{dR}{R} = \frac{d\rho}{\rho} \cdot \frac{1}{\epsilon} + 1 + 2\mu \quad [7]$$

W wyrażeniu tym składnik pierwszy oznacza zmianę oporności właściwej materiału, zachodzącej podczas jego odkształ-

cenia, co — jak pokazuje doświadczenie — może mieć dominujący wpływ na wielkość współczynnika czułości k .

Podstawowy elektryczny układ pomiarowy

Jak wyżej zaznaczono, zasada pomiaru odkształceń (naprężeń) przy pomocy elektrycznych tensometrów oporowych polega na pomiarze bardzo małych zmian oporności, spowodowanych niewielkim odkształceniem drutu oporowego tensometru. Do tego celu stosuje się mostek *Wheatstone'a* pokazany na rys. 4.



Rys. 4. Układ pomiarowy *Wheatstone'a*

Z rysunku tego widać, że układ pomiarowy mostka składa się z tensometru czynnego T_c , przekazującego zmiany odkształcenia przedmiotu badanego na przyrząd wskaźnikowy G , tensometru kompensacyjnego T_k , eliminującego wpływ zmian temperatury, jakie zaistnieć mogą w czasie dokonywania pomiaru, dwóch oporów R_1 i R_2 , precyzyjnego potencjometru ślizgowego P , służącego do równoważenia układu mostka, przyrządu wskaźnikowego G i źródła prądu B .

Dla uzyskania czułych i dokładnych pomiarów pożądane jest, aby opory R_1 i R_2 były równe oporności użytych tensometrów T_c i T_k . Tensometry te winny mieć jednakową oporność i jednakowy współczynnik czułości k , przy czym tensometr czynny T_c nakleja się na powierzchnię przedmiotu badanego, zaś tensometr kompensacyjny na kawałku sztabki wykonanej z tego samego materiału co i wspomniany przedmiot. Sztabkę należy umieścić możliwie blisko tensometru czynnego w celu stworzenia możliwie identycznych warunków cieplnych dla obu tensometrów.

W praktyce, zwłaszcza w przypadku stosowania tensometrów konstantanowych, jeden tensometr kompensacyjny może współpracować z całą grupą w pobliżu niego znajdujących się tensometrów czynnych. Jest to możliwe dzięki temu, że przy dostatecznie zwartej grupie tensometrów czynnych (pomiarowych) warunki ewentualnych zmian temperatury ich otoczenia można uważać prawie za jednakowe, co przy bardzo małym współczynniku termicznej zmiany oporu konstantanu nie wywiera poważniejszego wpływu na dokładność przeprowadzanego pomiaru.

Odkształcenie, jakiemu ulega obciążony mechanicznie przedmiot badany, przekazuje się na tensometr czynny T_c , który stosownie do wielkości doznanego odkształcenia zmienia odpowiednio swoją oporność, co natychmiast sygnalizuje czuły przyrząd wskaźnikowy G . Wynika to z warunku równowagi mostka *Wheatstone'a* w postaci:

$$T_c \cdot R_2 = T_k \cdot R_1 \quad [8]$$

Istnieją dwa zasadnicze sposoby pomiaru odkształceń statycznych za pomocą elektrycznych tensometrów oporowych, a mianowicie sposób wychyłowy przy pomocy galvanometru i sposób zerowy przy pomocy potencjometru.

Najczęściej stosowany i dokładny jest sposób zerowy; wielkość odkształcenia otrzymuje się tu z różnicy wskazań odpowiednio wyskalowanego potencjometru ślizgowego P . Wielkość tę otrzymuje się z dwóch odczytów przed i po obciążeniu przedmiotu badanego, przy czym za każdym razem układ mostka doprowadza się do stanu równowagi.

W nowoczesnych aparatach pomiarowych obwód mostka pomiarowego zasilany jest prądem zmiennym, otrzymywanym z sieci, bądź też z baterii prądu stałego. Sygnały otrzymywane na wyjściu mostka są wzmacniane we wzmacniaczu lampowym, po czym po przejściu przez dystryminator fazowy kierowane są do przyrządu wskaźnikowego. (Zadaniem dystryminatora fazowego jest odpowiednia zmiana kierunku prądu płynącego przez przyrząd wskaźnikowy, w przypadku pojawienia się odkształcenia o znaku przeciwnym, co sprawia, że przy ścisłaniu i rozciąganiu strzałka przyrządu wychyla się w przeciwną stronę).

Skala potencjometru zazwyczaj jest wycechowana nie w jednostkach zmian oporności, lecz wprost w jednostkach odkształcenia jednostkowego ϵ , wyrażonego w promilach.

Stosowane obecnie aparaty pomiarowe mogą być również używane do pomiarów odkształceń dynamicznych, przez podłączenie do oscylografu, który pozwala na obserwację wizualną lub rejestrację fotograficzną badanych przebiegów.

Własności elektrycznych tensometrów oporowych

Zalety

W stosunku do innych metod pomiarowych elektryczne tensometry oporowe posiadają następujące zalety:

1. Duża czułość i dokładność.
2. Obecnie budowane aparaty pomiarowe pozwalają na odczyt mierzonego odkształcenia z dokładnością do $\epsilon = 5 \times 10^{-6}$, co dla stali odpowiada naprężeniu $\sigma \cong 0,1 \text{ kG/mm}^2$.
3. Pomiary są niezależnione od długości pomiarowej, gdyż odczyty mogą być dokonywane bezpośrednio w jednostkach odkształcenia jednostkowego ϵ .
4. Małeńka masa oraz nieznaczne wymiary pozwalają na stosowanie tensometrów elektrooporowych do pomiarów naprężeń w różnych trudno dostępnych miejscach badanych elementów.
5. Ze względu na bezpośrednie przekazywanie odkształceń na drut oporowy tensometru, wyeliminowane są wszelkie błędy i niedokładności przekładni, luzów, poślizgów itp. czynników występujących w urządzeniach tensometrów mechanicznych i kombinowanych.
6. Niewrażliwość na wstrząsy i drgania, co jest szczególnie ważne przy pomiarach dynamicznych.
7. Możliwość dokonywania pomiarów naprężeń o charakterze dynamicznym.
8. Możliwość dokonywania pomiarów zdalnych z jednego miejsca operacyjnego dla wielu znacznie oddalonych od siebie punktów pomiarowych.
9. Możliwość stosowania metody do pomiarów naprężeń na elementach maszynowych znajdujących się w ruchu.
10. Możliwość wykorzystania metody do zagadnień i zakresu eksperymentalnej analizy naprężeń. Stosuje się wówczas rozetkowy układ trzech tensometrów, pozwalający na określenie wielkości i kierunku naprężeń głównych.
11. Możliwość pomiaru naprężeń na niewielkich i silnie zakrzywionych powierzchniach (do $r \cong 3 \text{ mm}$).
12. W podsumowaniu wyżej przytoczonych zalet tensometrów elektrooporowych ogólnie można powiedzieć, iż charakteryzują się one przede wszystkim bardzo szerokim zakresem ich zastosowania, co znajduje swój wyraz szczególnie tam, gdzie ze względu na trudność zamocowania, małą i trudno dostępną przestrzeń, niebezpieczeństwo poodejścia do przedmiotu badanego itp. przyczyny, użycie innych urządzeń pomiarowych jest bardzo kłopotliwe lub wręcz niemożliwe do zastosowania.

Wady

W porównaniu z wieloma zaletami elektrycznych tensometrów oporowych wykazują one stosunkowo niewiele wad umniejszających ich obecną popularność i pozycję, jaką zdobyły sobie na odcinku nowoczesnych metod pomiarowych. Są one następujące:

1. Wrażliwość na wilgoć i temperaturę. Wpływy te dają się jednakże wyeliminować przez zastosowanie odpowiednich środków zabezpieczających. Wpływ wilgoci usuwa się przez pokrycie naklejonego na przedmiot tensometru jednym z wielu stosowanych obecnie środków ochronnych, jak np. roztopiony wosk, wazelina bezkwasowa, ochronne kropki gumowe itp. Wpływ zmian temperatury jest wyrugowany przez zastosowanie tensometru kompensacyjnego.
2. Tensometry elektrooporowe nadają się tylko do jednorazowego użycia, gdyż przy zdejmowaniu ich z powierzchni przedmiotu badanego ulegają uszkodzeniu.
3. Zjawisko histerezy. Jak wykazuje praktyka zanika ono prawie całkowicie po kilku wstępnych obciążeniach przedmiotu.
4. Stosunkowo długi okres przygotowawczy potrzebny do założenia instalacji podłączeniowych, zwłaszcza przy pomiarach przeprowadzanych na wolnym powietrzu, gdzie istnieją trudności w zastosowaniu środków przyspieszających proces suszenia naklejonych tensometrów.

Porównanie tensometrów o budowie wężykowej i kratowej

Wyższość tensometrów o budowie kratowej w porównaniu z tensometrami o budowie wężykowej w głównej mierze przejawia się w tym, iż praktycznie są one całkowicie niewrażliwe na działanie odkształceń poprzecznych w stosunku do kierunku mierzonych odkształceń podłużnych.

Rachunkowa analiza wrażliwości tensometru o uzwojeniu wężykowym na wpływ odkształceń poprzecznych może być pokrótce przedstawiona następująco: dla uproszczenia zakładamy, że uzwojenie tensometru jest ukształtowane w postaci wężyka z przegięciami prostokątnymi, przy czym składa się ono z n odcinków podłużnych oraz z $(n - 1)$ odcinków poprzecznych o sumarycznej ich szerokości a i długości pomiarowej tensometru 1, jak pokazano na rys. 1.

Jeśli teraz założymy, że tensometr został umieszczony w płaskim dwukierunkowym polu naprężeń σ_1 i σ_2 , przy czym kierunek podłużnych drucików uzwojenia tensometru pokrywa się z kierunkiem naprężeń σ_1 , wówczas druciki podłużne w ilości n doznają odkształcenia sumarycznego $n\epsilon_1$, zaś odcinki poprzeczne drutu odkształcają się o $a\epsilon_2$, gdzie ϵ_1 i ϵ_2 stanowią odkształcenia jednostkowe w kierunku naprężeń σ_1 i σ_2 .

Ponieważ całkowita długość początkowa drutu tensometru wynosi $(nl + a)$, przeto jednostkowe odkształcenie jego będzie:

$$\epsilon = \frac{n\epsilon_1 + a\epsilon_2}{nl + a} = \frac{n \frac{l}{a} \epsilon_1 + \epsilon_2}{n \frac{l}{a} + 1} \quad [9]$$

Z teorii sprężystości znane są zależności w postaci:

$$\epsilon_1 = \frac{1}{E} (\sigma_1 - \mu \sigma_2) \quad [10]$$

$$\epsilon_2 = \frac{1}{E} (\sigma_2 - \mu \sigma_1) \quad [11]$$

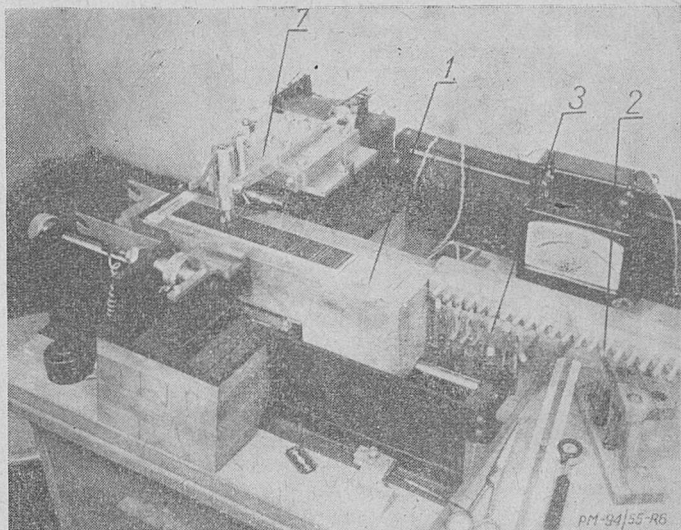
$$\sigma_1 = \frac{E}{1 - \mu^2} (\epsilon_1 + \mu \epsilon_2) \quad [12]$$

$$\sigma_2 = \frac{E}{1 - \mu^2} (\epsilon_2 + \mu \epsilon_1) \quad [13]$$

gdzie E — moduł Younga oraz μ — liczba Poissona.

Biorąc pod uwagę wyżej przytoczone zależności oraz analizując równość [9] nie trudno wywnioskować, że odkształcenie jednostkowe tensometru o uzwojeniu wężykowym zależy od jego budowy geometrycznej, charakteru pola naprężeń oraz od liczby Poissona i modułu Younga badanego materiału.

Z dokładnej analizy wyrażenia [9] w ścisłym powiązaniu go ze wspomnianymi wzorami z teorii sprężystości wynika



Rys. 6. Urządzenie do wykonywania tensometrów typu kratowego podczas operacji przecinania.

ponadto, że w przypadku dwukierunkowego stanu naprężeń mogą w zależności od stosunku σ_1 do σ_2 powstać zupełnie wyraźne błędy pomiaru.

Wynika to ze zmiany rzeczywistego współczynnika czułości k tensometru, w stosunku do tej jego wartości, jaka została mu wyznaczona podczas cechowania przy jednokierunkowym stanie naprężeń.

Z teoretycznego punktu widzenia może zaistnieć nawet taki wypadek, przy którym tensometr nie wykaże żadnego odkształcenia, co nastąpi wtedy, gdy licznik wyrażenia [9] stanie się równy zero, czyli gdy:

$$\epsilon_2 = -n \frac{l}{a} \epsilon_1 \quad [14]$$

Omówionych wyżej wad pozbawiony jest pokazany na rys. 2 tensometr typu kratowego. Osiąga się to dzięki zastąpieniu półokrągłych przegięć drutu oporowego tensometru przez poprzeczne, znacznie grubsze od niego beleczki z drutu miedzianego. Zmiana oporności tych beleczek spowodowana działaniem odkształceń poprzecznych ϵ_2 w porównaniu ze zmianą oporności wykazywaną przez podłużne odcinki bardzo cienkiego drutu oporowego jest bardzo mała i może być praktycznie uważana za równą zero, co sprawia, iż tensometr jest niewrażliwy na działanie tych odkształceń.

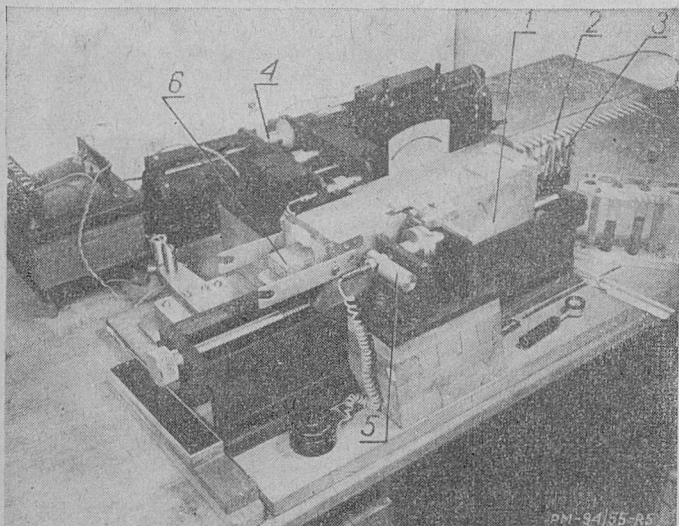
Uogólniając można powiedzieć, że tensometr typu kratowego charakteryzuje się stałym współczynnikiem czułości k , niezależnie od wspomnianych wyżej parametrów σ_1 , σ_2 , n , l i a .

Wykonywanie tensometrów typu kratowego oraz ich cechowanie

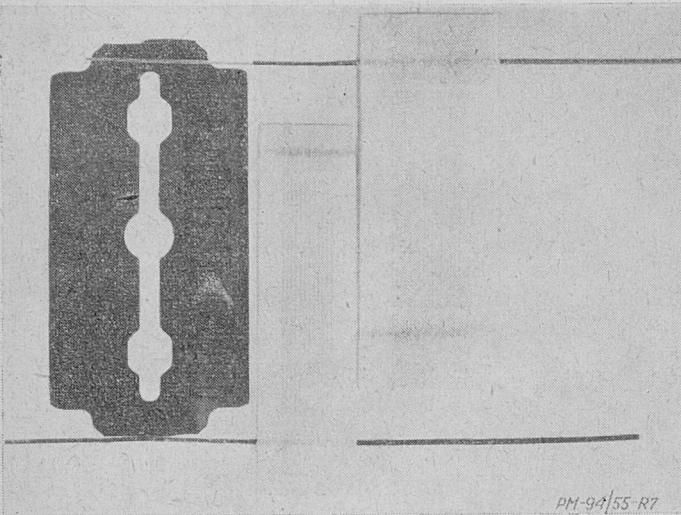
Próby opracowania technologii produkcji tensometrów typu kratowego*) podjęto w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie, przy czym przyrząd przedstawiony na rys. 8 nadaje się do cechowania wszelkich typów tensometrów elektrooporowych.

Na rys. 5 i 6 pokazano wykonane w Instytucie urządzenia służące do produkcji tensometrów wspomnianego typu. Urządzenie składa się z przesuwnej ramy 1, na której za pośrednictwem rolek prowadzących 2 rozpinają się obciążone na swych końcach cechowany ciężarkami 3 druciki oporowe tensometrów. Drut do połączeń poprzecznych tensometru odwija się ze szpulki 4, po unieruchomieniu którego drugi jego koniec obciąża się sprężystością przewieszając go przez bloczek 5. Obserwacja procesu lutowania drutu oporowego tensometrów jest ułatwiona dzięki zastosowaniu wkładki z lusterkiem 6, wprowadzonej w tym celu pod rozpięte druty do ramy 1. Lusterko to umożliwia obserwację miejsc lutowanych od dołu.

*) W wyniku przeprowadzonych badań opracowano i wykonano omówione poniżej urządzenia służące do produkcji i cechowania tensometrów typu kratowego.



Rys. 5. Urządzenie do wykonywania tensometrów typu kratowego podczas operacji lutowania.



Rys. 7. Tensometry typu kratowego (350 i 500) wykonane w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej w Warszawie (porównanie wielkości).

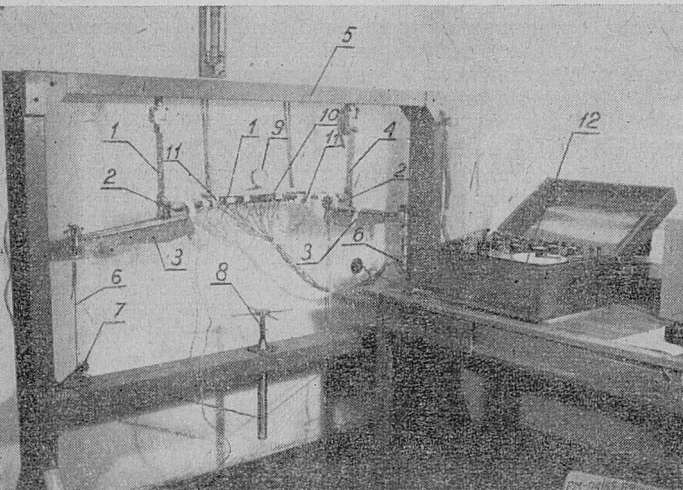
Przecinania beleczek poprzecznych dokonuje się przy pomocy przyrządu 7, przy czym zamiast wkładki z lusterkiem wprowadza się do ramy wkładki z poczernioną płytką aluminiową.

Po ukończeniu operacji przecinania wkładkę z poczernioną płytką aluminiową wyjmuje się z ramy 1 wprowadzając w to miejsce wkładkę z rozpiętą taśmą papierową. Gdy taśma ta zostanie doprowadzona do styku z rozpiętymi na ramie drucikami, wówczas naprowadza się z góry cienką warstwę kleju, w celu przymocowania drutu do taśmy. Następnie nakleja się na wierzch ochronną taśmę nakładkową. Z kolei, po zakończeniu powyższej czynności wkładki wyjmuje się z ramy i umieszcza w suszarce w celu należytego wysuszenia tensometrów. Ostatni etap stanowi przecinanie wysuszonej taśmy na poszczególne tensometry. Na rys. 7 pokazane są tensometry typu kratowego wykonane na omówionym wyżej urządzeniu.

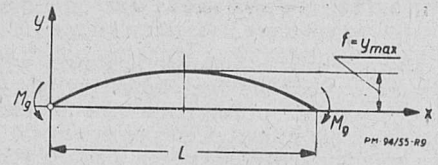
Kilka egzemplarzy z każdej partii wykonanych tensometrów poddaje się cechowaniu kontrolnemu w celu wyznaczenia współczynnika czułości odkształceniowej k dla danej ich partii. Dokonuje się tego przy pomocy przyrządu pokazanego na rys. 8. Składa się on ze zginanej belki pomiarowej 1, osadzonej obustronnie suwliwie w jarzmach 2 związanych sztywno z belkami zginającymi 3, które są podwieszone za pośrednictwem taśm stalowych 4 na ramie przyrządu 5.

Do zewnętrznych końców belek zginających 3 jest podwieszona za pomocą ostrzy przyrządczych linka stalowa 6, prowadzona na rolkach 7. Pokręcając śrubą 8 powodujemy naciąg linki 6, wskutek czego doznane przez nią obciążenie przenosi się poprzez belki zginające 3 na belkę pomiarową 1.

W ten sposób belka pomiarowa 1 zostaje obciążona czystym momentem gnącym, w związku z czym naklejone na niej tensometry doznają jednakowego odkształcenia jedno-



Rys. 8. Stanowisko kontrolne do cechowania tensometrów.



Rys. 9. Schemat belki zginanej stałym momentem M_g

stkowego ε . Wielkość tego odkształcenia oblicza się z wyprobowanego niżej wzoru [24], na podstawie odczytu czujnika 9, stanowiącego część składową fleksimetru 10.

Na rys. 9 przedstawiony jest schemat belki zginanej stałym momentem M_g , dla której równanie linii ugięcia może być wyrażone w postaci;

$$E \cdot J \cdot \frac{d^2 y}{dx^2} = M_g \quad [15]$$

Po scałkowaniu otrzymamy:

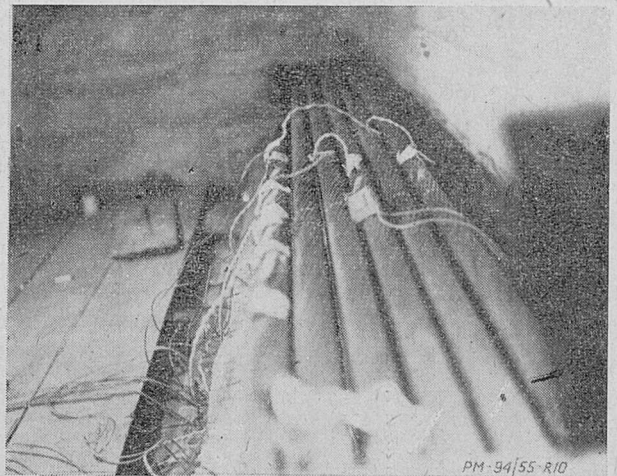
$$E \cdot J \cdot \frac{dy}{dx} = -M_g x + C_1 \quad [16]$$

Wynikiem zaś drugiego całkowania będzie:

$$E J y = -M_g \frac{x^2}{2} + C_1 x + C_2 \quad [17]$$

Dla wyznaczenia stałej całkowania C_1 do równości [16] podstawiamy $x = \frac{L}{2}$, przy którym $\frac{dy}{dx} = 0$, skąd

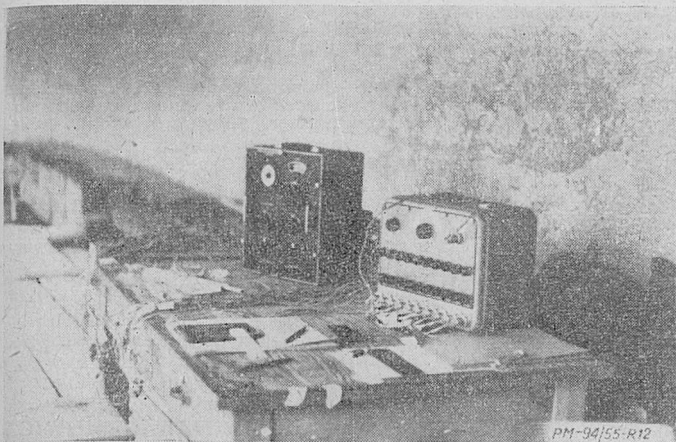
$$C_1 = \frac{M_g \cdot L}{2} \quad [18]$$



Rys. 10. Badanie naprężeń w linach mostu ze sprężonego betonu kablowego (średnica poszczególnych drutów lin 5 mm).



Rys. 11. Badanie naprężeń w elementach mostu ze sprężonego betonu kablowego.



Rys. 12. Stanowisko pomiarowe złożone z aparatu pomiarowego i skrzynki rozdzielczej zainstalowane przy badaniu mostu z betonu sprężonego.

zaś dla wyznaczenia stałej C_2 do równania [17] podstawiamy $x = 0$, przy którym $y = 0$, czyli:

$$C_2 = 0 \quad [19]$$

Ostatecznie otrzymujemy równanie linii ugięcia belki w postaci

$$E\gamma y = -\frac{M_g x^2}{2} + \frac{M_g Lx}{2} \quad [20]$$

Dla wyznaczenia strzałki ugięcia belki $f = y_{\max}$ do wyrażenia tego podstawiamy $x = \frac{L}{2}$ otrzymując:

$$E\gamma y = \frac{M_g L^2}{8} \quad [21]$$

skąd

$$y_{\max} = f = \frac{M_g L^2}{8 E\gamma} \quad [22]$$

Napężenie na zewnętrznych włóknach belki wynosi:

$$\sigma = \frac{M_g}{W} = \epsilon E \quad [23]$$

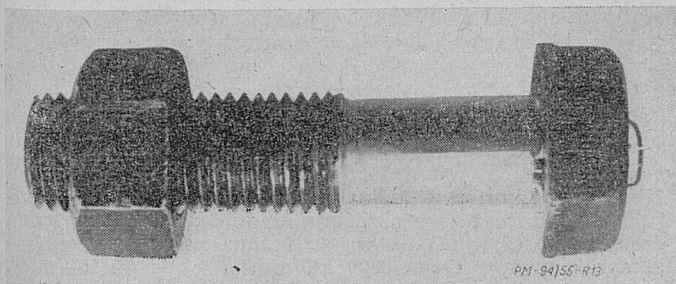
gdzie W oznacza osiowy wskaźnik wytrzymałości belki.

Podstawiając do równości [23] wartość momentu M_g określonej z wyrażenia [22] oraz odpowiednio $W = \frac{bh^3}{6}$ i $\gamma = \frac{bh^3}{12}$ ostatecznie otrzymamy:

$$\epsilon = \frac{4fh}{L^2} \quad [24]$$

gdzie f oznacza odczytaną na czujniku strzałkę ugięcia belki, h — wysokość prostokątnego jej przekroju oraz L — odległość między nóżkami 11 fleksimetru 10.

W ten sposób ze wzoru [24] określamy wartość odkształcenia jednostkowego, przenoszonego przez poddane cechowaniu tensometry, zaś przyrost ich oporności ΔR mierzymy



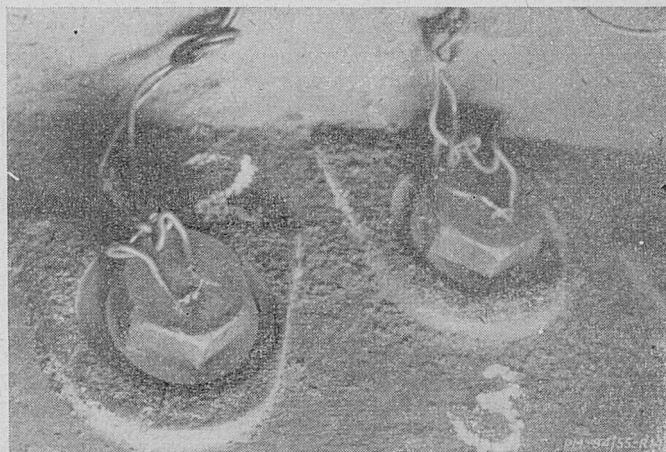
Rys. 13. Widok jednej ze śrub z naklejonym na niej i zabezpieczonym tensometrem; przygotowanie do badań naprężeń podczas pracy śrub zmontowanych w zespole.

za pomocą dokładnego mostka pomiarowego 12 pokazanego na rys. 8. Mając te wartości obliczamy na podstawie wzoru [1] wielkość poszukiwanego współczynnika czułości k .

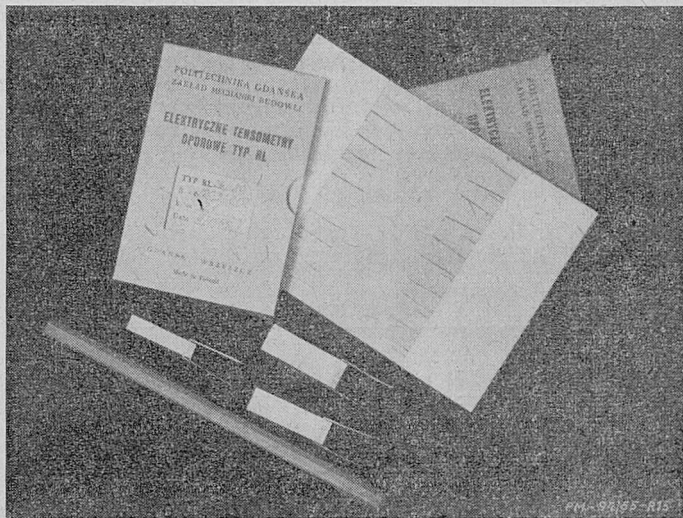
Zastosowanie elektrycznych tensometrów oporowych

Jeśli chodzi o sprawę zastosowania elektrycznych tensometrów oporowych, to pod tym względem — nie chcąc wchodzić w szczegóły zagadnienia, które wymaga obszerniejszego omówienia — można by jedynie ogólnie powiedzieć, że zastosowanie tej metody jest dzisiaj bardzo rozpowszechnione i wszechstronne.

Dla przykładu można wymienić takie przypadki zastosowania jak: pomiar naprężeń w korpusach i elementach maszyn roboczych, silników spalinowych, maszyn i turbin parowych, pomiar naprężeń w konstrukcjach mostowych, budowlanych i urządzeniach dźwigowych, trakcyjnych, transportowych oraz pomiar sił skrawania i obciążeń roboczych w różnych typach maszyn do obróbki plastycznej, wiórowej i wiele innych.



Rys. 14. Widok odprowadzeń przewodów elektrycznych, tensometrów naklejonych na śrubach pokazanych na rys. 13 (końcówki tensometrów wyprowadzono przez niewielkie otworki wywiercone w łbach śrub).



Rys. 15. Tensometry typu kratowego produkowane przez Zakład Mechaniki Budowli Politechniki Gdańskiej.

Powyżej przytoczono kilka ciekawszych zdjęć z niektórych badań przeprowadzonych przez Instytut Mechaniki Precyzyjnej metodą elektrycznej tensometrii oporowej. Wyjaśnienia dotyczące tych badań są zamieszczone w opisie rysunków 10 do 14.

Ogólnie metoda elektrycznej tensometrii oporowej może znaleźć zastosowanie tam, gdzie ocena wielkości fizycznych odbywać się może na drodze pomiaru wydłużenia lub skró-

cenia. Opracowana w Instytucie technologia produkcji tensometrów typu kratowego przekazana została do dalszej eksploatacji Zakładowi Mechaniki Budowli Politechniki Gdańskiej. Obecnie Zakład ten podjął już produkcję wspomnianych tensometrów (rys. 15).

LITERATURA

1. P. E. Bogustawski i A. J. Dunajew — Metodika ispytаний kranowych metallokonstrukcji. Maszgiz, 1952.
2. W. A. Black — Uses of resistance wire type strain gauges in steel plants. ASTM Bulletin nr 199, July 1954.
3. K. Fink — Grundlagen und Anwendungen des Dehnungsmessstreifens. 1952.

4. A. U. Huggenberger — Die neuere Entwicklung der aufkleb- baren elektrischen Widerstandsdehnungsgeber und die Bedeutung der Wheatstoneschen Schaltung als Messverfahren. Schweizer Archiv nr 11, November 1951.
5. A. U. Huggenberger — Die Bedeutung der Wheatstonescher Schaltung als Messverfahren bei der Anwendung der aufkleb- baren, elektrischen Widerstandsgeber. Schweizer Archiv nr 4, April 1952.
6. J. J. Koch and R. G. Boiten — Strain Gauges — Theory and Application. 1952.
7. George Hamor Lee — An introduction to experimental stress analysis. 1950.
8. Chr. Rohrbach — Eigenschaften technischer Dehnungsmessver- fahren. ATM Lief. 213, Oktober 1953.

Obliczanie sprężyn śrubowych metodą graficzną

621-272.2:518.4

Mgr inż. JAN HARASYMOWICZ

Artykuł obejmuje opis czterech metod graficznego wyznaczania wymiarów sprężyn śrubowych w zależności od siły nacisku i strzałki ugięcia sprężyny, pozwalających na uniknięcie uciążliwych obliczeń występujących w metodzie analitycznej.

Sprężyny śrubowe (cylindryczne) wykonane z drutu o przekroju okrągłym, obliczamy przy pomocy wzorów.

$$P = \frac{\pi d^3}{16} \cdot \frac{k_s}{r} = \frac{\pi d^3 k_s}{8 D} \quad [1]$$

$$f = \frac{4 \pi n r^2}{d} \cdot \frac{k_s}{G} = \frac{64 \cdot n \cdot r^3 \cdot P}{d^4 \cdot G} \quad [2]$$

gdzie: P — siła nacisku na sprężynę w kG, f — strzałka ugięcia sprężyny pod działaniem siły P (można przyjąć, że dodatnia przy rozciąganiu, a ujemna przy ściskaniu) w cm,

d — średnica drutu sprężyny w cm, $r = \frac{D}{2}$ — średni pro-

mień zwojów sprężyny w cm, D — średnia średnica zwojów sprężyny w cm, n — ilość czynnych zwojów sprężyny, k_s — dopuszczalne naprężenie skręcające materiału sprężyny w kG/cm², G — moduł sprężystości postaciowej w kG/cm².

Znając wartość siły nacisku P w kG oraz zakładając strzałkę ugięcia f , powinniśmy przy pomocy wzorów [1] i [2] obliczyć potrzebne wymiary sprężyny. Jednak przy rozwiązywaniu tych dwu równań otrzymujemy trzy niewiadome to jest r , d i n , z których dwie możemy bez trudności obliczyć, trzecią zaś musimy przyjąć początkowo dowolnie. Na ogół jednak na podstawie wielkości P i f nie jesteśmy w stanie tak dobrać jednej ze zmiennych, aby od razu, bez szeregu kolejnych założeń, dwie pozostałe niewiadome odpowiadały warunkom konstrukcyjnym. Istnieje jednak szereg doświadczalnych związków między wartościami d , r i n , przy pomocy których bez trudu możemy rozwiązać równania [1] i [2]. Np. normy radzieckie NKOP-ST 1542-K za-

lecają stosowanie następującego stosunku $C = \frac{D}{d}$, w zależności od średnicy drutu — według zestawienia podanego w tablicy I, dzięki czemu możemy zmniejszyć ilość niewiadomych.

TABLICA I

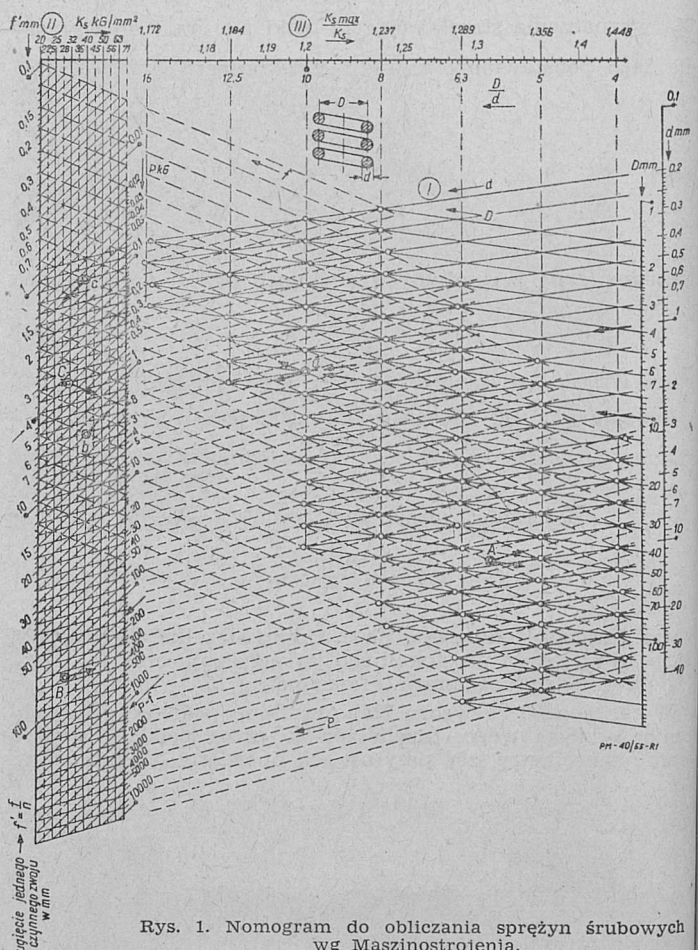
d mm =	1 ÷ 2,5	3 ÷ 5	6 ÷ 12
C =	5 ÷ 12	4 ÷ 10	4 ÷ 9

Rachunkowe sposoby stają się zbyt ciężkie, gdy przedstawimy graficznie wartości P oraz wartości stosunku $\frac{f}{n}$ w zależności od wymiarów sprężyny d i r . Te wszystkie wartości są tak ze sobą związane dla danego materiału sprężyny, że posługując się nomogramem można szybko określić wymiary sprężyny.

Najbardziej uniwersalny, chociaż skomplikowany i trudny do przerysowania, jest nomogram podany na rys. 1 — zapożyczony z „Maszynostrojenia” t. 2. Nomogram został wykreślony dla sprężyn śrubowych z drutu stalowego o module sprężystości $G = 8000$ kG/mm². Część środkowa nomogramu składa się z kilku układów linii równoległych ok-

reślających wartości oznaczone literami D , d , P i f , potrzebne do oznaczenia wielkości sprężyny; punkty oznaczone kółkami wskazują sprężyny „uprzywilejowane” przez normy DIN. Przy doborze sprężyn za pomocą tego nomogramu bierzemy zasadniczo za podstawę wyjściową wartość $D = 2r$ i d .

Sposób korzystania z nomogramu rys. 1 podaję na przykładzie liczbowym.



Rys. 1. Nomogram do obliczania sprężyn śrubowych wg Maszynostrojenia.

Niech w danym przypadku są stawiane wymagania konstrukcyjne, które z góry określają średnicę drutu $d = 1$ mm i średnicę sprężyny $D = 2r = 10$ mm, materiał drutu — stal sprężynowa o $G = 8000$ kG/mm² i $k_s = 40$ kG/mm².

Znajdujemy najpierw punkt przecięcia się prostych odpowiadających $D = 10$ mm i $d = 1$ mm: będzie to punkt a . Kierując się od tego punktu wzdłuż strzałki w kierunku P , ustalamy dopuszczalne obciążenie w zależności od przyję-

tęgo naprężenia k_s (kG/mm²). Niech np. na skali II, $k_s = 40$ kG/mm², znajdujemy na przecięciu promieni punkt b. Posuwając się od punktu b w kierunku strzałki $P-f$ w prawo znajdujemy dopuszczalną siłę nacisku $P = 1,6$ kG. Jeżeli od punktu a posuniemy się wzdłuż kierunku f , znajdujemy na przecięciu się z linią pionową odpowiadającą wartości $k_s = 40$ kG/mm² punkt c. Idąc do tego punktu wzdłuż kierunku $P-f$, znajdujemy ugięcie jednego czynnego zwoju $f' = \frac{f}{n} = 1,55$ mm, pod działaniem siły $P = 1,6$ kG.

Wartości P i f' są obliczone w tym nomogramie dla modułu $G = 8000$ kG/mm². W przypadku zastosowania materiału o innym module np. G_1 , należy wyniki uzyskane z tego nomogramu pomnożyć przez $x = \frac{8000}{G_1}$.

Zakładając całkowity skok sprężyny np. $f = 10$ mm, uzyskamy w wyniku wymaganą ilość zwojów:

$$n = \frac{f}{f'} = \frac{10}{1,55} = 6,5$$

Nie zawsze wymagania konstrukcyjne ograniczają się tylko do danych wyjściowych D i d . W niektórych przypadkach konstruktor musi wyznaczyć wymiary sprężyny śrubowej, mając podaną siłę nacisku P oraz dopuszczalną strzałkę ugięcia sprężyny f , nie będąc ograniczonym ani średnicą drutu, ani średnicą zwojów sprężyny. Wtedy uświadcznia się pewne trudności w korzystaniu z nomogramu podanego na rys. 1, musimy bowiem postępować odwrotnie niż w poprzednim przykładzie i wykonać ponadto dodatkowe obliczenia.

Po przyjęciu rodzaju materiału, określonego wartościami k_s kG/mm² i G kG/mm², oraz przy założonej ilości czynnych zwojów n , wychodzimy od ugięcia jednego czynnego zwoju $f' = \frac{f}{n}$ mm i od ustalonej siły nacisku, pod wpływem której następuje ugięcie sprężyny f .

Z wartości ugięcia jednego zwoju f' znajdujemy dla przyjętej wartości k_s punkt C, zaś z wielkości siły P — dla tej samej wartości k_s określamy punkt B. Posuwając się z punktu C znajdujemy w przecięciu się tych dwu kierunków punkt A. Punkt A daje już nam możność wyznaczenia na skalach bocznych wielkości średnicy drutu d i sprężyny D przy pomocy prostych równoległych do kierunków dla danej wartości. Najlepiej zobrazuje nam tok postępowania przykład z praktyki konstrukcyjnej:

Należy obliczyć sprężynę zaworową, która ma posiadać wstępny nacisk $P_1 = 90$ kG. Największe obciążenie robocze sprężyny będzie wynosiło $P = 160$ kG, przy $f_w = 7$ mm skoku zaworu.

Ponieważ

$$\frac{f}{P} = \frac{f_w}{P - P_1}$$

możemy obliczyć całkowite ugięcie sprężyny z tej zależności

$$f = 160 \frac{7}{70} = 16 \text{ mm}$$

Zakładając liczbę zwojów $n = 4,5$ ugięcie jednego czynnego zwoju wyniesie $f' = \frac{f}{n} = \frac{16}{4,5} = 3,6$ mm. Sprężyna ma być wykonana z drutu stalowego o wartości $G = 8500$ kG/mm² i przy dopuszczalnym naprężeniu $k_s = 30$ kG/mm²

Aby dalsze obliczenia można było przeprowadzić przy pomocy nomogramu podanego na rys. 1 należy obliczyć współczynnik poprawkowy x — ze wzgl. na różnicę wartości modułu sprężystości:

$$x = \frac{G_{\text{nom}}}{G_{\text{mat}}} = \frac{8000}{8500} = 0,94$$

oraz przeliczyć wartości P , f , i f' dla modułu materiału przyjętego w nomogramie:

$$P_{\text{nom}} = \frac{P}{x} = \frac{160}{0,94} = 170 \text{ kG}; \quad f_{\text{nom}} = \frac{f}{x} = \frac{16}{0,94} = 17 \text{ mm}$$

Ugięcie jednego czynnego zwoju:

$$f'_{\text{nom}} = \frac{f_{\text{nom}}}{n} = \frac{17}{4,5} = 3,8 \text{ mm}$$

Po tym dopiero obliczeniu wychodząc z wartości f'_{nom} i P_{nom} , znajdujemy na nomogramie rys. 1 punkty C i B, przesuwając się w prawo od tych punktów, według kierunków zaznaczonych strzałkami, znajdujemy punkt „A”, z którego można określić $D = 54$ mm i $d = 9$ mm na skalach bocznych.

Inny nomogram uproszczony, który nie wymaga dodatkowych obliczeń, dla wyznaczenia wymiarów sprężyn śrubowych dla określonych materiałów możemy wykonać bez trudności we własnym zakresie, opierając się na podanej niżej analizie. Wstawiając do równania [1] zamiast k_s — wartość np. $k_s = 3000$ kG/mm² oraz do równania [2] wartość np. $G = 850000$ kG/cm², dla przyjętego do konstrukcji sprężyny materiału, a ponadto przedstawiając wymiary d i r w mm otrzymamy:

$$P = \frac{\pi \cdot 3000 \cdot 2}{16 \cdot 100} \cdot \frac{d^3}{2r} = 11,8 \frac{d^3}{2r} \text{ kG} \quad [3]$$

$$f' = \frac{f}{n} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 3000}{850000 \cdot 4} \cdot \frac{(2r)^2}{d} = 0,0111 \frac{(2r)^2}{d} \text{ mm} \quad [4]$$

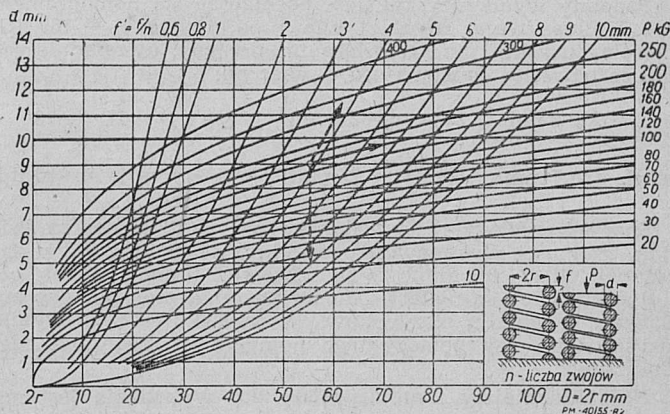
Równania te możemy przedstawić w postaci ogólnej

$$P = A \frac{d^3}{2r} \text{ kG} \quad [3a]$$

$$f' = \frac{f}{n} = B \frac{(2r)^2}{d} \text{ mm} \quad [4a]$$

gdzie stała A wyrażona jest w kG/mm², zaś stała B jest wartością bezwymiarową.

Równania [3a] i [4a] dają podstawę do wykreślania nomogramów, dla przeprowadzania uproszczonych obliczeń sprężyn śrubowych drogą graficzną. Taki nomogram, dla podanych wartości w równaniach [3] i [4], podaje rys. 2 ($k_s = 30$ kG/mm² i $G = 8500$ kG/mm²).



Rys. 2. Zależność wielkości P i f od wymiarów sprężyny d i r , przy $G = 8500$ kG/mm² i $k_s = 30$ kG/mm².

Nomogram ten przedstawia wachlarz krzywych stałych wartości siły nacisku P i ugięcia jednego czynnego zwoju f' w zależności od zmian wielkości d i $2r$. Krzywe wartości $P = \text{const.}$ i $f' = \text{const.}$ otrzymamy, łącząc punkty uzyskane przez podstawienie różnych wartości za d i $2r$. Oczywiście dla każdej wartości k_s i G musi być wykonany inny nomogram.

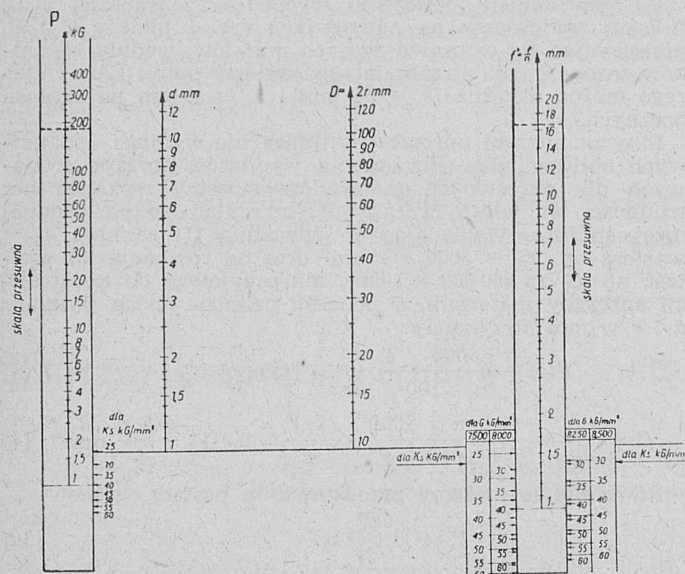
Sprawdzamy na nomogramie rys. 2 przykład podany przy omawianiu nomogramu rys. 1, dotyczący określenia wymiarów sprężyny zaworowej, dla której $P = 160$ kG oraz $f = 16$ mm.

Przesuwamy się na nomogramie rys. 2 wzdłuż krzywej $P = 160$ kG od prawej strony ku lewej, aż do punktu dobraneo wg wymagań konstrukcyjnych projektowanego urządzenia, odpowiadającego średnicy drutu d . Punkt ten określa średnicę sprężyny $D = 2r$ i stosunek $f' = \frac{f}{n}$.

W przypadku założonego z góry miejsca na sprężynę, dobieramy punkt przecięcia się krzywej $P = 160$ kG z linią wymaganej średnicy $D = 2r$ i dla tej wielkości mamy od razu określone wartości d i f' .

W naszym przypadku przyjęliśmy $d = 9$ mm i dla takiej średnicy drutu odczytujemy z nomogramu:

$$D = 2r = 54 \text{ mm oraz } f' = \frac{f}{n} \text{ w granicach 3 do 4.}$$



Rys. 3. Nomogram do obliczania wymiarów sprężyn śrubowych wykonanych z drutu okrągłego przy $G = 8500 \text{ kg/mm}^2$ i $k_s = 30 \text{ kg/mm}^2$.

Określając szacunkowo $\frac{f}{n} = 3,6$, obliczamy ilość zwojów czynnych sprężyny $n = \frac{16}{3,6} = 4,5$

Podobny wynik uzyskaliśmy, posługując się nomogramem rys. 1. Przesuwając się dalej w lewo po krzywej $P = 160 \text{ kG}$, możemy uzyskać inne rozwiązania sprężyny, uwzględniające dalsze potrzeby konstruktora, a więc np.

$$d = 8 \text{ mm} \quad D = 2r = 38 \text{ mm} \quad f' = \frac{f}{n} = 2 \quad n = 8$$

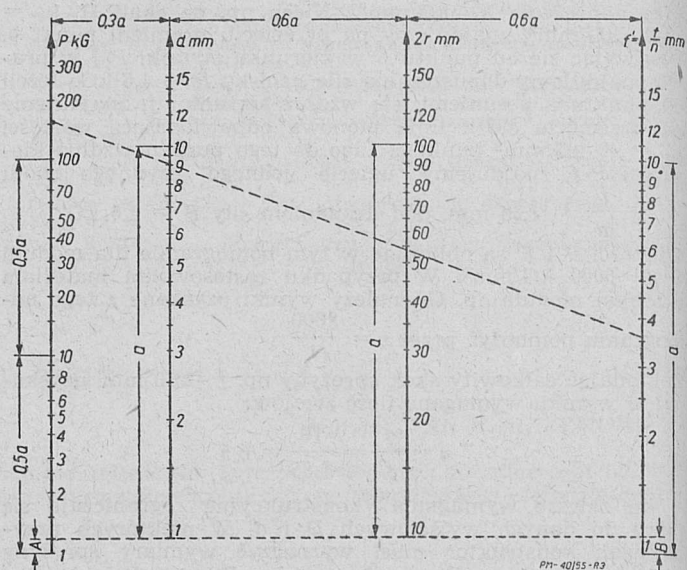
$$\text{wzgl. } d = 7 \text{ mm} \quad D = 2r = 25 \text{ mm} \quad f' = \frac{f}{n} = 1 \quad n = 16 \text{ itp.}$$

Sporządzenie wykresu, podanego na rys. 2 nastęrcza jednak trudności wykonawcze, gdyż krzywe P oraz f' , w zależności od d i $2r$, mimo że są krzywymi funkcji algebraicznej wymiernej, są niełatwe do wykreślenia przy pomocy będących w handlu krzywków. W związku z tym wyniki uzyskiwane przy pomocy tego nomogramu mogą być niedokładne.

Najdokładniejszy i najłatwiejszy do wykonania jest nomogram podany na rys. 3, który opiera się również na wzorach [3] i [4], przy założonym materiale drutu o cechach wytrzymałościowych $k_s = 30 \text{ kg/mm}^2$ i $G = 8500 \text{ kg/mm}^2$.

Nomogram ten wykreślamy, posługując się skalą suwaka logarytmicznego. W tym nomogramie cztery razem związane wartości P , d , $2r$ i f' leżą na jednej prostej.

Skale logarymiczne wielkości P , d , $2r$ i f' są rozsunięte wszerek wedle wymiarów podanych na rys. 3 punkty zaś początkowe skal P i f' przesunięte są w pionie względem linii początkowej skal d i $2r$, o wartości stałych A i B w skali logarytmicznej.



Rys. 4. Suwak-nomogram do obliczania wymiarów sprężyn śrubowych wykonanych z okrągłego drutu stalowego.

Biorąc porównawczo, dla sprawdzenia, przykład podany przy omawianiu nomogramu rys. 3 stwierdzamy, że wartości $P = 160 \text{ kG}$, $d = 9 \text{ mm}$, $D = 54 \text{ mm}$ i $f' = 3,6 \text{ mm}$ leżą na jednej prostej, co potwierdza zgodność wyników.

W przypadku zastosowania przy projektowaniu drutu o innych cechach wytrzymałościowych, ulega zmianie jedynie ustawienie w pionie skal wielkości P i f' o zmiany wartości stałych A i B , przy czym zawsze cztery związane wartości P , d , $2r$ i f' leżą na jednej linii prostej, dla każdego rozwiązania.

Dla szeregu wartości k_s — od 25 kg/mm^2 do 60 kg/mm^2 oraz dla wielkości $G = 7500, 8000, 8250$ i 8500 kg/mm^2 został opracowany suwak-nomogram podany na rys. 4. W suwaku tym skale wartości P i f' są przesuwane, zaś skale wielkości d i D są nieruchome. W razie zastosowania w konstrukcji sprężyny śrubowej z materiału o określonej wartości k_s i G , ustawiamy na suwaku-nomogramie skalę wartości sił P w ten sposób, aby strzałka wartości $P = 1 \text{ kG}$ pokryła się z wartością k_s , zaś skalę wartości ugięć jednego czynnego zwoju f' należy tak przesunąć aby strzałka

wielkości $f' = \frac{f}{n} = 1$ pokryła się z wartością k_s w

rubryce przyjętego modułu sprężystości materiału G .

Mając dane dwie wartości z czterech związanych z sobą P , d , D i f' , odczytujemy dla danego przypadku, wzdłuż linii prostej dwie dalsze szukane wartości (podobnie jak w nomogramie rys. 3).

Opracowany we własnym zakresie suwak-nomogram podany na rys. 4 może znacznie skrócić dość długie i mozolne obliczenia sprężyn śrubowych drogą rachunkową, a tym samym może zmniejszyć wysiłek projektanta w biurach konstrukcyjnych.

KOMUNIKAT

„Dekretem Rady Państwa z dnia 13 lipca 1955 r. (Dz. U. Nr 29 poz. 173) zniesiony został rejestr inżynierów i techników utworzony ustawą z dnia 18 lipca 1950 r. (Dz. U. Nr 36 poz. 329).

W związku z powyższym od dnia 27 lipca 1955 r. tj. od daty ogłoszenia powołanego na wstępie dekretu inżynierowie i technicy nie podlegają obowiązkowi rejestracji”.

Przegląd prasy technicznej

○ wyższą sprawność i ekonomiczność pracy wentylatorów odśrodkowych

Dr inż. O. Back — Za vyssi ucinnost a hospodarnost odstredivych ventilatoru, str. 7,0 rys. 3 — Strojrenstvi, nr 3/55, str. 170.

Wentylatory odśrodkowe mają najniższą sprawność ze wszystkich maszyn rotodynamicznych, co ze względu na szerokie i stale wzrastające ich rozpowszechnienie jest zjawiskiem ujemnym. Autor analizuje poszczególne straty energii zachodzące w wentylatorze i wskazuje drogi do ich zmniejszenia.

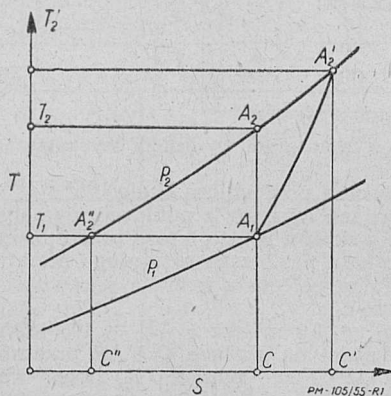
1. Straty tarcia

Straty tarcia zachodzą głównie w wirniku i kadłubie spiralnym. Wielkość ich zależy przede wszystkim od względnej prędkości przepływu w , a następnie od współczynnika tarcia λ , długości kanału i kształtu jego przekroju.

W celu zmniejszenia strat tarcia należy kierować się następującymi wskazaniem: 1) stosunek średnic wlotu i wylotu wirnika d_1/d_2 powinien być możliwie mały, ponieważ wówczas prędkość w będzie najmniejsza, 2) należy dążyć aby prędkości w_1 i w_2 na wlocie i wylocie wirnika mało różniły się od siebie, 3) kształt przekroju kanału międzyłopatkowego powinien być jak najwięcej zbliżony do kwadratu.

2. Straty na uderzenia

Są to straty powstające na skutek uderzenia gazu przy jego wejściu do wirnika, spowodowane niezgodnością kierunku dopływu gazu z kątem nachylenia łopatek wirnika. Jeżeli prędkość bezwzględna c_1 (rys. 1) zmniejszy się na c'_1 ,

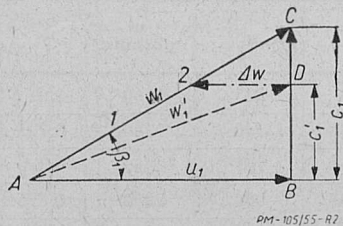


Rys. 1. Powstawanie uderzenia na skutek niezgodności kierunku dopływu gazu i kąta nachylenia łopatek.

a prędkość względna $z w$ na w'_1 , to składowa tej prędkości wyniesie $\Delta w = u_1 (1 - c_1/c'_1)$, a strata ciśnienia $\Delta p = \varphi \Delta w^2 \cdot \mu / 2$ gdzie φ — współczynnik zmniejszenia strat uderzenia na skutek przętności gazu ($\varphi = 0,58 \text{ } 0,7$); μ — gęstość gazu.

Dalsze straty ciśnienia na skutek nagłej zmiany prędkości gazu zachodzą na wlocie i wylocie wirnika.

Na kształt kanału łopatkowego i skłonność do odrywania się strug gazu od jego ścian ma duży wpływ kształt łopatek wirnika (rys. 2). Przy łopatkach zakończonych promieniowo ($\beta_2 = 90^\circ$) odrywanie się strug zachodzi głównie na końcu łopatk, gdy łopatk są zagięte do przodu ($\beta_2 > 90^\circ$) odrywanie strug następuje na całej długości łopatk.

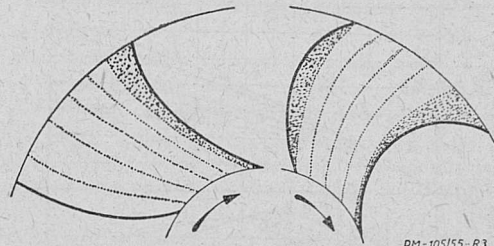


Rys. 2. Kształty łopatek wirnika.

Łopatek wirnika (rys. 2). Przy łopatkach zakończonych promieniowo ($\beta_2 = 90^\circ$) odrywanie się strug zachodzi głównie na końcu łopatk, gdy łopatk są zagięte do przodu ($\beta_2 > 90^\circ$) odrywanie strug następuje na całej długości łopatk.

3. Straty szczelinowe

Na skutek istnienia szczeliny między obracającym się wirnikiem i nieruchomą osłoną część sprężonego gazu krąży beużytecznie między wylotem wirnika i jego wlotem (rys. 3), co stanowi stratę wydajności. W celu jej zmniejszenia szerokość szczeliny powinna być jak najmniejsza, co jest szczególnie ważne przy wentylatorach wysokiego ciśnienia.



Rys. 3. Straty szczelinowe między wirnikiem i osłoną.

Straty zmniejszą także przy małej średnicy wlotu, ponieważ pole szczeliny również zmniejszy się. Wielkość strat szczelinowych wynosi zwykle $5 \div 10\%$, a przy mało starannym wykonaniu nawet 15% i więcej.

4. Straty energii na wlocie gazu do wirnika

Autor podaje wykres bezwymiarowy (rys. 4), na którym znajdują się krzywe obrazujące wpływ sposobu doprowadzenia gazu do wirnika. Jako współrzędne zastosowane są wielkości: współczynnik $a = \sqrt{p_a / \Delta P}$, gdzie p_a jest ciśnieniem dynamicznym na wlocie, a ΔP jest całkowitym przyrostem ciśnienia w wentylatorze. Na osi rzędnych są odłożone wartości: a) wskaźnika ciśnienia $\psi = \frac{\Delta P}{u_a^2} \cdot \mu / 2$;

b) wskaźnika wydajności $\varphi = \frac{Q}{F_d \cdot u_a}$, gdzie F_d — powierzchnia wirnika;

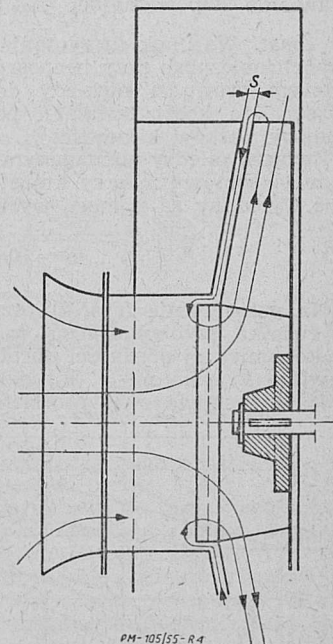
c) współczynnika sprawności η

Z wykresu tego wynika, że najlepsze wyniki otrzymuje się przy swobodnym osiowym dopływie gazu.

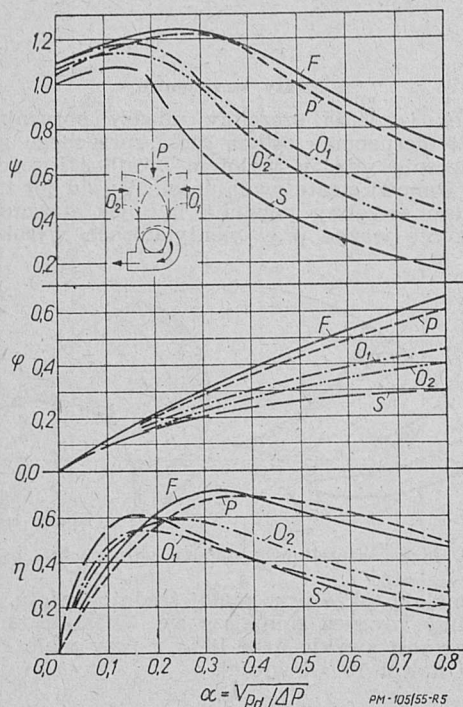
5. Straty energii po wypływie gazu z wirnika

Autor rozpatruje warunki przepływu gazu przez kadłub spiralny i dochodzi do wniosku, iż średnia prędkość przepływu w nim powinna się zmniejszać. Warunkowi temu nie odpowiada stosowana zwykle spirala, wykreślona na podstawie tzw. kwadratu konstruktorskiego, ponieważ średnia prędkość przepływu pozostaje w niej stała.

Ważna jest także wielkość wylotowego przekroju spirali. Na rysunku 5 podane są krzywe dławienia i sprawności dla wentylatorów, w których ten sam wirnik został wbudowany kolejno do kadłubów spiralnych o średnicy wylotów 230, 180 i 270 mm. Z wykresu widoczne jest, jak wielkie różnice zachodzą między poszczególnymi krzywymi w zależności od wielkości przekroju spirali.



Rys. 4. Charakterystyki wentylatorów w zależności od sposobu doprowadzenia gazu do wirnika, F — swobodny dopływ gazu do wirnika, P — doprowadzenie gazu przez prosty przewód, O₁ — kierunek dopływu gazu przez łukowy przewód przeciwny do kierunku obrotu wirnika, O₂ — kierunek dopływu gazu przez łukowy przewód zgodny z kierunkiem obrotu wirnika, S — dopływ gazu przez przewód spiralny



Rys. 5. Charakterystyki wirnika wbudowywanego do różnych kałdubów spiralnych

6. Znaczenie wyboru właściwej prędkości obrotowej dla ekonomicznej pracy wentylatora

W celu osiągnięcia ekonomicznej pracy wentylatora powinien on pracować przy wymaganej wydajności i ciśnieniu oraz przy maksymalnej sprawności. Mało pomoże jednakże wysoka sprawność, jeżeli wydajność lub ciśnienie wentylatora są za duże i w celu zmniejszenia ich należy przysmykać zasuwę, co powoduje straty energii.

Najbardziej ekonomiczna jest regulacja przez zmianę prędkości obrotowej wentylatora (rys. 6). Punkty na krzywych dławienia odpowiadające η_{max} leżą na paraboli $\frac{Q}{\sqrt{\Delta P}} = \text{const.}$

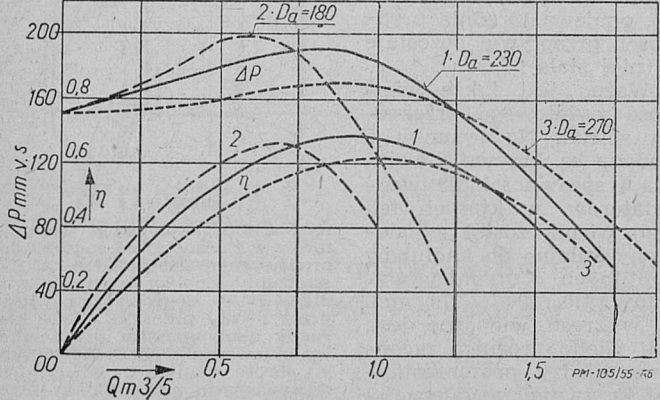
Warunek utrzymania prędkości obrotowej silnika asynchronicznego przy bezpośrednim sprzężeniu go z wentylatorem prowadzi niekiedy do strat energii, której koszt przewyższa koszt instalacji pośredniego napędu (np. przy pomocy pasków klinowych).

Związek między wymaganymi wielkościami Q i ΔP a prędkością obrotową n , przy której wentylator osiąga η_{max} , może być wyrażony za pomocą wyróżnika szybkobieżności

$$n_s = 10n \frac{Q^{0,5}}{\Delta P^{0,75}}$$

Na nomogramie (rys. 7) przedstawione jest zastosowanie wyróżnika szybkobieżności n_s do wyboru typu, wielkości i ekonomicznej prędkości obrotowej wentylatora. Nomogram zawiera krzywe $\eta = f(n_s)$ dziesięciu wentylatorów. Są to:

- 1) dmuchawa z 20 promieniowymi łopatkami,

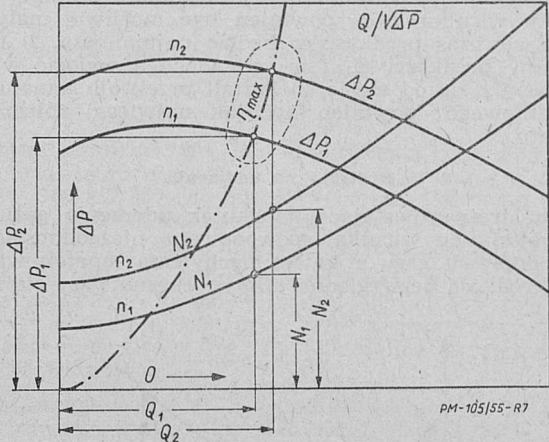


Rys. 6. Charakterystyki wentylatora odśrodkowego w zależności od prędkości obrotowej wirnika.

- 2) wentylator odśrodkowy wysokiego ciśnienia z 18 łopatkami zagiętymi do tyłu,
- 3) wentylator odśrodkowy średniego ciśnienia z 10 promieniowymi łopatkami, do transportowania materiałów sypkich,
- 4) wentylator odśrodkowy średniego ciśnienia z 16 łopatkami zakończonymi promieniowo,
- 5) wentylator odśrodkowy niskiego ciśnienia z 36 łopatkami zagiętymi do przodu,
- 6) wentylator odśrodkowy z 32 łopatkami zagiętymi do tyłu,
- 7) wentylator odśrodkowy niskiego ciśnienia z 12 łopatkami o podwójnej krzywiznie,
- 8) wentylator osiowy do wyższych ciśnień z 16 łopatkami, $d_1/d_2 = 0,8$,
- 9) wentylator osiowy z 10 łopatkami, $d_1/d_2 = 0,47$,
- 10) wentylator osiowy z 7 łopatkami, $d_1/d_2 = 0,5$.

Dla każdej krzywej $\eta = f(n_s)$ podane są wskaźniki ciśnienia ψ przy η_{max} . Ułatwia to obliczenie u_2 i d_2 przy znanym Q i ΔP .

Z nomogramu korzystamy w sposób następujący: przy zadanych Q i ΔP łączymy prostą odpowiedni punkt na skali Q z punktem na skali ΔP .



Rys. 7. Nomogram wyróżnika szybkobieżności

Prosta ta przecina pomocniczą skalę $10Q^{0,5}\Delta P^{0,75}$ w pewnym punkcie. Punkt ten łączymy z punktem wymaganej prędkości obrotowej na skali n prostą, którą przedłużamy do przecięcia z główną skalą n_s . Z tego ostatniego punktu spuszcza prostą do przecięcia z krzywą sprawności, skąd znajdziemy wartość η .

Jeżeli np. $Q = 1,0 \text{ m}^3/\text{sek}$ i $\Delta P = 100 \text{ kG/m}^2$, to prosta łącząca te wartości na skalach Q i ΔP przetnie pomocniczą skalę $10Q^{0,5}\Delta P^{0,75}$ w punkcie A, przy wartości 0,316. Dla danego ΔP mogą być zastosowane wentylatory 5, 6, 7 i osiowe 8, 9. Z punktów η_{max} dla nich wystawiamy prostopadłe do przecięcia ze skalą n_s , a punkty przecięcia łączymy z punktem A, wówczas na skali n znajdziemy prędkość obrotową wentylatora.

Ze wskaźnika ciśnienia $\psi = \frac{\Delta P}{u_2^2 \cdot \mu/2}$ znajdziemy u_2 ,

a następnie z wzoru $d_2 = \frac{60u_2}{\pi n}$ obliczymy średnicę wirnika.

Wyniki obliczeń podane są w tabelce.

Nr krzywej	ψ	n_s	n obr/min	η	u_2 m/sek	d_2 m
5	0,65	525	1660	2,03	28,1	0,324
6	0,655	740	2340	0,725	47,0	0,383
7	0,76	755	2450	0,8	44,6	0,348
8	0,805	900	2850	0,375	65,5	0,44
9	0,84	1410	4450	0,22	85,5	0,367

Przy seryjnych wentylatorach należy przystosować się do znormalizowanych średnic wirników, wówczas prędkości obrotowe muszą być odpowiednio skorygowane.

Inż. Szczepan Łazarkiewicz

Próby tłoczności cienkich taśm

Alfred Krisch — Zur Tiefziehprüfung an dünnen Bändern, 4,0 str., rys. 9 — Stahl und Eisen, 1954 r. Heft 24.

Przy próbie *Erichsena* kładzie się próbkę badanego materiału na matrycy i przytrzymuje dociskaczem, powstaje przy tym siła docisku nieznannej wielkości. Słabsze lub mocniejsze dociśnięcie dociskacza ma wpływ na wyniki próby i powoduje rozrzut wielkości wgłębienia. W celu wyeliminowania tego czynnika niektóre normy przewidują dokręcenie dociskacza do badanej próbki, a następnie odkręcenie go o 0,05 mm.

W celu zbadania wpływu nacisku dociskacza na wyniki próby tłoczności blachy cienkiej zbudowano specjalny przyrząd zaopatrzony w narzędzia do tłoczenia o takich samych wymiarach i kształcie jak przy próbie *Erichsena*. Przyrząd ten wyposażony był w urządzenie umożliwiającej mierzenie i regulowanie siły nacisku dociskacza.

Do badania użyto taśm mosiężnych o grubości od 0,1 do 0,4 mm i szerokości 70 mm z obciętymi brzegami, częściowo w stanie wyżarzonym a częściowo półtwardym. Poza tym użyto również taśmy stalowe ocynkowane i niklowane o grubości od 0,1 do 0,25 mm o tej samej szerokości z obciętymi brzegami. Skład chemiczny taśm podano w tablicy I, a własności mechaniczne w tablicy II.

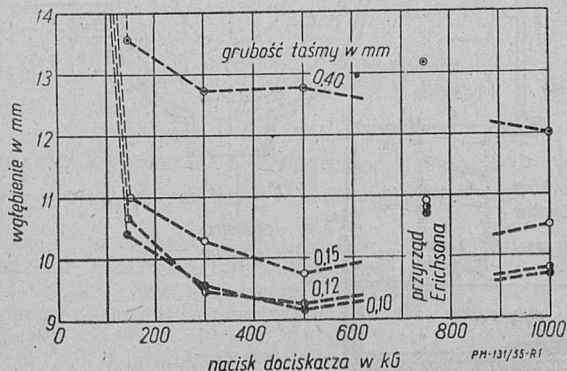
TABLICA I. Skład chemiczny badanych taśm

Rodzaj taśmy	C	Si	Mn	P	S	Cu	Zn	Pb	Powłoka
Taśma mosiężna	—	—	—	—	—	63,8	36	0,02	
Taśma stalowa (0,1 mm)	0,05	0,01	0,25	0,35	0,025	—	—	—	0,0016 mm cynk
Taśma stalowa (0,125 mm)	0,08	0,01	0,31	0,016	0,022	—	—	—	0,0017 mm nikiel
Taśma stalowa (0,15 mm)	0,04	0,01	0,18	0,017	0,024	—	—	—	0,0045 mm nikiel
Taśma stalowa (0,25 mm)	0,04	0,01	0,34	0,008	0,013	—	—	—	0,0034 mm nikiel

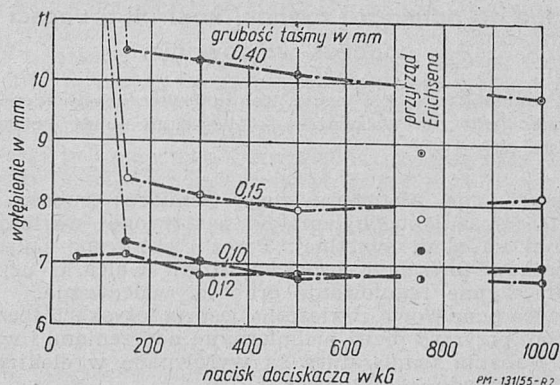
TABLICA II. Własności mechaniczne badanych blach

Rodzaj taśmy	Grubość	Granica plastyczności górna dolna kG/mm ²	Wytrzymałość na rozciąganie kG/mm ²	Wydłużenie a ₁₀ %
Taśma mosiężna (M63) wyżarzona	0,10	—	32,0	35,5
	0,12	—	33,8	44,5
	0,15	—	34,2	53,3
	0,40	—	34,3	59,2
Taśma mosiężna (M63) półtwarda	0,10	—	34,7	34,2
	0,12	—	36,9	30,8
	0,15	—	36,3	44,5
	0,40	—	36,7	48,5
Taśma stalowa	0,10	3,18	31,1	38,8
	0,125	22,2	21,8	35,9
	0,15	28,9	27,9	36,8
	0,25	23,7	23,3	32,6
	—	—	—	50,3

Próby były wykonane najpierw wg DIN 50101, a następnie na specjalnym przyrządzie (typu *Roell Korthaus*) z hydraulicznym dociskaczem o regulowanej sile docisku. Przy wszystkich próbach próbki były posmarowane obustronnie wazeliną.



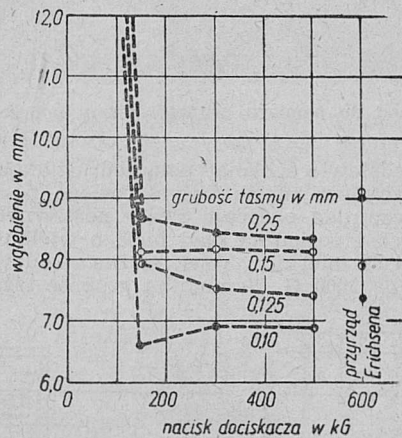
Rys. 1. Zależność wielkości wgłębień w taśmach mosiężnych (M₆₃) wyżarzonych, o różnych grubościach, od siły nacisku dociskacza przy zastosowaniu narzędzi wg DIN 50101.



Rys. 2. Zależność wielkości wgłębień w taśmach mosiężnych (M₆₃) półtwardych, o różnych grubościach, od siły nacisku dociskacza przy zastosowaniu narzędzi wg DIN 50101.

W przypadku wyżarzonych taśm mosiężnych o grubości 0,1 do 0,15 mm (rys. 1) uzyskano najmniejszą głębokość wgłębienia przy sile docisku 500 kG, przy mniejszych siłach docisku do 150 kG wzrasta wielkość wgłębienia od 1,2 mm do 1,4 mm. Występuje to również przy badaniu taśm o grubości 0,4 mm. Dla jeszcze mniejszych nacisków (50 kG) wgłębienia były tak duże, że próby przed powstaniem pęknięć musiały być przerwane. Na niektórych próbach otrzymano wgłębienia o głębokości do 40 mm.

Wyniki prób przyrządem *Erichsena* z nieruchomym dociskaczem przy nieokreślonej sile docisku zaznaczono dla porównania punktami na rysunku 1, 2, i 3. Punkty te odpowiadają głębokościom wgłębień uzyskanym przy sile docisku równej około 100 do 200 kG. Podobne wyniki uzyskano również przy badaniu taśm mosiężnych półtwardych (rys. 2). Najmniejszy wpływ siły nacisku dociskacza występował przy badaniu taśmy o grubości 0,12 mm. Wpływ siły dociskacza był mniejszy przy taśmach stalowych (rys. 3) niż przy wyżarzonych taśmach mosiężnych.



Rys. 3. Zależność wielkości wgłębień w taśmach stalowych niklowanych i cynkowanych, o różnych grubościach, od siły nacisku dociskacza przy zastosowaniu narzędzi wg DIN 50101.

Znaczenie siły nacisku dociskacza można wyjaśnić obserwując próbki podczas próby i po próbie. Próbkę dociskane siłą powyżej 150 kG wykazują silne fałdy poza dociskaczem. Fałdy te utrudniają wciąganie materiału między powierzchnie dociskające i powodują zwiększenie naprężeń w materiale, tworząc jak gdyby dodatkową siłę przytrzymującą obrzeże wgłębienia. Nacisk dociskacza wynoszący 50 kG jest zbyt mały, aby mogło nastąpić wygładzenie fałd tworzących się poza dociskaczem przy wciąganiu materiału próbki pod dociskacz. Wskutek tego fałdy unoszą dociskacz i zostają wciągnięte do matrycy, co jest powodem uzyskania głębokich wgłębień, które oczywiście nie mogą być brane pod uwagę przy ocenie jakości materiału.

Przy zastosowaniu dociskacza o średnicy większej od szerokości taśmy (średnica dociskacza równa 100 mm, szerokość taśmy 70 mm) fałdy nie powstawały, wpływ siły nacisku dociskacza był znacznie mniejszy i otrzymywane wyniki bardziej równomierne.

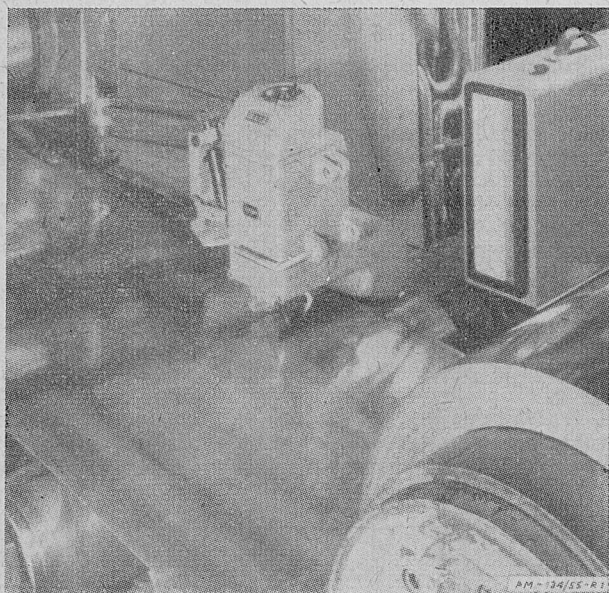
Mgr inż. K. Szopski

Przyrząd do pomiaru i czynnej kontroli grubości taśm podczas walcowania

Inż. A. Haidekker — Ein neues Kontinierlied arbeitendes Banddickenmessgerät für Walzwerke — Werkstatt und Betrieb, nr 5/1955, str. 252.

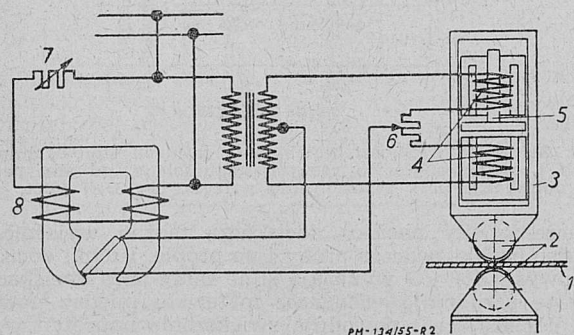
Przyrząd do nieprzerwanego pomiaru grubości taśm (rys. 1) wskazuje odchylenia od nastawionej wartości nominalnej na skali świetlnej. Przez elektryczne połączenie wskaźników tolerancji z mechanizmem walcarki uzyskuje się samoczynne regulowanie grubości walcowania.

Głowica pomiarowa zawieszona jest na łożyskach tocznych, co chroni przyrząd przed nadmiernymi uderzeniami i wstrząsami. Wahania temperatury są wyrównane w elektrycznej części przyrządu odczytowego.



Rys. 1. Przyrząd do pomiaru grubości taśmy podczas walcowania

Rys. 2 przedstawia schemat połączeń, działających na zasadzie indukcyjnego mostka pomiarowego o częstotliwości sieci. Rolki czujnika obracają się w nastawnych łożyskach magnetycznych i posiadają błąd bicia o wielkości mniejszej niż 1,5 μ . Nacisk mierniczy rolek można regulować w granicach od 500 do 2500 G. Nominalną grubość taśmy nastawia



Rys. 2. Schemat połączeń przyrządu; 1 — taśma, 2 — rolki czujnikowe, 3 — growica, 4 — cewki, 5 — kotwiczką, 6 — nastawnik zerowy, 7 — liczydło, 8 — regulator czułości.

się kółkiem ręcznym. Liczydło wskazuje nastawiany wymiar nominalny. Wartość działki o szerokości 6 mm wynosi 2 μ , zakres mierniczy tolerancji grubości taśmy $\pm 2\%$ wartości skali. Przyrząd powinien pracować z dużą pewnością mierniczą, być niezawodny w trudnych warunkach pracy.

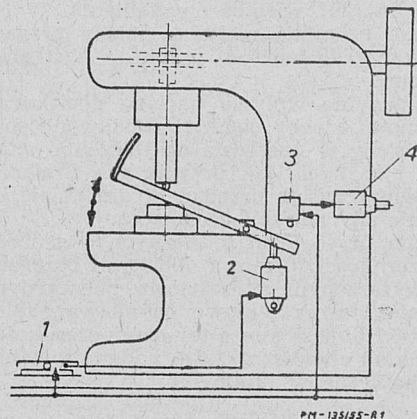
Przyrząd umożliwia pełne wykorzystanie walcarki i zwiększa znacznie dokładność wymiarową wyrobu.

I. T.

Urządzenia ochronne prasy pneumatycznej

Inż. H. Droseha — Luftpresse mit automatischer Sicherung — Werkstatt und Betrieb, nr 5/1955, str. 249.

Prasę uruchamia się przez naciągnięcie nogą dźwigni a powodując otwarcie zaworu wlotowego 1 (rys. 1). Wówczas sprężone powietrze z głównego przewodu przepływa do



Rys. 1. Prasa pneumatyczna z automatycznie działającą osłoną ochronną.

cylindra 2. Wysuwające się tłoczysko podnosi ramię dźwigni, wskutek czego osłona opuszcza się i zamyka dostęp do miejsca działania stempla. Ramię dźwigni uderzając o zawór 3 otwiera go, dzięki czemu następuje uruchomienie tłoka roboczego prasy.

Obydwa cylindry są pojedynczego działania. Powrót tłoków do położenia wyjściowego następuje pod wpływem działania sprężyn po zwolnieniu dźwigni 3, tzn. zamknięciu dopływu sprężonego powietrza.

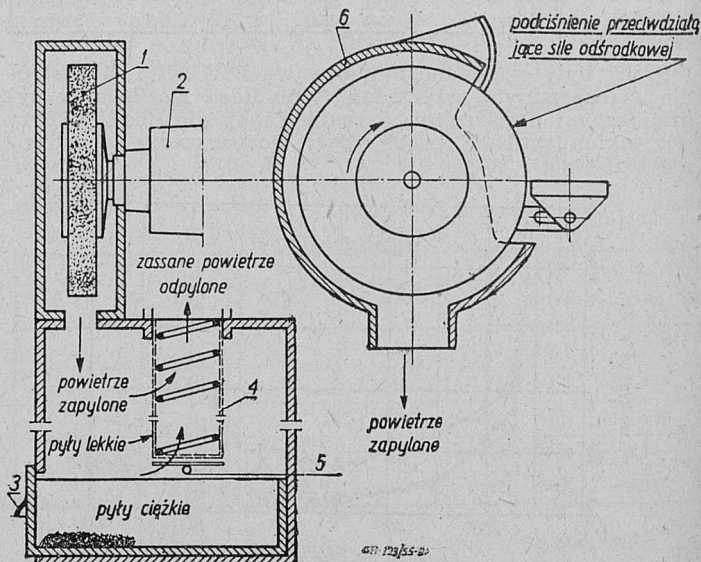
I. T.

Odpylanie przy szlifowaniu

Le dépeussierage rationnel pour meuls et lapidaires (str. 1, rys. 2) — La Machine-Outil Francaise, nr 1/55, str. 115.

Zagadnienie zwalczania szkodliwego pylenia przy szlifowaniu rozwiązuje się przeważnie przez zastosowanie osłony, w której ściernica spełnia rolę pierwotnego wentylatora, odrzucającego cięższe cząsteczki do dolnej części kadłuba. Pyły lekkie wydostają się przez wycięcia w osłonie, przenikając następnie do skóry, dróg oddechowych i oczu pracownika.

Najwłaściwszym rozwiązaniem jest wytworzenie na obwodzie ściernicy podciśnienia przeciwdziałającego sile od-



Rys. 1. Schemat urządzenia odpylającego przy szlifierce; 1 — ściernica, 2 — silnik, 3 — szufladka, 4 — filtry, 5 — układ wstrząsowy filtrów, 6 — osłona.

środkowej cząstek pyłu, dzięki czemu nie może on ulatywać na zewnątrz.

Schemat nowoczesnej szlifierki 2-tarczowej, której odpylacz nie stanowi wydzielonego urządzenia zajmującego zwykle dużo miejsca, pokazuje rys. 1. Dobrze skonstruowany wentylator ssący pobiera mało mocy, a pyłoszczelna podstawa maszyny zawiera filtr do odsysanego z obszaru ściernicy powietrza, wykonany ze specjalnej tkaniny, odpornej na rozżarzone pyły spalające się w strumieniu powietrza. Filtr ma postać kilku (zwykle trzech) walców, usztywnionych przez umieszczoną w każdym z nich sprężynę śrubową. Wszelkie ręczne manipulowanie tkaniną w celu oczyszczenia

jest tu zbyt ciężkie, przez co unika się ryzyka rozdarcia jej.

Pyły gromadzą się w metalowej szufladce umieszczonej u spodu podstawy i łatwej do oczyszczenia. Sposób umieszczenia filtrów i szufladki zmniejsza zapotrzebowanie powietrzni do minimum, niezbędnego dla szlifierki zwykłej i podnosi estetyczny wygląd maszyny.

Szlifierki te zapewniają bezwzględną czystość oraz wysoki poziom higieny i bezpieczeństwa pracy przy bardzo łatwej konserwacji. Zasady zdrowotności zostały w podobny sposób urzeczywistnione również w konstrukcji polerek.

J. S.

Wiadomości SIMP

Słowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich SIMP

w dniu 26 września br. uruchamia w Ośrodku Szkoleniowym SIMP (Warszawa-Zoliborz, ul. Mickiewicza 9)

Kurs
Inżyniersko-Ekonomiczny
w specjalności przemysłu maszynowego
organizowany w porozumieniu z Departamentami Kadr
Ministerstwa Przemysłu Maszynowego
i
Ministerstwa Przemysłu Motoryzacyjnego

Kurs trwać będzie 15 miesięcy (z dwumiesięczną przerwą wakacyjną).

Wykłady odbywać się będą 3 razy tygodniowo w godz. od 16—21. Na kurs mogą zgłaszać się kandydaci, którzy:

- a) ukończyli średnią szkołę ogólnokształcącą lub zawodową;
- b) mają co najmniej 5-letnią praktykę w przemyśle maszynowym;
- c) pracują na kierowniczych stanowiskach w administracji przemysłu powierzanych z reguły inżynierom-ekonomistom;
- d) ukończyli 30 rok życia.

Program kursu został tak ułożony, aby wiadomości na nich nabyte ułatwiły absolwentom kursu składanie egzaminów na stopień inżyniera (w specjalności ekonomiki i organizacji przemysłu maszynowego) organizowanych przez wyższe uczelnie techniczne zgodnie z Ustawą o Stopniu Inżyniera z dnia 28 stycznia 1948 r.

Kandydaci na kurs, którzy nie odpowiadają ściśle wyżej wymienionym warunkom — wieku, praktyki i cenzusu naukowego — mogą składać podania o przyjęcie na kurs warunkowo. W przypadku wolnych miejsc będą oni mogli być również słuchaczami kursu, jednak bez prawa ubiegania się o dopuszczenie przed Komisję Weryfikacyjną, typującą kandydatów na stopień inżyniera.

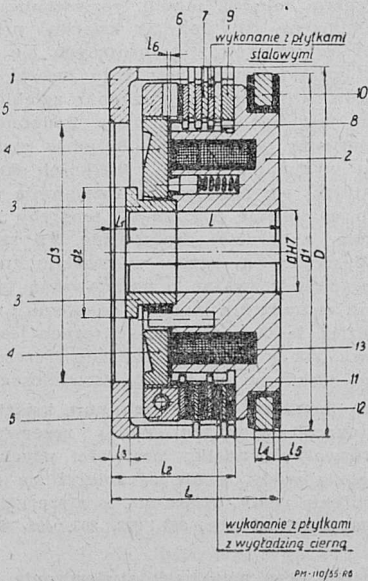
Szczegółowych informacji o kursie udziela Ośrodek Szkoleniowy SIMP, gdzie kandydaci na kurs powinni składać podania o przyjęcie, wypełniając otrzymane na miejscu kwestionariusze.

Podania powinny być zaopiniowane przez radę zakładową miejsc pracy. Pożądane jest pisemne skierowanie na kurs przez dyrektora zakładu.

Termin składania podań upływa dn. 15 września br. Kandydaci zakwalifikowani na kurs zostaną o przyjęciu zawiadomieni listownie.

Sprostowanie

W zeszycie 7/55 w artykule pt. „Postęp techniczny w budowie obrabiarek na tle Targów Lipskich” zamieszczono na str. 221 niewłaściwy rysunek jako rys. 6. W celu sprostowania tego błędu podajemy poniżej odpowiedni rysunek wraz z przynależnym do niego opisem.



Rys. 6. Sprzęgło elektromagnetyczne wielopłytkowe: 1 — obudowa zewnętrzna, 2 — rdzeń z cewką, 3 — tuleja, 4 — kotwica, 5 — nakrętka regulacyjna, 6 — płytka niemagnetyczna, 7 — płytka zewnętrzna, 8 — płytka wewnętrzna, 9 — płytka dociskowa, 10 — pierścień ślizgowy, 11 — pierścień izolujący, 12 — tarcza izolująca, 13 — cewka.

Bibliografia

Mgr inż. Zbigniew Godlewski — WADY ODLEWÓW ŻELIWNÝCH. Format A5, stron 225, rys. 144, tablic 35. PWT, Warszawa, 1955. Cena zł 18.—

Według programu zapowiedzianego przez Państwowe Wydawnictwa Techniczne oraz realizacji jego w roku 1954, obejmującej wydanie zbiorowej pracy „Systematyka wad odlewów stalowych” i, jak gdyby uzupełniającego komentarza w postaci książki J. Lutosławskiego „Wady odlewów stalowych”, można by się spodziewać, że dalsza realizacja programu pójdzie po wytkniętej w zapowiedzi drodze. Niestety tak się nie stało: wyszła z druku w r. 1955 książka mgr inż. Z. Godlewskiego „Wady odlewów żeliwnych” — odpowiednik opracowania J. Lutosławskiego, natomiast część wprowadzająca i ustawiająca zagadnienie „systematyka wad odlewów żeliwnych” jeszcze nie wyszła z druku i termin jej ukazania się nie jest ustalony. Dla posługującego się recenzowaną książką powstaje więc trudność powiązania w logiczną całość dwóch odcinków jednego problemu. Czytelnik jak gdyby rozporządzał drugą częścią pracy, nie mając pierwszej. Aby osiągnąć cel postawiony przez autora, skuteczną walkę z wadami odlewów żeliwnych, należy jak najprędzej wydać brakującą „Systematykę”.

Recenzowana książka składa się z trzech rozdziałów. W pierwszym autor omawia podstawy walki z brakami i klasyfikację wad, rozdział drugi poświęcony jest przyczynom powstawania wad odlewniczych i zapobiegania im, w trzecim zaś rozdziale dostatecznie wyczerpująco przedstawia autor sposoby naprawy odlewów żeliwnych.

Rozdział I jest zwarty i naświetla zarówno ideologiczną stronę walki z brakami w odlewniach żeliwa, jak i prace w zakresie klasyfikacji wad odlewniczych. Przedstawiając kierunki prac klasyfikacyjnych, autor przyjmuje systematykę opracowaną przez STOP w roku 1951—1953 i wydaną jako normę resortową MPM w roku 1954. Ostatnia zawiera wg mnie szereg błędów merytorycznych w układzie, definicjach itd. i spodziewam się, że spowoduje ona dyskusję wyjaśniającą zagadnienie. Dlatego też przyjmuję milcząco układ treści rozdziału II zastosowany przez autora i dalej omówię tylko te punkty jego, które nasuwają pewne zastrzeżenia.

Książka w pierwszym rzędzie przeznaczona jest dla mistrzów i techników i ma służyć jako przewodnik—przy identyfikowaniu wad i sposobów zapobiegania im. Autor jednak znacznie rozszerzył postawiony zakres i podobnie, jak to uczynił mgr inż. J. Lutosławski w „Wadach odlewów stalowych”, rozszerzył teoretyczną stronę zagadnień odlewniczych ze szkoda dla praktycznej użyteczności książki. Należy przyznać, że uczynił on to w sposób bardziej skondensowany, aniżeli ma to miejsce w tylko co cytowanej książce, nie unikając jednak zbędnych rozważań i dłużytn. Do nich zaliczałbym treść stron 23—25 ze złożonym, a rzadko stosowanym, analitycznym wzorem lejułości metali, rozważania o lepkości, napieciu powierzchniowym itp. Jak na książkę przeznaczoną dla określonej grupy czytelników, interesujących się przede wszystkim problemami praktycznymi, jest tego bezwzględnie za dużo, natomiast dla osób, które by miały zamiar zgłębić to skomplikowane zagadnienie jest stanowczo za mało. Podobne uwagi kieruje również w odniesieniu do stron 47—56, gdzie spotykamy wiadomości z zakresu wykonania modeli, wielkości skrzynek formierskich itp. Wydaje mi się również, że rozważania o wielkości naprężeń cieplnych w odlewie (str. 66—76) mogłyby być naświetlone mniej teoretycznie, a bardziej praktycznie. To samo odnoszę do rozdziału o rozpuszczalności gazów w ciekłym metalu (str. 109 i dalsze), a szczególnie rozważań o powstawaniu jam skurczowych (str. 121); te same zastrzeżenia mam do problemu „węzłów termicznych”, tym bardziej, że dla odlewów żeliwnych jest to raczej problem marginesowy, jak również do rozdziału 5 części drugiej, gdzie spotykamy sporo odskoków od tematu zasadniczego.

Byłoby bardzo korzystne dla czytelników książki, gdyby autor wykorzystał tworząc się w ten sposób rezerwy do bardziej szczegółowego rozważenia analizy celowości użycia tej lub innej metody stwierdzenia wady, a nie ograniczył się do wymienienia sposobów stwierdzenia wady. Wiąże się to z szeregiem pozycji rozdziału II, jak na przykład poz. 301, 302, 303, 402, 403, 405, 406, 5041 i ich pochodne.

Tak na przykład przy sposobach stwierdzania wad wewnętrznych podano metody: radiograficzną, ultradźwiękową i elektromagnetyczną. Wiemy tymczasem, że zastosowanie metody ultradźwiękowej do wykrywania wad w odlewach ze względu na ich zawiłe kształty i zwykle bardzo nierówną powierzchnię jest bardzo utrudnione lub nawet w ogóle niemożliwe. Również badanie elek-

tromagnetyczne jest w tych przypadkach bardzo utrudnione i niepewne. Natomiast badania rentgenologiczne prawie zawsze zadowolają przy wykrywaniu pęknięć, zwłaszcza nieznacznych i umiejscowionych w odlewach o zawiłych kształtach. Do wykrywania pęknięć doskonale nadaje się metoda indykatorowa, np. fluorescencyjna, przy której odlew zanurza się do roztworu lumenofonu, a następnie po oczyszczeniu jego powierzchni i posypaniu środkiem wywołującym poddaje się naświetleniu promieniami ultrafioletu wymi. Są jeszcze inne bardziej czułe metody wykrywania pęknięć w odlewach.

Szczególne zastrzeżenia budzi wymienienie bez żadnego komentarza próby naftą, wodą pod ciśnieniem lub powietrzem. Zdajemy sobie sprawę z różnic czułości tych metod. Należało bezwzględnie poświęcić więcej uwagi opisowi stosowanych metod, ich czułości, zakresu stosowności itp. Wielką pomocą mogłaby być książka prof. P. P. Berga „Prowierka kaczestwa otlivok”. Naświetlenie poruszonego zagadnienia również i w książce J. Lutosławskiego zostało pominięte. Podobne do powyższych uwagi rozciągają również na badanie zażużenia, zapiaszczenia itd. Tak samo przy stwierdzeniu wady 407 badania radiograficzne nie dadzą żadnych pewnych rezultatów. Szkoda, że autor nie przeanalizował tego problemu. Dla praktyków byłoby to bardzo pożyteczne.

Pomijanie przez autora dorobku krajowego na odcinku projektowania układów wlewowych, drukowanego w ciągu ostatnich lat w „Przeglądzie Odlewnictwa” i w „Pracach Instytutu Odlewnictwa”, praktycznie sprawdzonych, można postawić mu jako zarzut.

Przy opisie trasowania odlewu na stronach 45/46 nie zaznaczono, że obrabiać możemy z podstaw (a nie baz) oporowych lub ustawczych i nie podano, że w przypadku pierwszym odlew musi mieć ściśle zachowane wymiary, a w przypadku drugim trasowanie ma na celu „wykrojenie” dobrego okazu z odlewu o nadmiernym rozrzucie wymiarów. Dlatego też nie zawsze warunek podany przez autora może być spełniony. Autor podaje szczegółową analizę przyczyn, wpływających na rozrzut wymiarów odlewu, ale pomija zapoznanie ze sposobami postępowania w warunkach ruchowych, co dla czytelników książki byłoby ważniejsze. Jako jedną z przyczyn podano niedotrzymywanie wymiarów przez model, tymczasem przyczyna ta, jako systematyczna nie należy do głównych i może być łatwo usunięta po jej stwierdzeniu; najważniejsze przyczyny — przypadkowe, zwiększające rozrzut — pominięto milczeniem. Na stronie 140 należałoby wg mojego zdania wymienić, że jedną z wielu przyczyn brakowania odlewu jest wadliwa analiza chemiczna jego oraz pouczyć czytelnika, jak ma się zabezpieczyć przed błędami analityków. Na stronie 148 przy sposobach usunięcia wady WZI-502 utonęły one w powodzi rozważań teoretycznych, skądinąd słusznych, lecz nie wskazują kierownikowi odlewni konkretnych sposobów uzyskania żeliwa np. klasy 26 lub 30. O przestarzałym wykresie Maurera (str. 151) lepiej by już nie wspominać, a doradzać wykorzystanie nowszych wykresów Uhlig-scha lub Laplanche'a.

Niewątpliwie książkę zaliczyć należy do wydawnictw pożytecznych, aktualnych i dyktowanych potrzebami gospodarki narodowej, tym bardziej że rozdział III o naprawie odlewów żeliwnych jest opracowany wyczerpująco, a literatura na tym odcinku jest znikoma. Rozdział ten jest bardzo wartościowy i pogratulować należy autorowi zadania sobie trudu opracowania jego w tak przejrzysty, zwarty i wyczerpujący sposób. Poza wymienionymi uchybieniami, poprawność opracowania tematu, zgodność z obecnym stanem naszych wiadomości na tym odcinku oraz właściwy układ treści nie nasuwają zastrzeżeń. Jest to tym bardziej cenne, że książka Z. Godlewskiego jest pierwszym debiutem jego na tym polu. Poprawność słownictwa technicznego przestrzegana jest przez autora w sposób wystarczający, ilustracje zaś celowe i poprawne.

Strona edytorska na ogół jest poprawna, jakkolwiek redakcja naukowo-techniczna nie dopatrzyła niektórych szczegółów rażących bardziej wymagającego czytelnika.

prof. Kazimierz Gierdziejewski

Mgr inż. Aleksander Tomaszewski — POMIARY WARSZTATOWE. CWICZENIA. Format B5, stron 166, rys. 140, 20 kart do ćwiczeń. PWT, Warszawa, 1955. Cena zł 16.—

Zagadnienia pomiarów warsztatowych są w wielu jeszcze zakładach przemysłowych mało znane personelowi technicznemu lub w ogóle nie doceniane. Przyczyną tego jest przede wszystkim brak

odpowiednio wyszkolonego personelu oraz obojętność na postęp techniczny, niby w tak błahych sprawach jak dziedzina pomiarów warsztatowych. Podejście takie jest błędne, nacechowane niezajomością rzeczy, gdyż przyczyną wszelkich braków przy obróbce mechanicznej oraz złej jakości produkcji jest nieumiejętne sprawdzanie czy też kontrolowanie produkcji oraz wszelkich pomocy warsztatowych.

Książka pt. „Pomiary warsztatowe. Ćwiczenia” ma w przemyśle budowy maszyn duże zadanie do spełnienia i należy ją jak najbardziej rozpowszechnić. Wartość tej książki polega przede wszystkim na tym, że w ćwiczeniach duży nacisk położono na dokładność wykonywanych pomiarów.

Dokonywanie pomiarów, bez analizowania błędów pomiaru i ich przyczyn jest fałszywe i może być przyczyną braków. Zagadnienie pomiarów powinno być znane nie tylko personelowi kontroli technicznej, ale również technologowi, konstruktorowi oraz personelowi warsztatowemu tj. rzemieślnikom i mistrzom. Z powyższych względów omawiana książka znajdzie uznanie i okaże się przydatna w przemyśle budowy maszyn.

Treść książki zawiera objaśnienia wstępne i omówienie 20 ćwiczeń z pomiarów warsztatowych. W objaśnieniach wstępnych należałoby jeszcze podkreślić, jak się należy przygotować do ćwiczeń, jakie powinien mieć nastawienie przeprowadzający ćwiczenia i ująć to w punkty w formie przykazań.

W rozdziale 5 str. 18, gdzie jest mowa o płytkach wzorcowych, należy podzielić jeszcze płytki wzorcowe podporządkowane na robocze, kontrolne i porównawcze. Co do omawianych w książce ćwiczeń miałbym następujące uwagi z punktu widzenia moich wiadomości zdobytych w praktyce:

Ćwiczenie 1. Omówione jest w warunkach jakie posiadają laboratoria pomiarowe. W warunkach warsztatowych, przed mierzeniem płytkami wzorcowymi odległości dwóch płaszczyzn przedmiotu, płaszczyzny te należy lekko natłuścić, aby uniknąć ścisłego przylegania z mierzącymi płaszczyznami. Przez obracanie lub przesuwanie, nadmiar tłuszczu zostaje wyciśnięty, a natłuszczenie które pozostanie, daje nam błąd w dopuszczalnych granicach.

Natłuszczenie płaszczyzn mierzących zmniejsza zużycie płytek.

Przed przystąpieniem do pomiaru płytkami wzorcowymi należy natłuścić również ręce, aby uniknąć działania potu na płytki wzorcowe. Przy określaniu dokładności pomiaru płytkami wzorcowymi należałoby jeszcze uwzględnić błąd zestawienia płytek (dla dwóch płytek wynosi 0,0001 mm).

Przy dokonywaniu pomiarów płytkami wzorcowymi należałoby podkreślić konieczność stosowania płytek ochronnych. Przy pomiarze odległości kreski, dobrze jest przedmiot przedtem na pewnej przestrzeni lekko pomalować farbą niebieską. Porównując kreskę na przedmiocie i utworzoną za pomocą kła kontrolnego łatwiej jest określić błąd wykonania kreski.

Ćwiczenie 2. Pomiar wałka za pomocą macek jest mało stosowany, ćwiczenie można wykonać raczej tylko w celach doświadczalnych. Należy zaznaczyć konieczność sprawdzania wałków również w kłach, o ile wałek posiada nakielki.

W ćwiczeniu należałoby jeszcze uwzględnić pomiar wałka za pomocą komparatora, mikrometr z czujnikiem 0,001 mm.

Ćwiczenie 3. Średnicówkę zegarową ustawia się raczej za pomocą płytek wzorcowych i wkładkę płaskich, a nie mikrometrem. Pomiar otworu za pomocą klinów należy dokonywać raczej w sprawdzanie pierścieniowym gwintowym, a nie w sprawdzaniu pierścieniowym. Pomiar otworu za pomocą 2 kul w praktyce nie ma zastosowania. Ćwiczenie można przeprowadzić w celach doświadczalnych. Należałoby omówić również pomiar otworu za pomocą czterech kulek. Głębokościomierz zegarowy należy ustawiać na dwóch stosach płytek, a nie na jednym.

Ćwiczenie 4. Pomiar głębokości otworu za pomocą przymiaru końcowego kreskowego i liniału krawędziowego jest mało stosowany. Ćwiczenie należy wykonać raczej dla celów doświadczalnych. Głębokościomierz pochylny jest mało stosowany. Pomiar głębokości można wykonać zwykłym głębokościomierzem ustawiając płytkę o znanej szerokości na mierzonych występach.

Ćwiczenie 6. Strona 57 wiersz 26 od dołu jest „na stole B”, powinno być — „na stole B”. Strona 61 wiersz 1 od dołu jest „od 1,1 do 40 mm”, powinno być — „od 1,1 do 40 m”. Wiersz 19 od dołu jest „nie mniejszej niż 1,1 mm” — powinno być „nie mniejszej niż 1,1 m”.

Ćwiczenie 7. Strona 66 wiersz 3 od dołu jest — rys. 32 — powinno być — rys. 62 —. Pomiar stożków za pomocą sinuśnicy jest mało stosowany.

Ćwiczenie można wykonać dla celów doświadczalnych. Wskazane byłoby omówić sprawdzanie wszystkich wymiarów klina przy pomocy sinuśnicy. Należałoby jeszcze omówić sprawdzanie kąto-

ników za pomocą specjalnego przyrządu bardzo rozpowszechnionego w zakładach.

Ćwiczenie 9. Przy sprawdzeniu stożków wewnętrznych na farbę za pomocą przeciwspawdzianów należałoby zaznaczyć, że nie należy całkowicie obracać trzpienia.

Ćwiczenie 11. Przy sprawdzaniu suwmiarki należy jeszcze sprawdzić prostopadłość szczęk do liniału skalowego za pomocą kątownika 90°.

Ćwiczenie 13. Sprawdzanie dokładności wskazań czujnika zegarowego za pomocą urządzenia ze śrubą mikrometryczną może być mało dokładne z uwagi na szybkie zużywanie się śruby. Są dokładniejsze i praktyczniejsze przyrządy.

Ćwiczenie 14. Sprawdzanie przy mikroskopie dokładności pionowego przesuwu tubusu względem stołu mierniczego można również wykonać przy pomocy dokładnego kątownika i płytek wzorcowych.

Ćwiczenie 15. Należałoby omówić pomiar promieni łuków kołowych i innych krzywych przez porównanie z wykresem wykonywanym na blasze za pomocą płytek wzorcowych i rysików.

Ćwiczenie 16. Należałoby omówić sprawdzanie średnicy podziałowej gwintu za pomocą mikrometru do gwintów.

Ćwiczenie 18. Wskazane byłoby omówić określenie wymiarów charakterystycznych pary zużytych kół zębatach, o zębach prostych, o zębach skośnych, kół ślimakowych i stożkowych, następnie sprawdzanie kąta przyporu przez wymierzenie podziałki przyporu.

Ćwiczenie 20. Strona 138 wiersz 2 od góry jest „błędów gładkości powierzchni”, powinno być „błędów płaskości powierzchni”. Ćwiczenie w określaniu H_{sk} jest bardzo wartościowe — mało znane. Należałoby omówić sprawdzanie gładkości powierzchni za pomocą komparatora względnie mikroskopu steroskopowego.

W kartach do ćwiczeń należałoby wprowadzić dodatkowo kartę ewidencyjną narzędzi mierniczych wzór Tasko nr 210. Przy określaniu stanu geometrycznego powierzchni należy zastosować karty opracowane przez IOOS w Krakowie.

Jak autor zaznacza, książka obejmuje tylko najważniejsze ćwiczenia z pomiarów warsztatowych i nie wyczerpuje całego zagadnienia. Wskazane byłoby opracować podane w uwagach dodatkowe ćwiczenia i ćwiczenia z pomiarów narzędzi jak: gwintowników, narzynek, rozwiertaków, noży tokarskich, wiertel i frezów, gdyż dotychczas brak jest na ten temat odpowiedniej literatury.

Inż. Jan Ossowski

PORADNIK TECHNICZNY MECHANIK, tom V, część 1 — Organizacja Zakładów Przemysłowych. Wydanie trzecie całkowicie przerobione. Format A5, stron 640, liczne rysunki i tablice. PWT, Warszawa, 1955. Cena zł 57.

Nakładem Państwowych Wydawnictw Technicznych wyszła z druku część 1 tomu V dzieła zbiorowego pt. *Mechanik. Poradnik techniczny*. Część ta poświęcona jest organizacji zakładów przemysłowych.

Praca obejmuje według zapowiedzi wydawnictwa zagadnienia organizacyjne, związane z zarządzaniem i wytwórczością przedsiębiorstw przemysłowych i przeznaczona jest dla inżynierów i techników-mechaników pracujących na polu naukowym i w dziedzinie wytwórczości oraz dla studentów wydziałów mechanicznych wyższych szkół technicznych. Praca składa się z 16 rozdziałów opracowanych przez 15 autorów i 23 koreferentów. Redaktorem naukowym jest inż. Janusz Tymowski, redaktorem PWT — inż. Feliks Matczyński. Materiał wydawnictwa obejmuje zasadniczo 4 grupy zagadnień: Planowanie (rozdziały II i III — łącznie stron 83), Organizacja i przygotowanie techniczne (rozdziały IV, V, VI, VII, VIII, IX — łącznie stron 231), Gospodarka finansowa i koszty własne (rozdziały X i XI — łącznie stron 121), Zagadnienia ogólne (rozdziały I, XII, XIII, XIV, XV, XVI — łącznie stron 171).

Rozdział I — Podstawy socjalistycznej organizacji i zarządzania przedsiębiorstwem. Rozdział ten obejmuje następujące zagadnienia: Podstawy rozwoju i organizacji przemysłu socjalistycznego, Zasady organizacji i zarządzania w przemyśle socjalistycznym, Struktura organizacyjna przemysłu w Polsce Ludowej, Struktura organizacyjna zakładu pracy.

Rozdział II — Planowanie techniczno-ekonomiczne — łączy się z następnym rozdziałem III (Planowanie operatywne) i częściowo z rozdziałem X (Gospodarka finansowa). Podstawą do rozważań jest stwierdzenie następujące: „Planowanie zakładowe stanowi najniższy szczebel planowania przemysłowego w gospodarce socjalistycznej, które ze swej strony jest podstawą rozwoju całej gospodarki. Dlatego też plan pojedynczego zakładu przemysłowego nie może być rozpatrywany sam dla siebie, jak to ma miejsce w gospodarce kapitalistycznej, lecz winien być rozpatrywany na tle całej działalności gospodarczej państwa”.

Plan techniczno-finansowy obejmuje następujące zagadnienia: plan produkcji przemysłowej, plan techniczny zakładu przemysłowego (całokształt zamierzeń technicznych, których realizacja zapewni wykonanie planu produkcyjnego), plan zaopatrzenia materiałowego, plan zatrudnienia i płac, plan kosztów własnych, plan finansowy, plan inwestycyjny.

Cechą opracowań tego rozdziału jest to, że stawia on tylko pewne zagadnienia podstawowe — nie opiera się na przykładach z pracy zakładu.

Rozdział III — Planowanie operatywne — oprócz pojęć i definicji ogólnych omawia: dokumentację planowania i jej obieg, wydziałowe plany operatywne, doprowadzenie planu do miejsca pracy (wydział konstrukcji stalowych, wydziały metalurgiczne, wydziały obróbki mechanicznej), służbę dyspozytorską. Sposób ujęcia tematu i liczne, dobrze dobrane przykłady nadają temu opracowaniu charakter praktycznej instrukcji organizacyjnej.

Rozdział IV — Techniczne przygotowanie produkcji — omawia przygotowanie techniczne (konstrukcyjne, technologiczne, normy czasowe) i operatywne — wykonawcze (planowanie produkcji i kontrola jej przebiegu). Przygotowanie produkcji omówione jest w stosunku do produkcji jednostkowej, seryjnej i masowej. W szczególności zwraca się uwagę na zarządzenie PKPG, ustalające zasady sporządzania i zatwierdzania dokumentacji technicznej maszyn dotychczas w kraju nie produkowanych. W tablicach podane są normy czasowe technicznego przygotowania produkcji. Opracowanie zawiera materiał obfity i ciekawy, przydatny dla praktycznych rozwiązań.

Rozdział V — Planowanie rozruchu produkcji seryjnej. W tym rozdziale oprócz omówienia pojęć ogólnych podane są przykłady: obliczenia długości cyklu produkcyjnego w warunkach planowania nowej produkcji i dla wstępnego planowania operatywnego oraz opracowania planu rozwoju produkcji nowych wyrobów. Wartość materiałów tego rozdziału podnosi fakt, iż oparte są one na źródłach polskiej praktyki przemysłowej („Planowanie uruchomienia produkcji” i „Planowanie rozruchu produkcji seryjnej” — oba opracowania drukowane w „Przeglądzie Mechanicznym” w latach 1947 i 1954).

Rozdział VI — Gospodarka pomocami warsztatowymi — omawia następujące zagadnienia: zadania i zakres gospodarki pomocami warsztatowymi, normalizacja pomocy warsztatowych, klasyfikacja i znakowanie, katalog, normy zużycia, obliczanie zużycia, obliczanie funduszu obrotowego, planowanie zużycia, czynności poszczególnych komórek gospodarki pomocami warsztatowymi, wskazówki techniczno-ekonomiczne, struktura gospodarki pomocami warsztatowymi. Całość opracowania zawiera wiele pożytecznych wiadomości, rzadko spotykanych w polskiej literaturze technicznej.

Rozdział VII — Gospodarka maszynowa (właściwie — gospodarka konserwacyjno-rentowna). Brak bliższego określenia jednostki remontowej — w szczególności brak zestawienia ilości jednostek remontowych dla różnych rodzajów obrabiarek. W przykładzie na str. 261 przyjęto dla tokarki o wzniosie kłów 75 — 150 mm — 9 jednostek i nie wiadomo skąd wzięta została ta cyfra. Przy tym zaraz w następnych wierszach zaznaczono: „W ZSRR niemal wszystkie maszyny w zależności od typu i wymiarów mają ustalone jednostki remontowe. W kraju sprawa ta została częściowo unormowana instrukcją MPC Nr 30-A”. Wyciąg z tej instrukcji lub co najmniej z przepisów obowiązujących w ZSRR podniósłby wartość tego rozdziału.

Rozdział VIII — Organizacja zaopatrzenia i magazynów.

W dziale „Planowanie zapasów” i „Zestawienie planu zaopatrzenia” brak wszelkich wytycznych czy norm wskazujących choćby przykładowo cyfry z praktyki zakładów lub z odpowiednich norm opracowanych przez centralne czynniki planujące.

Rozdział IX — Organizacja kontroli technicznej. Punktem wyjścia dla opracowań tego rozdziału są następujące stwierdzenia: „Głównym zadaniem kontroli technicznej jest nadzór nad wykonaniem przedmiotów produkcji zgodnie z warunkami technicznymi i normami oraz zwalczanie braków” i „Dział kontroli technicznej jest samodzielnym działem podległym bezpośrednio dyrektorowi zakładu”.

Rozdział X — Gospodarka finansowa zakładu przemysłowego. Rozdział omawia w sposób przejrzysty podstawowe zasady gospodarki finansowej przedsiębiorstwa w systemie gospodarki socjalistycznej. Omówione są podstawy finansowe przedsiębiorstw budżetowych, przedsiębiorstw działających na zasadach rozrachunku gospodarczego, środki przedsiębiorstwa i źródła ich pochodzenia, finansowanie inwestycji, środki obrotowe, podział zysków. Szczególnie ciekawe są wiadomości dotyczące różnic pomiędzy gospodarką przedsiębiorstwa w systemie kapitalistycznym i socjalistycznym. Dotyczy to roli zysku, podatku obrotowego, funduszu zakładowego, funduszu popierania produkcji ubocznej, kontroli bankowej.

Rozdział XI. Rachunkowość, koszty własne i analiza działalności gospodarczej. Trudny i nowy materiał opracowany jest w oparciu o obowiązujące ustawy i rozporządzenia. Podrozdział o kosztach własnych podkreśla znaczenie systematycznego obniżania kosztów własnych produkcji przemysłowej. Tematy rozdziałów X i XI zazębiają się wzajemnie — dlatego też jako korzystny fakt należy podkreślić, że opracowanie tych rozdziałów powierzono jednemu autorowi. W obu rozdziałach dotyczących gospodarki finansowej nie zostały podkreślone dostatecznie wyraźnie następujące zagadnienia: ważność szybkości obrotu środków materiałowych i pieniężnych i sposobów, jakimi ta szybkość obrotu może być podwyższona oraz prawa, obowiązki i odpowiedzialność głównych buchalterów.

Rozdział XII — Normowanie pracy — opracowanie wykonane zasadniczo wg „Maszynostrojenia” tom 15. Omówione zostały normy odlewnicze, kuźnicze, spawalnicze, obróbki skrawaniem, normy ślusarsko-montażowe. Omówiono również metody normowania pracy — analityczne (analityczno-obliczeniowe, analityczno-graficzne), sumaryczne (porównawczo-statystyczne szacunkowe), chromometrą, fotografia dnia roboczego.

Opracowanie zawiera wiele pojęć ogólnych, mało przykładów praktycznych.

Rozdział XIII — Bezpieczeństwo i higiena pracy. W tym rozdziale, którego treść określa tytuł — brak wiadomości o ubezpieczeniach społecznych i o bezpieczeństwie przeciwpożarowym.

Rozdział XIV — Normalizacja — zawiera bardzo precyzyjne określenie pojęć i zakresu normalizacji. Przydatność tego opracowania mogłaby być podniesiona przez podanie przykładów możliwości i granic stosowania normalizacji dla prac związanych z projektowaniem zakładów.

Rozdział XV — Prawo o miarach i administracja miar opiera się na stwierdzeniu, że najróżnorodniejsze dziedziny życia są związane z dokonywaniem pomiarów za pomocą odpowiednich narzędzi mierzniczych. Omówione miary i pomiary dotyczą prawie wyłącznie pomiarów warsztatowych. W wydawnictwie, takim jak omawiane, byłoby wskazane podanie sposobu pomiaru lub przynajmniej omówienie czynności pomiarowych związanych z wykonaniem planów generalnych zakładów przemysłowych.

Rozdział XVI — Wynalazczość i znaki towarowe — zawiera dobrze ujęte i przedstawione wiadomości o wynalazkach ze szczególnym uwzględnieniem wynalazczości pracowniczej.

Wartość wydawnictwa polega na tym, że zebrane zostały bodaj po raz pierwszy w polskiej literaturze technicznej wszystkie wiadomości z dziedziny organizacji zakładów przemysłowych w socjalistycznym systemie gospodarowania. Charakter opracowania zbiorowego powoduje, że opracowania są niejednolite, jeśli chodzi o sposób ujmowania różnych i wielorakich zagadnień. Wyraża się to w odległości, z jakiej różni autorzy rozpatrują omawiane przez siebie zagadnienia przemysłowe i wpływa na stopień przydatności opracowań dla rozwiązywania praktycznych zadań związanych z organizacją i zarządzaniem zakładem przemysłowym. Zwrócono na to uwagę przy omawianiu poszczególnych rozdziałów. Należy oczekiwać, że zapowiadzana 2 część „Poradnika” będzie na wielu odcinkach uzupełnieniem części 1.

Praca zbiorowa zapoczątkowana omawianym „Poradnikiem” stanowi pożyteczny wkład do polskiej literatury technicznej i stanowić będzie cenną pomoc dla coraz bardziej zwiększających się kadr personelu technicznego, związanego z rozbudową przemysłu krajowego.

Inż. Jan Dąbrowski

WYDAWCA: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA, WARSZAWA, Czackiego 3/5

Komitet Redakcyjny: mgr inż. PAWEŁ KOSIERADZKI, mgr inż. STANISŁAW KULESA, dr inż. JAN OBALSKI, inż.-mech. FELIKS MATCZYŃSKI, prof. dr inż. ALEKSY PIATKIEWICZ, prof. mgr inż. ZDZISŁAW RYTEL, mgr inż. LECH STRZELECKI,

prof. mgr inż. JÓZEF ZAGÓRSKI, mgr inż. EDWARD ŻMIHORSKI

Redaktor Naczelny: prof. mgr inż. MARIAN WAKALSKI

Z-ca Redaktora Naczelnego: inż.-mech. WŁADYSŁAW KAWĘCKI

Sekretarz redakcji: JULIA KULINICZ

Redaktor techniczny: ROŻA MILER

Nowa metoda wykonania niektórych części rowerowych

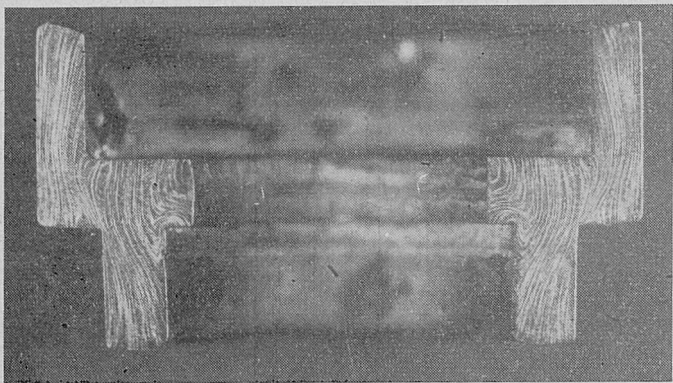
Przedmioty drobne o skomplikowanych kształtach, wykonywane dotychczas przez skrawanie na automatach lub tokarkach rewolwerowych, produkować można całkowicie lub częściowo przez wyciskanie na zimno, a obróbkę skrawaniem stosować jedynie jako dodatkową lub wykańczającą. W wyniku zastąpienia obróbki skrawaniem obróbką plastyczną osiąga się szereg korzyści:

1. znaczne oszczędności na materiale — wykorzystanie jego dochodzi do $90 \div 95\%$;
 2. dużą gładkość powierzchni — po wyciskaniu produkt może posiadać powierzchnię o gładkości odpowiadającej gładkości powierzchni szlifowanej i polerowanej;
 3. polepszenie własności mechanicznych — wyciskaniu towarzyszy silny zgniot i umocnienie, produkt posiada korzystny układ włókien;
 4. wyciskanie zapewnia dużą dokładność wymiarową wyrobu;
 5. zmniejszenie czasu wykonania — produkty w kształcie głębokich miseczek wykonuje się najczęściej przez tłoczenie z blachy. Jest to proces wielooperacyjny, wymagający kompletu narzędzi i przyrządów, jak również licznych zabiegów międzyoperacyjnych np. wyżarzania, obcinania, przygotowania powierzchni itp. Przy wyciskaniu na zimno wyroby takie uzyskać można w jednej operacji. Oszczędność czasu i kosztów narzędzi jest przy wyciskaniu bardzo znaczna.
- W Zakładzie Prasowania i Kucia IOP opracowano i sprawdzono technologię wyciskania na zimno szeregu wyrobów, m. in. wyrobów ze stali niskowęglowej gatunku 10 oraz alu-

Rysunek 2 przedstawia schemat narzędzi do wyciskania półwyrobu pierścienia.

TABLICA I

Operacja	Szkic	Nazwa narzędzia	Nazwa maszyny lub urządzenia
Odciecie z pręta $\varnothing 33,5$ mm krążka o grubości 8 mm		nóż ucinak	tokarka — ucinarka
Bonderyzowanie			wanna
Wyciskanie		tłocznik zamknięty	prasa korbowa 200 ton
Wycinanie otworu 16 mm		dziurkownik	prasa mimośrodowa 16 ton
Dalsza obróbka frezowaniem			
Nawęglanie i hartowanie			



Rys. 1. Makrostruktura półwyrobu rowerowego pierścienia kłowego.

Półwyrob rowerowego pierścienia kłowego (rys. 1) ze stali gatunku 10 wykonany został w dwóch operacjach kształtowania. Dotychczas pierścień ten wykonuje się wyłącznie obróbką wiórową.

Schemat technologii wykonania półproduktu pierścienia przedstawiony jest w tablicy I.

CieŜar materiału potrzebnego na wykonanie 1000 sztuk pierścieni metodą skrawania wynosi 168 kg, podczas gdy cieŜar — na wykonanie tych samych pierścieni obróbką bezwiórową wynosi 81,6 kg. CieŜar gotowych tysiąca pierścieni wynosi 51 kg. Zatem przy wykonaniu 1000 pierścieni obróbką skrawaniem otrzymuje się 117 kg odpadów, natomiast przy obróbce płatkowej tylko 30,6 kg.

Gładkość powierzchni pierścienia wyciskanego odpowiada gładkości uzyskiwanej przez szlifowanie, przy jednoczesnym zachowaniu duŜej dokładności wymiarowej.

Rysunek 1 przedstawia makrostrukturę pierścienia wyciskanego przeciętego wzdłuŜ osi; widoczny jest na nim korzystny układ włókien.

Twardość materiału wzrosła po zgniocie o 40 do 70%. Krążek wyjściowy posiadał twardość około 100 HB, natomiast wyciśnięty pierścień — w części poddanej największemu zgniotowi, tj. w denku — posiadał twardość około 170 HB.

W celu obliczenia nacisku potrzebnego do wyciśnięcia pierścienia naleŜy go — ze względu na rodzaj wyciskania — podzielić na dwie części:

- a) część górną półwyrobu kształtuje się przez wypływ materiału w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu stempla (wyciskanie przeciwbieżne);
- b) część dolną półwyrobu powstaje dzięki wypływowi materiału w kierunku zgodnym z kierunkiem ruchu stempla (wyciskanie współbieŜne).

Wymagany nacisk przy wyciskaniu przeciwbieżnym, w rozpatrywanym przypadku obliczamy ze wzoru*)

$$P_1 = \frac{k_{fsr}}{\eta_p} F_o \left(\ln \frac{d_o}{d_o - d_1} - 0,19 \right)$$

gdzie: k_{fsr} — zastępcze naprężenie plastyczne (dla stali 10 przyjmuje się $k_{fsr} = 35 \text{ kg/mm}^2$);

d_o — średnica krążka wyjściowego w mm;

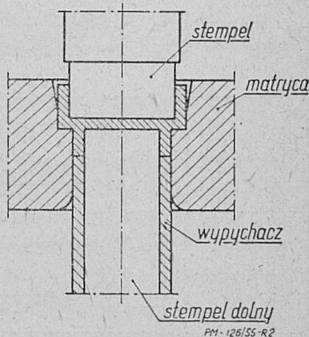
d_1 — średnica stempla w mm;

F_o — powierzchnia przekroju materiału wyjściowego w mm^2 ;

η_p — sprawność procesu wyciskania, dla wartości $\ln \frac{d_o}{d_o - d_1} - 0,19 = 1,61$ przyjmujemy $\eta_p = 0,47$

Po podstawieniu otrzymamy

$$P_1 = \frac{35}{0,47} 890 \cdot 1,61 \cong 107000 \text{ kG}$$



Rys. 2. Schemat narzędzi do wyciskania półwyrobu pierścienia kłowego.

*) Patrz: F. Tychowski: Wyciskanie metali. Prace Inst. Mech., nr 13, 1954.

Dla obliczenia nacisku przy wyciskaniu współbieżnym części dolnej pierścienia posłużymy się następującym wzorem:

$$P_2 = \frac{k_{fsr}}{\eta p} F_o \cdot \ln \frac{F_o}{F_1}$$

gdzie: F_1 — powierzchnia przekroju rozpatrywanej części pierścienia w mm².

Dla wartości $\ln \frac{F_o}{F_1} = 0,92$, przyjmujemy $\eta_p = 0,6$.

Po podstawieniu otrzymamy

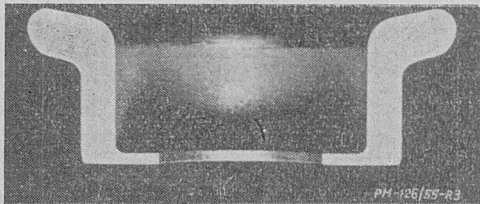
$$P_2 = \frac{35}{0,6} \cdot 890 \cdot 0,92 \cong 47600 \text{ kG}$$

Całkowity nacisk przy wyciskaniu półwyrobu pierścienia kłowego winien więc wynosić

$$P = P_1 + P_2 = 107000 + 47600 = 154600 \text{ kG}$$

Zanotowany w próbach maksymalny nacisk przy wyciskaniu półwyrobu omawianego pierścienia wynosił 159000 kG; stąd widać, że obliczeniowa wartość nacisku prawie nie odbiega od siły określonej doświadczalnie.

Dalszym przykładem możliwości zastosowania wyciskania w produkcji części rowerowych są miski szprychowe, wykonane z alupolonu. Dla miski szprychowej, przedstawionej na rysunku 3, schemat procesu technologicznego podany jest



Rys. 3. Półwyrób miski szprychowej prawej.

w tablicy II. Miskę taką wykonać można przez wyciskanie na gotowo, z wyjątkiem wierconych otworów szprychowych. Schemat narzędzi do wyciskania podaje rys. 4.

Odcięty z pręta krążek spęczany jest w tłoczniku przedstawionym schematycznie na rys. 4 a. Produkt po spęczeniu poddany jest wyciskaniu w tłoczniku przedstawionym schematycznie na rys. 4 b. Kołnierz tego produktu zamocowany zostaje w matrycy zamkniętej. Przy ruchu stempla w dół

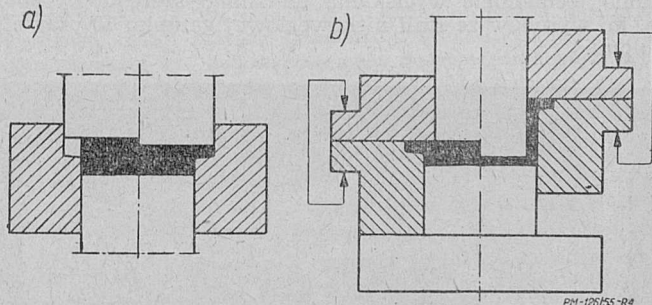
TABLICA II

Operacja	Szkic	Nazwa narzędzia	Nazwa maszyny lub urządzenia
Odcięcie z pręta $\varnothing 37$ mm krążka o grubości 11 mm		nóż ucinak	tokarka ucinarka
Spęczanie		tłocznik zamknięty	prasa korbowa 150 ton
Wyciskanie		tłocznik zamknięty	prasa korbowa 150 ton
Dotłaczanie		tłocznik zamknięty	prasa korbowa 150 ton
Wycięcie otworu $\varnothing 18,5$ mm		dziurkownik	prasa mimośrodowa 16 ton
Wiercenie otworów		wiertło	wiertarka

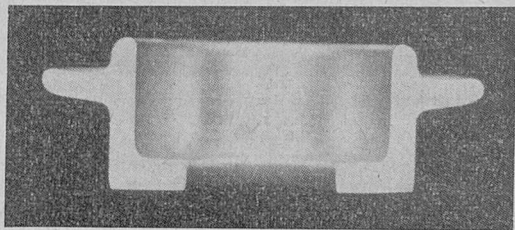
TABLICA III

Operacja	Szkic	Nazwa narzędzia	Nazwa maszyny lub urządzenia
Odcięcie z pręta $\varnothing 35$ mm krążka o grubości 8 mm		nóż ucinak	tokarka ucinarka
Spęczanie		tłocznik zamknięty	prasa korbowa 150 ton
Wyciskanie		tłocznik zamknięty	prasa korbowa 150 ton
Wycięcie otworu $\varnothing 18,5$ mm		dziurkownik	prasa mimośrodowa 16 ton
Dotłaczanie		tłocznik zamknięty	prasa mimośrodowa 63 tony

następuje wyciskanie cylindrycznej części miski. Taki proces formowania zapobiega obcinaniu kołnierza miski. W operacji dotłaczania następuje ostateczne nadanie kształtu oraz kalibrowanie wymiarów wyrobu. W operacji — dziurkowanie — oprócz wycięcia otworu w dnie miski zachodzi także obci-



Rys. 4. Schemat narzędzi do wyciskania półwyrobu miski szprychowej prawej: a) — operacja I — spęczanie, b) — operacja II — wyciskanie.



Rys. 5. Półwyrób miski szprychowej lewej.

nanie rąbka na zewnętrznym obwodzie kołnierza, powstałego w czasie dotłaczania.

Podobny przebieg ma proces technologiczny miski szprychowej lewej (rys. 5) przedstawiony w tablicy III.

Podczas prób wyciskania stwierdzono, że po pewnym czasie powiększa się średnica miseczki w części cylindrycznej. Zjawisko to powstaje na skutek naprężeń wewnętrznych pozostałych po obróbce na zimno oraz starzenia. Ze względu na to, że wymiar wewnętrznej średnicy miseczki jest tolerowany, konieczne jest doświadczalne określenie wymiarów stempla dotłaczającego w taki sposób, by gotowa miska po okresie paru dni posiadała wymagane wymiary.

Przedstawione przykłady nie wyczerpują wszystkich możliwości zastosowań nowoczesnej metody wyciskania w produkcji części rowerowych i wielu innych części maszyn.

J. Kostrzyński i T. Rut