

75 20/2

PRZEGĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY

Z ZAKRESU
BUDOWY MASZYN, A W
SZCZEGÓLNOŚCI KONSTRUK-
CJI OBRABIAREK, SILNIKÓW
PRZEMYSŁOWYCH, DŹWIG-
NIC I PRZENOŚNIKÓW, TUR-
BIN PAROWYCH I KOTŁÓW,
TURBIN WODNYCH, POMP I
SPRĘŻAREK, MASZYN CIĘŻ-
KICH, MASZYN BUDOWLA-
NYCH I ROLNICZYCH ORAZ
APARATURY PRZEMYSŁOWEJ
Z UWZGLĘDNIENIEM MA-
TERIAŁOZNAWSTWA, OBRÓB-
KI CIEPLNEJ METALI, KON-
TROLI TECHNICZNEJ, EKSPLO-
ATACJI MASZYN ORAZ
ORGANIZACJI PRODUKCJI.



ROK XIII

MAJ 1954

ZESZYT 5

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS TREŚCI ZESZYTU 5/54

<i>Pierwszy Maj — radosne święto ludu pracującego</i>	133
Założenia współpracy resortu przemysłu maszynowego ze stowarzyszeniami naukowo-technicznymi — <i>Inż. — Jan Legat</i>	134
<i>Mgr inż. Władysław Stolarek</i> — Planowanie rozruchu produkcji seryjnej. Cz. I. — Obliczanie kalendarzowej długości cyklu produkcyjnego dla planowania produkcji seryjnej	136
<i>Prof. mgr inż. Tadeusz Hobler</i> — Smukłość wymiennika ciepła	140
<i>Mgr inż. Kazimierz Pawlicki</i> — Boczne odchylenie liny na krążkach i bębnach	143
<i>Mgr inż. Stanisław Rytwiński</i> — Nowe podstawy wytrzymałościowych obliczeń części maszynowych	147
<i>Mgr inż. Andrzej Józefik</i> — Noże tokarskie ścinowe	152
<i>Dr Ludwik Kozłowski, mgr inż. Kazimierz Pogórecki, mgr inż. Hanna Żak</i> — Metoda produkcji odlewanych magnesów trwałych typu Alni, Alniko i Magniko	156
<i>Mgr inż. Marian Rogoziński</i> — Uwagi w sprawie konferencji „Oszczędność Tworzyw w Budowie Maszyn i Urządzeń” (dokończenie)	160

PRZEGLĄD PRASY TECHNICZNEJ

Obróbka metali śrutowaniem w stanie napięcia statycznego — <i>C. D.</i>	162
Urządzenie do badań wytrzymałościowych w niskich temperaturach — <i>J. St. K.</i>	163
Ustalanie nakrętek za pomocą sprężyny śrubowej — <i>W. S.</i>	164

WIADOMOŚCI SIMP

Konferencja Naukowo-Techniczna poświęcona Plastycznej Obróbce Metali	164
--	-----

BIBLIOGRAFIA	165
------------------------	-----

Biuletyn Informacyjny Instytutu Obróbki Plastycznej

Przegląd Dokumentacyjny Mechaniki

W NASTĘPNYM ZESZYCIE

ukazą się m. in. artykuły:

Kierunki postępu technicznego w budowie kotłów
 Badania grubości powłok anodowych na aluminium
 Przyczyny falistości powierzchni przy toczeniu nożem Kolesowa
 Obliczanie odstepu osi kół przy napędzie pasami klinowymi
 Próby wprowadzenia statystycznej kontroli jakości w CSR

WYDAWCA: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA, WARSZAWA, Czackiego 3/5
 Komitet Redakcyjny: mgr inż. PAWEŁ KOSIERADZKI, mgr inż. STANISŁAW KULESZA, dr inż. JAN OBALSKI, inż.-mech. FELIKS MATCZYŃSKI, prof. dr inż. ALEKSY PIĄTKIEWICZ, prof. mgr inż. ZDZISŁAW RYTEL, mgr inż. LECH STRZELECKI, prof. mgr inż. JÓZEF ZAGORSKI, 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: JOZEF IZYCKI

WARUNKI PRENUMERATY

Prenumerata normalna	
Kwartalna	zł 27.—
półroczna	„ 54.—
roczna	„ 108.—

Zgłoszenia przyjmują wyłącznie urzędy pocztowe oraz listonosze wiejscy i miejscy. Termin zgłoszenia prenumeraty upływa z dniem 10 każdego miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty.

Pojedyncze zeszyty „Przeglądu Mechanicznego” można nabyć jedynie w Wydziale Zbytu Czasopism Technicznych NOT, Warszawa, Czackiego 3/5. Zakupu można dokonać osobiście względnie przesyłką pocztową po uprzednim wpłaceniu należności (za zeszyt i koszty przesyłki) na konto PKO W-wa. I-21338/113 z wyszczególnieniem opłaconych zeszytów. Cena pojedynczego zeszytu zł. 9, porto zł. 0.45.

Prenumerata ulgowa
 (½ ceny prenum. norm.)
 Z prenumeraty ulgowej mogą korzystać członkowie stowarzyszeń technicznych NOT, członkowie klubów racjonalizacji i techniki oraz studenci szkół wyższych. Zgłoszenia (tylko zbiorowe) przez oddziały wojewódzkie NOT oraz koła naukowe studentów przyjmuje PPK „Ruch” Warszawa, ul. Srebrna 12, Centralna Ekspedycja, po uprzednim wpłaceniu należności na konto PKO Nr I-14000/110.

NOT — Naczelna Organizacja Techniczna. 1954. Warszawa.
 Nakład 6.400 egz. Ark. wyd. 8 — druk. 5. Papier druk. sat. kl. V, 60 g, 86×122.
 Oddano do składania 20.III.54. Podp. do druku 11.V.54. Druk uk. 14.V.54.
 Drukarnia im. Rewolucji Październikowej, W-wa. Zam. 358c/54. 5-B-13562

PRZEGŁĄD 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. 608-66

Pierwszy Maj — radosne święto ludu pracującego

Przed dziesięcioma laty obchodziliśmy po raz pierwszy Święto Pierwszomajowe w odrodzonej Ojczyźnie, wyzwolonej przez bohaterską, bratnią Armię Czerwoną z jarzma ucisku narodowego i społecznego. Pierwszy Maj w roku 1945 był dniem, w którym po raz pierwszy w historii naszego kraju lud pracujący miast i wsi obchodził radośnie swoje święto, demonstrował na cześć zwycięstwa nad faszyzmem, na cześć zwycięstwa idei sprawiedliwości społecznej. Wówczas trwała jeszcze wojna, a kraj nasz leżał w zgliszczach i ruinie po straszliwej, pięcioletniej okupacji hitlerowskiej. Przed masami pracującymi stały nowe zadania: odbudowy i rozbudowy gospodarki narodowej oraz utrwalenia wielkiej przemiany gospodarczej i społecznej jaka się dokonywała w naszym kraju.

W pamiętnym dniu Pierwszego Maja 1945 rozpoczął się więc okres wytężonej, ofiarnej pracy nad odbudową zniszczonego kraju, nad pogłębianiem świadomości społecznej i politycznej narodu. Każde następne święto majowe, obchodzone w wyzwolonej Ojczyźnie, przynosiło nowe osiągnięcia i zarazem zobowiązywało do nowych wysiłków, do dalszej pracy dla dobra kraju i narodu.

W pierwszym okresie po wyzwoleniu trzeba było dokonać wielkiego dzieła odbudowy, podnieść z gruzów zniszczone miasta i wsie, uruchomić zdevastowane zakłady przemysłowe, zapewnić dostawy żywności dla miast i artykułów przemysłowych dla wsi. Był to okres niezmiernie trudny i wymagający olbrzymich wysiłków i wielkiej ofiarności całego narodu. Dzięki bezinteresownej pomocy Związku Radzieckiego zostały zrealizowane zadania planu 3-letniego i otworzyły się możliwości budowy podstaw socjalizmu w naszej Ojczyźnie. Rozpoczął się okres realizacji planu 6-letniego, planu wszechstronnego rozwoju gospodarki narodowej, podniesienia dobrobytu mas pracujących.

W latach 1950 ÷ 1953 nastąpił znaczny rozwój sił wytwórczych i umocnienie socjalistycznych stosunków produkcji, w okresie tym skoncentrowaliśmy cały nasz wysiłek i wszystkie środki na socjalistycznym uprzemysłowieniu kraju, stanowiącym podstawę rozwoju całej gospodarki narodowej. Powstały nowe okręgi przemysłowe: rzeszowski, lubelski, białostocki, kujawski. Rozwinął się przemysł na Ziemiach Odzyskanych. Rozwój przemysłu pociągnął za sobą zasadnicze zmiany w strukturze ludności i w jej składzie zawodowym. Szybko i nieustannie wzrastała klasa robotnicza, zdobywając coraz bardziej dominującą rolę polityczną, co wywarło wpływ na przebieg zachodzących przemian gospodarczych i na umocnienie sojuszu robotniczo-rolniczego.

Szybki rozwój przemysłu ciężkiego dawał podstawy do rozwoju również i innych dziedzin gospodarki narodowej, a przede wszystkim rolnictwa. Socjalistyczny przemysł dostarczał rolnictwu w ciągu tych lat coraz to większych ilości środków wytwórczości, umożliwiając w ten sposób stopniową przebudowę socjalistyczną rolnictwa. Jednakże mimo niewątpliwie pozytywnych osiągnięć w dziedzinie produkcji rolniczej (zwłaszcza na odcinku rolnictwa uspołecznionego) w całości rolnictwo pozostało w tyle za przemysłem i nie wykonało zadań przewidzianych w planie 6-letnim. Dysproporcja między rozwojem produkcji przemysłu a rolnictwa oraz dysproporcja wewnątrz przemysłu między produkcją środków produkcji i produkcją środków spożycia doprowadziła do tego, że przewidziany w planie 6-letnim poziom stopy życiowej ludności nie został w pełni osiągnięty.

II Zjazd Partii dokonał szczegółowej analizy osiągnięć gospodarczych za cztery lata planu 6-letniego, oceny tych osiągnięć, podsumowania wyników, wskazał błędy i niedociągnięcia oraz wytyczył nowe linie postępowania, które w efekcie doprowadzą do realizacji głównego zadania — do przyspieszenia wzrostu stopy życiowej i dalszego podniesienia poziomu kulturalnego ludzi pracy.

Tegoroczne Święto Majowe jest tym większe i cenniejsze, że obchodzimy je bezpośrednio po odbyciu II Zjeździe Partii. Wiemy jak wielkie osiągnięcia mamy za sobą, wiemy jakie zadania stoją przed nami, aby te osiągnięcia utrwalić i rozwinąć, wiemy do jakiego celu zmierzają nasze wysiłki, nasza praca. Wiemy, że nic z naszej pracy nie pójdzie na marne, że przyczyni się ona do zbudowania wielkiego, potężnego, socjalistycznego państwa, do stworzenia szczęśliwej Ojczyzny dla nas i naszych dzieci. Budując socjalizm, podnosząc stopę życiową mas pracujących, pracujemy dla siebie, dla Ojczyzny i dla pokoju. I to przeświadczenie o słuszności naszej drogi, o niewątpliwym zwycięstwie, które na tej drodze osiągniemy, daje poczucie głębokiej radości, z jaką czcimy i obchodzimy tegoroczne Święto Pracy — Pierwszy Maja. Wszystko to, co osiągnęliśmy i to co osiągniemy — to dzieło naszej pracy.

Na obecnym etapie — w ciągu dwóch ostatnich lat realizacji planu 6-letniego, inżynierowie i technicy mechanicy polscy mają jasno wytyczone główne zadania: wzrost mechanizacji rolnictwa i wzrost wytwórczości środków spożycia w dziedzinie przemysłu metalowego. Tak jak dotychczas inżynierowie i technicy mechanicy polscy zawsze z największą gotowością odpowiadali na wezwania Partii i Rządu, wykonując postawione przed nimi zadania, tak i obecnie nie cofną się przed nowymi wysiłkami, aby ofiarną pracą przyczynić się do zwycięskiej realizacji ostatnich dwóch lat planu 6-letniego.

Witając radośnie tegoroczne Święto Pracy, inżynierowie i technicy mechanicy polscy mogą z dumą spojrzeć na swoje dotychczasowe osiągnięcia w rozwoju gospodarki narodowej Polski Ludowej. Nie wolno jednak ograniczyć się do podsumowania sukcesów; trzeba widzieć i rozumieć dalsze zadania, trzeba przystąpić do ich wykonania z ofiarnością i entuzjazmem, z głębokim przekonaniem i wiarą w słuszność idei i sprawy.

Założenia współpracy resortu przemysłu maszynowego ze stowarzyszeniami naukowo-technicznymi

Inż. JAN LEGAT

W maju ub. r. podjęta została Uchwała Prezydium Rządu o doniosłym znaczeniu dla stowarzyszeń naukowo-technicznych, zrzeszonych w NOT. Uregulowała ona w sposób zasadniczy formy współpracy organów administracji gospodarczej ze stowarzyszeniami i określiła zakres obowiązków oraz świadczeń ze strony resortów na wszystkich szczeblach organizacyjnych na rzecz stowarzyszeń.

Konieczność podjęcia Uchwały (noszącej numer 394/53) wynikała z coraz to żywszej działalności stowarzyszeń w dziedzinie podnoszenia poziomu zawodowego kadr technicznych oraz coraz intensywniejszego ich współdziałania z resortami oraz podległymi im komórkami jak: centralne zarządy, zakłady produkcyjne, biura konstrukcyjne, instytuty naukowo-badawcze itd. Rzecz oczywista, że działalność ta nie mogła mieć formy żywiołowej, ale w wyniku coraz to większego nasilenia musiała stać się planową i systematyczną. Jednocześnie z tym, odpowiedzialne komórki administracji gospodarczej musiały otrzymać od Rządu wytyczne, w jaki sposób mają podjąć tę współpracę i w jakim zakresie muszą okazywać pomoc stowarzyszeniom, aby wysiłki tych stowarzyszeń w dziedzinie szerzenia postępu technicznego przyniosły dla gospodarki narodowej jak największe korzyści.

Ogólne założenia omawianej Uchwały, podjętej przez Prezydium Rządu w dniu 30 maja 1953, były następujące:

- założenie na kierowników jednostek gospodarki uspołecznionej wszystkich szczebli organizacyjnych obowiązku ścisłego współdziałania w zakresie rozwijania postępu technicznego z organami stowarzyszeń naukowo-technicznych,
- ustalenie zasady, że plany działalności wszystkich ogniw stowarzyszeń będą tworzone przy współpracy organów administracji gospodarczej, w oparciu o zadania wynikające z planu resortu w dziedzinie techniki i organizacji produkcji,
- analogicznie biorąc — wytyczne planu postępu technicznego ustalane przez resort będą opracowywane przy współudziale przedstawicieli zarządów głównych stowarzyszeń,
- zlecenie przedstawicielom resortu na odpowiednich szczeblach dokonywania oceny wyników pracy stowarzyszeń na odcinku wzajemnej współpracy, przy czym oceny pracy kół zakładowego dokonują kierownicy zakładów łącznie z przedstawicielami kół zakładowego, zaś oceny pracy stowarzyszeń w skali centralnej dokonuje zebranie kolegium ministerialnego,
- zapewnienie udziału kierowników odpowiednich szczebli resortu w organizowanych przez stowarzyszenia zebraniach, zjazdach i naradach poświęconych omawianiu form mobilizacji inżynierów i techników do prac w dziedzinie postępu technicznego oraz podnoszeniu kwalifikacji zawodowych personelu inżynieryjno-technicznego zakładów pracy,
- w analogiczny sposób zapewnienie udziału przedstawicieli zarządów kół zakładowych stowarzyszeń we wszystkich odprawach i naradach organizowanych przez kierowników zakładów pracy a dotyczących planu rozwoju postępu technicznego,
- zapewnienie stowarzyszeniom przez organy resortu odpowiedniej pomocy organizacyjnej w pracach na odcinku postępu technicznego i realizacji podejmowanych w tym celu zobowiązań.

Uchwała oparta na wyżej podanych zasadach została wprowadzona w życie, przy czym poszczególne resorty zostały zobowiązane do opracowania i wydania szczegółowych przepisów wykonawczych do uchwały, po zasięgnięciu opinii zarządów głównych właściwych stowarzyszeń naukowo-technicznych.

Takim przepisem wykonawczym w zakresie resortu przemysłu maszynowego jest Zarządzenie Nr 41 Ministra Przemysłu Maszynowego z dnia 31 marca 1954. Zarządzenie to w sposób bardzo wyczerpujący rozwija zasadnicze tezy Uchwały Prezydium Rządu z dnia 30 maja 1953 oraz konkretnie wskazuje na obowiązki wszystkich szczebli resortu wobec trzech ściśle z resortem współdziałających stowarzyszeń naukowo-technicznych, tj. Inżynierów i Techników Mechaników Polskich (SIMP) i Inżynierów i Techników Elektryków Polskich (SEP) oraz Inżynierów i Techników Odlewników Polskich (STOP).

Zarządzenie składa się z dwóch części, stanowiących nierozłączną całość. Pierwsza część — właściwe zarządzenie podpisane przez Ministra — jest przeniesieniem treści Uchwały Prezydium Rządu z dnia 30 maja 1953 r. na teren komórek organizacyjnych, podległych Ministrowi Przemysłu Maszynowego. Podobnie jak uchwała jest ono sformułowane zwięźle, krótko i dotyczy raczej zasadniczych form współdziałania organów resortu z ogniwami stowarzyszeń. Większa część postanowień zawartych w Zarządzeniu są to powtórzone poszczególne pozycje Uchwały Prezydium Rządu, zmodyfikowane pod kątem widzenia układu organizacyjnego resortu. Zarządzenie nakłada zatem na komórki resortu obowiązek nawiązania ścisłej współpracy z ogniwami właściwych branżowo stowarzyszeń naukowo-technicznych, w skali centralnej powierzając realizację Uchwały Departamentowi Techniki MPM. Następnie w oparciu o Uchwałę, Zarządzenie poleca powiązanie organów resortu z zarządami głównymi SIMP, SEP i STOP oraz zarządami kół zakładowych tych stowarzyszeń, dla zapewnienia współpracy przy planowaniu zadań w dziedzinie postępu technicznego. Ocena wykonawstwa tych zadań przez stowarzyszenia, zgodnie z brzmieniem Uchwały zlecona jest kierownikom zakładów pracy w odniesieniu do kół zakładowych oraz kolegium ministerialnemu w skali centralnej działalności stowarzyszeń.

Ważnym uzupełnieniem Ustawy jest zawarte w Zarządzeniu zalecenie powierzania stowarzyszeniom organizacji konferencji naukowo-technicznych, kursów, odczytów, pokazów, wystaw oraz innych form wprowadzania postępu technicznego i podnoszenia kwalifikacji personelu techniczno-inżynieryjnego. Takie ujęcie zadań stowarzyszeń pozwala na formalną działalność ich w imieniu resortu przemysłu maszynowego, co znacznie ułatwia zagadnienia organizacyjne, finansowe, werunkowe itp.

Drugą częścią omawianego Zarządzenia jest instrukcja, która w sposób szczegółowy i wnikliwy uzupełnia oraz komentuje poszczególne postanowienia tak Zarządzenia jak i Uchwały.

Na wstępie instrukcja stwierdza, że ożywienie działalności SIMP, SEP oraz STOP ma poważny wpływ na realizację narodowych planów gospodarczych, postawionych do wykonania przed resortem przemysłu maszynowego. Wielkość wkładu pracy stowarzyszeń w realizacji tych planów jest jednak w poważnym stopniu uzależniona od tego, w jakim stopniu reprezentują one i jednoczą aktywność inżynieryjno-techniczną. Jedynie pełne zrzeszenie inżynierów i techników w ramach organizacji naukowo-technicznych zagwarantuje skuteczność działania tych organizacji. W pracy nad zrzeszaniem personelu inżynieryjno-technicznego czyli nad przyciąganiem go do aktywnego działania w stowarzyszeniach, instrukcja wyznacza wyraźną rolę kierownikom zakładów pracy.

„Niezależnie od wysiłku stowarzyszeń zmierzających w kierunku umasowienia organizacji — mówi instrukcja — kierownicy poszczególnych szczebli administracji gospodarczej powinni stwarzać na terenie zakładów pracy przychylne warunki dla masowego werbunku nowych członków stowarzyszeń naukowo-technicznych, powinni współdziałać przy tworzeniu kół zakładowych w przypadku, gdy nie są one jeszcze zorganizowane oraz udzielać pomocy istniejącym ogniom organizacyjnym stowarzyszeń a w szczególności kołom zakładowym, jako komórkom bezpośrednio działającym w zakładach pracy.

Instrukcja w bardzo przejrzysty i konkretny sposób przedstawia zagadnienie pomocy, której udzielać muszą organa resortu ogniwem stowarzyszeń naukowo-technicznych. Sprawie tej poświęcony jest p. 6 instrukcji, który brzmi:

„Pomoc udzielana stowarzyszeniom powinna być możliwie wszechstronna i w pierwszym rzędzie dotyczyć spraw organizacyjnych, szkoleniowych, finansowych i gospodarczych.

Pomoc w zakresie spraw organizacyjnych — poza wymienionym wyżej współdziałaniem przy organizowaniu kół zakładowych — objawiać się może przez:

a) delegowanie przedstawicieli administracji gospodarczej jako stałych członków komisji, działających w ramach stowarzyszeń, członków komitetów organizacyjnych konferencji naukowo-technicznych, członków komitetów redakcyjnych czasopism technicznych, członków rad naukowych ośrodków szkoleniowych itp.;

b) wyznaczanie przedstawicieli administracji gospodarczej jako referentów na walnych zjazdach, odprawach, konferencjach i naradach aktywno stowarzyszeniowego;

c) ułatwienia w organizowaniu wycieczek naukowych, wystaw, pokazów itp.;

d) zwalnianie z pracy dla wykonywania ważnych czynności w ramach prac stowarzyszenia, delegowanie na doroczne walne zjazdy członków stowarzyszeń, na posiedzenia ważnych komisji, komitetów organizacyjnych itp.

Pomoc w zakresie spraw szkoleniowych może znaleźć wyraz przez:

a) udostępnianie materiałów dotyczących popularyzacji nowych metod pracy;

b) zapewnianie możliwości korzystania z wyposażenia instytutów naukowo-badawczych, laboratoriów, zakończonych prac naukowych itp.;

c) delegowanie podległego personelu na zjazdy naukowe organizowane przez stowarzyszenia, na konferencje naukowo-techniczne, odprawy, narady itp.;

d) wyznaczanie spośród podległego personelu wykładowców na kursy organizowane przez stowarzyszenia;

e) współudział przy ustalaniu tematyki kursów i odczytów organizowanych przez stowarzyszenia.

Pomoc w zakresie spraw finansowych dotyczyć może:

a) pokrywania kosztów organizowania i prowadzenia kursów lub odczytów urządzanych na zlecenie resortu;

b) współudziału w kosztach organizowania konferencji naukowo-technicznych, przez nabywanie kart uczestnictwa w konferencji;

c) współudziału w pokrywaniu kosztów związanych z organizacją wystaw lub pokazów instruktażowych, mających poważne znaczenie dla resortu;

d) wydawnictwa skryptów lub materiałów pokonferencyjnych,

e) wyposażenia w pomoce naukowe ośrodków szkoleniowych prowadzonych przez stowarzyszenia.

Pomoc w zakresie spraw gospodarczych może się objawiać przez:

a) zapewnianie lokalu wraz z wyposażeniem dla potrzeb kół zakładowych oraz dla organizacji kursów, odczytów itp.;

b) współudział przy organizowaniu domów inżyniera i technika;

c) zapewnienie niezbędnych środków transportowych dla potrzeb stowarzyszenia, udostępnienie wewnętrznych urządzeń telekomunikacyjnych itp.

Tak sformułowany zakres obowiązków ciążyących nad organami resortu w odniesieniu do odpowiednich stowarzyszeń, pozwala niewątpliwie na jeszcze wydajniejsze zwiększenie pomocy udzielanej kołom zakładowym i w rezultacie zmobilizuje je do większej działalności.

Niezależnie od zapewnienia organom ministerstwa przemysłu maszynowego wpływu na kształtowanie się planów działania SIMP, SEP i STOP, oraz od zapewnienia tym stowarzyszeniom daleko idącej pomocy, Instrukcja zaleca stałe włączanie się przedstawicieli resortu do organizowanych przez nie imprez, mówiąc:

„Aby dać wyraz zainteresowania się resortu przemysłu maszynowego rozwojem stowarzyszeń naukowo-technicznych i osiąganymi przez nie wynikami pracy, kierownicy odpowiednich szczebli resortu powinni brać udział w imprezach organizowanych przez Zarząd Główny Stowarzyszeń (zjazdy delegatów, konferencje naukowo-techniczne itp.) zaś kierownicy zakładów powinni brać udział w imprezach organizowanych przez koła zakładowe“.

Poważne znaczenie w szerzeniu postępu technicznego przypisuje instrukcja akcji wydawniczej stowarzyszeń. Jak wiadomo, działalność SIMP-u w tym zakresie nie ogranicza się do redagowania pięciu czasopism (Mechanik, Przegląd Mechaniczny, Technika Lotnicza, Przegląd Spawalniczy, Technika Motoryzacyjna). Komisja Odczytowa SIMP wydaje regularnie teksty referatów broszurowanych w zeszytach, poza tym sporadycznie wydawane są materiały przed- i pokonferencyjne, skrypty dla potrzeb kursów itp. Instrukcja

zaleca propagowanie publikacji wydawanych przez stowarzyszenia, stwierdzając:

„Obok zainteresowania się organizowaną przez stowarzyszenia akcją odczytową oraz szkolenia kursowego, organa administracji gospodarczej powinny zwrócić uwagę na akcję wydawniczą stowarzyszeń jako również ważnego elementu w podnoszeniu kwalifikacji kadr inżynieryjno-technicznych. Niezależnie zatem od czasopism technicznych wydawanych przez NOT, biblioteki zakładowe powinny być zaopatrywane we wszystkie wydawnictwa SIMP, SEP oraz STOP, jak skrypty, materiały konferencyjne i pokonferencyjne, cykle referatów itp.“

Wyrazem pozytywnej oceny udziału pracowników resortu przemysłu maszynowego w pracy na terenie stowarzyszeń jest odrębny punkt instrukcji, który stwierdza:

„Udział w pracach społecznych na terenie stowarzyszeń naukowo-technicznych nie może być niedoceniany przez kierowników odpowiednich komórek administracji resortu przemysłu maszynowego. Wychodząc z tego założenia, kierownicy ci powinni brać pod uwagę pracę społeczną w SIMP, SEP i STOP przy stawianiu wniosków do odznaczeń i nagród personelu inżynieryjno-technicznego wszystkich szczebli resortu jak również powinni spowodować, aby praca społeczna w stowarzyszeniach była wpisywana do kart osobowych poszczególnych pracowników“.

Instrukcja — jak to powiedziane jest w końcowej jej części — nie wyczerpuje całości zagadnień, które mogą powstać na tle współpracy jednostek administracji gospodarczej ze stowarzyszeniami naukowo-technicznymi. We wszystkich przypadkach nie określonych Uchwałą Nr 349/53 oraz zarządzeniem wykonawczym do tej Uchwały podpisanym przez Ministra Przemysłu Maszynowego, instrukcja poleca przy współdziałaniu ze stowarzyszeniami kierować się ogólnym założeniem, że stowarzyszenia naukowo-techniczne jednoczą masy inteligencji technicznej, stanowią wielką rezerwę twórczej inicjatywy, że wiązanie zatem ich pracy z zadaniami stojącymi przed komórkami administracji gospodarczej jest jednym z warunków pomyślnego realizowania narodowych planów gospodarczych.

Omówione wyżej zarządzenie Ministra Przemysłu Maszynowego — na które zresztą od kilku miesięcy z niecierpliwością oczekiwały koła zakładowe SIMP, SEP i STOP — niewątpliwie ożywi działalność tych kół i spowoduje wyraźniejsze sprecyzowanie wzajemnego stosunku między kołami zakładowymi stowarzyszeń a administracją zakładów. Nie należy jednak w zarządzeniu dopatrywać się lekarsstwa na wszystkie braki w pracy kół. Jest cały szereg dowodów i przykładów na to, że istnieje wiele kół zakładowych, które nie tylko przed ukazaniem się omawianego zarządzenia, ale jeszcze przed podjęciem Uchwały Prezydium Rządu potrafiły nawiązać współpracę z dyrekcjami administracyjnymi i technicznymi zakładów pracy, z radami zakładowymi i Podstawowymi Organizacjami Partyjnymi w zakładach pracy, osiągając bardzo poważne rezultaty. O tym że tak jest, świadczą wyniki pracy kół zakładowych przy WZM nr 2 w Warszawie, przy Zjednoczonych Zakładach Rowerowych w Bydgoszczy, przy FSC w Lublinie itd.

Trzeba zrozumieć, że najbardziej szczegółowe zarządzenie nie wyrobi właściwego stosunku administracji zakładu do pracy kół zakładowych, o ile koło to nie stworzy sobie dostatecznego autoritetu. Sprawa ta była szczegółowo omawiana w dniu 13 grudnia 1953 r. na rozszerzonym zebraniu Zarządu Głównego SIMP, poświęconym omówieniu zadań, wynikających z uchwał IX Plenum KC PZPR. Nawiązując do wypowiedzi na temat zadań kół zakładowych i często niewłaściwych form współdziałania kierownictwa zakładów z kołami zakładowymi SIMP, przewodniczący Zarządu Głównego SIMP, *kol. inż. Keh* oświadczył: „Punkt ciężkości zagadnienia leży w tym, aby w zakładach nie było ważniejszych spraw technicznych, które byłyby decydowane bez SIMP-u i aby również nie było takich spraw technicznych, którymi nie interesowałyby się koła zakładowe naszego Stowarzyszenia. Da się to streścić w słowach: nie w technice na danym zakładzie bez SIMP-u. Jeśli konsekwentnie będziemy to hasło realizowali, to rezultaty pracy i stosunek dyrekcji zakładu będzie inny“.

Sprawa jest jasna — opracowane z dużą znajomością roli stowarzyszeń, bardzo wnikliwe i konkretne Zarządzenie Ministra Przemysłu Maszynowego może znacznie ułatwić pracę kół — o wynikach ich działalności będzie jednak nadal decydować styl ich pracy.

Planowanie rozruchu produkcji seryjnej

Część I. Obliczanie kalendarzowej długości cyklu produkcyjnego dla planowania produkcji seryjnej

Mgr inż. WŁADYSŁAW STOLAREK

Przedmiotem artykułu jest bardzo aktualne obecnie zagadnienie związane z uruchamianiem nowej produkcji seryjnej w istniejących lub w nowych zakładach, a mianowicie zagadnienie planowania nowej produkcji. Zagadnienie to obejmuje określenie długości cyklu produkcyjnego serii nowych wyrobów i określenie terminów uzyskania pierwszej serii gotowych wyrobów oraz terminu osiągnięcia zadysponowanego poziomu ilościowego produkcji.

Autor podaje w artykule opracowaną przez siebie metodę na rozwiązanie tego zagadnienia w warunkach wstępnego planowania nowej produkcji.

Część I artykułu zawiera wyprowadzenie odpowiedniego wzoru obliczeniowego pozwalającego na określenie długości cyklu produkcyjnego dla serii wyrobów w zależności od pracochłonności robót, od przeznaczonej na rozpatrywaną produkcję zdolności produkcyjnej zakładu oraz od systemu organizacji produkcji.

W II części artykułu, na bazie podanego wzoru, przedstawiono 2 warianty opracowania planu rozwoju nowouruchamianej produkcji seryjnej dla przykładowego wyrobu składającego się z 200 części rodzajowych. Opracowanie przeprowadzono z uwzględnieniem warunków technicznych i organizacyjnych towarzyszących opanowywaniu nowej produkcji, a wśród nich również bardzo istotnego zjawiska zwiększonej pracochłonności przy pierwszych sztukach i pierwszych seriach produkcji oraz nabierania wprawy i obniżania pracochłonności w miarę rozwoju i opanowywania produkcji.

Wstęp

Dla zagadnień planowania i planowego uruchomienia produkcji nowych wyrobów bardzo istotne znaczenie ma określenie kalendarzowej długości cyklu produkcyjnego serii wyrobów i zależności długości tego cyklu od ilości sztuk w serii i warunków organizacyjno-technicznych zakładu.

W dotychczasowym planowaniu nowej produkcji wykorzystanie tego elementu było utrudnione lub często zupełnie niemożliwe. Jedną z przyczyn tego było to, że wszystkie podawane w dostępnej literaturze sposoby dla określenia długości cyklu produkcyjnego opierają się na elementach, które zwykle nie mogą być określone w momencie sporządzania planu uruchomienia nowej produkcji.

Przedmiotem niniejszego artykułu jest przedstawienie takiej metody obliczeń, która pozwala na określenie kalendarzowej długości cyklu produkcyjnego w oparciu o wstępne dane konstrukcyjne i technologiczne wyrobów, o dane, które mogą być określone przedtem, zanim zostaną opracowane materiały szczegółowe w postaci szczegółowych procesów technologicznych, szczegółowego normowania i szczegółowego rozpracowania cyklu produkcyjnego pojedynczych części wyrobu.

Te opracowania szczegółowe są bardzo pracochłonne i z natury swej żmudne i długotrwałe (średnio 20 ÷ 40 godzin pracy technologów na 1 część rodzajową wyrobu)¹⁾. Wyniki ich można otrzymać dopiero po dłuższym czasie, jako zakończenie przygotowania technologicznego produkcji. Natomiast planowanie nowej produkcji, jego prawidłowość i realność wymagają już na wstępie, przed wykonaniem opracowań szczegółowych, a nawet przed ich rozpoczęciem, możliwie trafnego określenia i rozpracowania kalendarzowych długości cykli produkcyjnych dla poszczególnych kolejnych serii wyrobów.

Takie rozplanowanie bowiem daje dopiero właściwe dane do ilościowego planowania produkcji w okresach kalendarzowych i jej rozwoju do pełnej żądanej wysokości. Zagadnienie to jest szczególnie ważne i aktualne obecnie, w okresie bardzo dużej liczby uruchomień produkcji nowych wyrobów, postawionych jako zadanie dla przemysłu przez IX Plenum KC PZPR i II Zjazd PZPR.

Prawidłowość zaplanowania daje podstawę do prawidłowej realizacji postawionych przemysłowi zadań zgodnie z nieodzownymi dziś warunkami wysokiej jakości i niskiego kosztu, warunkami, których spełnienie jest konieczne dla podnoszenia stopy życiowej obywateli.

Podana niżej metoda wstępnych obliczeń, chociaż opracowana jest pod kątem warunków i potrzeb występujących przy uruchamianiu nowej produkcji, to jednak może być zastosowana również do wstępnego planowania produkcji seryjnej już wykonywanej przy wprowadzaniu zmian w ilościach sztuk w serii, przy organizowaniu gniazd produkcyjnych, linii potokowych itp.

1. Pojęcia i zależności podstawowe

Pojęcie cyklu produkcyjnego

Cyklem produkcyjnym wyrobu lub serii wyrobów nazywamy okres czasu od rozpoczęcia pierwszej operacji nad jego wyko-

naniem do zakończenia ostatniej operacji i gotowości przekazania kompletnego wyrobu lub serii wyrobów do odpowiedniego magazynu.

Jako wyrób można traktować serię pojedynczych części produkowanej maszyny lub urządzenia, komplet części dla serii wyrobów, zespół części lub całkowity wyrób gotowy pojedynczy, względnie serię wyrobów gotowych w zależności od potrzeb rozpatrywanych zagadnień.

W cyklu produkcyjnym całego wyrobu można wydzielić, jako jego części zasadnicze, cykl produkcyjny wykonania części oraz cykl wykonania montażu. W razie potrzeby można wydzielić ponadto cykl obróbki mechanicznej, obróbki powierzchniowej itp.

Zasadniczą wielkością charakteryzującą cykl produkcyjny pod względem techniczno-produkcyjnym, organizacyjnym i ekonomicznym jest jego długość lub, jak się mówi potocznie, jego długość.

Długość cyklu produkcyjnego można określić liczbowo:

- a) w godzinach roboczych — τ_{rg}
- b) w godzinach kalendarzowych — τ_{gk}
- c) w kalendarzowych dniach roboczych — τ_{rd} lub
- d) w miesiącach — τ_m .

Poszczególne wielkości liczbowe są między sobą powiązane jak następuje:

$$\tau_m = \frac{\tau_{rd}}{25} \quad [1]$$

licząc 25 dni roboczych średnio w ciągu miesiąca

$$\tau_{rd} = \frac{\tau_{rg}}{G} = \frac{\tau_{gk}}{24}; \quad [2]$$

przy czym $G = g \cdot z$ oznacza dzienną ilość godzin pracy zakładu względnie zainteresowanego wydziału; gdzie g — ilość godzin pracy 1 zmiany, z — ilość zmian pracy zakładu lub zainteresowanego wydziału.

$g = 46 : 6 = 7,665$ godzin na 1 zmianę średnio w ciągu tygodnia. Przy 2 zmianach pracy zakładu G wynosi: $G = 7,665 \cdot 2 = 15,33$ godz.

Dla kalendarzowego planowania produkcji seryjnej interesująca jest przede wszystkim długość cyklu produkcyjnego wyrażona w dniach roboczych — τ_{rd} .

Składniki cyklu produkcyjnego

Na czas cyklu produkcyjnego składają się:

τ_w — czas technologicznie czynny lub inaczej czas wykonywania;

τ_p — czas przerw w robotach technologicznych przeznaczony na czynności kontrolne oraz manipulacje dyspozytorsko-transportowe i na roboty pomocnicze międzyoperacyjne wykonywane w czasie roboczym zakładu;

τ_z — czas przerw międzyzmianowych oraz przerw obiadowych itp. czasy bezczynności zakładu.

Pełny kalendarzowy czas cyklu produkcyjnego obejmuje zatem:

$$\tau = \tau_w + \tau_p + \tau_z \quad [3]$$

1) Przytoczone wartości podano na podstawie danych liczbowych z rozdz. VII podręcznika Maszynostroje t. XV. 20 godzin średnio na część odpowiada przygotowaniu produkcji małoseryjnej; 40 godzin na część — produkcji wielkoseryjnej wyrobów kategorii obrabiarek.

Przy określaniu długości cyklu i składników w dniach lub godzinach roboczych, co w praktyce jest najbardziej istotne, $\tau_z = 0$ i wzór [3] upraszcza się do postaci:

$$\tau = \tau_w + \tau_p \quad [4]$$

Ten wzór stanowić będzie podstawę do dalszych rozważań

2. Określenie poszczególnych składników cyklu produkcyjnego

Czas technologicznie czynny — czas wykonywania — τ_w

Czas technologicznie czynny w okresie cyklu produkcyjnego określa się przy pomocy wzoru

$$\tau_w = \tau_t \cdot \alpha \quad [5]$$

gdzie τ_t oznacza cykl roboczy teoretyczny, tj. czas w jakim wykonano by pracę gdyby wszystkie stanowiska robocze pracowały na rzecz rozpatrywanej produkcji jednocześnie od pierwszej do ostatniej chwili cyklu.

A zatem

$$\tau_w = \frac{T_w}{r \cdot \eta \cdot g \cdot z \cdot w} \cdot \alpha \text{ lub} \quad [5']$$

$$\tau_w = \frac{T_{pz} + n \cdot T_j}{r \cdot \eta \cdot g \cdot z \cdot w} \cdot \alpha \quad [5'']$$

Poszczególne elementy wzoru oznaczają:

T_{pz} — pracochłonność robót przygotowawczo-zakończeniowych w roboczo-godzinach, tj. suma czasów przygotowawczo-zakończeniowych — t_{pz} — dla wszystkich operacji występujących w rozpatrywanym cyklu produkcyjnym;

T_j — pracochłonność wszystkich robót wykonawczych na jednostkę wyrobu w roboczo-godzinach, czyli suma czasów wykonania t_j wszystkich operacji dla jednostki wyrobu;

n — ilość sztuk wyrobów w rozpatrywanej serii;

T_w — pracochłonność ogólna wykonania serii rozpatrywanej wyrobów w roboczo-godzinach

$$T_w = T_{pz} + n \cdot T_j \quad [7]$$

r — planowana, przewidywana lub technicznie możliwa ilość stanowisk roboczych zatrudnionych lub zadysponowanych na rzecz rozpatrywanej produkcji;

η — planowany lub przewidywany średni współczynnik wykorzystania stanowisk roboczych w okresie cyklu produkcyjnego;

g — ilość godzin pracy w czasie jednej zmiany roboczej średnio w ciągu tygodnia ($g = 7,67$ godz.) zgodnie z oznaczeniem podanym poprzednio;

z — planowany lub przewidywany współczynnik zmienności pracy stanowisk zatrudnionych na rzecz rozpatrywanej serii wyrobów;

w — planowany lub przewidywany stopień wykonania norm przez robotników zatrudnionych na rzecz rozpatrywanej serii wyrobów;

α — współczynnik wydłużenia cyklu roboczego teoretycznego, uwzględniający stopniowy rozwój frontu robót na stanowiskach roboczych w okresie cyklu wykonania oraz niejednoczesność zakończenia robót na tych stanowiskach.

Sposoby praktycznego określenia wartości poszczególnych wymienionych elementów będą omówione w końcowej części artykułu przy ostatecznym wzorze dla pełnego cyklu produkcyjnego (patrz cz. II artykułu).

Czas przerw międzyoperacyjnych — τ_p

Czas przerw międzyoperacyjnych obejmuje czas przeznaczony na międzyoperacyjne czynności manipulacyjne, to jest czas na kontrolę międzyoperacyjną — τ_k , i czas na czynności dyspozytorskie i transportowe po zakończeniu poszczególnych operacji — τ_d , oraz czas oczekiwania na zwolnienie stanowiska roboczego zajętego w tym czasie inną robotą — τ_o .

$$\tau_p = \tau_k + \tau_d + \tau_o \quad [8]$$

Sumę czasów zużywanych na kontrolę i czynności dyspozytorskie i transportowe określa się łącznie czasem międzyoperacyjnym manipulacyjnym — τ_m .

$$\tau_m = \tau_k + \tau_d \quad [8']$$

a. Obliczenie kalendarzowego czasu międzyoperacyjnego - manipulacyjnego — τ_m .

Obliczenie czasu manipulacyjnego dla całego okresu cyklu produkcyjnego przeprowadza się jak następuje:

Sumaryczny czas („pracochłonność“) przerw międzyoperacyjnych manipulacyjnych dla całego cyklu produkcyjnego można wyrazić wzorem

$$T_m = m \cdot t_m \cdot k_1 \quad [9]$$

gdzie: m — oznacza ilość operacji wykonywanych w ramach rozpatrywanego cyklu produkcyjnego dla rozpatrywanego pro-

duktu (części lub kompletnego wyrobu); t_m — średni czas manipulacyjny jednej przerwy międzyoperacyjnej, to jest czas w dniach lub godzinach zużywany lub przeznaczony na dokonanie międzyoperacyjnych czynności kontrolnych, dyspozytorskich i transportowych po jednej operacji; k_1 — współczynnik uwzględniający częściowe bezpośrednie kierowanie półfabrykatów na następną operację bez przerwy na kontrolę, z pominięciem rozdzielni i bez wydzielonych czynności transportowych (np. przy produkcji ciągłej w gniazdach obróbkowych i liniach potokowych).

Ilość operacji potrzebnych do wykonania rozpatrywanego wyrobu określić można: na podstawie wstępnego orientacyjnego opracowania technologicznego, albo na podstawie średniej przewidywanej ilości operacji na jedną część wyrobu i określonej z danych konstrukcyjnych ilości części rodzajowych wchodzących w skład wyrobu.

$$m = a \cdot i_{sr} \quad [10]$$

gdzie: a — ilość części rodzajowych wchodzących w skład wyrobu, i_{sr} — średnia ilość operacji dla wykonania jednej części; w zależności od stopnia trudności konstrukcyjnej wyrobu i seryjności produkcji; $i_{sr} = 4 \div 10$ operacji na część.

Czas manipulacyjny jednej przerwy międzyoperacyjnej — t_m . Czas na manipulację kontrolną, dyspozytorską i transportową dla serii półfabrykatów po jednej operacji w przemyśle maszynowym wynosi praktycznie 1 do 3 dni, średnio 1,5 dnia roboczego, czyli: $1,5 \cdot g \cdot z$ — godzinach roboczych. Przy dwuzmianowej pracy zakładu i 46 godzinach pracy tygodniowo na 1 zmianę

$$t_m = 1,5 \cdot 7,67 \cdot 2 = 23 \text{ godz. robocze.}$$

Oznacza to, że części wykonane i zdane do kontroli międzyoperacyjnej jednego dnia, po upływie 1,5 dnia roboczego, tj. 23 godzin roboczych lub 36 godzin kalendarzowych, zostaną przekazane do dalszej operacji.

Przy sprawnej pracy kontroli oraz aparatu dyspozytorskiego i transportowego można przyjąć średnio

$$t_m = 1 \text{ dzień roboczy} = 15,33 \text{ godzin roboczych.}$$

W zakładach o specjalnie sprawnej organizacji produkcji i służby dyspozytorsko-transportowej czas przerwy międzyoperacyjnej może być skrócony nawet do kilku godzin roboczych.

Dla warunków uruchamiania nowej produkcji, a szczególnie w nowym zakładzie, w którym nie osiągnięto jeszcze właściwej sprawności organizacyjnej aparatu zakładowego, praktycznie słuszne do planowania będzie przyjęcie średniego czasu międzyoperacyjnego w wysokości:

$$t_m = 1,5 \text{ dnia roboczego} = 23 \text{ godz. robocze.}$$

Wartość współczynnika k_1 określa się jak następuje:

a) przy przerwach międzyoperacyjnych na kontrolę i manipulację dyspozytorsko-transportową po każdej operacji $k_1 = 1$;

b) przy całkowitym lub częściowym stosowaniu kontroli na stanowiskach pracy i przy bezpośrednim ciągłym kierowaniu roboty na następną operację

$$k_1 < 1; \quad k_1 = \frac{m_k}{m} = \frac{m - m_g}{m}; \quad [11]$$

gdzie: m_k — ilość operacji, po których następuje przerwa międzyoperacyjna, m_g — ilość operacji wykonywanych w gniazdach lub liniach produkcyjnych bez przerw międzyoperacyjnych.

Dla produkcji seryjnej, a szczególnie w okresie jej opanowywania, należy przewidywać $k_1 = 1$.

Uwzględniając podane wyżej wartości, dla warunków uruchomienia nowej produkcji, otrzymuje się czas sumaryczny przerw międzyoperacyjnych manipulacyjnych

$$T_m = m \cdot t_m \cdot k_1 = m \cdot 23,1 \text{ — godz. roboczych}$$

$$= m \cdot 1,5 \cdot 1 \text{ — dni roboczych.}$$

Kalendarzowy czas zużyty na przerwy międzyoperacyjne - manipulacyjne określa się wzorem:

$$\tau_m = \frac{T_m}{G \cdot X_a} \quad [12]$$

gdzie: T_m — określony wzorem [9] sumaryczny czas przerw międzyoperacyjnych-manipulacyjnych („pracochłonność“ manipulacyjnych przerw międzyoperacyjnych), G — dzienna ilość godzin pracy zakładu, X_a — średnia w okresie cyklu produkcyjnego serii ilość części rodzajowych wyrobu (detali), które znajdują się jednocześnie w przerwach międzyoperacyjnych.

Podstawiając wartość T_m ze wzoru [9], otrzymuje się:

$$\tau_m = \frac{m \cdot t_m \cdot k_1}{G \cdot X_a} \text{ dni roboczych,} \quad [13]$$

przy czym t_m w godzinach roboczych.

Wartość X_a można określić następującą drogą:

Średnia długość wykonania jednej operacji dla serii w części w ilości odpowiadającej rozpatrywanej serii wyrobów wynosi:

$$t_{sr} = \frac{T_w}{w \cdot m} \quad [14]$$

gdzie: T_w — pracochłonność wykonania wszystkich części dla wyrobu — lub pełna pracochłonność wyrobu, w — średni stopień wykonania normy przez robotników zajętych przy wykonywaniu serii, m — ilość operacji objętych pracochłonnością T_w .

Ilość operacji zakończonych w ciągu jednego dnia roboczego, średnio w okresie cyklu produkcyjnego wyrobu, czyli ilość części rozpoczynających w ciągu jednego dnia przerwę międzyoperacyjną wynosi

$$X_a^1 = \frac{r \cdot \eta \cdot G}{\alpha \cdot t_{sr}} - \frac{r \cdot \eta \cdot G \cdot m \cdot w}{\alpha \cdot T_w} \quad [15]$$

Poszczególne symbole stosowane są według oznaczeń podanych poprzednio.

Ilość części znajdujących się jednocześnie w przerwie międzyoperacyjnej

$$X_a = X_a^1 \cdot \frac{t_m}{G}, \text{ gdy } t_m \text{ — w godzinach roboczych}$$

lub

$$X_a = X_a^1 \cdot t_m, \text{ gdy } t_m \text{ — w dniach roboczych.}$$

Podstawiając wartości z poprzednich wzorów, otrzymuje się:

$$X_a = \frac{r \cdot \eta \cdot G \cdot m \cdot w}{\alpha \cdot T_w} \cdot \frac{t_m}{G}$$

$$X_a = \frac{r \cdot \eta \cdot m \cdot w \cdot t_m}{\alpha \cdot T_w} \quad [16]$$

gdzie: t_m — w godzinach roboczych.

Podstawiając tę wartość do wzoru [13], otrzymuje się czas kalendarzowy w cyklu produkcyjnym zajęty na przerwy międzyoperacyjne manipulacyjne

$$\tau_m = \frac{T_w \cdot \alpha}{r \cdot \eta \cdot G \cdot w} \cdot k_1 \text{ dni roboczych.} \quad [17]$$

Z porównania ze wzorem [5'], według którego

$$\frac{T_w \cdot \alpha}{r \cdot \eta \cdot G \cdot w} = \tau_w,$$

otrzymuje się:

$$\tau_m = \tau_w \cdot k_1 \quad [18]$$

W rezultacie obliczeń okazało się, że czas przerw międzyoperacyjnych w okresie cyklu produkcyjnego określa się bardzo prosto w zależności od czasu technologicznie czynnego. Przy $k_1 = 1$, czas ten równa się czasowi technologicznemu.

b. Obliczenie czasu zużytego na oczekiwanie — τ_o

Kalendarzowy czas zużyty na oczekiwanie zwolnienia stanowisk roboczych zajętych w tym czasie innymi robotami określić można jak następuje:

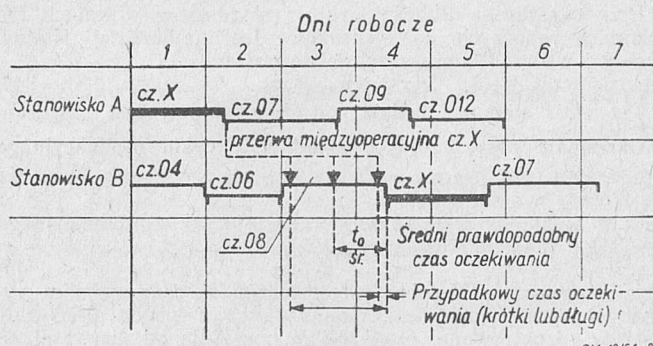
Summaryczny czas („pracochłonność“) oczekiwania można określić wzorem następującym:

$$T_o = m \cdot t_o \cdot k_1 \quad [19]$$

gdzie: m — ilość operacji do wykonania; k_1 — współczynnik przerw międzyoperacyjnych zgodnie z oznaczeniami podanymi poprzednio; t_o — średni dla jednej operacji czas oczekiwania na zwolnienie stanowiska roboczego zajętego inną robotą.

Średni czas oczekiwania dla jednej operacji można określić w stosunku do czasu wykonywania operacji według rozumowania przedstawionego na rys. 1 jak następuje:

Część X, po wykonaniu przy niej operacji na stanowisku A i po dokonaniu kontroli i czynności dyspozytorskich, zostaje dostarczona do stanowiska B, na którym ma być wykonana następna operacja. Może ona trafić na to stanowisko w różnych fazach wykonywania serii poprzednich części (na rysunku cz. 08). Wyniknie z tego różny możliwy czas oczekiwania



Rys. 1. Przerwa międzyoperacyjna i czas oczekiwania

w stosunku do czasu wykonywania tych części. Gdy nowa część X trafi na początek cyklu części poprzedniej (08), musi wtedy czekać długo, gdy trafi w końcu cyklu, wtedy czeka krótko. Można przyjąć, że średni czas przypadkowego oczekiwania będzie równy połowie czasu zajęcia stanowiska poprzednią robotą.

Biorąc pod uwagę to, że w zakładzie długość operacji na poszczególnych stanowiskach ustala się zwykle tego samego rzędu dla różnych robót, oraz to, że robota poprzednia na stanowisku B, na której zejście czeka część X, może również należeć do rozpatrywanego wyrobu, można z wystarczającą dokładnością dla przewidywanego zastosowania wzoru przyjąć, że czas oczekiwania będzie wynosił połowę czasu wykonywania poszczególnych operacji.

Można to wyrazić wzorem:

$$t_o = k_2 \cdot t_{sr} \quad [20]$$

gdzie: t_{sr} — średni czas trwania operacji dla rozpatrywanego wyrobu określony wg wzoru [14], k_2 — współczynnik oczekiwania; $k_2 = 0,5$.

W przypadku, gdyby czas trwania operacji dla części rozpatrywanego wyrobu t_{sr} był bardzo różny od przeciętnie występujących cykli operacyjnych dla innych wyrobów, to wtedy wartość t_o należy skorygować odpowiednim współczynnikiem k_3

$$k_3 = \frac{t_{sr} \text{ ogólnozakładowa}}{t_{sr} \text{ rozpatrywanego wyrobu}};$$

W tym przypadku:

$$t_o = k_2 \cdot k_3 \cdot t_{sr} \quad [21]$$

Dla zakładu nowego, w którym uruchamiana produkcja jest pierwszą i jedyną produkcją $k_3 = 1$;

Summaryczny czas oczekiwania wszystkich części w toku cyklu produkcyjnego wyrobu według wzorów [19], [21] i [14] wyniesie:

$$T_o = m \cdot t_o \cdot k_1 = m \cdot t_{sr} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

$$T_o = m \cdot \frac{T_w}{w \cdot m} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

$$T_o = \frac{T_w}{w} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad [22]$$

Dla warunków uruchamiania nowej produkcji, gdy $k_1 = 1$; $k_2 = 0,5$; $k_3 = 1$

$$T_o = 0,5 \cdot \frac{T_w}{w} \quad [22']$$

Kalendarzowy czas zużyty na oczekiwanie określa się wzorem:

$$\tau_o = \frac{T_o}{G \cdot X_b} \quad [23]$$

gdzie: X_b — oznacza średnią w okresie cyklu produkcyjnego ilość części, które jednocześnie oczekują na zwolnienie stanowiska roboczego.

Podstawiając wartość T_o ze wzoru [22], otrzymuje się:

$$\tau_o = \frac{T_w}{G \cdot w \cdot X_b} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad [24]$$

Wartość X_b — to jest ilość części jednocześnie oczekujących na zwolnienie stanowiska roboczego, określić można następująco: ilość części wychodzących do następnej operacji, średnio w ciągu dnia roboczego w okresie cyklu produkcyjnego, przyjmuje się równą ilości części napływających do kontroli. Jest to warunek nieodzowny dla pracy kontroli, służby dyspozytorskiej i transportu, aby produkcja przebiegała bez zatorów i zahamo-

wań. Ilość ta zatem równa się ilości X_{a1} — określonej wzorem [15].

$$X_{a1} = \frac{r \cdot \eta \cdot G \cdot m \cdot w}{\alpha \cdot T_w}$$

Ilość części wychodzących średnio w ciągu godziny wynosi

$$X_{a''} = \frac{X_{a1}}{G} = \frac{r \cdot \eta \cdot m \cdot w}{\alpha \cdot T_w} \tag{25}$$

Ilość części oczekujących jednocześnie w czasie — t_o wyniesie:

$$X_b = X_{a''} \cdot t_o \tag{26}$$

Po podstawieniu wartości $X_{a''}$ i t_o ze wzorów [25], [21] i [14] otrzymuje się:

$$X_b = \frac{r \cdot \eta \cdot m \cdot w}{\alpha \cdot T_w} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot t_{sr} = r \cdot \eta \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \frac{1}{\alpha} \tag{27}$$

Po podstawieniu do wzoru [24], otrzymuje się:

$$\tau_o = \frac{T_w \cdot \alpha}{r \cdot \eta \cdot G \cdot w} \cdot k_1 \text{ dni rob.} \tag{28}$$

Z porównania ze wzorem [5'] otrzymuje się:

$$\tau_o = \tau_w \cdot k_1 \tag{29}$$

Okazało się, że również i czas oczekiwania określa się bardzo prosto w zależności od czasu technologicznie czynnego. Przy $k_1 = 1$, czas ten równa się czasowi technologicznemu.

c. Łączny czas przerw międzyoperacyjnych — manipulacyjnych i czynności pomocniczych w toku cyklu produkcyjnego τ_p .

Podstawiając wartości określone wzorami [18] i [29] do wzorów [8] [8'], otrzymuje się łączny czas przerw w cyklu produkcyjnym.

$$\tau_p = \tau_m + \tau_o = \tau_w \cdot k_1 + \tau_w \cdot k_1 = 2 \cdot \tau_w \cdot k_1 \tag{30}$$

3. Czas pełnego cyklu produkcyjnego — τ

Czas pełnego cyklu produkcyjnego w dniach roboczych według wzoru [4] wynosi

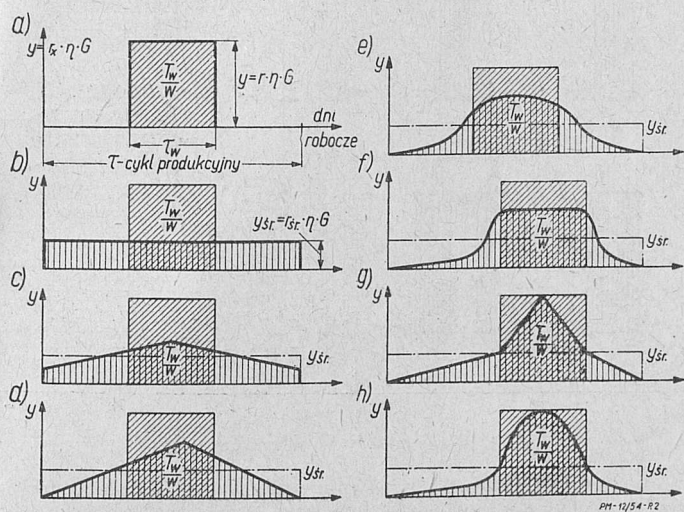
$$\tau = \tau_w + \tau_p = \tau_w + 2 \tau_w \cdot k_1 = \tau_w (1 + 2 k_1) \tag{31}$$

Dla warunków nowouruchamianej produkcji seryjnej przy $k_1 = 1$ (właściwym dla wykonywania części)

$$\tau = 3 \cdot \tau_w \tag{31'}$$

Podstawiając określoną wzorem [5'] wartość τ_w , otrzymuje się wzór na długość cyklu produkcyjnego w zależności od elementów wyjściowych.

$$\tau = \tau_t \cdot \alpha (1 + 2 k_1) \tag{32}$$
$$\tau = \frac{T_{p2} + n \cdot T_j}{r \cdot \eta \cdot g \cdot z \cdot w} \cdot \alpha \cdot (1 + 2 k_1)$$



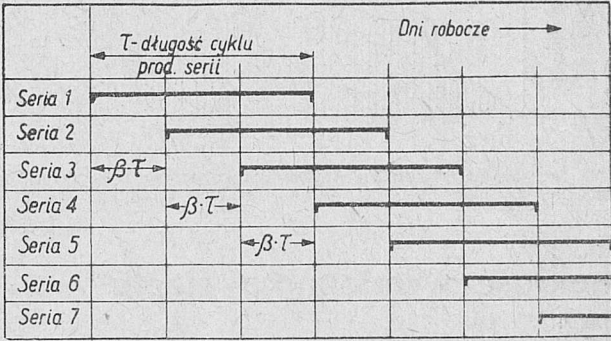
Rys. 2. Przebieg realizacji cyklu produkcyjnego serii — schemat ideowy (a) i przykłady

Otrzymany wzór [32] można przedstawić graficznie w sposób podany na rys. 2. Rysunek ten przedstawia ilość pracy produkcyjnej ($\frac{T_w}{w}$) i przebieg jej wykonania w okresie cyklu produkcyjnego. Na osi odciętych odkładane są dni robocze,

a na osi rzędnych dzienna ilość godzin przepracowanych na rzecz rozpatrywanej serii wyrobów $y = r_x \cdot \eta \cdot G$.

Rys. 2a przedstawia schemat ideowy realizacji cyklu produkcyjnego przy teoretycznym założeniu, że w okresie cyklu roboczego ($\tau_w = \tau_t$) zatrudniona będzie stale jednakowa, pełna ilość stanowisk (r) i że będzie zatem stała dzienna ilość godzin przepracowanych na rzecz rozpatrywanej serii wyrobów ($\alpha = 1$). Czynności pomocnicze, kontrolne, dyspozytorskie, transportowe itp. skomasowane są w pozostałym czasie cyklu produkcyjnego.

W praktyce czynności pomocnicze wykonywane są w sposób mieszany w toku robót wykonawczych. Roboty wykonawcze są zaś rozłożone na przestrzeni całego okresu cyklu produkcyjnego. Intensywność tych robót w różnych dniach cyklu bywa różna w zależności od organizacji i rozwoju frontu robót, tj. od tempa włączania pełnej ilości stanowisk roboczych do pracy na rzecz rozpatrywanej serii.



Rys. 3. Układ kolejnych serii wyrobów przy dobrze zorganizowanej produkcji seryjnej powtarzalnej (produkcja rytmiczna)

Przykładowe przebiegi faktycznej realizacji cyklu produkcyjnego przedstawiają wykresy podane w pozycjach b, c, d, e, f, g, h (rys. 2). Kształt linii wykresu, w konkretnych przypadkach może być różny, taki jak na podanych przykładach lub jeszcze inny, jednak krzywe te muszą spełniać warunek, aby pola między linią zużycia godzin a osią odciętych na przestrzeni pełnego cyklu produkcyjnego były równe i równe pracochłonności wykonania serii wyrobów wyrażonej w godzinach efektywnych, tj. $= \frac{T_w}{w}$.

Współczynnik intensywności cyklu produkcyjnego. Ze wzoru [31] i z przytoczonych rysunków wynika, że mając do dyspozycji ilość (r) stanowisk przez cały okres cyklu produkcyjnego τ , efektywnie można z nich uzyskać pracę na rzecz rozpatrywanej serii wyrobów nie w wysokości

$$A_o = r \cdot G \cdot \tau,$$

kktóra odpowiada ogólnej zdolności produkcyjnej tych stanowisk w okresie cyklu produkcyjnego, lecz pracę

$$A_1 = r \cdot G \cdot \tau_t.$$

Stosunek pracy efektywnej do zdolności roboczej dysponowanej określić można mianem współczynnika intensywności cyklu produkcyjnego i obliczyć według wzoru

$$\beta = \frac{A_1}{A_o} = \frac{r \cdot G \cdot \tau_t}{r \cdot G \cdot \tau} = \frac{\tau_t}{\tau} \tag{33}$$

Podstawiając τ ze wzoru [31], otrzymuje się:

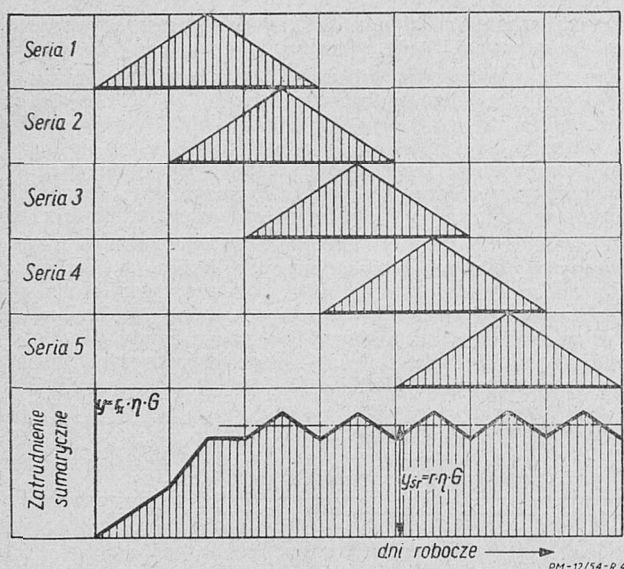
$$\beta = \frac{1}{(1 + 2 k_1) \cdot \alpha} \tag{34}$$

Wniosek użytkowy. Średnia w okresie pełnego cyklu produkcyjnego — τ , ilość stanowisk efektywnie pracujących na rzecz rozpatrywanej serii wyrobów — r_{sr} wynosi:

$$r_{sr} = r \cdot \frac{\tau_t}{\tau} = r \cdot \frac{1}{(1 + 2 k_1) \cdot \alpha} = r \cdot \beta \tag{35}$$

Dla warunków nowouruchamianej produkcji seryjnej dla wykonywania części wyrobów, przy $k_1 = 1$ i przyjęciu dla uproszczenia $\alpha = 1$

$$\beta = \frac{1}{1 + 2 \cdot 1} = \frac{1}{3} = 0,33; \quad r_{sr} = 0,33 \cdot r$$



Rys. 4. Sumaryczne zatrudnienie stanowisk roboczych przy dobrze zorganizowanej produkcji seryjnej — powtarzalnej (produkcja rytmiczna)

Smukłość wymiennika ciepła

621.565.4:536.24

Prof. mgr inż. TADEUSZ HOBLER

Dla ułatwienia wyboru konstrukcji wymiennika ciepła i związanych z tym przeliczeń, w artykule niniejszym wprowadzono pojęcie „smukłości wymiennika”, przy czym podano przybliżone wzory na oszacowanie tej wielkości rozpoznawczej i pokazano jej zastosowanie w dwóch przykładach.

Oznaczenia i wymiary

- c, c_p — ciepło właściwe czynnika płynącego rurami (kcal/kg 10^3)
- d — średnica wewnętrzna rurki wymiennika (m, mm)
- f — przekrój przepływu czynnika w rurach (m^2)
- F — powierzchnia wymiany ciepła (m^2)
- g — prędkość masowa czynnika płynącego rurami (kg/ m^2 godz)
- G — natężenie przepływu czynnika płynącego rurami (kg/godz)
- k — współczynnik przenikania* ciepła (kcal/ m^2 godz. 10^3C)
- L — długość wymiennika (m)
- M — masa molowa (kg/kmol)
- n — ilość rurek
- Pr — liczba Prandtla —
- Q — ciepło wymieniane (kcal/godz)
- Re — liczba Reynoldsa —
- S — „smukłość” wymiennika —
- w — prędkość czynnika płynącego rurkami (m/sek)
- x — stosunek współczynników przejmowania* ciepła na zewnątrz i wewnątrz rurek —
- α_w — współczynnik przejmowania* ciepła od czynnika w rurkach do ścianki (kcal/ m^2 godz. 10^3C)
- α_z — współczynnik przejmowania* ciepła od ścianki do czynnika na zewnątrz rurek (kcal/ m^2 godz. 10^3C)
- γ — gęstość (kg/ m^3)
- Δt_m — średnia różnica temperatur pomiędzy czynnikami (10^3C)
- Δt_w — różnica skrajnych temperatur czynnika płynącego rurkami (10^3C)
- η — dynamiczny współczynnik lepkości (kg/m. godz.)
- λ — współczynnik przewodzenia ciepła (kcal/m. godz. 10^3C)

* * *

Przystępując do obliczenia wymiennika ciepła musi projektujący obrać choćby próbnie pewien typ rozwiązania konstrukcyjnego. Innym bowiem wzorów użyje do wyznaczenia współczynników przenikania ciepła np. dla chłodnicy płaszczowo-rurowej, a innych dla chłodnicy ociekowej. Podobnie musi założyć, który z dwu czynników wymieniających ciepło ma płynąć rurami, a który na zewnątrz rur oraz przyjąć średnicę rur i prędkość liniową.

Próbne przeliczenia przy pomocy z grubsza oszacowanych współczynników przenikania ciepła k pozwalają zorientować się jaki obrać układ i sposób prowadzenia czynników, przy

* Nazwy oznaczone gwiazdkami zostały ustalone przez redakcję wbrew zastrzeżeniom Autora, który stosuje odmienną nomenklaturę (Przyp. red.)

Z rezultatu tego wyniku, że średnio w okresie całego cyklu produkcyjnego τ wykorzystuje się efektywnie, na rzecz rozpa-
trywanej serii wyrobów, tylko $\beta = 1/3$ zdolności produkcyjnej
dysponowanych stanowisk. Pozostałe $(1 - \beta) = 2/3$ zdolności
produkcyjnej pozostaje do dyspozycji na rzecz innych robót,
dla innych wyrobów lub dla innych serii tego samego wyrobu.
Wynika z tego praktyczny wniosek, że dla pełnego wykorzy-
stania i ciągłego oraz równomiernego obciążenia dysponowa-
nych stanowisk roboczych najwłaściwiej jest prowadzić pro-
dukcję tak, aby na warsztacie znajdowały się jednocześnie w
toku produkcji trzy kolejne serie produkcyjne w układzie jak
pokazuje rys. 3. (W przypadku ogólnym w okresie cyklu pro-
dukcyjnego powinno być w toku $\frac{1}{\beta}$ serii produkcyjnych). Cy-
kle produkcyjne tych serii winny być przesunięte względem
siebie o $1/3$ okresu, (ogólnie o $\beta \cdot \tau$ dni roboczych).

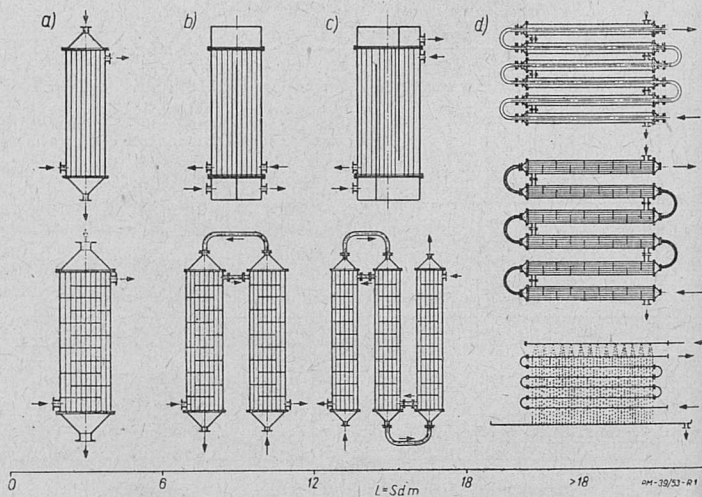
Sumaryczne obciążenie stanowisk roboczych przedstawi się
wtedy tak, jak to pokazuje rys. 4. W rysunku tym linią realiza-
cji cyklu produkcyjnego serii przyjęto według schematu z rys. 2d.

* * *

Dalsze praktyczne wnioski wynikające z wyprowadzonych
wzorów oraz przykłady ich stosowania dla planowania pro-
dukcji części i montażu, jak również dla analizy organizacji pro-
dukcji w zakładzie będą omówione w drugiej części artykułu.

czyż oczywiście i względy technologiczne muszą być wzięte
pod uwagę.

Szczególnie ważną rolę grać będzie wynikająca z takiego
próbnego rachunku długość wymiennika. Przy założeniu bo-
wiem normalnie stosowanych prędkości czynników w rurkach
10 ÷ 30 m/sek dla gazów, a 0,3 — 1,5 m/sek dla cieczy, może
się często zdarzyć, że wynikowa długość wymiennika przekro-
czy handlową długość rurek. Staje się wtedy konieczne zasto-
sować w miejscu np. układu *a* (rys. 1), układ *b* o podwójnej
drodze przepływu, lub wreszcie schemat *c* i *d* o jeszcze dłuższej
drodze przepływu czynnika.



Rys. 1. Różne układy wymienników ciepła.

W tym wstępnym poszukiwaniu w danych warunkach możli-
wej a przy tym odpowiedniej koncepcji konstrukcyjnej może od-
dać pewne usługi pojęcie *smukłości wymiennika*, pod którą
nazwą rozumiemy będziemy stosunek długości wymiennika do
średnicy wewnętrznej rur, tj. bezwymiarowe wyrażenie

$$S = \left(\frac{L}{d} \right).$$

Wielkość ta jest dość charakterystyczna dla rozmaitych ro-
związań konstrukcyjnych. Wymiennik pojedynczy płaszczowo-
rurowy (schemat *a*) będzie wychodził tak długo w rachubę, do-

TABLICA I. Wartości współczynników φ_g i φ_c dla charakterystycznych czynników

G a z y (φ_g)				
Prędkość w m/sek	10	10	30	30
Średnica rurki d m	0,021	0,051	0,021	0,051
$w \cdot d$ m ² /sek	0,21	0,51	0,63	1,53
H ₂ przy 100°C, 1 ata	—	45,5	47,8	56,7
H ₂ „ 100°C, 10 „	60,2	72,0	75,0	89,8
Powietrze „ 100°C, 1 „	56,4	67,3	70,2	83,8
„ „ 100°C, 10 „	89,4	106,8	111,5	133,0
CO ₂ „ 100°C, 1 „	62,9	75,2	78,4	93,7
CO ₂ „ 100°C, 10 „	99,8	119,4	124,4	148,8
C i e c z y (φ_c)				
Prędkość w m/sek	0,3	0,3	1,5	1,5
Średnica rurek d m	0,021	0,051	0,021	0,051
$w \cdot d$ m ² /sek	0,0063	0,0153	0,0315	0,0765
Woda przy 30°C	204,0	244,0	282,1	336,9

póki długość jego nie przekroczy długości handlowej rurek. I tak np. wymiennik o rurekach ϕ 51/57 i długości 6 m, tj.

o smukłości $S = \frac{6000}{51} = 118$, daje się łatwo zrealizować wg

układu *a*. Ale już np. przy smukłości $S = 200$ wykonanie to jest tylko wtedy możliwe, jeżeli zmniejszymy średnicę rurek np. do ϕ 21/25. Wtedy bowiem długość rurki $L = S \cdot d = 200 \cdot 21 = 4200$ mm mieści się w handlowych wymiarach. Przy smukłości zaś $S = 500$ będziemy zmuszeni użyć układu *b* lub *c*, a przy $S = 1000$ któregoś ze schematów grupy *d* lub innych o bardzo długiej drodze przepływu.

Niżej wyprowadzono uproszczone wzory pozwalające z pominięciem próbnych przeliczeń ocenić szybko, jakkolwiek tylko w sposób znacznie przybliżony, smukłość wymiennika.

Ustawiamy następujące równania:
Ciepło wymienione przez czynnik płynący rurekami

$$Q = G c_p \Delta t_w \quad [1]$$

Wielkość powierzchni wymiany ciepła

$$F = \frac{Q}{k \Delta t_m} \approx n d \pi L, \quad [2]$$

Współczynnik przenikania ciepła wyrażony przybliżonym równaniem

$$\frac{1}{k} \approx \frac{1}{\alpha_w} + \frac{1}{\alpha_z}. \quad [3]$$

Stosunek współczynników przejmowania ciepła

$$\frac{\alpha_z}{\alpha_w} = x. \quad [4]$$

Przekrój przepływu czynnika wewnątrz rur

$$f = n \frac{d^2 \pi}{4} = \frac{G}{g}. \quad [5]$$

Z równań [3] i [4] otrzymujemy

$$k = \alpha_w \left(\frac{x}{x+1} \right) \quad [6]$$

Z równań [1], [2] i [6]

$$n d \pi L = \frac{G c_p \Delta t_w}{\alpha_w \left(\frac{x}{x+1} \right) \Delta t_m}. \quad [7]$$

Z równań [2] i [5]

$$n d \pi L = \frac{4 f L}{d} = \frac{4 G L}{d g}, \quad [8]$$

Przez porównanie wzorów [7] i [8]

$$L = \frac{g d c_p \Delta t_w}{4 \alpha_w \left(\frac{x}{x+1} \right) \Delta t_m}. \quad [9]$$

Przyjmujemy, że w zagadnieniach technicznych będziemy mieć normalnie do czynienia z przepływem burzliwym w rurekach. Wtedy

$$\alpha_w = C \frac{\lambda}{d} Re^{0,8} Pr^m; \quad [10]$$

gdzie: dla gazów $m = 0,4$, dla cieczy $m = 0,33$, $C = 0,023$. Wstawiając ten związek w równanie [9] otrzymamy

$$S = \frac{L}{d} = \frac{g d c_p \Delta t_w}{4 C \lambda Re^{0,8} Pr^m \Delta t_m} \left(\frac{x+1}{x} \right),$$

a mnożąc licznik i mianownik prawej strony równania przez współczynnik dynamiczny lepkości

$$S = \frac{1}{4 C} Re^{0,2} Pr^{1-m} \frac{\Delta t_w}{\Delta t_m} \left(\frac{x+1}{x} \right). \quad [11]$$

Przy podanych wartościach na C i m oraz oznaczeniu

$$\psi = \left(\frac{x+1}{x} \right),$$

wynikają stąd wzory następujące:

$$\text{dla gazu} \quad S = 10,9 Re^{0,2} Pr^{0,6} \psi \frac{\Delta t_w}{\Delta t_m}; \quad [12]$$

$$\text{dla cieczy} \quad S = 10,9 Re^{0,2} Pr^{0,67} \psi \frac{\Delta t_w}{\Delta t_m}; \quad [13]$$

albo ogólnie

$$S = \varphi \psi \frac{\Delta t_w}{\Delta t_m}; \quad [14]$$

gdzie dla gazów

$$\varphi_g = 10,9 Re^{0,2} Pr^{0,6}, \quad [15]$$

zaś dla cieczy

$$\varphi_c = 10,9 Re^{0,2} Pr^{0,67}. \quad [16]$$

Związki te jakkolwiek nieskomplikowane wymagają już znajomości szeregu parametrów, a ponadto sam rachunek przy ułamkowych wykładnikach nie jest dość szybki. Szukamy wyrażenia jeszcze prostszego, dającego się na suwaku logarytmicznym prędzej wyliczyć.

1) W s p ó ł c z y n n i k φ_g d l a g a z ó w

Korzystamy ze stwierdzenia, że dla gazów liczba Prandla jest bardzo mało zmienna. Zakładamy $Pr \approx 0,74$, a stąd $Pr^{0,6} = 0,826$. Ponadto eliminujemy stosunkowo mało zmienny współczynnik lepkości, przyjmując jako wartość przeciętną $\eta = 0,0784$ kg/m, godz. dla powietrza przy 100°C i 1 ata. Ponieważ gazy wykazują w granicach temperatur od 200°C do 400°C wahania η w granicach $\pm 60\%$ przyjętej wartości, a wielkość ta występuje wraz z liczbą Reynoldsa pod piątym pierwiastkiem, zaniedbanie zmienności η pociągnie za sobą błąd nie większy jak $\pm 10\%$ na wartości φ_g . Przy tych uproszczeniach równanie (15) przejdzie w postać

$$\varphi_g = 10,9 \left(\frac{3600 w \gamma d}{0,0784} \right)^{0,2} 0,826,$$

co po wykonaniu daje

$$\varphi_g = 77,2 \sqrt[5]{w d \gamma}; \quad [17]$$

gdzie wszystkie parametry odnoszą się do gazu płynącego w rurekach.

2) W s p ó ł c z y n n i k φ_c d l a c i e c z y

Uproszczenie wyrażenia [16] jest o tyle trudniejsze, że liczba Prandla jest dla cieczy silnie zmienna. Żeby ograniczyć wzór do minimum parametrów skorzystamy z przybliżonego równania Webera z poprawką Smitha

$$\lambda = 1,55 \cdot 10^{-4} c \gamma \sqrt[3]{\frac{\gamma}{M}} \quad [18]$$

Stąd

$$Pr = \frac{\eta c}{\lambda} = \frac{\eta}{1,55 \cdot 10^{-4} \gamma} \sqrt[3]{\frac{M}{\gamma}} = \frac{6450 \eta}{\gamma} \sqrt[3]{\frac{M}{\gamma}}. \quad [19]$$

Ponieważ wzór Webera jest słuszny dla temperatur bliskich 300°C, wyrażenie powyższe nie uwzględnia wpływu temperatury na λ . Wpływ ten nie jest znaczny w granicach temperatur w jakich praktycznie najczęściej chłodzimy lub ogrzewamy ciecz, a ponadto jest osłabiony przez ułamkowy wykładnik przy liczbie Prandla. Dążąc do wzoru tylko orientacyjnego względ

ten pomijamy. Wstawiając związek [19] w równanie [16] otrzymamy

$$\varphi_c = 10,9 \left(\frac{3 \cdot 600 \cdot w \cdot \gamma \cdot d}{\eta} \right)^{0,2} \left(\frac{6450 \cdot \eta}{\gamma} \sqrt[3]{\frac{M}{\gamma}} \right)^{0,67} =$$

$$= 19 \cdot 430 \left(\frac{w \cdot d \cdot M}{\gamma} \right)^{0,2} \sqrt[5]{\frac{\eta}{\gamma} \left(\frac{\eta}{\gamma} \right)^{-0,03} \left(\frac{M}{\gamma} \right)^{0,02}}$$

Wobec bardzo małej zmienności ostatnich dwu wyrazów obliczamy ich wartości dla wody przy 300°C

$$\left(\frac{\eta}{\gamma} \right)^{0,03} = \left(\frac{2,885}{996} \right)^{0,03} = 0,839$$

$$\left(\frac{M}{\gamma} \right)^{0,02} = \left(\frac{18}{996} \right)^{0,02} = 0,924$$

Stąd

$$\varphi_c = \frac{19 \cdot 430 \cdot 0,924}{0,839} \left(\frac{w \cdot d \cdot M}{\gamma} \right)^{0,2} \sqrt[5]{\frac{\eta}{\gamma}};$$

albo po wprowadzeniu wartości 10^4 do wyrażenia w pierwszym nawiasie dla uniknięcia liczby ułamkowej

$$\varphi_c = 3 \cdot 285 \sqrt[5]{\frac{w \cdot d \cdot M}{\gamma} 10^4} \sqrt[5]{\frac{\eta}{\gamma}} \quad [20]$$

przy czym wszystkie parametry odnoszą się do cieczy płynącej rurkami.

Dla zorientowania się co do rzędu wielkości oraz zmienności współczynników φ_g i φ_c wyliczono ze wzorów [15] i [16] szereg wartości dla kilku typowych czynników, jak wodór, powietrze, dwutlenek węgla, woda przy pewnych założonych temperaturach, ciśnieniach, prędkościach i średnicach rurek.

Liczby Reynoldsa wahają się w przeliczonych przypadkach od 3 110 do 1 580 000, pomimo to wartości φ nie wykazują silnej zmienności. Wzory uproszczone [17] i [20] dają wyniki mało różne od podanych w tabeli I w granicach 15% błędu.

Współczynnik ψ

Dla przybliżonego określenia tej wielkości musimy rozróżnić szereg przypadków szczegółowych, zależnie od tego jaki jest stan skupienia każdego z dwu czynników.

1) W rurkach gaz, na zewnątrz ciecz.

W tym przypadku wartość $x = \frac{\alpha_z}{\alpha_w}$ będzie bardzo wysoka, zatem wyrażenie

$$\psi = \frac{x+1}{x} \rightarrow 1$$

2) W rurkach gaz, na zewnątrz para kondensująca. Podobnie jak w poprzednim przypadku

$$\psi \rightarrow 1$$

3) W rurkach gaz, na zewnątrz ciecz wrząca. Również jak wyżej

$$\psi \rightarrow 1$$

4) W rurkach gaz, na zewnątrz gaz. Współczynniki α_w i α_z są tego samego rzędu.

Przy $\alpha_z = \alpha_w$; $x = 1$; $\psi = 2$

„ $\alpha_z = 2 \alpha_w$; $x = 2$; $\psi = 1,5$

Przyjmując wartość

$$\psi = 2 \pm 30\%$$

obejmiemy nią prawdopodobnie najczęstsze przypadki.

5) W rurkach ciecz, na zewnątrz ciecz. Współczynniki α_w i α_z są również podobnej wielkości. Możemy przyjąć jak w przypadku poprzednim

$$\psi = 2 \pm 30\%$$

6) W rurkach ciecz, na zewnątrz para. Wartość ψ waha się od 1 do 2.

Przyjmujemy

$$\psi = 1,5 \pm 30\%$$

7) W rurkach ciecz, na zewnątrz ciecz wrząca. Przypadek analogiczny do poprzedniego.

$$\psi = 1,5 \pm 30\%$$

8) W rurkach ciecz, na zewnątrz gaz

W tych przypadkach najtrudniej ustalić granice w jakich zmienia się wartość ψ .

Np. dla $\alpha_z = 20$; $\alpha_w = 4000$; $\psi = 201$

$\alpha_z = 200$; $\alpha_w = 1000$; $\psi = 6$

Różnice są bardzo duże. Wydaje się możliwe ograniczyć wartość jedynie od dołu, pisząc

$$\psi > 5$$

Wartości współczynników ψ wynikające z poprzednio przeprowadzonego rozumowania zebrano w tabeli II.

TABELICA II. Przybliżone wartości współczynnika ψ dla charakterystycznych przypadków

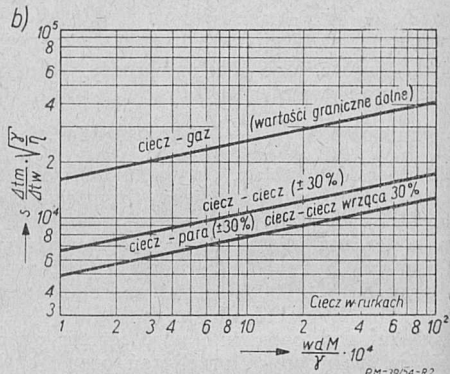
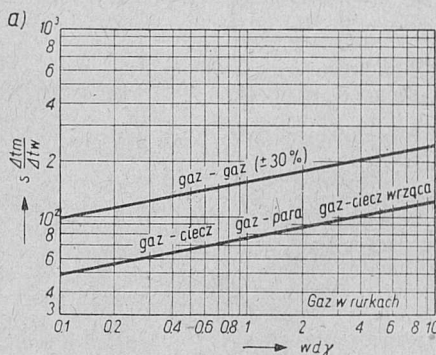
Lp.	Przypadek	ψ	Lp.	Przypadek	ψ
1	gaz — ciecz	1	5	ciecz — ciecz	$2 \pm 30\%$
2	gaz — para	1	6	ciecz — para	$1,5 \pm 30\%$
3	gaz — ciecz wrząca	1	7	ciecz — ciecz wrząca	$1,5 \pm 30\%$
4	gaz — gaz	$2 \pm 30\%$	8	ciecz — gaz	> 5

(Czynnik umieszczony w pierwszej kolejności płynie rurkami)

Wnioski końcowe

Dla przybliżonego określenia smukłości wymiennika $S = \frac{L}{d}$, charakterystycznej dla rozmaitych rozwiązań konstrukcyjnych, można użyć wzoru

$$S = \varphi \psi \frac{\Delta t_w}{\Delta t_m}$$



Rys. 2.

gdzie dla gazów $\varphi_g = 77,2 \sqrt[5]{\frac{w \cdot d \cdot \gamma}{M}}$

„ cieczy $\varphi_c = 3 \cdot 285 \sqrt[5]{\frac{w \cdot d \cdot M}{\gamma} 10^4} \sqrt[5]{\frac{\eta}{\gamma}}$

a ψ należy przyjąć z tabeli II.

Parametry występujące we wzorach odnoszą się zawsze do czynnika płynącego rurkami. Wykres rys. 2 podaje wprost wartości $S \frac{\Delta t_m}{\Delta t_w}$ dla gazów (a) a $S \frac{\Delta t_m}{\Delta t_w} \sqrt{\frac{\gamma}{\eta}}$ dla cieczy (b).

Wyznaczwszy w przybliżeniu smukłość wymiennika orientujemy się jakie rozwiązania konstrukcyjne są przy otrzymanej wartości S możliwe, po czym przeprowadzamy obliczenie szczegółowe już w zdecydowanym kierunku. Znaleziona wartość S jest minimalna, gdyż rachunek nie uwzględnia oporów cieplnych ścian i osadów.

Przykład 1

Powietrze o ciśnieniu 1 ata, płynące rurkami ma być ogrzane od 20°C do 80°C przy pomocy skraplającej się na zewnątrz ścianie rurek pary o temperaturze nasycenia 120°C

$$\Delta t_w = 80 - 20 = 60^\circ\text{C} \quad \Delta t_m = \frac{100 - 40}{2,3 \log \frac{100}{40}} = 65,5^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_1 = 120 - 20 = 100^\circ\text{C} \quad \Delta t_2 = 120 - 80 = 40^\circ\text{C}$$

Założmy próbnie $w = 20$ m/sek $d = 51$ mm
Przy temperaturze średniej powietrza 50°C gęstość jego wynosi

$$\gamma = 1,056 \text{ kg/m}^3$$

$$w \cdot d \cdot \gamma = 20 \cdot 0,051 \cdot 1,056 = 1,077 \approx 1,1$$

Dla przypadku gaz-para znajdujemy na wykresie dla tej wartości

$$S \frac{\Delta t_m}{\Delta t_w} \cong 78$$

stać

$$S = 78 \frac{\Delta t_w}{\Delta t_m} = 78 \cdot \frac{60}{65,5} = 71,5$$

Przy tej smukłości długość wymiennika wynosi

$$L = S d = 71,5 \cdot 0,051 = 3,65 \text{ m}$$

a wykonanie wg układu a) rys. 1. jest możliwe.

Przykład 2

Słaba woda amoniakalna płynąca rurami ma być schłodzona z temperatury 45°C do 25°C przy pomocy wody, która ogrzewa się od temperatury 15°C do 20°C. Właściwości cieczy przyjmujemy jako bardzo zbliżone do wody.

$$\Delta t_w = 45 - 25 = 20^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_1 = 25^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_2 = 10^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_m = 16,4^\circ\text{C}$$

Założono próbnie $w = 0,9 \text{ m/sek}$ $d = 51 \text{ mm}$

Przy temperaturze średniej 35°C współczynnik lepkości

$$\eta = 2,688 \text{ kg/m, godz.}$$

$$\gamma = 994 \text{ kg/m}^3$$

$$\frac{w d M}{\gamma} 10^4 = \frac{0,9 \cdot 0,051 \cdot 18}{994} 10^4 = 8,31 \approx 8,3$$

$$\sqrt{\frac{\gamma}{\eta}} = \sqrt{\frac{994}{2,668}} \approx 19,3$$

Dla przypadku ciecz-ciecz znajdujemy na wykresie dla wartości

$$\frac{w d M}{\gamma} 10^4 \approx 8,3;$$

$$S \frac{\Delta t_m}{\Delta t_w} \sqrt{\frac{\gamma}{\eta}} \approx 10\,000 \pm 30\%.$$

stać

$$S = \frac{10\,000}{\sqrt{\frac{\gamma}{\eta}}} \frac{\Delta t_w}{\Delta t_m} = \frac{10\,000 \cdot 20}{19,3 \cdot 16,4} = 632 \pm 30\%.$$

Przy tej smukłości długość wymiennika wynosi

$$L = S d = 632 \cdot 0,051 \pm 30\% = 32,2 \pm 30\%.$$

Zatem rozwiązania wg układu a, b i c nie są możliwe. Wchodzą w grę wykonania typu d. Przy zmniejszeniu średnicy rur np. do $\phi 21/25$ smukłość zmieni się nieznacznie, mianowicie o $\sim 15\%$, a długość wymiennika spadnie na

$$L = 0,85 \cdot 632 \cdot 0,021 \pm 30\% = 11,3 \pm 30\% \text{ m.}$$

Możliwość wykonania wg alternatywy b pozostaje nadal niepewna w następstwie znacznego rozszewu wartości L. Obniżenie prędkości „w” pozwoliłoby zbliżyć się do tego wykonania. Prawdopodobnie jednak (o ile inne względy nie będą stały na przeszkodzie) chłodnica ociekowa typu d przy dużych średnicach rur będzie w tym przypadku najprostszą konstrukcją.

Boczne odchylenie liny na krążkach i bębnach

621.851.5.057:621.86/87

Mgr inż. KAZIMIERZ PAWLICKI

Trwałość liny związana jest z prawidłowym prowadzeniem na krążkach oraz nawijaniem na bębny. Nie zawsze jednak możliwe jest prowadzenie liny w płaszczyźnie krążków oraz nabieganie liny na bębny w kierunku osi rowka. Wyprowadzone równania osi określone granicznego, bocznego odchylenia liny. Omówienie i porównanie znormalizowanych zarysów rowków oraz wartości bocznego odchylenia liny pozwoliło wyprowadzić szereg pożytecznych wniosków odnośnie wzajemnego usytuowania bębnow i współpracujących krążków.

Praca niniejsza wskazuje na konieczność zróźnicowania dla krążków i bębnow norm odnośnie dopuszczalnych, bocznych odchylen liny, jak też daje wytyczne dla normalizacji zarysów rowków w oparciu o przepro-

A. Wstęp

Krążki i bębny linowe zaliczyć należy do zasadniczych elementów dźwigni. Elementem ściśle związanym z krążkami oraz bębnami jest lina stalowa. O współpracy liny z krążkiem oraz liny z bębniem decydują przede wszystkim: materiał (krążka, bębna i liny), budowa liny, zarys rowka, prowadzenie liny oraz warunki pracy i konserwacji elementów.

W niniejszej pracy omówiony został jedynie wpływ zarysu rowka na krążku oraz na bębnie linowym na boczne odchylenie liny. Przeważnie bowiem mamy do czynienia z prowadzeniem liny niezupełnie dokładnie w płaszczyźnie krążków kierujących oraz nabieganie liny na bęben pod pewnym kątem względem stycznej do osi rowka.

występujące dodatkowe tarcie między obydwoma elementami, co prowadzi do szybszego ich zużycia. Przy bardzo dużych odchyleniach bocznych lina może nawet wyskoczyć z rowka.

Racjonalnie zaprojektowane zarysy rowków na krążkach i bębnach niewątpliwie przyczynią się do polepszenia warunków tej współpracy, a tym samym do przedłużenia okresu pracy (trwałości) przede wszystkim lin stalowych, które najprędzej ulegają zniszczeniu, a także krążków i bębnow.

Znajomość możliwości bocznego odchylenia liny, związanych z zarysem rowka, ułatwia pracę konstruktora, którego niejednokrotnie zagadnienie to interesuje przy określaniu położenia krążków linowych względem bębna oraz przy projektowaniu prowadzenia liny na krążkach.

Przedmiotem przeprowadzonej analizy są rowki na krążkach objęte normami: MTM SSSR Z-13 (rys. 1 i tabl. I) i DIN 15061-2 (projekt — rys. 2 i tabl. II) oraz rowki na bębnach objęte normami: MTM SSSR K-20 (rys. 8 i tabl. V) i normą niemiecką (rys. 9 i tabl. VI).

B. Rowki na krążkach linowych

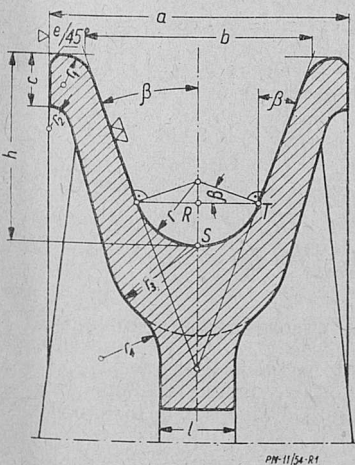
1. Równanie osi liny odchylonej w bok z płaszczyzny krążka

Rys. 3 przedstawia krążek linowy o średnicy $D_1 = 400 \text{ mm}$, posiadający znormalizowany wieniec dla liny o średnicy $d = 16 \text{ mm}$. Nominalna średnica krążka $D_k = D_1 + d = 400 + 16 = 416 \text{ mm}$.

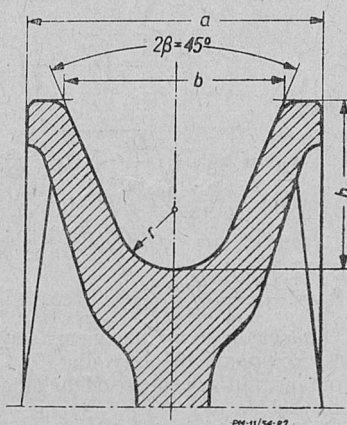
$$\text{Wartość stosunku } \frac{D_k}{d} = \frac{416}{16} = 25,38.$$

Lina może się układać w rowku z pewnym luzem (jak na rysunku) lub może być do niego dopasowana, tzn. że promień zaokrąglenia dna rowka jest większy od promienia poprzecznego przekroju liny lub co najwyżej jest jemu równy. Jedynie w rowkach nowych dopuszczalne jest niewielkie zakleszczenie liny w początkowym okresie pracy, które zresztą szybko zanika dzięki wzajemnemu dopasowaniu się obu elementów.

Z uwagi na trwałość liny najlepiej jest, gdy rowki są dokładnie dopasowane do średnicy liny, ponieważ przyleganie obu elementów zachodzi wówczas na znacznej powierzchni.



Rys. 1. Zarys rowka linowego na krążku wg normy radzieckiej (patrz tabl. I).



Rys. 2. Zarys rowka linowego wg DIN-15061-2 (patrz tabl. II).

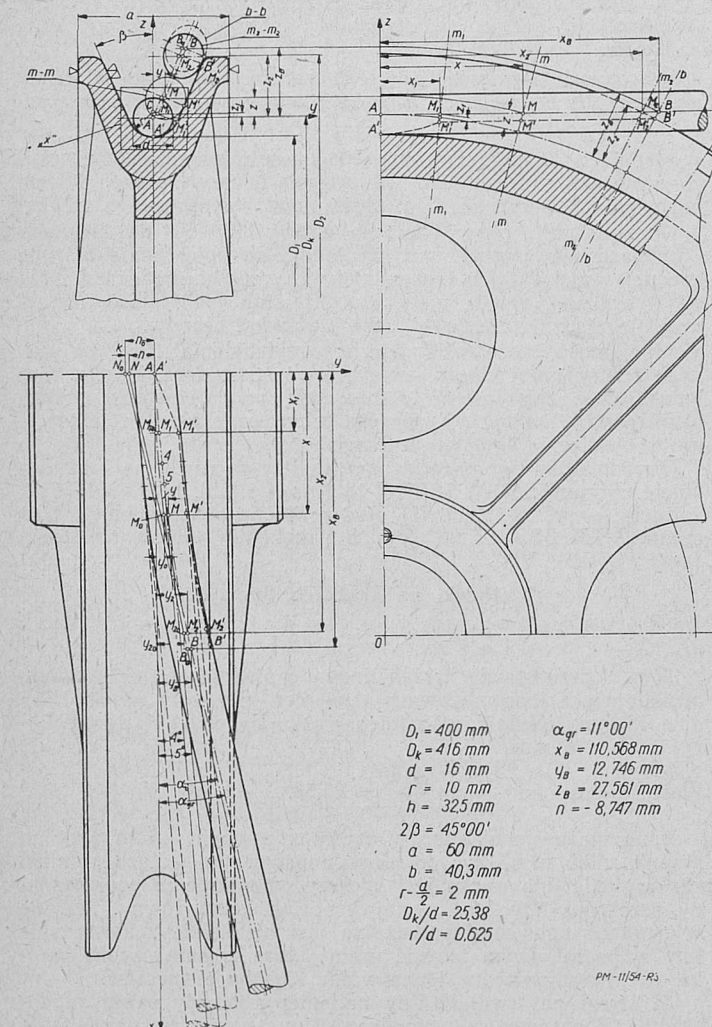
Przy zbyt dużym, bocznym odchyleniu liny jej współpraca z krążkiem lub bębniem jest wybitnie niekorzystna z uwagi na

TABLICA I. Wymiary rowków na krążkach linowych w mm wg normy radzieckiej MTM SSSR Z13 (rys. 1)

Średnica liny	a	b	c	e	h	l	r	r ₁	r ₂	r ₃	r ₄
4,8	22	15	5	0,5	12,5	8	4,0	2,5	2,0	8	6
6,2	22	15	5	0,5	12,5	8	4,0	2,5	2,0	8	6
8,7	28	20	6	1,0	15,0	8	5,0	3,0	2,5	9	6
11,0	40	30	7	1,0	25,0	10	8,5	4,0	3,0	12	8
13,0	40	30	7	1,0	25,0	10	8,5	4,0	3,0	12	8
15,0	40	30	7	1,0	25,0	10	8,5	4,0	3,0	12	8
19,5	55	40	10	1,5	30,0	15	12,0	5,0	5,0	17	10
24,0	65	50	10	1,5	37,5	18	14,5	5,0	5,0	20	15
28,0	80	60	12	2,0	45,0	22	17,0	6,0	7,0	25	15
34,5	90	70	15	2,0	55,0	22	20,0	7,0	8,0	28	20
39,0	110	85	18	2,9	65,0	22	25,0	9,0	10,0	40	30

TABLICA II. Wymiary rowków na krążkach linowych w mm wg normy niemieckiej DIN 15061-2, projekt (rys. 2).

Średnica liny	r	h	a		b
			żeliwo	staliwo stal	
6,5 — 5	3,2	12,5	22	22	14,6
8 — 6	4	15	28	28	17,8
10 — 8	5	17,5	32	32	21,2
13 — 9	6,3	20,0	38	36	25,0
16 — 11	8	25	45	43	31,4
18 — 13	9	30	55	50	36,9
21 — 15	10	32,5	60	55	40,3
23 — 17	11	35	65	60	43,7
26 — 19	12,5	37,5	70	65	47,7
29 — 21	14	40	75	70	51,8
33 — 23	16	45	90	75	58,6
37 — 26	18	50	90	85	65,5
42 — 29	20	55	100	95	72,3
47 — 33	22,5	60	110	105	79,8
51 — 37	25	67,5	120	115	89,3
58 — 42					
58 — 45					
58 — 51	28	75	135	125	99,5
58					



Rys. 3. Analiza bocznego odchylenia liny z płaszczyzny krążka.

Konieczność ograniczenia ilości zarysów rowków ze względu na ich normalizację jest przyczyną, że stosunek promienia zaokrąglenia dna rowka do średnicy liny waha się dla rowków znormalizowanych w granicach: $\frac{r}{d} = 0,47 \div 0,77$. Wartości

te, jak widać, znacznie odbiegają od wartości 0,53, która uznana została jako optimum.

Boczne tworzące zarysu rowka są styczne do łuku koła o promieniu r i tworzą między sobą kąt 2β , który nazwiemy wewnętrznym kątem rozwarcia obrzeży.

Odchylana w bok liną przylegać będzie do zarysu wieńca wzdłuż linii stycznej $A'M_1'M_2B'$. W punkcie B' , który odpowiada punktowi B osi liny, liną traci kontakt z krążkiem i dalej powinna przebiegać wzdłuż stycznej w punkcie B do zakrzywionego odcinka osi liny AB . Większe odchylenie liny w bok spowodowałoby jej przegięcie na grzbiecie obrzeża, co jest niedopuszczalne.

A zatem wewnętrzny zarys wieńca ogranicza największe, boczne odchylenie liny z płaszczyzny krążka. Odchylenie to nazwiemy *g r a n i c z n y m*.

Punkt M osi odcinka liny, znajdującego się w obrębie wieńca, posiada współrzędne: (x, y, z) , przy czym: $x = f(z)$ oraz $y = f(z)$. z jest tu zmienną różnicą odległości punktów: M i A od osi krążka i określa się ją po przeniesieniu punktu M wzdłuż obwodu koła o promieniu OM do płaszczyzny yz .

$$z = OM - OA.$$

Współrzędne x oraz y punktu M można określić w następujący sposób:

$$x = f(z) = \pm \sqrt{\left(\frac{D_k}{2} + z\right)^2 - \left(\frac{D_k}{2}\right)^2} = \pm z \sqrt{\frac{D_k}{z} + 1}$$

$$\text{oraz } y = f(z) = \pm z \cdot \operatorname{tg} \beta + k.$$

Interesują nas jedynie wartości $x > 0$.

$k = \left(r - \frac{d}{2}\right) \cdot \frac{1 - \sin \beta}{\cos \beta}$ jest w wyrażeniu na y poprawką wyrażoną w jednostkach długości, uwzględniającą niedokładne

pasowanie liny do dna rowka ($r > \frac{d}{2}$). Wartość k wynosi zwykle kilka milimetrów. W przypadku dokładnego pasowania ($r = \frac{d}{2}$): $k = 0$. Odpowiadają temu indeksy o na rys. 3.

Na rys. 4 oznaczona została poprawka k , przy czym: $k = M_{10} M_1 = M_0 M$ itd.

Po wyrugowaniu z zależności określających współrzędne x i y zmiennej z , otrzymujemy równanie zakrzywionego odcinka osi liny AB w postaci:

$$y = f(x) = \pm \left[\sqrt{\left(\frac{D_k}{2}\right)^2 + x^2} - \frac{D_k}{2} \right] \cdot \operatorname{tg} \beta + k. \quad [1]$$

Równanie to ważne jest dla: $x_1 < x < x_B$, przy czym:

$$x_1 = z_1 \cdot \sqrt{\frac{D_k}{z_1} + 1}, \text{ gdzie: } z_1 = k \cdot \cos \beta = \left(r - \frac{d}{2}\right) \cdot (1 - \sin \beta)$$

oraz

$$x_B = z_B \cdot \sqrt{\frac{D_k}{z_B} + 1}; \text{ gdzie: } z_B = z_2 + \frac{d}{2} \cdot \sin \beta = h - \frac{d}{2} \cdot (1 - \sin \beta)$$

$h = \frac{D_2 - D_1}{2}$ jest rzeczywistą wysokością obrzeży krążka.

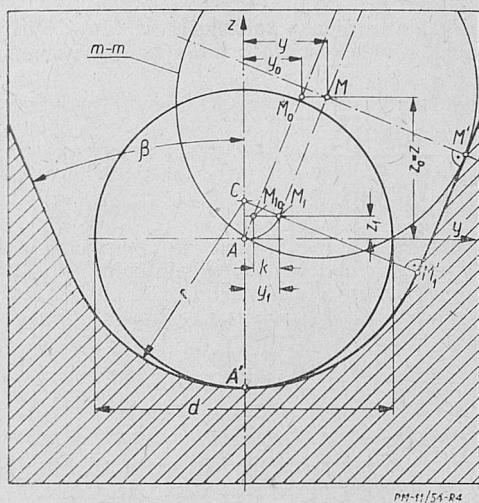
Odpowiednio: z_B nazwiemy czynną wysokością obrzeży.

Równanie osi liny dla: $0 < x < x_1$ podane zostanie przy omawianiu bocznego odchylenia liny od stycznej do osi rowka na bębnie.

Dla: $x > x_B$ oś liny przebiega wzdłuż prostej o równaniu:

$$y = (x - x_B) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{gr} + y_B; \quad [2]$$

gdzie $\alpha_{gr} = \alpha_0$ (rys. 3) jest granicznym kątem bocznego odchylenia liny. Zajmiemy się teraz wyznaczeniem tangensa tego kąta.



Rys. 4. Powiększony szczegół x z rys. 3.

2. Wyznaczenie tangensa granicznego kąta odchylenia liny

Aby wyznaczyć $\operatorname{tg} \alpha_{gr} = \operatorname{tg} \alpha_0$ należy funkcję [1] zróżniczkować względem x , a następnie podstawić w znalezione równanie wartość x_B , odpowiadającą końcowemu punktowi B' styczności liny z wieńcem krążka linowego.

Po zróżniczkowaniu i podstawieniu wartości $x = x_B$ otrzymujemy ostatecznie:

$$\operatorname{tg} \alpha_{gr} = \operatorname{tg} \alpha_0 = \pm \frac{2 \cdot \operatorname{tg} \beta}{\sqrt{\frac{D_k}{z_B} + 1} + \frac{1}{\sqrt{\frac{D_k}{z_B} + 1}}}$$

Oznaczając: $\sqrt{\frac{D_k}{z_B} + 1} = w$, otrzymamy:

$$\operatorname{tg} \alpha_{gr} = \pm \frac{2 \cdot \operatorname{tg} \beta}{w + \frac{1}{w}} \quad [3]$$

w nazywać będziemy współczynnikiem zarysu rowka.

Jak wynika z otrzymanej zależności, graniczny kąt bocznego odchylenia liny zależy od wewnętrznego kąta rozwarcia obrzeży (β) oraz od współczynnika zarysu rowka.

3. Wartości granicznych kątów odchylenia liny

Zarysy rowków na krążkach wg normy radzieckiej (rys. 1) określone są wymiarami b , h oraz promieniem r . Wynikające stąd wartości kątów β nie są jednakowe dla poszczególnych zarysów. Dla lin o średnicach: $d = 11 \div 39$ mm wahają się one w granicach: $\beta = 19^\circ 52' \div 22^\circ 07'$ (tablica III). Średnio: $\beta = 20^\circ 39'$.

Ogólnie:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{b \cdot (h - r) - r \cdot \sqrt{b^2 + 4h^2} - 8hr}{2h \cdot (h - 2r)}$$

Wartość granicznego kąta odchylenia dla tego samego zakresu średnic lin wynosi średnio: $\alpha_{gr} = 9^\circ 54'$ (od $9^\circ 04' \div 10^\circ 28'$ — tablica III). Odpowiada to odchyleniu wyrażonemu w postaci ułamka zwykłego: $1 : 5,7$.

Wg normy niemieckiej (rys. 2) zarysy określone są wymiarem h , promieniem r oraz stałym kątem $\beta = 22^\circ 30'$.

Wartość granicznego kąta odchylenia dla lin o średnicach: $d = 10 \div 40$ mm wynosi średnio: $\alpha_{gr} = 10^\circ 37'$ (od $10^\circ 05' \div 11^\circ 51'$ — tablica IV), co odpowiada odchyleniu wyrażonemu w postaci ułamka zwykłego: $1 : 5,3$.

Nominalne średnice krążków linowych D_k przyjęte zostały w obu przypadkach w ten sposób, by wartości stosunków $\frac{D_k}{d}$

były mniej więcej jednakowe.

Jak wynika z rys. 3, styczna w punkcie B do zakrzywionego odcinka osi liny przecina oś y -ków w punkcie N .

TABLICA III. Wyniki analizy bocznego odchylenia liny z płaszczynny krążka linowego z wieńcem o zarysie wg rys. 1.

d	r	r/d	h	b	$\operatorname{tg} \beta$	β	2β	D_1	D_k	D_k/d	w	$1/w$	$\operatorname{tg} \alpha_{gr}$	α_{gr}	$>$	$r - \frac{d}{2}$	k	$-n$	f	$-n_{d4}$	f_{d4}	$-n_{d5}$	f_{d5}	z_B	z_{d4}	z_{d5}	z_{d5}/z_B
11	8,5	0,77	25	30	0,3613	$19^\circ 52'$	$39^\circ 44'$	250	261	23,7	3,64	0,27	0,1848	$10^\circ 28'$	$1 : 5,4$	3,0	2,1	4,5	180,3	-1,2	71,1	-0,7	88,2	21,37	2,52	4,01	0,19
13	8,5	0,65	25	30	0,3613	$19^\circ 52'$	$39^\circ 44'$	250	263	20,2	3,70	0,27	0,1820	$10^\circ 19'$	$1 : 5,5$	2,0	1,4	5,0	176,9	-0,5	70,4	-0,0	87,5	20,71	2,54	4,04	0,20
15	8,5	0,57	25	30	0,3613	$19^\circ 52'$	$39^\circ 44'$	250	263	19,52	3,70	0,27	0,1820	$10^\circ 19'$	$1 : 5,5$	1,0	0,7	5,0	157,9	-0,4	69,5	1,1	86,4	20,05	3,19	5,07	0,25
24	14,5	0,61	37,5	50	0,4065	$22^\circ 07'$	$44^\circ 14'$	500	524	21,8	4,30	0,23	0,1795	$10^\circ 11'$	$1 : 5,6$	2,5	2,1	9,3	170,2	-0,1	70,0	0,8	86,7	30,02	3,94	6,24	0,21
28,5	17,0	0,61	45	60	0,3692	$20^\circ 16'$	$40^\circ 32'$	630	658	23,5	4,40	0,23	0,1596	$9^\circ 04'$	$1 : 5,6$	3,0	2,1	9,8	149,8	0,5	69,8	1,4	86,1	35,85	5,10	9,69	0,27
34,5	20,0	0,58	55	70	0,3872	$21^\circ 12'$	$42^\circ 24'$	710	744,5	21,5	4,23	0,24	0,1733	$9^\circ 50'$	$1 : 5,8$	2,75	1,9	13,4	159,9	0,5	69,5	1,9	85,6	43,99	6,90	9,90	0,23
39	25,0	0,64	65	85	0,3914	$21^\circ 22'$	$42^\circ 44'$	800	839	21,5	4,12	0,24	0,1798	$10^\circ 11'$	$1 : 5,6$	5,5	3,9	14,5	165,0	-1,1	71,0	0,4	87,1	52,61	10,94	10,94	0,21

TABLICA IV. Wyniki analizy bocznego odchylenia liny z płaszczynny krążka linowego z wieńcem o zarysie wg rys. 2.

d	r	r/d	h	b	$\operatorname{tg} \beta$	β	2β	D_1	D_k	D_k/d	w	$1/w$	$\operatorname{tg} \alpha_{gr}$	α_{gr}	$>$	$r - \frac{d}{2}$	k	$-n$	f	$-n_{d4}$	f_{d4}	$-n_{d5}$	f_{d5}	z_B	z_{d4}	z_{d5}	z_{d5}/z_B
10	6,3	0,63	20	25,0	0,4142	$22^\circ 30'$	$45^\circ 00'$	250	260	26,0	4,05	0,24	0,1929	$10^\circ 55'$	$1 : 5,2$	1,3	0,9	5,3	187,6	-0,1	70,0	0,3	87,1	16,91	1,89	3,00	0,18
13	8	0,62	25	31,4	0,4142	$22^\circ 30'$	$45^\circ 00'$	250	263	20,2	3,68	0,27	0,2097	$11^\circ 51'$	$1 : 4,8$	1,5	1,0	6,5	203,2	-0,2	70,1	0,2	87,3	20,99	1,92	3,04	0,16
16	9	0,56	30	36,9	0,4142	$22^\circ 30'$	$45^\circ 00'$	315	341	21,3	3,82	0,26	0,2028	$11^\circ 28'$	$1 : 4,9$	1,0	0,7	8,4	194,4	-0,3	69,6	0,9	86,6	25,06	2,48	3,80	0,20
22	12,5	0,57	37,5	47,7	0,4142	$22^\circ 30'$	$45^\circ 00'$	500	522	23,7	4,24	0,24	0,1850	$10^\circ 29'$	$1 : 5,4$	1,5	1,0	10,4	174,6	0,5	69,4	1,4	86,1	30,71	3,80	6,02	0,20
27	16	0,59	45	58,6	0,4142	$22^\circ 30'$	$45^\circ 00'$	630	657	24,3	4,35	0,23	0,1809	$10^\circ 15'$	$1 : 5,5$	2,5	1,7	12,0	168,9	0,3	69,6	1,0	86,5	36,67	4,78	7,58	0,22
33	18	0,55	50	65,5	0,4142	$22^\circ 30'$	$45^\circ 00'$	710	743	22,5	4,43	0,23	0,1778	$10^\circ 05'$	$1 : 5,5$	1,5	1,0	13,9	163,9	0,2	68,7	2,3	85,0	39,81	5,41	8,58	0,21
40	22,5	0,56	60	79,6	0,4142	$22^\circ 30'$	$45^\circ 00'$	800	840	21,0	4,32	0,23	0,1822	$10^\circ 19'$	$1 : 5,5$	2,5	1,7	17,1	165,1	0,8	69,1	2,3	85,2	47,65	6,12	9,69	0,20

Z przecięcia stycznej z osią y -ków otrzymujemy:

$$n = -\frac{D_k \cdot \operatorname{tg} \beta}{w^2 + 1} + k = AN.$$

n zależy przede wszystkim od nominalnej średnicy krążka linowego D_k i wynosi dla zakresu średnic: $D_1 = 250 \div 800$ mm:

$$n = -(4,5 \div 17,1) \text{ mm (tablice III i IV)}.$$

Wartość n wykorzystamy przy określeniu bocznego odchylenia liny w odległości 1 metra od osi krążka.

4. Boczne odchylenie liny w odległości 1 metra od osi krążka

W przypadku odchylenia granicznego, boczne odchylenie liny w odległości 1 metra od osi określa się z następującej zależności:

$$f = 1000 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{gr} + n \text{ mm} \quad [4]$$

Wartości f zależą głównie od średnicy D_k .

Z tablic III i IV wynika, że wartości f dla zakresu średnic $D_1 = 250 \div 800$ mm wahają się w granicach: $f = 149,8 \div 203,2$ mm

5. Odchylenie graniczne i dopuszczalne

Normy określają wartość dopuszczalnego kąta bocznego odchylenia liny z płaszczyzny krążka. Kąt ten wynosi: $\alpha_d = 4 \div 50$. Odpowiada to odchyleniu wyrażonemu w postaci ułamka zwykłego: $1 : 14,3 \div 1 : 11,4$. Znaczy to, że nie dopuszcza się tarcia liny o wewnętrzną ściankę wieńca na całej, możliwej długości styku przy odchyleniu granicznym, a jedynie na części.

Jeśli przez M_d (punkty 4 i 5 na rys. 3) oznaczyć punkt osi liny, w którym odchyłona w bok o dopuszczalny kąt α_d lina odchodzi stycznie od powierzchni wieńca, to odpowiadającą mu wartość $z_d = OM_d - OA$ można wyznaczyć z zależności:

$$z_d = \frac{D_k}{2} \left(\frac{\operatorname{tg} \beta}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \beta - \operatorname{tg}^2 \alpha_d}} - 1 \right).$$

Po wyznaczeniu dla $\alpha_d = 50$ wartości z_{d5} dla poszczególnych zarysów rowków okazuje się, że przy tym odchyleniu lina styka się z powierzchnią rowka tylko na mniej więcej 1/5 czynnej wysokości obrzeży, tzn.: $z_{d5}/z_B \approx 0,2$.

Dopuszczalne odchylenie liny w odległości 1 metra od osi krążka określa się z zależności [4], podstawiając zamiast α_{gr} wielkość α_d oraz zamiast n wielkość n_d , przy czym:

$$n_d = -\frac{D_k \cdot \operatorname{tg} \beta}{w_d^2 + 1} + k = -\frac{D_k \cdot \operatorname{tg} \beta}{\frac{z_d}{z_B} + 1} + k.$$

Dla zakresu średnic: $D_1 = 250 \div 800$ mm: $f_{d5} = 85,0 \div 88,2$ mm.

Szczegółowe wyniki przeprowadzonej analizy zawarte są w tablicach III i IV.

6. Zagadnienie bocznego odchylenia liny z rowka na krążku w literaturze

Przy omawianiu tego zagadnienia autorzy najczęściej powołują się na pracę Unolda opublikowaną w czasopiśmie „Maschinenbau“ nr 21 z 1924 r. (R. Dub, R. Haenchen, H. Ernst).

Autorzy podają zależność [3] na $\operatorname{tg} \alpha_{gr}$ w nieco uproszczonej, przybliżonej postaci, mianowicie:

$$\operatorname{tg} \alpha_{gr} = \pm \frac{2 \cdot \operatorname{tg} \beta}{\sqrt{\frac{D_k}{z_2} + 1}}, \quad \text{gdzie: } z_2 = h - \frac{d}{2}.$$

Pomijają więc w zależności na czynną wysokość obrzeży wyraz: $\frac{d}{2} \cdot \sin \beta$ oraz w mianowniku zależności na $\operatorname{tg} \alpha_{gr}$ wyraz:

$\frac{1}{\sqrt{\frac{D_k}{z_B} + 1}}$, co jednakże na wartość granicznego kąta α_{gr} nie ma większego wpływu.

Można także spotkać w literaturze wzór określający odchylenie liny w odległości 1 metra od osi krążka o postaci:

$$f = 2000 \cdot \frac{\operatorname{tg} \beta}{\sqrt{\frac{D_k}{z_2} + 1}} \text{ mm},$$

który bezpośrednio wynika z zależności na $\operatorname{tg} \alpha_{gr}$. Wzór ten nie uwzględnia jednak wielkości n , o którą należy zmniejszyć wartość f .

R. Dub w książce pt. „Der Kranbau“ podaje zależność:

$$f = 2000 \cdot \frac{\operatorname{tg} \beta}{\sqrt{\frac{D_k}{z} + 1}}, \quad \text{nie określając jednak bliżej, ile powin-$$

na wynosić wielkość z w stosunku do rzeczywistej wysokości obrzeży h . A zalecenie obliczenia h w założeniu $f = 1000$ mm jest oczywiście pomyłką.

H. Ernst w książce pt. „Die Hebezeuge“ podaje wzór:

$$f_{max} = 2000 \cdot \frac{\operatorname{tg} \beta}{\sqrt{\frac{D_k}{z_2} + 1}} \text{ mm}$$

z uproszczeniami, o których była już mowa. Mylnie jednak podaje, że jest to największe dopuszczalne odchylenie.

L. G. Kifer i I. I. Abramowicz, autorzy książki pt. „Gruzo-podjomnye mashiny“, popełniają podobną pomyłkę, twierdząc,

że wyrażenie: $\operatorname{tg} \alpha_{max} \leq \frac{2 \cdot \operatorname{tg} \beta}{\sqrt{\frac{D_k}{0,7 \cdot h} + 1}}$ jest tangensem dopusz-

czalnego kąta odchylenia. Wzór jest poza tym również uproszczony, a wyrażenie na czynną wysokość obrzeży: $z_B = 0,7 \cdot h$ nie dla wszystkich zarysów znormalizowanych rowków jest słuszne. W wielu przypadkach różnice są znaczne.

Ten sam wzór na $\operatorname{tg} \alpha_{max}$ podaje N. F. Rudienko w książce pt. „Podjomno-transportnye mashiny“, nie zaznaczając przy tym wyrażenie, o jakie największe odchylenie chodzi.

7. Wytyczne dla normalizacji zarysów rowków na krążkach linowych

a. Dla uzyskania podobieństwa zarysów poszczególnych rowków celowe jest przyjąć stały kąt $\beta = 22^\circ 30'$. Wartości kątów obliczone na podstawie normy radzieckiej niewiele odbiegają od powyższej, a norma niemiecka wartość tę już ustaliła.

b. Jak wynika z przeprowadzonej analizy zarysów znormalizowanych rowków na krążkach linowych, wartość współczynnika w zarysu jest w przybliżeniu stała dla wszystkich zarysów, przy odpowiednich średnicach liny i krążka, i wynosi średnio $w = 4$.

c. Wynikiem przyjęcia: $\beta = \text{const.}$ oraz $w = \text{const.}$ jest stała wartość granicznego kąta bocznego odchylenia liny, która dla wszystkich znormalizowanych zarysów wynosiłaby:

$$\alpha_{gr} = 11^\circ 02'. \quad \text{Odpowiada to odchyleniu: } 1 : 5,1.$$

d. Ponieważ:

$$w = \sqrt{\frac{D_k}{z_B} + 1} = 4,$$

zatem:

$$\frac{D_k}{h - \frac{d}{2} \cdot (1 - \sin \beta)} = 15 = \frac{D_k}{h - 0,31 \cdot d}.$$

Ostatecznie rzeczywista wysokość obrzeży:

$$h = \frac{D_k}{15} + 0,31 \cdot d = d \left(\frac{D_k}{15} + 0,31 \right) \text{ mm}. \quad [5]$$

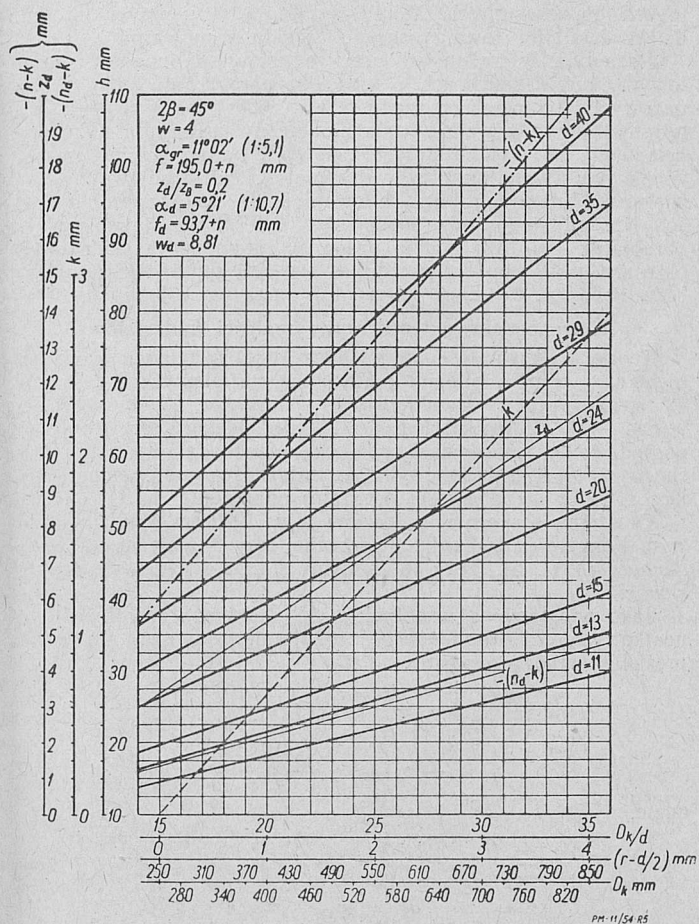
Wartości h dla różnych wartości stosunków D_k/d oraz różnych d można odczytać z wykresu przedstawionego na rys. 5. Odczytane wartości należy zaokrąglić z dokładnością do 2,5 mm. Wartości te bardzo nieznacznie różnią się od wymiarów h podanych w obu analizowanych normach.

e. Ponieważ:

$$k = \left(r - \frac{d}{2} \right) \cdot \frac{1 - \sin \beta}{\cos \beta} = 0,67 \cdot \left(r - \frac{d}{2} \right),$$

zatem:

$$(n - k) = -\frac{D_k \cdot \operatorname{tg} \beta}{w^2 + 1} = -0,024 \cdot D_k \text{ mm}.$$



Rys. 5.

Wartości k oraz $(n-k)$ w zależności od $\left(r - \frac{d}{2}\right)$ oraz D_k można odczytać z wykresu przedstawionego na rys. 5.

Znając n , w prosty sposób można określić graniczne, boczne odchylenie liny w odległości 1 metra od osi krążka z zależności: $f = 195,0 + n$ mm.

f. Przyjmując, że dopuszcza się tarcie odchylanej liny tylko na 1/5 czynnej wysokości obrzeży, tzn., że: $z_d/z_B = 0,2$, otrzymamy:

$$\frac{D_k}{2 \cdot \left[h - \frac{d}{2} \cdot (1 - \sin \beta) \right]} \cdot \left(\frac{\tan \beta}{\sqrt{\tan^2 \beta - \tan^2 \alpha_d}} - 1 \right) = 0,2 = \frac{w^2 - 1}{2} \left(\frac{\tan \beta}{\sqrt{\tan^2 \beta - \tan^2 \alpha_d}} - 1 \right).$$

Stąd zaś: $\alpha_d = 5^\circ 21'$. Odpowiada to odchyleniu: 1 : 10,7.

g. Boczne, dopuszczalne odchylenie liny w odległości 1 metra od osi krążka wynosi:

$f_d = 93,7 + n_d$ mm, przy czym: $(n_d - k) = -0,0054 \cdot D_k$ mm k określa się w zależności podanej w punkcie e.

Wartości $(n_d - k)$ w zależności od D_k można odczytać z wykresu przedstawionego na rys. 5.

Poza tym:

$$z_d = 0,0134 \cdot D_k \text{ mm}$$

oraz:

$$w_d = \sqrt{\frac{D_k}{z_d} + 1} = 8,81.$$

h. Promień zaokrąglenia dna rowka należy w ten sposób dobrać, by dla wszystkich średnic lin współpracujących z krążkiem stosunek

$$\frac{r}{d} \leq 0,6.$$

(c. d. n.)

Nowe podstawy wytrzymałościowych obliczeń części maszynowych

539.4.012.3:539.431:621

Mgr inż. STANISŁAW RYTWINSKI

Artykuł omawia w formie dyskusyjnej zagadnienie doboru współczynników bezpieczeństwa, zmęczeniowe metody obliczania wytrzymałości części maszynowych oraz nowe podstawy teorii plastyczności — teoria H. Branderberga i termodynamiczna.

Wstęp

Dotychczasowe obliczenia wytrzymałościowe maszyn opierają się na wyznaczaniu naprężeń nominalnych σ_n kG/mm² w elementach konstrukcji i porównywaniu ich z naprężeniami dopuszczalnymi ($k\sigma_n$) dla przyjętego materiału k_{x2} z uwzględnieniem rodzaju obciążenia: stałego — $\sigma_x(r, c, g, s)$ kG/mm²; tętniącego — $(\pm \sigma_x) \rightleftharpoons 0$ i zmiennego wahadłowo — $(+ \sigma_x) \rightleftharpoons 0 \rightleftharpoons (- \sigma_x)$.

Jeżeli przez x oznaczymy współczynnik bezpieczeństwa, zaś doraźną wytrzymałość przez $R(r, c, g, s)$ kG/mm² i dolną granicę plastyczności przez Q_x kG/mm², to otrzymamy:

a. dla materiałów plastycznych (jak stale, miedzi itp.)

$$\sigma_n \leq k_x, \text{ przy czym } k_x = Q_x : x_Q \quad [1]$$

b. dla materiałów kruchych o nieuchwytniej granicy plastyczności

$$\sigma_n = k_{x'}', \text{ przy czym } k_{x'}' = R_x : x_R, \quad [2]$$

W obliczeniach maszyn przyjmuje się

$$x_Q = 2 \div 3 \text{ oraz } x_R = 3 \div 4.$$

Do obliczania elementów obciążonych dynamicznie muszą być używane metody zmęczeniowe wyznaczania naprężeń nominalnych σ_n (l. 1 i l. 2).

Zmęczeniowy współczynnik bezpieczeństwa przy obciążeniach zmiennych jest iloczynem czynników składowych:

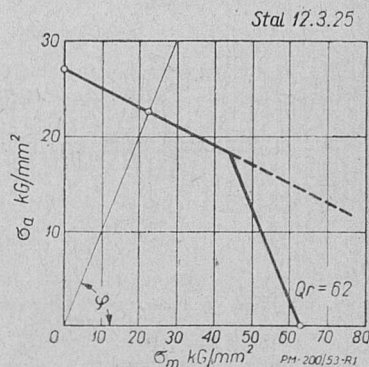
$$x_z = \beta \cdot \delta \cdot \gamma, \quad [3]$$

gdzie: β — współczynnik spiętrzenia naprężeń, ujmujący wpływ karbów, stanu powierzchni, jednolitość rdzenia materiału; δ —

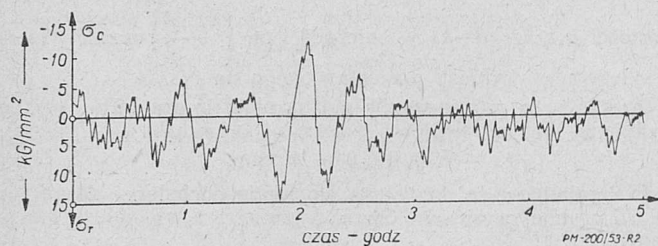
współczynnik rzeczywistego bezpieczeństwa, obejmujący wpływ ważności części, jakości kontroli materiałowej, wpływ rozrzutu wytrzymałości doraźnej materiału; γ — współczynnik wielkości¹⁾, wymiarów i postaci — kształtu części maszynowych, np. lanych.

Złożyło się szczęśliwie, że literatura polska została ostatnio wzbogacona w dziedzinie zmęczeniowych metod obliczania części maszynowych oryginalną pracą prof. dr W. Moszyńskiego (l. 2), która interesujące nas tu zagadnienia naświetla gruntownie.

Rys. 1. Wykres zmęczeniowy Haigha; $\sigma_a = f(\sigma_m)$ dla średniego naprężenia $\sigma_m = Q_R = 62$ kG/mm² (l. 2).



¹⁾ Prof. dr Z. Kłębowski zaproponował termin „współczynnik rozmiarów” (l. 9).



Rys. 2. Wykres natężeń gnących w wiążarce ramy samochodowej w czasie podróży po wyboistej drodze (l. 3).

Powtórzmy niektóre rozważania. Współczynnik stałości obciążeń jest stosunkiem naprężenia σ_m średniego oraz amplitudy wahań naprężeń σ_a :

$$\kappa = \frac{\sigma_m}{\sigma_a} = \frac{1/2 (\sigma_{\max} + \sigma_{\min})}{1/2 (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})} \quad [4]$$

Współczynnik stałości obciążeń może być wyznaczony z wykresu *Haigha* (rys. 1) jako $\text{ctg} \varphi = \sigma_a : \sigma_m = \kappa$.

Współczynnik bezpieczeństwa przy obciążeniach zmiennych

$$\kappa_z = \sigma_a : \sigma_{na}; \quad [5]$$

przy czym σ_{na} oznacza amplitudę wahań naprężeń nominalnych σ_n , zastępczych (zredukowanych), obliczeniowych.

W przypadku złożonego stanu naprężenia przy rozciąganiu i zginaniu wypadkowa amplituda wahań naprężeń nominalnych będzie sumą

$$\sigma_{na} = \sigma_{na-r} + \sigma_{na-g}.$$

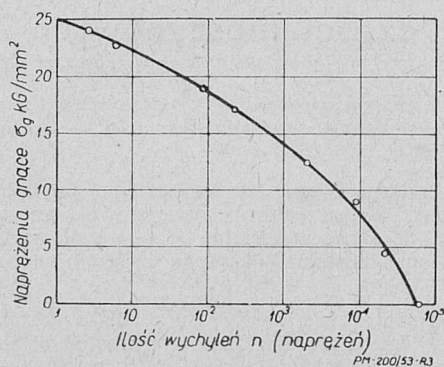
Wreszcie rzeczywisty obliczeniowy współczynnik bezpieczeństwa

$$\delta = \frac{\sigma_a / \gamma}{\beta \cdot \sigma_{na}} \quad [6]$$

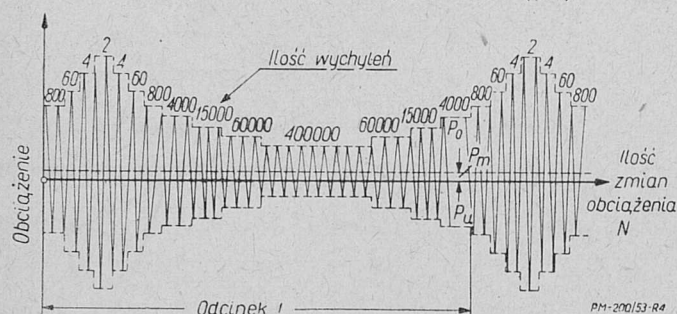
który można wyznaczyć w oparciu o odpowiednie tablice czynników składowych (l. 2).

Rzeczywiste zmiany naprężeń w elementach maszyn roboczych nie przebiegają jednak w sposób uporządkowany, sinusoidalny. Przykładem tego może być otrzymany przez *Swenso* (l. 3) wykres naprężeń gnących w wiążarce ramy samochodowej w czasie podróży po wyboistej drodze (rys. 2):

$$\sigma_r, \sigma_c = f(\tau), \quad \tau - \text{czas, h.}$$



Rys. 3. Wykres ilości i wielkości naprężeń gnących w kierownicy samochodu w czasie jazdy próbnej na 120 km (l. 3).



Rys. 4. Przykład wykresu ilości i wielkości naprężeń gnących na odcinku L (l. 3).

Otrzymane w ten sposób wykresy ilości naprężeń o identycznych natężeniach (rys. 3 i 4) wykazują istnienie małej liczby naprężeń największych na tle dziesiątków i setek tysięcy naprężeń o natężeniach małych, nie sięgających granicy na-

prężen dopuszczalnych, które wzrastają w pewnym stopniu dzięki działaniu towarzyszącego „efektu trenowania”.

Poza tym, w warunkach pracy silników spalinyowych, odrzutowych, turbin parowych o wysokim przegrzaniu pary, turbin gazowych (temperatury rzędu $500 \div 600^\circ$) na wyłężenie materiału wpływa poważnie ruch plastyczny materiału, nazywany pelzaniem. W wyniku dotychczasowych badań trzeba przyjąć, że nie ma trwałej granicy wytrzymałości zmęczeniowej R_z . Od większości maszyn roboczych wymaga się ograniczonej trwałości. Np. od samochodu osobowego $2 \cdot 10^5$ km przebiegu, od obrabiarek — $10 \cdot 10^3$ godzin pracy. A zatem na tak założonych okresach pracy powinny opierać się obliczenia wytrzymałości kształtowo-zmęczeniowej elementów maszyn roboczych.

Nowe podstawy teorii wytrzymałości materiałów

Teoria wytrzymałości materiałów konstrukcyjnych ulega pogłębieniu, zanika podział materiałów na plastyczne i kruche. W wyniku prac *Dawidenkowa*, *Fridmana*, *Użika* (ZSRR), u nas — *W. Moszyńskiego* i *T. Pelczyńskiego*, przyjmuje się pogląd, że to samo tworzywo może przechodzić ze stanu kruchego w plastyczny nie tylko w zależności od temperatury, lecz również w zależności od stanu naprężenia (l. 4).

Opisujemy obszerniej zgłoszone w r. 1952 na Międzynarodowym Kongresie Mechaniki Stosowanej tezy Szwajcara, *H. Brandenbergera* (l. 5). Tezy te powinny u nas wywołać żywą dyskusję.

Jako podstawową współzależność naprężeń i wydłużeń jednostkowych *H. Brandenberger* przyjmuje równania stanu naprężenia *Lamégo* o postaci:

$$\sigma_{1(2,3)} = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{3} \cdot \frac{3 \mu E}{(\mu + 1)(\mu - 2)} + \varepsilon_{1(2,3)} \cdot \frac{\mu \cdot E}{\mu + 1}, \quad [7]$$

gdzie:

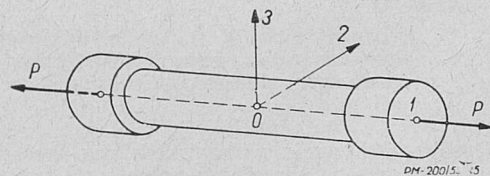
$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma_1}{E} \rightarrow \frac{\sigma_2 + \sigma_3}{E} \cdot \frac{1}{\mu}; \quad \varepsilon_2 = \frac{\sigma_2}{E} - \frac{\sigma_3 + \sigma_1}{E} \cdot \frac{1}{\mu};$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\sigma_3}{E} - \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{E} \cdot \frac{1}{\mu};$$

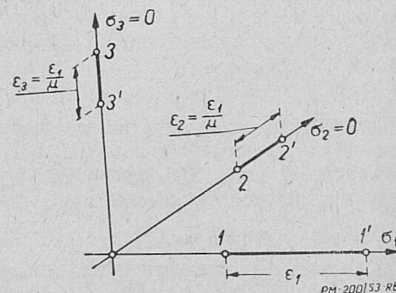
E — moduł sprężystości, dla stali $E = 2 \div 2,15 \cdot 10^6$ kg/cm²,

liczba *Poissona* $\nu = \frac{1}{\mu}$, dla stali $\nu = 0,3$ lub $\mu = 10/3$.

Dla jednostkowego stanu naprężeń ($\sigma_1 \geq 0$; $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$) wydłużenia jednostkowe (rys. 5 i 6)



Rys. 5. Pręt rozciągany siłami P w kierunku osi głównej 1.



Rys. 6. Jednostkowe wydłużenia ε_1 ; ε_2 ; ε_3 w elemencie przestrzennym, wywołane rozciąganiem $+\sigma_1$ ($\sigma_2 = \sigma_3 = 0$).

$$\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = -\varepsilon_1 \frac{1}{\mu}, \quad [8]$$

oraz średnie wydłużenie jednostkowe

$$\varepsilon = \frac{1}{3} (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3). \quad [9]$$

Zmianę objętości ujmujemy wzór (l. 6)

$$\Delta V = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = \frac{1}{E} \cdot \frac{\mu - 2}{\mu} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3). \quad [10]$$

Brandenberger dwa człony równania [7] przedstawia w postaci:

$$\sigma_1 = \sigma_v + \sigma_{l1}; \quad \sigma_2 = \sigma_v + \sigma_{l2}; \quad \sigma_3 = \sigma_v + \sigma_{l3} \quad [11]$$

Stąd „teza 1” Brandenbergera, że wypadkowe naprężenia składają się z równomiernych hydrostatycznych naprężeń właściwych ciałom — σ_v oraz naprężeń właściwych jedynie ciałom stałym, przedstawiających opory zmiany wymiarów liniowych siatki krystalicznej — σ_{l1} (l. 5).

Jednostkowe opory elastycznego odkształcania przestrzennego ciał stałych σ_v nazwiemy naprężeniami przestrzennymi σ_v (l. 5), zaś opory zmiany wymiarów liniowych (siatki krystalicznej — σ_l) — naprężeniami wzdłużnymi. Naprężenia przestrzenne dają się obliczyć ze wzorów:

$$\sigma_v = \varepsilon \cdot E_v = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{3} \cdot \frac{3 \cdot \mu \cdot E}{(\mu + 1)(\mu - 2)}, \tag{12}$$

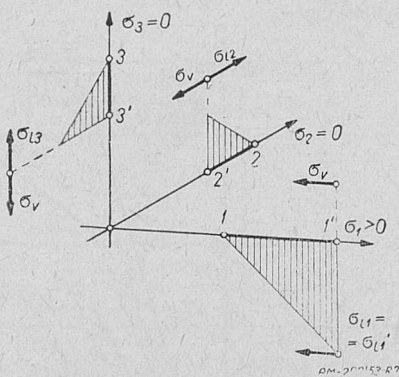
zaś naprężenia wzdłużne, siatkowe, ze wzorów:

$$\begin{aligned} \sigma_{l1} &= \varepsilon_1 \cdot E_{l1} = \varepsilon_1 \cdot \frac{\mu E}{\mu + 1}; & \sigma_{l2} &= \varepsilon_2 \cdot E_{l2} = \varepsilon_2 \cdot \frac{\mu E}{\mu + 1}; \\ \sigma_{l3} &= \varepsilon_3 \cdot E_{l3} = \varepsilon_3 \cdot \frac{\mu E}{\mu + 1}, \end{aligned} \tag{13}$$

przy czym E_v — kG/cm² nazwano przestrzennym modulem sprężystości, E_l — kG/cm² nazwano modulem sprężystości wzdłużnej siatki krystalicznej materiału odkształcanego. (Dla materiałów polikrystalicznych $E_{l1} = E_{l2} = E_{l3} = E_l$). Dla pręta rozciąganego jednoosiowo (rys. 7) naprężenie rozciągające wyrazimy wzorem:

$$\sigma_1 = \sigma_v + \sigma_l \tag{14}$$

Rys. 7. Naprężenia wzdłużne σ_{l1} , σ_{l2} , σ_{l3} oraz naprężenia przestrzenne σ_v w elemencie pręta jednoosiowo rozciąganego według (l. 5).



W trójosowym stanie napięcia z równań [7] i [10] wynika, że

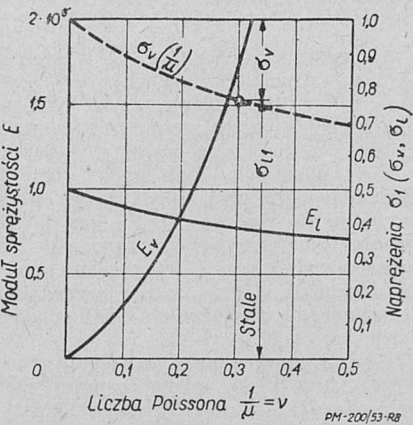
$$\sigma_v = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{\mu + 1} \tag{15}$$

oraz

$$\sigma_{lx}, \text{ albo } \sigma_{l(2,3)} = \frac{\mu}{\mu + 1} \cdot \sigma_{1(2,3)} \tag{16}$$

Przebieg zmian modułów E_v oraz E_l został przedstawiony na rys. 8 w zależności od liczby Poissona $\nu = \frac{1}{\mu}$, zmieniającej się w zakresie od 0 do 0,5 dla kauczków.

Rys. 8. Moduły sprężystości przestrzennej i wzdłużnej, E_v i E_l , odpowiadające naprężeniom σ_v oraz σ_l w zależności od liczby Poissona ν (l. 5).



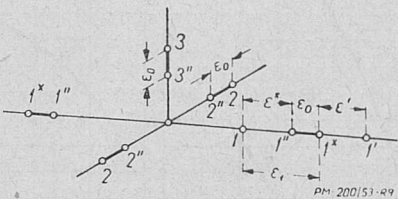
Teza 1 Brandenbergera o istnieniu w ciałach stałych niezależnych hydrostatycznych naprężeń przestrzennych (objętościowych) oraz naprężeń wzdłużnych, występujących wyraźnie przy odkształceniach postaciowych, nie jest całkowicie nowa (l. 6 i l. 7). Niemniej dalsze wnioski z tezy 1 wyjaśniają: 1) zjawisko przewężenia przy rozciąganiu prętów; 2) efekt Bausch-

gera — wzrost, spadek granicy plastyczności metali odkształcanych; 3) związek wytrzymałości zmęczeniowej z dolną i górną granicą plastyczności metali, i to na drodze prostych wykresów stereomechanicznych.

Rozważmy w oparciu o tezę 1 proste jednoosiowe rozciąganie pręta podanego na rys. 5 w oparciu o schemat aksonometryczny (rys. 9). W sześciennym elemencie pręta wstępne wydłużenie jednostkowe ε_1 wywołane naprężeniem głównym

$$\sigma_1 = \frac{4P}{\pi d^2} = \varepsilon_1 \cdot E_1; (\sigma_2 = \sigma_3 = 0);$$

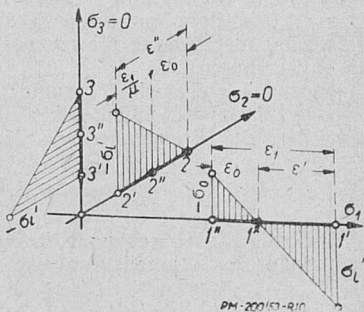
powoduje przesunięcie elementu punktowego na osi głównej, oznaczonego symbolem 1 do punktu 1x (rys. 9).



Rys. 9. Aksonometryczny wykres wydłużeń kostki elementarnej o pierwotnym stanie równowagi jednoosiowo rozciąganej (l. 5).

W wyniku kontrakcji naprężenia przestrzennego σ_v wstępne wydłużenie jednostkowe ε_1 zostaje zmniejszone o wielkość ε_0 , przy czym punkt 1x zostaje przesunięty do punktu 1". Również pierwotne punkty 2, 3 elementarnej kostki sześciennej 1, 2, 3 zostają przesunięte o jednostkowe wydłużenie ε_0 do punktów 2", 3". Przy tym zaistniał stan naprężenia przedstawiony na rys. 10, na którym stan naprężenia początkowy, uwidoczniwszy na rys. 7 (gdzie zaledwie naprężenie wzdłużne σ_{l1} osiągnęło granicę plastyczności metalu σ_{l1}) został ukształtowany również i na osiach 2 i 3 w formie końcowej. Pręt rozciągany doznaje przewężenia wzrastającego, bowiem naprężenia ściskające wzdłużne na osiach 2 i 3 osiągnęły również granicę plastyczności σ_l . Przewężenie nastąpiło mimo założenia, że panujące na osiach 2, 3 naprężenia zewnętrzne są równe zero: $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$.

Rys. 10. Wykres wydłużeń jednostkowych i naprężeń przy ponawianym do granicy plastyczności rozciąganiu (l. 5).



Ponowione rozciąganie pręta (rys. 10) daje jednostkowe wydłużenie na drodze 1" — 1' sumowane:

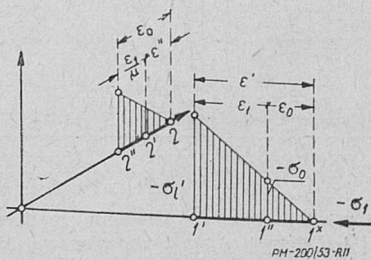
$$\varepsilon_1 = \varepsilon_0 + \varepsilon', \tag{16}$$

a zatem wzrosło naprężenie

$$\sigma_1 = E \cdot \varepsilon_1, \text{ gdyż } E = \text{const.}$$

Granica plastyczności pręta ponownie rozciąganego (droga 1" — 1') doznała zatem podwyższenia. Efekt ten tłumaczy widoczne na rys. 10, pozostałe z naprężeń przestrzennych σ_v , naprężenie ściskające — σ_0 .

Jeżeli po pierwotnym rozciąganiu nastąpi ściskanie zgodnie z rys. 11, dośrodkowe przesunięcia na osi głównej 1" — 1' wywołają przesunięcia również na osiach 2, 3 o kierunku odwró-

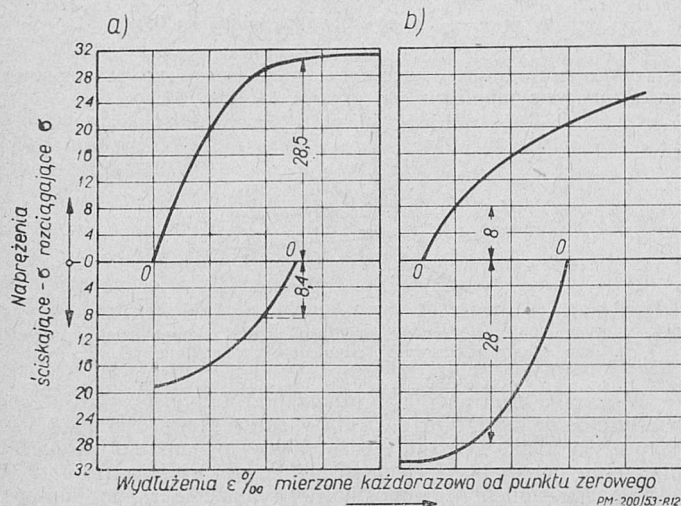


Rys. 11. Wykres jednostkowych wydłużeń i naprężeń przy jednokierunkowym ścisaniu po wstępnym rozciąganiu jak rys. 9 (l. 5). Pozostałe naprężenia ściskające przestrzenne $\sigma_0 = f(\varepsilon_0)$.

conym. Wydłużenie jednostkowe, ściśnięcie na osi głównej 1 jest różnicą

$$\varepsilon_1 = \varepsilon' - \varepsilon_0$$

Pozostałe ze wstępnego wydłużenia (rys. 10) naprężenie ścisające — σ_0 — zmniejsza naprężenie potrzebne do osiągnięcia granicy plastyczności σ_1 siatki krystalicznej. W wyniku została obniżona granica plastyczności pomierzona przy ścisaniu pręta uprzednio rozciąganego.



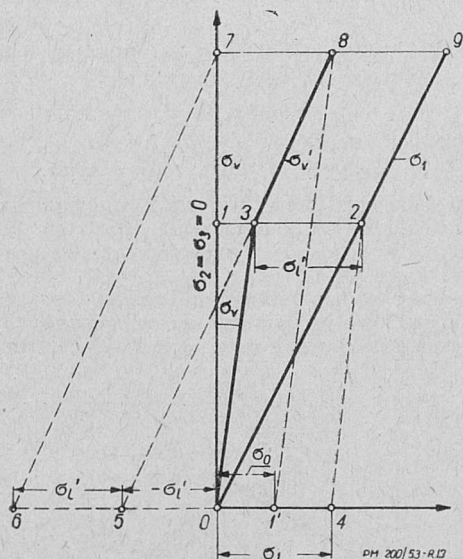
Rys. 12. Efekt Bauschingera: Pomiary rozciągania i ścisania prętów mosiężnych wg G. Masinga i W. Maukscha (l. 5): a) wstępne rozciąganie $\varepsilon = 4\%$; b) ścisanie $\varepsilon = 1,9\%$; średnia rzeczywista granica plastyczności mosiądzu badanego $Q = 18,5 \text{ kG/mm}^2$.

Tą drogą znajduje wytłumaczenie stereomechaniczne tajemniczy dotychczas efekt Bauschingera, obserwowany na materiałach plastycznych, jak stale i mosiądże. Przedstawione na rys. 12 wyniki pomiarów przy rozciąganiu prętów mosiężnych o wstępnym rozciąganiu $\varepsilon = 4\%$ oraz przy wstępnym ścisaniu $\varepsilon = 1,9\%$ dają przyrosty granicy plastyczności mosiądzu o średniej rzeczywistej plastyczności $Q = 18,5 \text{ kG/mm}^2$ (w stanie wyżarzonym).

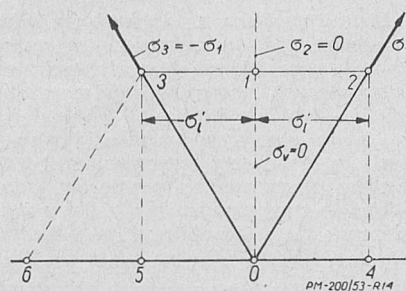
Stosunek rzeczywistej granicy plastyczności (górnej Q_{II}) i podwyższonej w wyniku efektu Bauschingera granicy plastyczności jest wg Brandenbergera liczbą charakterystyczną:

$$\frac{\sigma_B}{Q_{II}} = 1,54. \quad [18]$$

Wykresy Mohra zastępuje Brandenberger nowymi wykresami stanu naprężenia przedstawionymi na rys. 13 i 14.



Rys. 13. Wykres naprężeń przy jednoosiowym rozciąganiu ($\sigma_1 > 0$) do granicy płynięcia Q_I i górnej Q_{II} wg Brandenbergera. Linia 0-1 kierunek naprężeń $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$, linia 0-2 kierunek naprężeń głównych σ_1 , odcinek 1-3 odpowiada σ_v , 3-2 odpowiada $+\sigma_h$, odcinek 1-2 odpowiada $\sigma_1 = \sigma_v \sigma_{II}$.



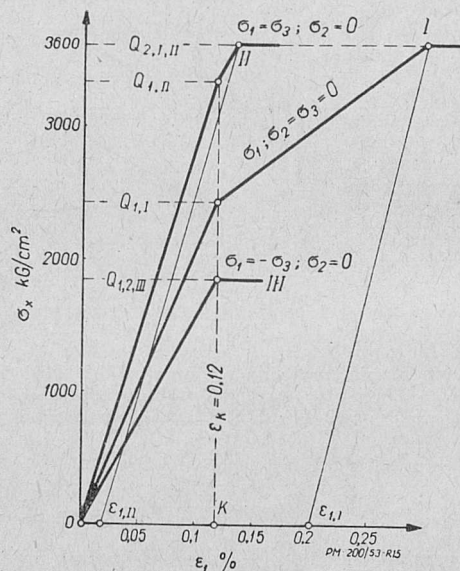
Rys. 14. Wykres Brandenbergera dla prostego ścinania: $\sigma_1 = \sigma_3$, $\sigma_2 = 0$.

Dla jednoosiowego rozciągania (rys. 13) z punktu 0 wystawia się normalną 0-1, przedstawiającą naprężenia główne na osiach 2 i 3

$$\sigma_2 = \sigma_3 = 0$$

Prosta 0-2 przedstawia naprężenie główne σ_1 , przy czym przyrost tego naprężenia do punktu 2 odpowiada rys. 7, gdzie $\sigma_{II} = \sigma_1$, tj. początkowi płynięcia materiału wzdłuż osi 1.

Dalsze rozciąganie pręta zgodnie z rys. 10, na wykresie rys. 13 obrazują punkty 5-8, oraz 0-9, przy czym odcinek 0-5 równy 5-6 oznacza granicę plastyczności $\sigma_1 = 3-2$. Naprężenia przestrzenne $\sigma_v = 1-3$ na rys. 13 wzrastają wzdłuż odcinka 3-8 || 0-9. Po odciążeniu pręta przepiężonego pozostają naprężenia przestrzenne oznaczone na rys. 13 symbolem σ_0 .



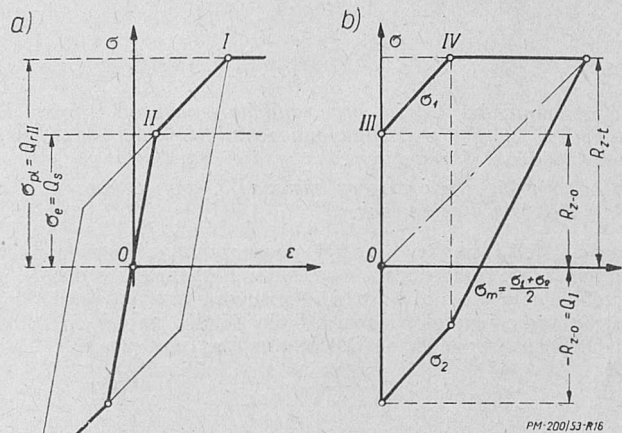
Rys. 15. Wykresy naprężeń i funkcji jednostkowego wydłużenia $\alpha_x = f(\varepsilon)$ dla stali o granicy płynięcia $Q_{II} = 3600 \text{ kG/cm}^2$, module sprężystości $E = 2,10^6 \text{ kG/cm}^2$ i liczbie Poissona $\nu = 0,3$ ($\mu = 10/3$) w stanie: I — jednoosiowego rozciągania, jak rys. 13; II — dwukierunkowego rozciągania płyty-krążka; III — skręcania dwustronnego — proste ścinanie, jak rys. 14.

Przedstawiony na rys. 14 wykres dla prostego ścinania — skręcania dwukierunkowego pręta (rys. 5), gdzie: $\sigma_1 = -\sigma_3$ oraz $\sigma_2 = 0$, wskazuje, że w tym przypadku prostego stanu naprężenia — przestrzenne naprężenia zanikają, $\sigma_v = 0$, co jest zgodne z dotychczasowymi doświadczeniami.

Na podstawie opisanych rozważań i wykresów buduje Brandenberger połączony wykres naprężeń $\sigma_x = f(\varepsilon)$, przedstawiony na rys. 15. Stąd „teza 2” Brandenbergera, że dolna granica plastyczności dla typowych stanów napięciowych (I — proste rozciąganie, II — płaskie rozciąganie krążka wspartego na obwodzie, III — proste skręcanie — ścinanie) odpowiada jednakowym wydłużeniom jednostkowym (punkt K rys. 15), gdzie $\varepsilon = 0,12\%$.

Dolna granica plastyczności pręta rozciąganego II ($\sigma_1 = \sigma_3$, $\sigma_2 = 0$) jest bliska górnej granicy plastyczności. Dla prostego ścinania III — obie granice plastyczności pokrywają się (rys. 15).

Wreszcie w tezie 3 Brandenberger przyjmuje, że dolna granica plastyczności $Q_I = \sigma_e$ (na rys. 16a) odpowiada wytrzymałości zmęczeniowej przy obciążeniach wahadłowych (rys. 16 b), przy czym: $Q_I = R_z - 0$, górna zaś granica plastyczności Q_{II} odpowiada wytrzymałości zmęczeniowej przy obciążeniach tętniących $Q_{II} = R_z - t \text{ kG/mm}^2$.



Rys. 16. Współzależność wytrzymałości statycznej i zmęceniowej według H. Brandenbergera (l. 5).

Dla uzasadnienia tezy 3 podaje Brandenberger tablicę porównawczą granicy plastyczności, wytrzymałości zmęceniowej przy obciążeniach wahadłowych oraz wyliczone na podstawie wzoru [18] naprężenia na granicy plastyczności wg rys. 16b (tablica I).

TABLICA I

Stal węglowa	Granica plastyczności Q_{II} kG/mm ²	Wytrzymałość na długotrwałe napręż. wahadł. ¹⁾ R_{z-o} kG/mm ²	Wyliczona ²⁾ $R_{z-o} = \sigma_e$ kG/mm ²
70.11	50	32	32,5
60.11	43	28	28
50.11	37,2	24	24,2
42.11	30	19	19,5
37.11	26,1	17	17

1) — z pomiarów Fachausschus für Maschinenelemente V. D. I
2) — granica sprężystości — plastyczności, wyliczona z granicy plastyczności pomierzonej wg wzoru $\sigma_e = Q_{II} : 1,54$ (l. 5).

Teoria Brandenbergera o dwuczłonowym składzie naprężeń w ciałach stałych krystalicznych tłumaczy w sposób naturalny zjawiska przewężenia przy jednoosiowym rozciąganiu, wzrost i spadek granicy plastyczności przy ponownym rozciąganiu lub ściskaniu oraz wytrzymałość zmęceniową materiałów plastycznych, jak stopy metali, tworzywa sztuczne itp.

Teoria termodynamiczna

Rozważania nad dzisiejszym stanem teorii wytrzymałości nie należy ograniczać do stereomechaniki. Niewątpliwie metale wysokotopliwe, jak Fe, Ni, Co, W — wykazują wielokrotnie wyższą wytrzymałość doraźną niż metale niskotopliwe, jak Al, Mg, Zn, Pb. Ciała o wyższej wytrzymałości, powiększonej jeszcze przez zgniot, ulepszenie cieplne, mają odpowiednio wyższą gęstość energii wiązań wewnętrznych, międzycząsteczkowych (l. 8).

Odporność metali o uporządkowanej siatce krystalicznej, jak również zestalonych polimerów (l. 8), na odkształcenia od sił zewnętrznych można rozpatrywać na podstawie zasad termodynamiki.

A więc opory rozciągania pręta, przedstawione na rys. 6, 7, 10 i 11, dają się ująć uogólnionym wzorem:

$$P = \left(\frac{\partial U}{\partial l} \right)_{T,p} + T \cdot \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_{l,p} + p \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial l} \right)_{T,p}, \quad [19]$$

gdzie: P — siła rozciągająca; U — energia wewnętrzna, potencjalna; T — temperatura $^{\circ}K$; p — ciśnienie zewnętrzne; l — długość pomiarowa pręta o objętości V .

Dla ciał stałych krystalicznych (i zestalonych polimerów) ze wzrostem wydłużenia zachodzi znikomo mała zmiana objętości:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial l} \right)_{T,p} \approx 0, \text{ choć } T \cdot \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_{l,p} > 0^2 \quad [20]$$

Dla ciał stałych, jak stopy metali i polimery częściowo skryształizowane, przyrost energii wewnętrznej przy wzroście wydłużenia $dl \left(\frac{\partial U}{\partial l} \right)_{T,p} < 0$, wywołuje naprężenia sprężyste i przyrost energii potencjalnej układu.

Atomy wytrącone z położenia równowagi statycznej (U_{min}) podlegają oddaleniu, zmienia się kierunek wiązań cząsteczkowych, ciało doznaje odkształcenia postaci.

Z powodu wzrostu składnika cieplnego siły rozciągającej element (cząsteczki o długości l_x) wynoszący $T \cdot \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_l$

oraz przyrostu temperatury (gradienta temperatury) występuje krystalizacja gum, zmiany fazowe stopów metali, oraz tajemnicza dotychczas zmęceniowa, przepiężniowa grafityzacja stali wysokowęglowych, wydzielania faz bogatych w składniki stopowe w stalach konstrukcyjnych i wysokostopowych.

Przełom zmęceniowy przy obciążeniach wahadłowych ma charakter pozornie bezodkształceniowy. Mikrokarby i pierwsze dwukierunkowe poślizgi na granicach ziarn przechodzą stopniowo w miejscowe szczeliny i translacje wewnątrz kryształów, gdy wytrzymałość spoiwa międzokrystalicznego staje się wyższa od wytrzymałości kryształów, zorientowanych w kierunkach głównych naprężeń.

Zagadnienie zbliżenia się do teoretycznej wytrzymałości stopów metali (bliższej wytrzymałości wiązań międzycząsteczkowych) jest nowe i powinno być również uwzględnione w laboratoriach, pracujących nad wytwarzaniem materiałów o doskonałej jednorodności składu chemicznego i struktury wysoce drobnokrystalicznej.

Teoria termodynamiczna wytrzymałości ciał stałych wskazuje na energetyczny charakter zjawisk odkształcalności materiałów i powinna się okazać przydatną w poszukiwaniach wydobycia z tworzyw konstrukcyjnych optymalnych cech wytrzymałościowych.

LITERATURA

- W. Moszyński — Obliczanie zmęczeniowe części maszynowych — Przegląd Mechaniczny, zeszyt 8, 1953 r.
- W. Moszyński — Wytrzymałość zmęceniowa części maszynowych — PWT, 1953 r.
- H. Sigwart i C. Petersen — Entwicklungsmerkmale der modernen Materialprüfung — Werkstatt und Betrieb, H. 5, s. 235, 1953 r.
- W. Moszyński — Stan napięcia a wyężenie materiału — Przegląd Mechaniczny, zeszyt 7, 8 i 9, 1952 r.
- H. Brandenberger — Drei Sätze als neue Grundlagen der Elastizitäts- und Festigkeitslehre — Technische Rundschau, nr 8 i 10, 1953 r.
- M. T. Huber — Stereomechanika, t. I., PWT, 1951 r.
- S. J. Gubkin — Deformirujemost' metallov — Maszgiz, 1953 r.
- R. Howink — Elastomery i plasty, t. I, str. 222, PWT, 1953 r.
- Z. Kłębowski — Opinia o artykule — 11.11.1954 r.

2) Czynniki cieplny (wzór [20]) ma przeważające znaczenie przy rozciąganiu gum z kauczuków naturalnych, osiagających bardzo znaczne wydłużenia przy rozciąganiu rzędu $\epsilon = 350 - 800\%$, choć przyrost energii wewnętrznej dla gum jest bliski zeru: $\left(\frac{\partial U}{\partial l} \right)_T \approx 0$. Howink (l. 8) zakłada dla stali $T \cdot \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_{l,p} = 0$

METALOWCY! Produkcje więcej maszyn dla rolnictwa, przemysłu i transportu! Opanowujcie nowoczesną technikę! Rozwijajcie wynalazczość i ruch racjonalizatorski!

(Z hasła KC PZPR na dzień 1 Maja 1954 r.)

Noże tokarskie ścinowe

621.941.1.013/014

Mgr. inż. ANDRZEJ JOZEFIK

Ostrza ścinowe zyskują sobie coraz większą ilość zwolenników wśród pracowników naszego przemysłu. Z ważnym tym zagadnieniem zapoznaje niniejszy artykuł, w którym przedstawione zostały wyniki badań, przeprowadzonych przez Autora w Instytucie Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem.

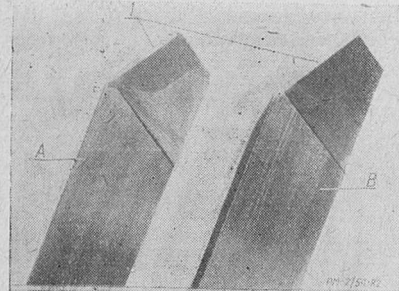
Omówiono: wpływ ścina na ciepłą i mechaniczną odporność ostrza i opory skrawania, wpływ kąta natarcia i szerokości ścina na trwałość ostrza oraz wzrost wydajności ostrzy ścinowych.

Ostrza ścinowe, obok ostrzy bezścinowych z ujemną wartością kąta natarcia, zastosowane zostały przez racjonalizatorów radzieckich do skrawania szybkościowego (noże G. Bortkiewicza, P. Bykowa, W. Kolesowa i innych). Ostrza ścinowe, ze względu na swoją prostotę i korzyści jakie dają, znajdują coraz szersze zastosowanie i w polskim przemyśle metalowym (l. 11). Ostrze ścinowe staje się podstawowym typem ostrza noża tokarskiego i to zarówno ostrza ze stali szybko tnącej, z węglików spiekanych, jak i ostrza ze spieków ceramicznych.

Elementy geometryczne ścina

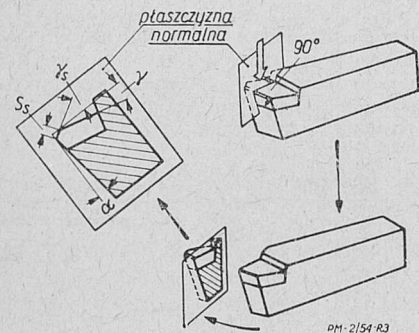
Ścinem nazywa się wąską powierzchnię zaszlifowaną wzdłuż krawędzi skrawającej na płaszczyźnie natarcia (rys. 1). Najczęściej stosuje się ścin płaski, aczkolwiek spotyka się również ściny krzywoliniowe (l. 11). Ścin zostaje wykonany przez zaszlifowanie lub wprost przez dotarcie ostrza. Ścin może zostać zaszlifowany na ostrzu z płaską lub wklęsłą powierzchnią natarcia. Na ostrzu z płaską powierzchnią natarcia ścin można również ukształtować wzdłuż pomocniczej krawędzi skrawającej (rys. 2).

Zwymiarowania ścina dokonuje się na płaszczyźnie normalnej, przeprowadzonej prostopadle do rzutu głównej krawędzi skrawającej na płaszczyznę podstawową



Rys. 2. A — ścin zaszlifowany wzdłuż głównej i częściowo wzdłuż pomocniczej krawędzi skrawającej; B — ścin zaszlifowany tylko wzdłuż głównej krawędzi skrawającej; I — ścin.

(równoległą do płaszczyzny podstawy trzonka — rys. 3). Ścin zwymiarowany zostaje przez: γ_s — kąt ścina w stopniach i s_s — szerokość ścina w milimetrach.

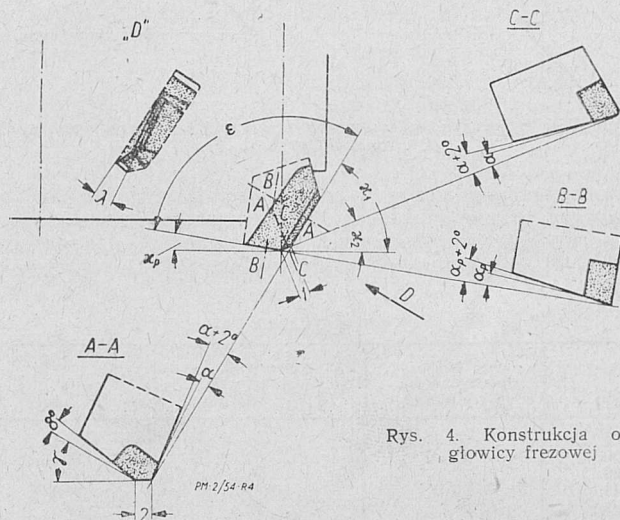


Rys. 3. Wymiarowanie ścina na płaszczyźnie normalnej.

Charakterystyka ostrza ścinowego

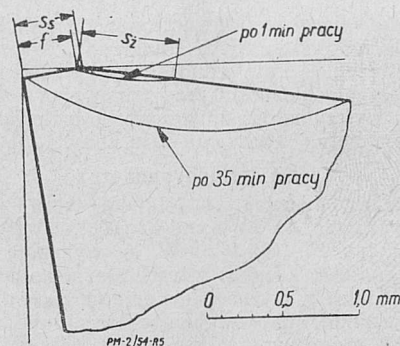
Cechą charakterystyczną ostrzy ścinowych jest to, że główny nacisk wióra na ostrzu występuje poza ścinem i proces spływania wióra po ostrzu odbywa się poza ścinem na powierzchni natarcia, w większości przypadków ukształtowanej pod dodatnim kątem. Niejednokrotnie ostrza głowicy frezowej, posiadające wąskie powierzchnie natarcia, uważa się za ostrza ścinowe. Jest to nieślusne. W ostrzu głowicy frezowej do skrawania stali powierzchnia natarcia zostaje zawężona do małego paska, o szerokości 1,5 do 2,0 mm, a to ze względu na ekonomię zużycia spieku przy ostrzeniu (rys. 4). Niemniej ostrza takie nie są ostrzami ścinowymi. Proces spływania wióra od-

bywa się tylko na tej wąskiej powierzchni o kącie natarcia ujemnym i nie przechodzi poza nią. Stosunek szerokości powierzchni natarcia do wartości posuwu przypadającego na 1 ostrze wynosi w głowicach: 7,5 do 25 dla najczęściej stosowanych posuwów: $0,08 \div 0,20$ mm/ostrze (por. wzór [1]).



Rys. 4. Konstrukcja ostrza głowicy frezowej

Na rys. 5 przedstawiono zużycie powierzchni natarcia, występujące w postaci żłobka wytartego przez spływający wiór. Z rys. 5 oraz z tablicy I wynika, że proces spływania wióra



Rys. 5. Stopień powierzchni natarcia przy toczeniu stali węglowej $R_p=84,4$ kG/mm² ostrzem z węglików spiekanych S3 przy $F=2 \cdot 0,52$ mm², $v=83,4$ m/min i $\alpha=60^\circ$ (wg badań autora). Geometria ostrza: $\alpha=6^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\gamma_s=-10^\circ$, $s_s=0,4$ mm, $\lambda=4^\circ$, $\epsilon=90^\circ$, $r=1$ mm.

odbywa się na powierzchni natarcia o kącie dodatnim, gdyż kraniec żłobka przy rozpoczynaniu skrawania przypada w miejscu przecięcia się ścina z powierzchnią natarcia ostrza — w założeniu, rzecz jasna, właściwego doboru szeroko-

TABLICA I. Szerokość żłobka i jego oddalenie od krawędzi skrawającej przy toczeniu stali $R_p=84,4$ kG/mm² ostrzem S3, przekrojem $F=2 \cdot 0,52$ mm², $\alpha=60^\circ$ po 1 minucie pracy (wg badań autora — l. 4)

Rodzaj ostrza	Ostrze ścinowe: $s_s=0,4$ mm $\gamma_s=-10^\circ$				Ostrze bezścinowe
Szybkość skrawania v w m/min	146	100	83,4	70,4	44
Szerokość żłobka s_z w mm	1,1	0,42	0,65	0,5	1,1
Oddalenie żłobka od krawędzi skrawającej f w mm	0,33	0,38	0,38	0,4	0,34
Okres trwałości ostrza T w min	7	17	35	82	127

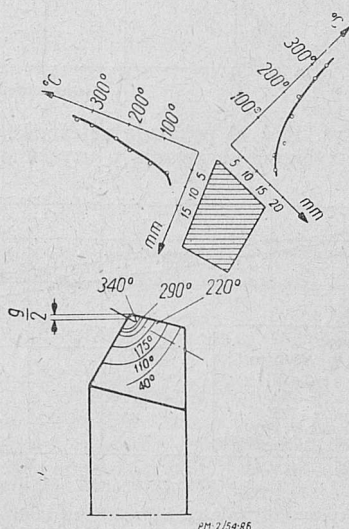
kości powierzchni ścina. Aby tak się stało, szerokość ścina winna być nieco mniejsza od grubości warstwy skrawanej. Ujmuje się tę zależność zazwyczaj w funkcji posuwu:

$$s_s = (0,8 \div 1,0) p \text{ mm} \quad [1]$$

Wpływ ścina na cieplną i mechaniczną odporność ostrza

Ukształtowanie na ostrzu ścina ma pierwszorzędne znaczenie praktyczne ze względu na bardzo poważny wzrost okresu trwałości ostrza, wynikający ze zwiększenia odporności cieplnej ostrza oraz odporności mechanicznej.

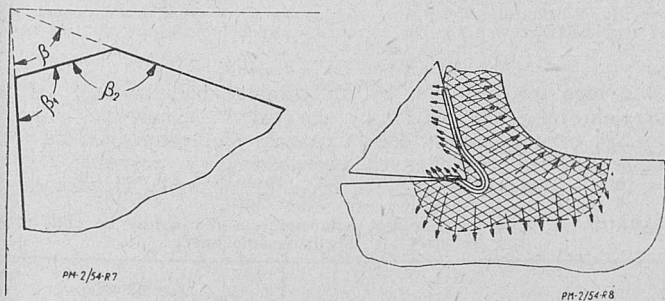
Ciepło powstające przy skrawaniu w dużej mierze przejmowane zostaje przez ostrze skrawające. Ze względu na ograniczone możliwości odprowadzenia stale dopływającego do masy ostrza ciepła, w ostrzu skrawającym następuje jego koncentracja, powodująca powstawanie zmiennego pola temperatur (rys. 6). Z położenia izoterm na powierzchniach ostrza wnio-



Rys. 6. Rozkład temperatur na ostrzu ze stali szybko tnącej SW18 przy toczeniu stali $R_r = 74 \text{ kG/mm}^2$ w następujących warunkach: $g = 1,5 \text{ mm}$, $p = 0,5 \text{ mm/obr}$, $\alpha = 60^\circ$, bez chłodzenia (wg badań autora). Izoterm wyznaczone zostały przy pomocy farb termometrycznych.

skujemy, że wzrost temperatury następuje w kierunku głównej krawędzi skrawającej. Największa koncentracja ciepła występuje więc na głównej krawędzi skrawającej, a w szczególności na wierzchołku ostrza. Wysoka temperatura na ostrzu powoduje obniżenie właściwości wytrzymałościowych materiału narzędziowego, powoduje utlenianie warstw powierzchniowych ostrza i inne niepożądane zjawiska.

Silna koncentracja ciepła wzdłuż głównej krawędzi skrawającej spowodowana jest małą masą przekroju ostrza bezścińowego w bezpośrednim sąsiedztwie krawędzi (rys. 7 — kąt



Rys. 7. Kąty ostrza w ostrzu bezścińowym ($\beta < 90^\circ$) i w ostrzu ścińowym ($\beta_1 > 90^\circ$, $\beta_2 > 90^\circ$).

Rys. 8. Schemat rozmieszczenia źródeł ciepła i kierunków rozchodzenia się ciepła przy skrawaniu (wg B. Kosteckiego — l. 7)

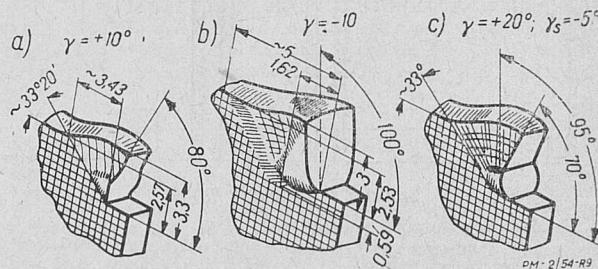
ostrza $\beta < 90^\circ$). Trzeba pamiętać o tym, że powierzchnia natarcia styka się bezpośrednio z warstwą skrawaną i z wiórem o wysokiej temperaturze. Tarcie wywołane sphywającym wiórem jest nowym źródłem ciepła przejmowanego przez ostrze. Podobnie dzieje się na powierzchni przyłożenia (tarcie o powierzchnię skrawania — rys. 8).

Przez wykonanie ścina powiększa się w bardzo wydajny sposób kąt ostrza: β_1 i β_2 (rys. 7), przez co unika się silnej koncentracji ciepła na krawędzi ostrza. Zwiększenie odporności cieplnej ma szczególnie duże znaczenie przy skrawaniu noża-

mi wykonanymi ze stali szybko tnącej. Przy toczeniu nożami zaopatrzonymi w płytki z węglików spiekanych duży wpływ na zwiększenie trwałości ma powiększenie odporności mechanicznej ostrza. Węgliki spiekane są tworzywem kruchym. Zaszlifowanie wzdłuż głównej krawędzi skrawającej ścina wybitnie przeciwdziała wykruszaniu się z krawędzi ziarenek spieku, a to ze względu na powiększone kąty ostrza β_1 i β_2 (rys. 7). W przypadku konieczności wzmocnienia pomocniczej krawędzi skrawającej przed wykruszaniem kształtuje się ścin również i wzdłuż niej.

Wpływ ścina na opory skrawania

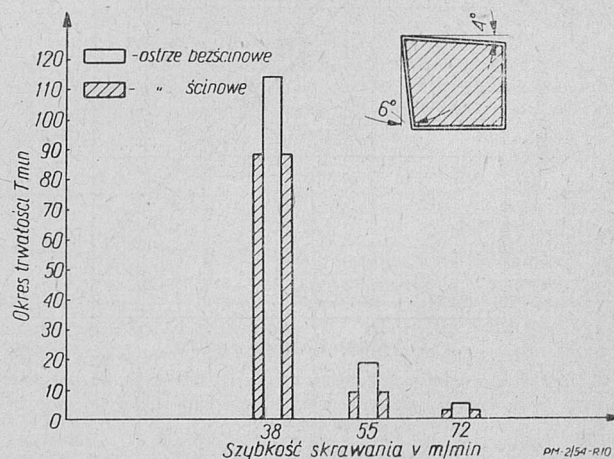
Ścin, ukształtowany zazwyczaj pod kątem ujemnym, jest przyczyną nieznacznego zwiększenia oporów skrawania przy niezmienionych wartościach pozostałych elementów geometrycznych ostrza. Wartość kąta natarcia ma bowiem bardzo znaczny wpływ na proces tworzenia się wióra. Na rys. 9 przedstawiono schemat odkształceń plastycznych przy struga-



Rys. 9. Odkształcenia plastyczne miedzi przy struganiu ostrzem bezścińowym o dodatnim kącie natarcia (a), ostrzem bezścińowym o ujemnym kącie natarcia (b) oraz ostrzem ścińowym (c). Wg A. W. Szczegółewa — l. 10.

niu miedzi z szybkością $v = 3 \text{ m/min}$ ostrzami z dodatnim kątem natarcia, ujemnym kątem natarcia i ostrzem ścińowym. Powiększenie kąta ostrza przez przejście z dodatniej do ujemnej wartości kąta natarcia powoduje wzrost pracy skrawania użytej na odkształcenia plastyczne.

Wzrost odkształceń plastycznych występuje również w ostrzu ścińowym. Jest on wprawdzie nieznaczny w porównaniu z odkształceniami powstającymi przy pracy ostrzem z ujemnym kątem γ , a to ze względu na małą szerokość powierzchni ścina; niemniej jednak zanotować można spadek trwałości ostrza, spowodowany wzrostem oporów skrawania na ostrzu, na którym zaszlifowano ścin, nie zmieniając wartości kąta natarcia. I tak przy toczeniu stali węglowej $R_r = 53 \text{ kG/mm}^2$ ostrzem SW18 przy $F = 2,0,52 \text{ mm}^2$, szybkości $v = 38 \text{ m/min}$ i kącie przystawienia $\alpha = 45^\circ$, uzyskano następujące wyniki (l. 3 — rys. 10):

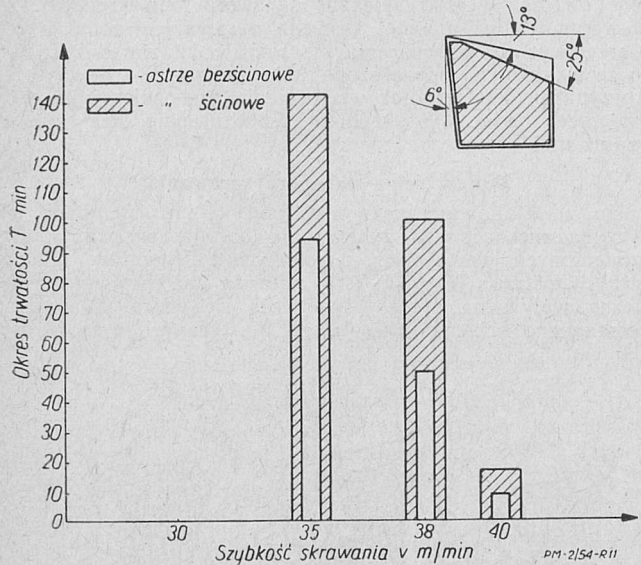


Rys. 10. Porównanie okresów trwałości ostrzy ze stali szybko tnącej SW18 bezścińowych i ścińowych bez zmiany wartości kąta natarcia (wg badań autora — l. 3). Materiał obrabiany: stal węglowa $R_r = 53 \text{ kG/mm}^2$. Warunki skrawania: $F = 2 \cdot 0,52 \text{ mm}^2$, $\alpha = 45^\circ$; bez chłodzenia.

ostrze bezścińowe ($\alpha = 6^\circ$, $\gamma = 4^\circ$, $\lambda = 4^\circ$, $\epsilon = 110^\circ$, $r = 2,25 \text{ mm}$) $T = 114 \text{ min}$;

ostrze ścińowe ($\alpha = 6^\circ$, $\gamma = 4^\circ$, $\lambda = 4^\circ$, $\epsilon = 110^\circ$, $\gamma_s = 0^\circ$, $s_s = 0,4 \text{ mm}$, $r = 2,25 \text{ mm}$) $T = 88 \text{ min}$.

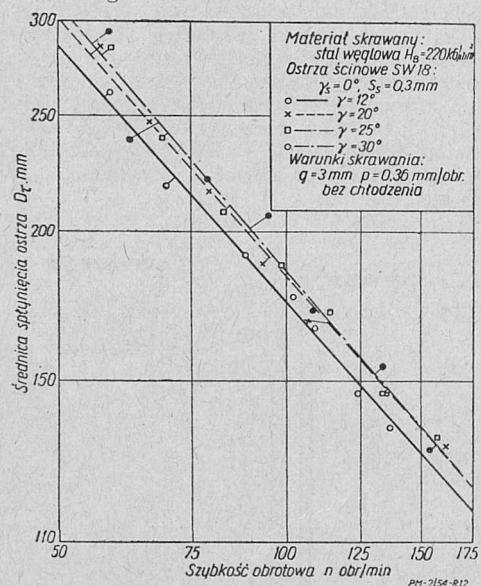
Zwiększenie trwałości uzyskuje się dopiero po powiększeniu kąta natarcia, np. dla ostrzy ścinowych ze stali szybko tnącej aż do wartości $+25^{\circ}$ (rys. 11).



Rys. 11. Porównanie okresów trwałości ostrzy ze stali szybko tnącej SW18 bezścińowych i ścińowych przy zastosowaniu optymalnych wartości kątów natarcia (wg badań autora — 1. 3). Materiał obrabiany: stal węglowa $R_r = 72 \text{ kG/mm}^2$. Warunki skrawania: $F = 2 \cdot 0,52 \text{ mm}^2$, $\alpha = 45^{\circ}$; bez chłodzenia.

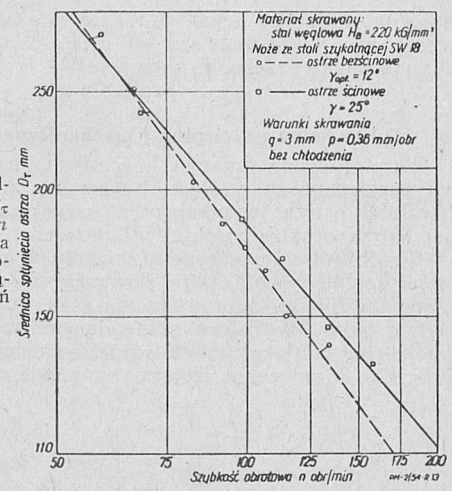
Kąt natarcia ostrza ścińowego

Wpływ kąta natarcia na trwałość ostrza ścińowego przedstawia wykres zależności średnicy spłynięcia ostrza D_c od szybkości obrotowej przedmiotu n przy próbie promieniowego toczenia (l. 1 — rys. 12). Z wykresu $D_c = f(n)$ stwierdzić można wzrost trwałości ostrza ścińowego w miarę zwiększania kąta natarcia. Kąt natarcia $\gamma = 12^{\circ}$ jest optymalnym kątem ostrza bezścińowego dla toczenia stali o twardości $H_B = 220 \text{ kG/mm}^2$. Kąt ten jednak okazuje się niewłaściwy dla ostrza ścińowego.



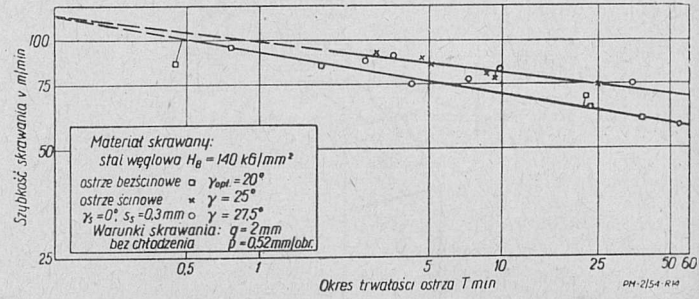
Rys. 12. Zależność średnicy spłynięcia ostrza D_c od szybkości obrotowej n dla ostrzy ścińowych o różnych wartościach kąta natarcia (wg badań autora — 1. 5).

Lepszą trwałość wykazały ostrza o kącie $\gamma = 20^{\circ}, 25^{\circ}$ i 30° . Przy kątach natarcia 25° i 30° uzyskano te same okresy trwałości dla toczenia stali węglowej o $H_B = 220 \text{ kG/mm}^2$ ($R_r = 77,5 \text{ kG/mm}^2$). Przy toczeniu stali o twardości $H_B = 140 \text{ kG/mm}^2$ ($R_r = 53 \text{ kG/mm}^2$), jak również stali o twardości $H_B = 250 \text{ kG/mm}^2$ ($R_r = 87 \text{ kG/mm}^2$) optymalna wartość kąta natarcia dla ostrza ścińowego wynosiła również 25° . Powiększenie kąta natarcia do wartości $27,5^{\circ}$, a nawet 30° nie wpływało na okresy trwałości ostrza ścińowego (rys. 14 i rys. 15 — 1. 5).

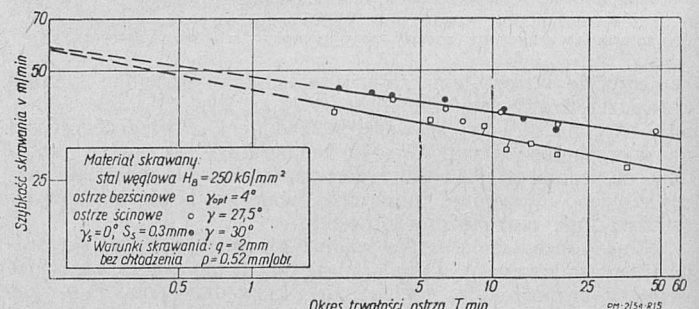


Rys. 13. Zależność średnicy spłynięcia ostrza D_c od szybkości obrotowej n dla ostrzy ścińowych i dla ostrzy bezścińowych o optymalnych wartościach kąta natarcia (wg badań autora — 1. 5).

Wykresy na rys. 14 i 15 pokazują zależności okresu trwałości ostrza T od szybkości skrawania v uzyskane metodą toczenia wzdłużnego.



Rys. 14. Zależność okresu trwałości ostrza T ze stali szybko tnącej SW9 od szybkości skrawania v dla ostrzy ścińowych i bezścińowych (wg badań autora — 1. 5).



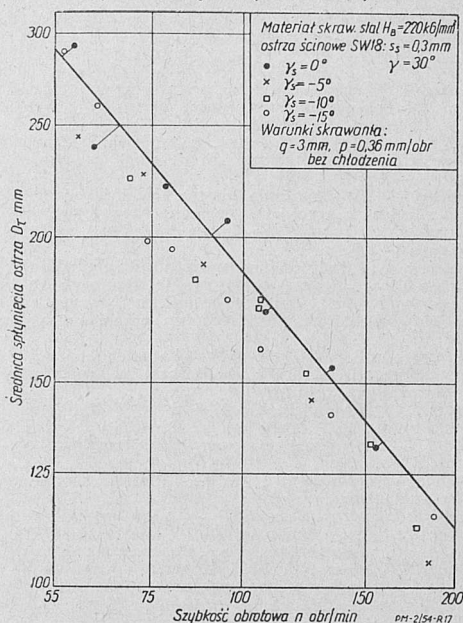
Rys. 15. Zależność okresu trwałości ostrza T ze stali szybko tnącej SW9 od szybkości skrawania v dla ostrzy ścińowych i bezścińowych (wg badań autora — 1. 5).

Z tego też względu, by nie osłabiać niepotrzebnie ostrza, przyjęto jako kąt optymalny dla ostrzy ścińowych: $\gamma_{opt} = 25^{\circ}$, przy czym wartość ta okazała się jednakowa dla stali węglowych o przebadanych twardościach w zakresie: $H_B = 140 \div 250 \text{ kG/mm}^2$ ($R_r = 50 \div 87 \text{ kG/mm}^2$). Uzyskane wy-

TABLICA II. Zalecane wartości kąta natarcia dla ostrzy ze stali szybko tnącej i z węglików spiekanych

Materiał obrabiany	Kąt natarcia γ	
	ostrza ze stali szybko tnącej	ostrza z węglików spiekanych
Stale o $R_r < 50 \text{ kG/mm}^2$	30°	15°
Żeliwo szare i ciągliwe $H_B < 150 \text{ kG/mm}^2$		
Stale o $R_r = 50 \div 120 \text{ kG/mm}^2$	25°	15° ÷ 12°
Żeliwo szare i ciągliwe $H_B = 150 \div 220 \text{ kG/mm}^2$		
Brąz		
Mosiądz		

niki w pełni potwierdzają zalecenia radzieckie — doboru kąta natarcia dla ostrzy ścinowych (tablica II).



Rys. 16. Zależność średnicy spłynięcia ostrza D_ϵ od szybkości obrotowej n dla ostrzy ścinowych o różnych wartościach szerokości ścina (wg badań autora — 1. 5).

Szerokość ścina

Zasadniczym parametrem ścina jest jego szerokość. Wpływ szerokości ścina na trwałość ostrza przedstawia rys. 16 jako zależność średnicy spłynięcia ostrza D_ϵ od szybkości obrotowej n dla ostrzy ścinowych o różnych szerokościach ścina. Najwyżej na wykresie położone punkty odpowiadają wartościom $s_s = 0,3$ mm i $0,35$ mm a więc wartościom mniejszym od poziomu w zakresie: $s_s = (0,8 \div 1,0) p$ mm.

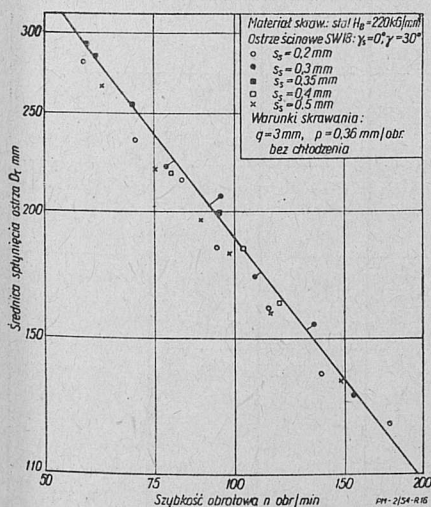
Biorąc pod uwagę, że proces spływania wióra winien się odbywać poza płaszczyznę ścina (por. rys. 5 i tabl. I), optymalna szerokość ścina wynosi:

$$s_{s\text{opt}} = 0,8 \cdot p \text{ mm} \quad [2]$$

Zalecenie to dotyczy zarówno ostrzy ze stali szybko tnącej, jak i ostrzy z węglików spiekanych. Praca ostrzem o zbyt szerokim ścinie, mająca już charakter skrawania ujemnym kątem natarcia, stwarza niebezpieczeństwo wzrostu oporu skrawania i powstania drgań.

Kąt ścina

Wpływ kąta ścina na trwałość ostrza ze stali szybko tnącej przedstawia rys. 17. W zakresie przebadanych kątów ścina od 0° do 15° dla stali szybko tnącej optymalną wartością jest $\gamma_{s\text{opt}} = 0^\circ$.



Rys. 17. Zależność średnicy spłynięcia ostrza D_ϵ od szybkości obrotowej n dla ostrzy ścinowych o różnych wartościach kąta ścina (wg badań autora — 1. 5).

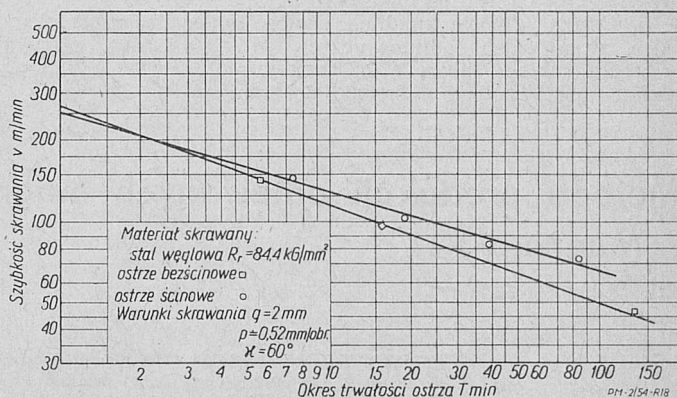
TABLICA III. Zalecane wartości kąta ścina dla ostrzy ze stali szybko tnącej i z węglików spiekanych

Materiał obrabiany	Kąt ścina γ_s	
	ostrza ze stali szybko tnącej	ostrza z węglików spiekanych
Stale $R_p < 120$ kG/mm ²	0°	— 10°
Żeliwa ciągliwe i szare $H_B < 150$ kG/mm ²		+ 5°
$H_B = 150 \div 220$ kG/mm ²		0°
$H_B = 220 \div 300$ kG/mm ²		— 5°

Zalecane wartości kąta ścina dla ostrzy ze stali szybko tnącej i z węglików spiekanych przedstawia tablica III.

Wzrost wydajności ostrzy ścinowych

Ostrza ścinowe dzięki lepszej odporności cieplnej i mechanicznej wykazują lepszą wydajność niż ostrza bezścinowe, z zastrzeżeniem obrania optymalnych wartości elementów geometrycznych — w pierwszym rzędzie optymalnej wartości kąta natarcia.



Rys. 18. Zależność okresu trwałości ostrza T z węglików spiekanych S3 od szybkości skrawania v dla ostrzy ścinowych i bezścinowych (wg badań autora — 1. 3).

Wzrost wydajności ukazują wykresy $T = f(v)$ przedstawione na rys. 14, 15 i 18. Jako porównawczy miernik wydajności przyjęto okresową szybkość skrawania: v_{60} dla ostrzy ze stali szybko tnącej i v_{90} dla ostrzy z węglików spiekanych. Wzrost wydajności uzyskany w doświadczeniach przeprowadzonych przez autora (1. 3 i 4) przedstawia tablica IV, z której wynika, że przy zastosowaniu ostrzy ścinowych można uzyskać poważny wzrost wydajności w granicach od 14 do 23%. Oficjalne wydawnictwa radzieckie (1. 8 i 9) podają dla warunków przemysłowych wskaźnik podwyższenia okresowej szybkości skrawania $K_f = 1,15$, a więc o 15% i to zarówno dla ostrzy ze stali szybko tnącej, jak również dla ostrzy z węglików spiekanych. Z doświadczeń opisanych powyżej wynika całkowita realność stosowania powyższego współczynnika.

TABLICA IV. Wzrost wydajności ostrzy ścinowych (1. 4 i 5)

Materiał ostrza	Materiał obrabiany	Warunki skrawania	Okresowa szybkość skrawania vT^* w m/min dla:		Wzrost vT w %
			ostrzy bezścinowych	ostrzy ścinowych	
Stal szybko tnąca SW9	Stal $H_B = 140$ kG/mm ² ($R_p \approx 50$ kG/mm ²)	$g = 2$ mm $p = 0,52$ mm/obr $\alpha = 45^\circ$	57	68	19,30
	Stal $H_B = 250$ kG/mm ² ($R_p \approx 87,2$ kG/mm ²)	$g = 2$ mm $p = 0,52$ mm/obr $\alpha = 45^\circ$	26	32	23,08
Stal szybko tnąca SW18	Stal $R_p = 72$ kG/mm ²	$g = 2$ mm $p = 0,52$ mm/obr $\alpha = 45^\circ$	36	41	14,00
Węgliki spiekane	Stal $R_p = 84,4$ kG/mm ²	$g = 2$ mm $p = 0,52$ mm/obr $\alpha = 60^\circ$	55	67	21,81

*) dla ostrzy ze stali szybko tnącej: v_{60} , dla ostrzy z węglików spiekanych: v_{90}

Nie zmieniając szybkości skrawania w stosunku do v_T stosowanej dla ostrzy bezścińowych z dodatnim kątem natarcia, uzyska się przy ostrzu ścińowym kilkakrotny wzrost okresu trwałości.

Zakończenie

1. Ostrza ścińowe wykazują poważny wzrost wydajności ($14 \div 23\%$).

2. Warunkiem uzyskania wzrostu wydajności jest stosowanie optymalnych wartości elementów geometrycznych. W pierwszym rzędzie należy pamiętać o tym, że ostrza ścińowe posiadają inną optymalną wartość kąta natarcia.

3. Poważną zaletą ostrzy ścińowych jest stałość optymalnych wartości kąta natarcia i kąta ścina dla pewnych grup materiałowych (tabl. II i III). Umożliwia to zmniejszenie asortymentu noży tokarskich posiadanych przez wypożyczalnie i zmniejszenie zużycia materiałów narzędziowych wskutek konieczności przeszlifowania ostrza na inny potrzebny kąt natarcia przy ostrzach bezścińowych. Stałość wartości kąta natarcia pozwala na wypuszczanie na rynek przez fabryki narzędziowe gotowych noży tokarskich, a nie półfabrykatów.

4. Jedynym zmiennym (w zakresie danej grupy materiałów obrabianych) parametrem jest szerokość ścina, która powinna być mniejsza od wartości posuwu.

5. Ostrza ścińowe znajdują zastosowanie dla noży tokarskich, strugarskich i dłutowanych dla wartości posuwu ($p > 0,2$ mm/obr. lub $p > 0,2$ mm) p . skok, a więc w warunkach obróbki zgrubnej i średnio dokładnej.

Zaszlifowanie wąskiego ścina $s_s < 0,2$ mm jest utrudnione i mija się już zasadniczo z celem, gdyż nie zwiększa odporności cieplnej i wytrzymałościowej ostrza skrawającego, a więc nie spełnia wtedy swojego zadania.

LITERATURA

1. Prof. Biernawski Witold — „Metoda promieniowego toczenia jako ekonomiczna metoda określania wydajności narzędzi i obrabialności materiałów” — Przegląd Techniczny nr 13—14, 1948 r.
2. Józefik Andrzej — „Trwałość ostrza w procesie szybkościowego skrawania” — w wydaniu zbiorowym „Konferencja Szybkościowego Skrawania Metali” — PWT, 1950 r.
3. Józefik Andrzej — „Wyznaczenie okresu trwałości noży tokarskich ze stali szybko tnącej i z węglików spiekanych metodą określenia wielkości „intensywności zużycia” — praca badawcza w Instytucie Obrabiarek i Narzędzi, 1950 r.
4. Józefik Andrzej — „Podniesienie wydajności narzędzi z nakładkami z węglików spiekanych przez zastosowanie ujemnych kątów natarcia” — skrypt z konferencji naukowo-technicznej w sprawie produkcji i zastosowania węglików spiekanych w przemyśle polskim, SIMP, 1949 r.
5. Józefik Andrzej — „Przebadanie noży tokarskich z ostrzami ścińowymi ze stali szybko tnącej” — praca badawcza w Instytucie Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem, 1951 r.
6. Józefik Andrzej — „Produkcja narzędzi ze stali szybko tnącej” — Przegląd Mechaniczny, nr 2 i nr 4, 1952 r.
7. Kostecki B. J. — „Strojność rieżuszczych instrumentów” — Maszgin, 1949 r.
8. Ministerstwo Stankostrojenia SSSR — „Rieżimi skorostnogo riezania mietallow” — Maszgin, 1950 r.
9. Ministerstwo Stankostrojenia SSSR — „Rieżimy riezania mietallow instrumentami iz bystorieżuszczej stali” — Maszgin, 1950 r.
10. Szczegolew A. W., Muraszkin L. S., Morozow W. D. — „Skorostnoje riezierowanie” — Maszgin, 1949 r.
11. Wrzosek Piotr — „Szybkościowe toczenie na tle prac grupy usprawnień Huty Gliwice” — Mechanik, nr 9—10, 1950 r.

Metoda produkcji odlewanych magnesów trwałych typu Alni, Alniko i Magniko¹⁾

621.318.2:669.15.24.71

Dr LUDWIK KOZŁOWSKI

Mgr inż. KAZIMIERZ POGÓRECKI

Mgr inż. HANNA ŻAK

Niniejszy artykuł omawia metodę produkcji magnesów trwałych, za opracowanie której zespół w składzie: dr L. Kozłowski, dr inż. A. Farnik, inż. W. Koss, inż. K. Pogórecki, inż. J. Siewierski, inż. H. Żak — otrzymał Nagrodę Państwową III stopnia za rok 1953, w dziedzinie postępu technicznego.

Omówiono: zasadnicze własności stopów Alni, Alniko i Magniko, formowanie i odlewanie magnesów oraz metody obróbki cieplnej.

1. Wstęp

Magnesy trwałe są używane w dużych ilościach przez przemysł elektrotechniczny, teletechniczny i radiotechniczny jako części składowe iskrowników, prądnic, przekazników, głośników, elektrycznych przyrządów pomiarowych itp.

Zakres stosowalności magnesów trwałych został w ostatnich czasach znacznie rozszerzony dzięki rozwojowi produkcji stopów Alni i Alniko odznaczających się wielką energią magnetyczną. W tablicy I podano zestawienie typowych materiałów na magnesy trwałe oraz ich charakterystyczne własności magnetyczne. Dzięki wielkiej energii magnetycznej stopów Alni i Alniko zastosowanie ich w aparatach elektrycznych znacznie zmniejszyło ciężar oraz wymiary tych aparatów. Zaznaczyć jednak należy, że ze względu na wysoki koszt tych magnesów należy je stosować tylko wtedy, gdy względy konstrukcyjne tego wymagają.

Stopy Alni i Alniko odznaczają się wysoką twardością (ok. 50 H_{RC}) i kruchością, tak że obróbka wykańczająca jest możliwa jedynie drogą szlifowania odlanych i obrabianych cieplnie magnesów.

Metoda formowania i odlewania magnesów jest identyczna dla wszystkich rodzajów stopów, niezależnie od składu chemicznego. Sposób obróbki cieplnej natomiast jest ściśle uzależniony od składu chemicznego i warunkuje otrzymanie wymaganych własności magnetycznych.

Jakkolwiek samo formowanie i odlewanie magnesów jest w zasadzie proste, to jednak wiele kłopotu powoduje to, że stopy te są gęstopłynne, trudnoodlewalne oraz że posiadają one duże skurcze odlewnicze; dlatego też zarówno formowaniu jak topieniu i „ewaniu magnesów należy poświęcić dużo uwagi i staranności.

2. Formowanie

Przy formowaniu zasadnicze znaczenie ma dobranie odpowiedniej masy formierskiej, należyte jej ubicie, zapewniające

¹⁾ Dokładny opis metod produkcji materiałów na magnesy trwałe typu Alni, Alniko i Magniko znajdzie czytelnik w zeszycie 1/1954 czasopisma „Prace Instytutów Ministerstwa Hutnictwa”.

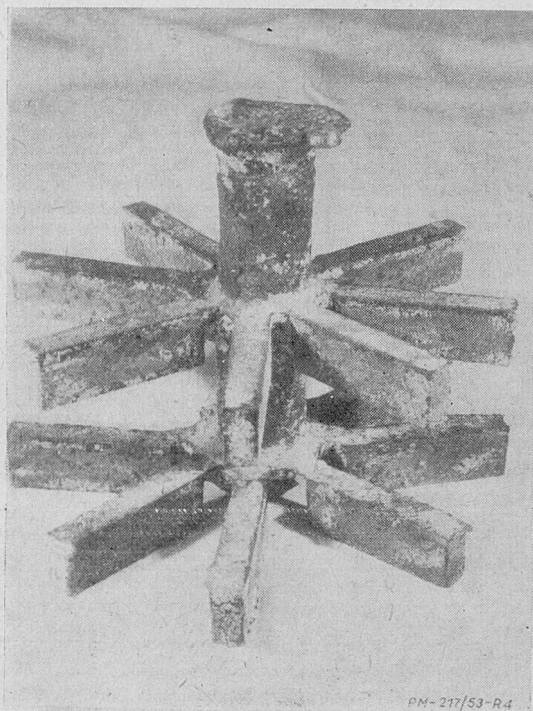
TABLICA I. Własności magnetyczne typowych materiałów na magnesy trwałe

Nazwa	Skład w % reszta Fe	Pozostałość magnetyczna B_r gaussów	Natężenie koercyjne H_c erstedów	Energia magnetyczna (BH) max 8π erg/cm ³
Stal wolframowa	0,55 $\div$ 0,80 C 5,0 $\div$ 6,5 W	10 800	63	14 000
Stal chromowa	0,5 $\div$ 1,2 C 2 $\div$ 6 Cr 2 W	10 400	64	13 000
Stal kobaltowa 6% Co	0,9 $\div$ 1,2 C 5 $\div$ 6 Cr 5 $\div$ 6 Co	9 500	85 — 100	15 500
Stal kobaltowa 15% Co	0,9 $\div$ 1,2 C 9 $\div$ 11 Cr 1 $\div$ 1 Mo 15 Co	7 700	185	23 000
Stal kobaltowa 30% Co	0,8 $\div$ 1,1 C 1,5 $\div$ 5,0 Cr 0 $\div$ 4,5 Mo 30 Co	9 400	240	40 000
Alni	max 0,03 C 22 $\div$ 24 Ni 0 $\div$ 3 Cu	6 000	450	46 000
Alniko	max. 0,03 C 18 $\div$ 20 Ni 9 $\div$ 10 Al 12 $\div$ 18 Co 3 $\div$ 6 Cu	7 000 $\div$ 9 000	600	60 000
Magniko	max. 0,03 C 13,5 Ni 8,0 Al 24,0 Co 3,0 Cu	12 300	500	150 000

dostateczną przepuszczalność i wytrzymałość form, oraz wykonanie właściwego układu wlewowego w zależności od kształtu i wielkości odlewanych magnesów. Masę formierską przygotowuje się z piasku kwarcowego z dodatkiem $6 \div 10\%$ glinki szamotowej lub specjalnej glinki zwanej bentonitem wymieszanych na sucho i następnie zwilżonych wodą w ilości $3 \div 4\%$ ciężarowo. Jako masę wypełniającą stosuje się używaną masę formierską.

Ponieważ odlewane magnesy mają zwykle małe wymiary, umieszcza się je po kilka do kilkudziesięciu sztuk w jednej formie. Modele wykonane są z drzewa lub metalu przy uwzględnieniu $2 \div 3\%$ dodatku na skurcz oraz ok. 0,5 mm dodatku na stronę na szlifowanie. Formuje się ręcznie lub mechanicznie zależnie od wyposażenia odlewni i wielkości serii magnesów. Jak już zaznaczono otrzymanie zdrowych odlewów uwarunkowane jest dobraniem właściwego układu wlewowego. Ze względu na duży skurcz nadlewy i kanały doprowadzające muszą mieć stosunkowo duże przekroje. Ponieważ nie ma w tym kierunku danych teoretycznych układ wlewowy dobiera się na podstawie praktyki dla każdego rodzaju magnesu drogą przeprowadzania szeregu prób i analizowania otrzymanych wyników.

Rys. 1 przedstawia wyjęty z formy zespół 16 sztuk magnesów o kształcie prostopadłościanów, zaformowanych w trzech



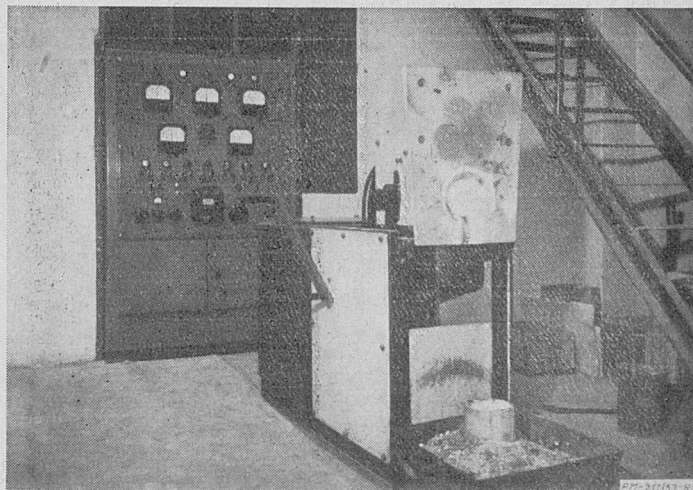
Rys. 1. Odlew zespołu 16 magnesów zaformowany w 3 skrzynkach.

skrzynkach. Form nie suszy się; odlewać można bezpośrednio po zaformowaniu.

3. Topienie i odlewanie

Omawiane stopy nie powinny zawierać więcej niż 0,03% C; z tego względu należy je topić w piecach indukcyjnych. Najlepiej nadają się do tego celu piece indukcyjne średniej częstotliwości zasilane generatorem maszynowym. Rys. 2 przedstawia taki piec o pojemności kilkunastu kg. Wyłożenie pieca stosuje się na ogół zasadowe z prażonego magnezytu, chociaż można również stosować wyprawę kwaśną, zwłaszcza gdy nie wprowadza się do pieca glinu. Tygla formuje się i wypala wprost w piecu przy zastosowaniu szablonu z miękkiej stali, który zostaje stopiony w trakcie pierwszego wytopu, tzw. „mocującego”. Ubite i następnie spieczone w trakcie topienia ziarna magnezytu przylegającego do ściany szablonu tworzą zwartą i mocną powłokę, której grubość zwiększa się w miarę wykonywania następnych wytopów. Trwałość tak wykonanego tygla wynosi kilkanaście do kilkudziesięciu wytopów. Staranne prowadzenie wytopu i zabezpieczenie tygla przed gwałtownymi zmianami temperatury przedłuża czas jego pracy. Po każdym wytopie czyści się starannie ścianki tygla, usuwając żużel i resztki metalu.

Wsad zestawia się z możliwie czystych składników stopowych. Wszelkie zanieczyszczenia stopu powodują obniżenie



Rys. 2. Piec indukcyjny średniej częstotliwości używany do topienia stopów na magnesy.

własności magnetycznych odlewów, dlatego też materiał wsadowy musi być starannie oczyszczony z brudu, rdzy i wilgoci. Same składniki stopowe winny zawierać możliwie mało niepożądanych domieszek jak fosfor, siarka, węgiel itp. Kolejność ładowania wsadu do pieca jest następująca: najpierw topi się nikiel i żelazo Armco, następnie dodaje się miedź, a przy stopach kobaltowych — kobalt. Glin dodaje się do pieca indukcyjnego pod koniec wytopu lub też topi osobno i dopiero w kadzi miesza się ze stopem przelany z pieca indukcyjnego.

Proces topienia winien być prowadzony możliwie szybko, aby uniknąć zbędnego wypalania składników. Temperatura kąpieli w piecu powinna być równa ok. 1600°C, temperatura odlewania 1460 ÷ 1520°C. Po przelaniu metalu do kadzi stop miesza się dokładnie i szybko prętami z żelaza Armco, ściąga żużel i odlewa do form. Należy uważać, aby przy nalewaniu strumień metalu był jak najkrótszy, tj. należy utrzymywać dziób kadzi możliwie blisko wlewu formy.

Odlewy można wybijać z form bądź zaraz po krzepnięciu, bądź później, zależnie od lokalnych warunków pracy w odlewni. Masę formierską zbiera się w skrzyniach i po przesianiu stosuje do wypełniania form. Ostudzone odlewy, zgrubnie oczyszczone, odbija się od układu wlewowego, dokładnie czyści, kontroluje i usuwa ślady kanału wlewowego. Nadlewy i wybrakowane odlewy przeznaczają się do przetopów, dobre odlewy oddają się do obróbki cieplnej.

4. Metody obróbki cieplnej

Obróbka cieplna stopów Alni i Alniko stosowana jest w dwóch zasadniczych rodzajach:

a) obróbka pojedyncza, polegająca na chłodzeniu ze ściśle określonej, właściwej dla danego stopu prędkości. Jest to tzw. krytyczna szybkość chłodzenia²⁾ od temperatury przesycań, która doprowadza do struktury gwarantującej optymalne własności magnetyczne;

b) obróbka podwójna, polegająca na szybkim chłodzeniu od temperatury przesycań i następującym kilkugodzinnym starzeniu.

Wszystkie stopy wymagają powolnego podgrzewania do temperatury przesycań (1100 ÷ 1300°C) ze względu na skłonność do pęknięć, które — często niewidoczne — są przyczyną znacznego spadku własności magnetycznych magnesów.

W produkcji stosuje się do grzania piece przelotowe wielostrefowe, przy czym końcowa strefa posiada właściwą temperaturę przesycań. Są to przeważnie piece elektryczne bez atmosfery ochronnej, przy czym ostatnia strefa ogrzewana jest uzwojeniem z elementów oporowych typu Kanthal A-1 lub A, lub sytytami.

Jako ośrodki chłodzące są stosowane: wrząca woda, strumień powietrza lub powietrze. Chłodzenie przeprowadza się również w specjalnych osłonach zwalniających szybkość chłodzenia, np. w skrzyniach z piaskiem, w osłonach ceramicznych z gliny szamotowej itp.

Magnesy anizotropowe typu Magniko są chłodzone w polu magnetycznym o natężeniu rzędu 1000 estedów z temperatury ok. 1300°C do temperatury 550°C ze ściśle dostosowaną do wielkości przekroju magnesu szybkością chłodzenia nie prze-

2) Liwskie — Wysokoocierciwne splawy — Moskwa 1945.

kraczącą 50°C/sek. Obróbkę tę przeprowadza się w dwójaki sposób:

a) magnesy przesuwane są ze strefy posiadającej temperaturę przesycania do osobnej komory grzejnej o odpowiedniej temperaturze (np. 600°C) gwarantującej chłodzenie magnesów z żadaną szybkością. Komora grzejna znajduje się między nabiegunkami silnej magnetyzacji wytwarzającej stałe pole magnetyczne, a zasilanej z prądu stałego;

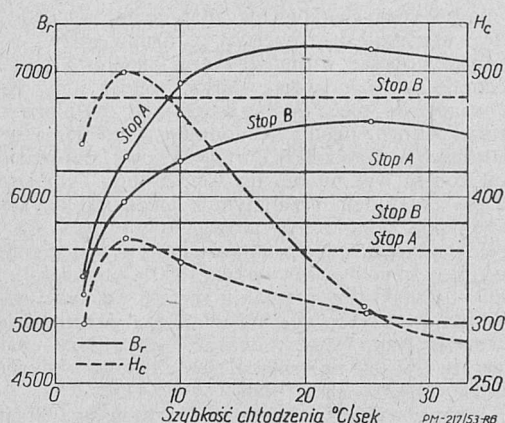
b) magnesy są grzane w osłonach ceramicznych o odpowiedniej grubości ścianki. Osłony wraz z magnesami stygną w jednorodnym polu magnetycznym wytwarzanym przez magnetyzator.

Tablica II podaje zestawienie stopów typu Alni, Alniko i Magniko wraz ze składem chemicznym, sposobem obróbki cieplnej oraz średnimi własnościami magnetycznymi po optymalnej obróbce cieplnej w zestawieniu z normą GOST nr 4402.

Do najważniejszych czynników obróbki cieplnej należy szybkość chłodzenia przy przesycaniu oraz temperatura i czas starzenia.

a. Obróbka cieplna stopów Alni

Właściwą obróbką dla stopów A i B (tablica II) jest obróbka podwójna, a dla stopów C i D — obróbka pojedyncza.



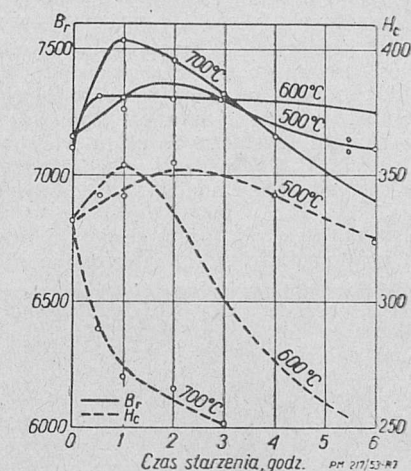
Rys. 3. Wpływ szybkości chłodzenia przy przesycaniu od temperatury 1200°C na własności magnetyczne stopów A i B (liniami poziomymi oznaczono własności magnetyczne w stanie litym).

TABLICA II. Zestawienie średnich własności krajowych materiałów magnetycznie twardych w porównaniu z normami GOST (własności otrzymywane na próbkach o wymiarach 10×20×60 mm)

Numer stopu i odpowiednik GOST	Skład chemiczny	Źródło	B_r gaussów	H_c erstedów	$\frac{(BH)_{max}}{8\pi}$ erg cm ³	Sposób obróbki cieplnej
A AN 1	Ni — 22,0 Al — 11,6 Cu — 5,9	GOST własne	7000 7300	250 350	28000 48000	Przesycanie 1200°C we wrzącej wodzie lub powietrzu Przesycanie 1200°C we wrzącej wodzie, starzenie 500°C — 2 godz.
B AN 2	Ni — 24,5 Al — 13,0 Cu — 3,5 Si — 0,15	GOST własne	6000 6650	430 468	38000 51000	Przesycanie 1200°C we wrzącej wodzie, starzenie 550°C Przesycanie 1100°C w strumieniu powietrza, starzenie 550°C — 2 godz.
C nieznormalizowany	Ni — 22,0 Al — 14,0 Cu — 6,0	Liwszic własne	6300 6530	380 402	— 48000	Przesycanie 1200°C, chłodzenie z prędkością 3°C/sek Przesycanie 1200°C, chłodzenie z prędkością 1°C/sek
D AN 3	Ni — 23,5 Al — 15,5 Cu — 4,0	GOST własne	5000 5500	500 468	36000 40000	Przesycanie 1100°C w powietrzu lub w skrzynce z piaskiem Przesycanie 1100°C w skrzyni z piaskiem
E ANK	Ni — 33,0 Al — 13,5 Cu — 0,0 Si — 1,0	GOST własne	4000 4600	750 720	43000 47000	Przesycanie 1200°C na powietrzu Przesycanie 1250°C na powietrzu
F AnKo 1	Ni — 18,0 Al — 10,0 Co — 12,0 Cu — 6,0	GOST własne	6800 7500	500 572	55000 56000	Przesycanie 1250°C na powietrzu Przesycanie 1275°C na powietrzu, starzenie 550°C — 8 godz
G AnKo 2	Ni — 20,0 Al — 9,0 Co — 15,0 Cu — 4,0	GOST własne	7500 7300	600 660	60000 52000	Przesycanie 1300°C na powietrzu Przesycanie 1300°C na powietrzu, starzenie 600°C — 4 godz
H AnKo 4	Ni — 13,5 Al — 9,0 Co — 24,0 Cu — 3,0 Si — 0,15	GOST własne	12300 12350	500 504	150000 170000	Przesycanie 1300°C w polu magnetycznym 1500 erstedów z szybkością studzenia do 5°C/sek do temp. 500°C, starzenie 600°C Przesycanie 1300°C w polu magnetycznym 1000 erstedów z szybkością 2°C/sek i starzenie 500°C — 6 godz.

Temperatura wygrzewania ma mały wpływ na własności magnetyczne i dla wszystkich wyżej wymienionych stopów, wahania w granicach 1100 ÷ 1250°C nie wpływają praktycznie na własności magnetyczne.

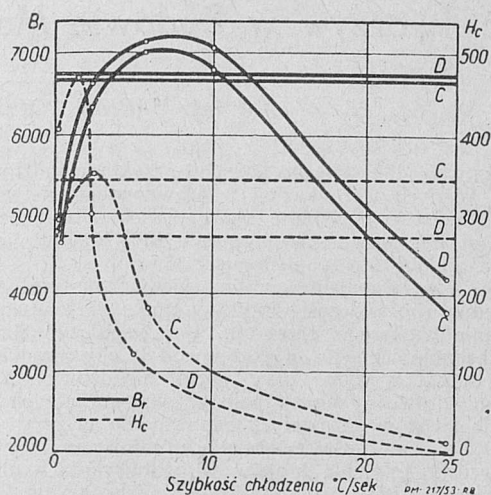
Dla stopu A optymalne własności osiąga się przy chłodzeniu we wrzącej wodzie (dla magnesów o przekroju podanym w tablicy II) średnia szybkość chłodzenia wynosi ok. 250°C/sek, dla stopu B — w strumieniu powietrza (100°C/sek), co pokazano na rys. 3. Niższe szybkości chłodzenia, np. na powietrzu (5,5°C/sek) w osłonie ceramicznej (1°C/sek) i wyższe, np. w oleju (40°C/sek) dają gorsze wyniki.



Rys. 4. Wpływ temperatury i czasu starzenia na własności magnetyczne stopu A przesycanego we wrzącej wodzie.

Wpływ temperatury i czasu starzenia dla magnesów typu A przedstawiono na rys. 4, przy czym optymalna jest temperatura 500°C i czas — 2 godz. Dla stopu B optymalna jest temperatura 550°C przy tym samym czasie starzenia.

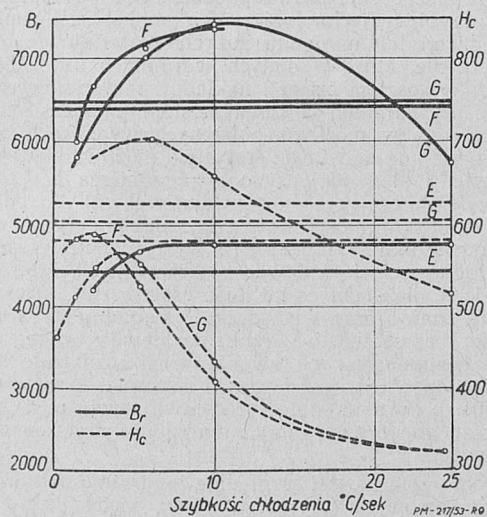
Dla stopów C i D stosuje się obróbkę pojedynczą, polegającą na powolnym chłodzeniu z temperatury wygrzewania z prędkością 1°C/sek dla stopu C i ok. 0,1°C/sek dla stopu D (skrzynia z piaskiem) — rys. 5. Starzenie w ten sposób chłodzonych magnesów nie daje już żadnych efektów.



Rys. 5. Wpływ szybkości chłodzenia przy przesycaniu od temperatury 1100°C na własności magnetyczne stopów C i D (liniami poziomymi oznaczono własności magnetyczne w stanie litym).

b. Obróbka cieplna stopów typu Alnisi i Alniko

Stopy Alnisi i Alniko (E, F, G — tabl. II) — osiągają najlepsze własności magnetyczne przy przesycaniu z chłodzeniem na powietrzu — rys. 6. Temperatura przesycania w granicach 1100 ÷ 1300°C nie daje, praktycznie biorąc, różnic we własnościach magnetycznych. Należy zaznaczyć, że prawdopodobnie dla stopów F i G stosowana szybkość chłodzenia przy przesycaniu nie pokrywa się z optymalną krytyczną szybkością chłodzenia.



Rys. 6. Wpływ szybkości chłodzenia od temperatury przesycania (stop E — 1250°C, stop F — 1275°C, stop G — 1300°C) na własności magnetyczne (liniami poziomymi oznaczono własności w stanie litym).

dzenia dla tych stopów, gdyż następujące po tym starzenie poprawia własności magnetyczne tych stopów. I tak dla stopu E najlepsze wyniki osiąga się po starzeniu w ciągu 8 godzin w temperaturze 550°C, dla stopu G zaś w ciągu 4 godzin w temperaturze 600°C.

c. Obróbka cieplna stopu typu Magniko

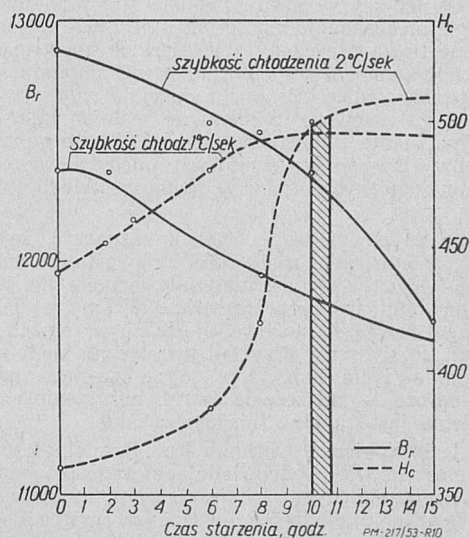
Głównymi czynnikami obróbki termomagnetycznej stosowanej dla stopu H są: szybkość chłodzenia od temperatury 1300°C do temperatury 550°C; wielkość stosowanego natężenia pola magnetycznego; temperatura przesycania; temperatura i czas starzenia.

Wpływ szybkości chłodzenia podano w tabelicy III dla trzech różnych wytopów stopu H. Widoczne jest, że szybkość chłodzenia 2°C/sek daje lepsze wartości B_r i gorsze H_c w porównaniu z szybkością 1°C/sek. Należy zaznaczyć, że magnesy

TABLICA III. Średnia szybkość chłodzenia od temperatury 1300 do 550°C magnesów ze stopu H wg tabelicy II

Nr wytopu	1°C/sek		2°C/sek	
	B_r	H_c	B_r	H_c
I	12 460	432	12 900	370
II	12 210	432	12 400	380
III	12 380	452	12 680	380

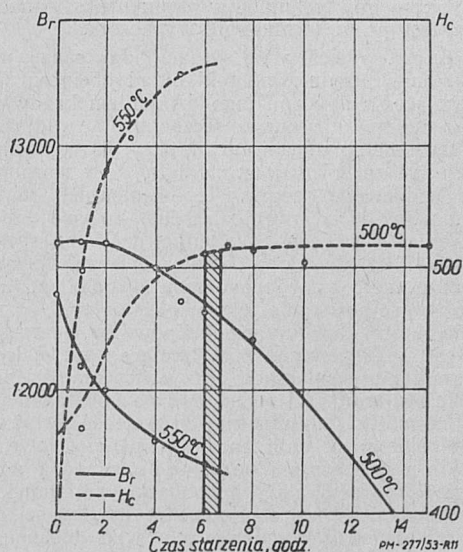
chłodzone z większą szybkością po następującym dłuższym starzeniu wykazują nieco lepsze wartości na H_c — rys. 7 (właściwy czas starzenia w temperaturze 500°C zakreskowano).



Rys. 7. Wpływ szybkości chłodzenia w czasie obróbki termomagnetycznej oraz czasu starzenia w temperaturze 500°C na własności magnetyczne próbek stopu H.

Wielkość stosowanego natężenia pola magnetycznego nie powinna być mniejsza jak 900 erstedów. Właściwa temperatura przesycania leży w granicach 1200 ÷ 1300°C. Temperatura i czas starzenia bardzo silnie wpływają na własności magnetyczne, zmniejszając gwałtownie B_r i zwiększając H_c w stosunku do stanu przesycanego i to tym bardziej, im wyższa jest temperatura i dłuższy czas starzenia — rys. 8.

Własności magnetyczne są silnie związane z przekrojem magnesów. Dla większych przekrojów (np. 20 × 40 mm) osiąga się własności magnetyczne rzędu $B_r = 12700$ gaussów, $H_c = 590$ erstedów.



Rys. 8. Wpływ temperatury i czasu starzenia na własności magnetyczne próbek stopu H chłodzonych z prędkością 1°C/sek w czasie obróbki termomagnetycznej.

Uwagi w sprawie konferencji „Oszczędność Tworzyw w Budowie Maszyn i Urządzeń“

Mgr inż. MARIAN ROGOZIŃSKI

(dokończenie z nr 4/54)

2. W sprawie możliwości uwzględnienia wpływu błędów technologicznych przy wyznaczaniu warunków minimalnych strat (w szczególności materiałowych)

Na konferencji „Oszczędność Tworzyw w Budowie Maszyn“ wyraziłem myśl, że wielkość, określająca wpływ technologii jako jedyny obok wpływu zmian obciążeń (jeśli pominąć zużycie eksploatacyjne) czynnik warunkujący niezbędny, minimalny współczynnik bezpieczeństwa — pożądane jest wydzielić jako oddzielny czynnik, obrazujący w pewnym sensie straty na materiałach itp., wywołane niedoskonałością technologii i wskazujący zatem niekiedy, gdzie tkwią przyczyny zbyt ciężkich konstrukcji. Byłoby to jakby uogólnieniem współczynnika niejednorodności materiałów wg książki radzieckiej pod redakcją Keldysza „Raschet stroitelnich konstruktsii po predielnym sostojaniam“ (Moskwa 1951) na wypadki nie tylko niejednorodności samego materiału, ale też karbów i rys powierzchniowych, odchyłek wymiarowych, naprężeń technologicznych, pęcherzy, pęknięć, inkluzji (wkluczeń) itp.

Nawiązując do powyższego chciałem zaznaczyć, że przynajmniej teoretycznie istnieje możliwość na podstawie analizy tej wielkości uzyskać oszczędności materiałowe nie tylko w drodze poprawy technologii, do czego oczywiście dążymy, co jednak nie zawsze i nie od razu jest możliwe, ale także w ramach istniejącej technologii. Rozpatrzmy przykład teoretyczny kiedy — czy to dla nienarażenia życia ludzi, czy to ze względu na groźne skutki gospodarcze — zniszczenie (wzgl. naruszenie pracy) danego urządzenia jest zupełnie niedopuszczalne.

Czynniki technologiczne, warunkujące „technologiczny współczynnik bezpieczeństwa“ (odpowiadający współczynnikiowi niejednorodności materiału), których jest szereg, możemy przynajmniej w pierwszym przybliżeniu uważać za występujące niezależnie od siebie. Jeśli tak, przyjmując dla ilustracji przykładowej prawdopodobieństwo powstania każdej z wad technologicznych w miejscu niebezpiecznym jako równe $1/10$ znajdziemy, że prawdopodobieństwo zejścia się tych wszystkich błędów w liczbie 5 razem wyniesie zaledwie $1/10^5$, tj. będzie bardzo małe.

Mimo to, licząc się z niedopuszczalnością awarii, winniśmy obliczać wytrzymałościowo na możliwość, chociażby bardzo rzadką, zejścia się wszystkich wad w miejscu niebezpiecznym, pomimo bardzo małych możliwości takiego wypadku. Jednakże wszystkie te oddzielnie wzięte, nawet niewiele znaczące błędy sumują się (właściwie potęgują), łącznie wypadłoby zatem znaczne osłabienie, a obliczenie wytrzymałościowe wg tego osłabionego przekroju, pomimo że występuje on bardzo rzadko, prowadziłoby do marnotrawstwa materiału. Nie wolno jednak dopuścić do awarii nawet w bardzo rzadkim wypadku (w myśl naszego założenia). Zapewne dużo pomóc tu mogą staranne oględziny, defektoskopia itd. Jednakże są to drogi właściwie połowiczne, nieogólne i zazwyczaj gdy technologia szwankuje, szwankuje i kontrola lub też jest przez technologię wypaczona.

Jakież więc jest wyjście z tej sytuacji? Jak sądzę, należy dla takich przypadków przyjmować taki układ obciążeń (ew. kilka wypadków obciążeń), aby pod jego działaniem każdy przedmiot ew. zespół, o ile nie ulegnie zniszczeniu lub wydłużenie jego sprawdzane tensometrycznie nie przekroczy pewnej wartości, dawał gwarancję, że zachowa swą przydatność w warunkach, którym ma być poddany w rzeczywistej eksploatacji (ew. w razie potrzeby i możliwości z uwzględnieniem zużycia lub stopniowego zniszczenia w procesie eksploatacji). W ten sposób unika się konieczności liczenia się z najniebezpieczniejszym, technologicznie bardzo mało prawdopodobnym wypadkiem, a zarazem wyklucza możliwość powstania jego w eksploatacji.

Obciążenia, które dane urządzenie powinno bezwzględnie co najmniej znieść, jeśli pominąć komplikującą sprawę kwestie zużycia i niszczenia w eksploatacji oraz wytrzymałości zmęczeniowej, dadzą się bez trudności wyznaczyć na podstawie warunków eksploatacji, norm itp. i minimalna ich wartość jest jednoznacznie określona. Natomiast obliczenia wytrzymałościowe, tj. przekroje czynne i współczynniki bezpieczeństwa będą wyznaczone dopiero względami racjonalnej gospodarki. Mianowicie, licząc przekrój niebezpieczny, bez dopuszczenia możliwości powstania w nim którejkolwiek z wymienionych wad technologicznych, otrzymamy wprawdzie konstrukcję najlżejszą i najmniejsze zużycie surowca, ale w wypadku powstania jakiegokolwiek wady dany przedmiot znajdzie się wśród braków.

Zauważmy, że dla wziętego powyżej przykładu możliwości powstania 5 różnych wad, każdej z prawdopodobieństwem $1/10$, prawdopodobieństwo powstania którejkolwiek z tych wad równa się $5 \cdot 0,1 = 1/2$. Oczywiście powstanie 50% braków, jak w tym przykładzie, dałoby straty niedopuszczalne.

Tak więc z wyłączeniem wypadku, kiedy maksymalna lekkość jest niezbędna (np. w części lotniczej itp.), właściwsze jest zaprojektowanie większego przekroju, tj. „współczynnika bezpieczeństwa technologicznego“ większego od 1, aby uzyskać łącznie minimalny koszt wyrobu, przy czym nieodzowny nacisk na oszczędność surowców można położyć, przyjmując ich koszt w stosunku do kosztów pozostałych odpowiednio wyższy.

Tak więc w zależności, wyrażającej minimum kosztów produkcji, dla uwzględnienia braków w półfabrykatkach należy dopisać jeszcze koszt tych braków względnie ich napraw. Zauważyć przy tym można, że na koszt braków, ze względu na niecałkowity odzysk surowca po złomowaniu i wytrącenie odpowiedniej ilości surowca na pewien czas z obiegu produkcyjnego, składają się również koszty materiałowe, a więc braki wystąpią również w samym bilansie materiałowym, czyli czynnik ten należałoby uwzględnić nawet pomijając wobec kosztów materiałowych koszty robocizny, obciążenia maszyn, transportu itp.

Wydaje mi się, że konieczność uwzględnienia tego wyrazu, choć można jego właściwie domyślać się, winno być dobitnie podkreślona, gdyż wyraz ten właśnie zdaje sprawę z ważnego faktu, że w wypadku, kiedy technologia wyrobu nie jest na odpowiednim poziomie, zbytne obniżanie współczynnika bezpieczeństwa może, przynajmniej teoretycznie, spowodować zamiast zmniejszenia kosztów produkcji wzrost ich, a nawet wzrost zużycia materiałów, wskutek nadmiernej liczby braków.

Po to, aby móc ocenić prawdopodobieństwo powstania braku ze względu na błędy technologiczne, a stąd określić minimum kosztów produkcji lub minimum zużycia materiałów, potrzebne jest doświadczenie, które w danych warunkach uzyskane może być znowu tylko kosztem czasu i nakładów materiałowych i pieniężnych, ale przynajmniej w pewnym stopniu daje się zastąpić statystyką zebraną w możliwie zbliżonych wypadkach. Z kolei po to, aby uzyskać na podstawie statystyki możliwie pewne wnioski, nawet wtedy, kiedy dotyczy ona zagadnienia bardziej różniącego się od interesującego nas w danej chwili, tj. dla zwiększenia zakresu stosowności statystyki, zdaniem moim, wskazana byłaby pewna analiza zagadnienia występowania zespołu błędów technologicznych i wpływu poszczególnych błędów tego zespołu od siebie niezależnych na ilość braków. W związku z powyższym, nie znając prac wiążących z zagadnieniem z kwestią współczynnika bezpieczeństwa (zbliżony temat: szereg rozkładów błędów technologicznych wymiarowych rozpatruje np. Borodaczew „Osnownyje woprosy teorii tocznosti proizvodstva“, Moskwa 1950), pozwalam sobie przedstawić swoją pierwszą próbę matematycznego sformułowania zagadnienia poruszonego przykładowo powyżej.

Jak wiadomo, gaussowski względnie logarytmno-normalny rozkład wielkości losowych występuje wtedy, kiedy mamy bardzo dużą liczbę różnych, od siebie niezależnych czynników działających, przy czym żaden z nich nie ma znaczenia wyraźnie większego od innych. Jeśli natomiast czynników takich jest niewiele, albo też jeden lub kilka z nich wybijają się na plan pierwszy, wydaje się celowe uwzględnić wpływ tych oddzielnych czynników na ilość braków. W danym przypadku jest mowa wyłącznie o brakach wskutek niedostatecznej wytrzymałości przedmiotów.

Rozważmy najprostszy z tych wypadków, kiedy mamy podany rozkład obciążeń krytycznych („wytrzymałości“) przedmiotu ze względu na wszystkie błędy technologiczne łącznie, tj. ilości sztuk (procentowo lub bezwzględnie dla bardzo dużej serii) w funkcji „wytrzymałości“. Dla większości praktycznie ważnych wypadków można tu pominąć wpływ zmiany przekroju wskutek odchyłek wymiarów rzeczywistych od nominalnych, tj. odkładać na osi odciętych bezpośrednio krytyczne naprężenie normalne (dla rozciągania, ściskania, lub zginania), naprężenie styczne (dla ścinania lub skręcania) i naprężenia zastępcze dla złożonych wypadków obciążenia, oznaczane dalej dla skrótu przez σ .

W tych przypadkach natomiast, gdzie zmiany przekroju wywrzeć mogą wpływ znaczny, należałoby odkładać na osi odciętych dopuszczalne obciążenia (siły lub momenty) lub też, co jest równoznaczne, obciążenia podzielone przez nominalny prze-

krój lub wskaźnik wytrzymałościowy. Ta ostatnia wartość $\sigma_{kryt. fikc.}$ jest oczywiście równa naprężeniom krytycznym poprzednio wymienionym, dla przypadku pominięcia zmian przekroju, pomnożonym przez stosunek przekroju rzeczywistego do nominalnego, względnie wskaźnika wytrzymałościowego, rzeczywistego do nominalnego. Otrzymany zatem dla rozciągania i ścis-

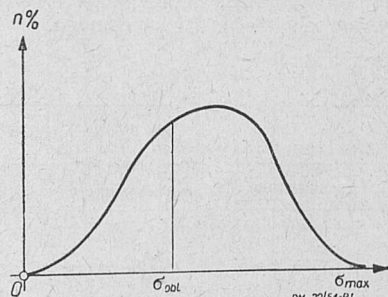
skania $\sigma_{kryt. fikc.} = \sigma_{kryt. rzecz.} \frac{F_{rzecz.}}{F_{nomin.}}$ dla zginania zaś i skręca-

nia $\sigma_{kryt. fikc.} = \sigma_{kryt. rzecz.} \frac{W_{rzecz.}}{W_{nomin.}}$. Ta wielkość $\sigma_{kryt. fikc.}$ choć

na pozór wybrana bardziej sztucznie niż obciążenie, jest o tyle dogodniejsza, że operowanie nią podobnie jak operowanie naprężeniami sprowadza wszelkie przedmioty niezależnie od ich wielkości do jednej wspólnej skali porównawczej.

Jeśli na osi rzędnych (rys. 1) mamy procentową ilość sztuk danej serii o danej wielkości $\sigma_{kryt. rzecz.}$, całe pole pod krzywą da nam pełnych 100% przedmiotów serii, czyli $\int_0^{\sigma_{max}} n d\sigma = 100\%$.

Jeśli wyróżnimy wartość $\sigma_{obl.}$ (obliczeniowe czyli dopuszczone jako bezpieczne) naprężenia krytycznego, przyjętego do obliczeń na podstawie założonych przekrojów i maksymalnych obciążeń, to średni rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa δ będzie stosunkiem naprężenia krytycznego średniego (tj. takiego, że 50% serii ma naprężenie krytyczne mniejsze, a 50% — większe) do $\sigma_{obl.}$



Rys. 1.

Zauważmy, że w wypadku ogólnym, gdy naprężenia nie zmieniają się w danym układzie liniowo, przy zmianie obciążeń, należałoby tutaj też uwzględnić współczynnik nośności granicznej i omawiane powyżej przejście od obciążeń do naprężeń nie jest możliwe bez uwzględnienia ich wzajemnej funkcjonalnej zależności. Wydaje się, że operowanie stosunkiem naprężeń jest dogodniejsze przy badaniach próbek, a stosunkiem obciążeń — przy badaniach przedmiotów w całości pod różnymi obciążeniami. Ponieważ dla badania całych serii przedmiotów bardzo ważne jest, aby badania te były nieniszczące, staje się oczywiste, że pobieranie próbek jest niewskazane i należałoby je zastąpić tensometrycznym określaniem umownego stanu „granicznego”. Tak więc w wypadku ogólnym korzystniejsze jest tutaj posługiwanie się pojęciem zmodyfikowanego współczynnika nośności granicznej, a nie współczynnika bezpieczeństwa.

Procentowy udział sztuk dobrych w serii wyrazi się dla przypadku, gdy naprężenia można uważać za liniowe funkcje obciążeń:

$$D = \frac{\int_{\sigma_{obl.}}^{\sigma_{max}} n d\sigma}{\int_0^{\sigma_{max}} n d\sigma} = \frac{\int_{\sigma_{obl.}}^{\sigma_{max}} n d\sigma}{\int_0^{\sigma_{max}} n d\sigma}$$

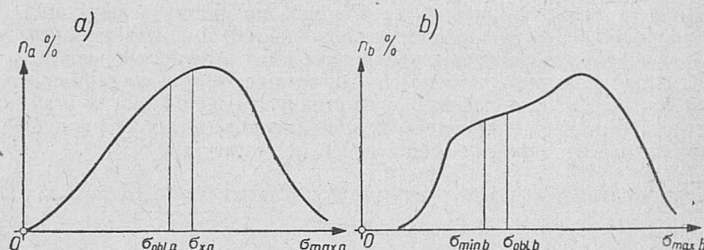
gdzie przez σ oznaczono dla skrótu wielkość określoną powyżej $\sigma_{kryt. fikc.}$

W przypadku ogólnym zamiast naprężeniami krytycznymi należy jednak operować obciążeniami krytycznymi P , czyli miarą procentu sztuk dobrych jest $\int_{P_{obl.}}^{P_{max}} n dP$.

W przypadku, kiedy wpływ jednego z czynników (błędów technologicznych) jest przeważający, należy postarać się ująć go oddzielnie. W zasadzie, można go znaleźć doświadczalnie lub też na podstawie statystycznego porównania z wypadkami, gdzie nie występuje on wyraźnie.

Z kolei, mając rozkład ilości sztuk całej serii o poszczególnych naprężeniach (obciążeniach) krytycznych ze względu na dwa czynniki, po pierwsze ze względu na omawianą wadę wy-

różnioną b (rys. 2b), po drugie ze względu na zespół wad pozostałych a (rys. 2a) i przyjmując, że te dwa czynniki są od siebie wzajemnie niezależne, otrzymać możemy zależność, wyrażającą nam ilość sztuk dobrych w serii ze względu na łączny wpływ obu niezależnych od siebie czynników a i b .



Rys. 2.

Dowolnemu σ_{xa} , wziętemu z rozważań wpływu a i większemu od minimalnego, koniecznego $\sigma_{obl.a}$ w stosunku $\frac{\sigma_{xa}}{\sigma_{obl.a}}$ odpowiada równy temu stosunkowi dodatkowy „współczynnik bezpieczeństwa”, a zatem w tymże stosunku może być zmniejszone naprężenie krytyczne (obciążenie krytyczne — P), określające „wytrzymałość” ze względu na rozrzut uchybień wg kryterium b .

Wynika stąd, jeśli uwzględnić $\sigma_{obl.a} = \sigma_{obl.b}$, że spośród n_{ax} (%) sztuk dobrych wg kryterium a będzie z uwagi na czynnik b dobrych tylko ilość

$$n_{ax} \int_{\sigma_{obl.a}}^{\sigma_{max.b}} n_b d\sigma_b \quad \text{albo} \quad n_{ax} \int_{\frac{\sigma_{obl.a}}{P_{xa}}}^{\frac{P_{max.b}}{P_{xa}}} n_b dP_b$$

Uwzględniając oba rodzaje uchybień (a i b) łącznie dla wszelkich σ_{xa} , znajdziemy, że procent sztuk dobrych (D) wyrazi się całką podwójną:

$$D = \int_0^{\sigma_{max.a}} n_a d\sigma_a \left(\int_{\frac{\sigma_{obl.a}}{\sigma_{xa}}}^{\frac{\sigma_{max.b}}{\sigma_{xa}}} n_b d\sigma_b \right) d\sigma_a \quad \text{czyli} \quad D = \int_0^{\sigma_{max.a}} n_a d\sigma_a \int_{\frac{\sigma_{obl.a}}{\sigma_{xa}}}^{\frac{\sigma_{max.b}}{\sigma_{xa}}} n_b d\sigma_b$$

$$\text{albo} \quad D = \int_0^{P_{max.a}} n_a dP_a \left(\int_{\frac{P_{obl.a}}{P_{xa}}}^{\frac{P_{max.b}}{P_{xa}}} n_b dP_b \right) dP_a$$

Podobnie dla trzech czynników (a, b, c) otrzymamy całkę potrójną:

$$D = \int_0^{\sigma_{max.a}} n_a d\sigma_a \left[\int_0^{\sigma_{max.b}} n_b d\sigma_b \left(\int_{\frac{\sigma_{obl.b}}{\sigma_{xa} \cdot \sigma_{xb}}}^{\frac{\sigma_{max.c}}{\sigma_{xa} \cdot \sigma_{xb}}} n_c d\sigma_c \right) d\sigma_b \right] d\sigma_a$$

$$\text{czyli} \quad D = \int_0^{\sigma_{max.a}} n_a d\sigma_a \int_0^{\sigma_{max.b}} n_b d\sigma_b \int_0^{\sigma_{max.c}} n_c d\sigma_c$$

W ogólnym wypadku dla i czynników wypadnie i -krotna całka, posiadająca, jak się zdaje, tylko teoretyczne znaczenie. Natomiast wzory, odpowiadające rozbięciu zespołu wad technologicznych na dwa, a być może i na trzy czynniki, w pewnych wypadkach mogą mieć i praktyczne znaczenie. Mianowicie, w myśl powiedzianego powyżej, wzory te mogłyby posłużyć do określenia minimalnych kosztów z uwzględnieniem prawdopodobieństwa zwiększenia procentu braków przy zmniejszaniu współczynnika bezpieczeństwa.

Przeprowadzone rozważania dadzą się, oczywiście, w zasadzie zastosować i do braków, powstających w eksploatacji, np. w dopuszczalnych warunkach i określonych względami gospodarczości okresach czasu. Jednakże ta strona zagadnienia jest właściwie już uwzględniona przez wprowadzenie do równania łącznych kosztów (oszczędności łącznej) składników, wyrażających koszty napraw.

W związku z tym równaniem maksymalnej oszczędności łącznej (minimalnych kosztów łącznych) w ujęciu podanym na konferencji można wysunąć natomiast inne zastrzeżenie. Do wyrażenia sumy kosztów wytworzenia i remontów w okresie eksploatacji, które to wyrażenie powinno stosownie do podanego sformułowania osiągać minimum — należałoby, przynajmniej dla

niektórych przypadków, dodać jeszcze ewentualne straty, spowodowane nieoczekiwanymi względnie przedwczesnymi czy nadmiernymi przestojami w procesie produkcyjnym, do którego dane maszyny czy urządzenia są przeznaczone. Wydaje się, że w większości przypadków, uwzględniając zawczasu możliwość powstania takich strat, można im zapobiec, ale nie zawsze jest to możliwe, a raczej opłacalne, ze względu na potrzebę uzyskania danego efektu przy możliwie małych nakładach inwestycyjnych. Rzecz jasna, że obliczenie takich strat i ich prawdopodobieństwa stwarza dodatkowe trudności, wkraczając już w zagadnienia pracy maszyn czy urządzeń wytwarzanych i jej udziału w przyszłych procesach produkcyjnych, tym niemniej straty te na ogół można będzie zapewne ocenić choćby orientacyjnie.

Przegląd prasy technicznej

Obróbka metali śrutowaniem w stanie napięcia statycznego

W celu określenia wpływu naprężeń trwałych na wytrzymałość zmęczeniową przeprowadzono zmęczeniowe badanie stali z wywoływaniem trwałych naprężeń ściskających przez szybkie ochłodzenie próbek do temperatury poniżej temperatury krytycznej ($450 \div 650^\circ\text{C}$). Zastosowano dwie metody: a) porównawczą metodę badania na zmęczenie gładkich przedmiotów z karami, nie poddanych obróbce powierzchniowej oraz przedmiotów poddanych śrutowaniu z zachowaniem karbów, oraz b) metodę odpuszczania przy różnych temperaturach gładkich próbek z karami, poddanych obróbce powierzchniowej przez walcowanie.

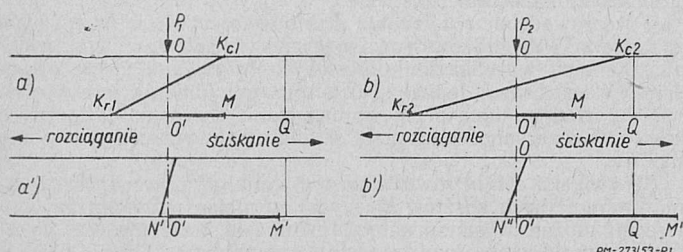
Doświadczenia te wykazały, że główny wpływ na zwiększenie wytrzymałości mają trwałe naprężenia ściskające, powstałe na skutek obróbki powierzchniowej, jednakże nie zdołano na ich podstawie określić jakościowo i ilościowo wpływu szeregu innych czynników. Zadanie to może być skutecznie rozwiązane przez zastosowanie obróbki powierzchniowej na zimno w stanie napięcia statycznego.

Przy określonym przebiegu obróbki w warstwie powierzchniowej próbki powstają naprężenia ściskające σ_1 . Jeśli uprzednio spowodujemy powstanie w próbce naprężeń rozciągających σ_2 i wówczas poddamy ją śrutowaniu, to w warstwie powierzchniowej powstaną naprężenia ściskające takiej wielkości, jak w pierwszym przypadku, tj. σ_1 . Całkowite trwałe naprężenie ściskające (po zakończeniu obróbki i usunięciu rozciągającego obciążenia) będzie równe $\sigma = \sigma_1 + \sigma_2$. Wynika z tego, że dzięki zwiększeniu trwałego naprężenia ściskającego wytrzymałość zmęczeniowa metalu będzie wzrastać.

Jeżeli natomiast poddamy śrutowaniu próbkę będącą w stanie statycznie ściśniętą, wywołującym naprężenie σ_2 , to po obróbce i usunięciu obciążenia zewnętrznego trwałe naprężenie obniży się i będzie wynosiło $\sigma' = \sigma_1 - \sigma_2$. Wynika z tego, że przy zastosowaniu dostatecznie dużego obciążenia statycznego, możemy zmniejszyć wielkość trwałych naprężeń ściskających, bądź doprowadzić je do zera, a nawet wywołać w warstwie powierzchniowej próbki poddanej śrutowaniu naprężenia rozciągające.

Zmiana wielkości trwałych naprężeń wzdłużnych, wywołanych obróbką powierzchniową w płaskich próbkach, jest pokazana na rys. 1 i 2.

Przy działaniu na próbkę siły statycznej P_1 naprężenie w przekroju próbki zmienia się liniowo od zera w płaszczyźnie obojętnej do wartości $\sigma_2 = |OK_{c1}| = |O'K_{r1}|$ w skrajnych zewnętrznych warstwach (rys. 1a). Pod wpływem śrutowania dol-



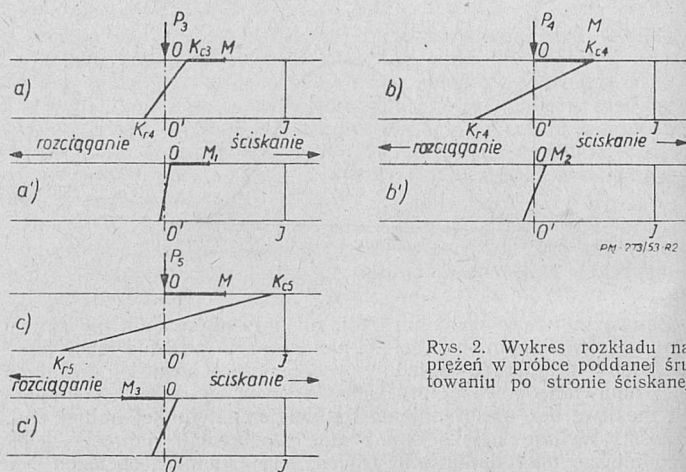
Rys. 1. Wykres rozkładu naprężeń w próbce poddanej śrutowaniu po stronie rozciąganej.

Wydaje się, że dla przysporzenia gospodarce narodowej maksymalnych korzyści przy wykonaniu słusznie postawionego zadania rewizji współczynników bezpieczeństwa, należy brać pod uwagę wymienione zastrzeżenia. Szkody, wynikające z nieuwzględnienia tych zastrzeżeń mogą być dwójakiego rodzaju: 1) bezpośrednie, wskutek niepełnego wykorzystania możliwości zmniejszenia kosztów produkcyjnych, lub nawet wzrostu tych kosztów na danym odcinku i 2) pośrednie, wskutek hamującego oddziaływania możliwości takich wypadków na inne (przy bezkrytycznym ich zestawieniu), przejawiającego się w obawach zmniejszenia współczynnika bezpieczeństwa w stopniu najracjonalniejszym lub nawet w ogóle zmniejszania jego tam, gdzie jest ono całkowicie wskazane.

nej powierzchni próbki rozciągające naprężenia $O'K_{r1}$ zamieniają się w trwałe naprężenia ściskające $\sigma_1 = O'M$. Po usunięciu obciążenia, trwałe naprężenie ściskające w dolnych zewnętrznych warstwach próbki będzie miało wartość

$$O'M' = |O'K_{r1}| + |O'M| - |O'N'| = \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_0$$

gdzie $\sigma_0 = |O'N'|$ — naprężenie odpowiadające stałemu odkształceniu pod wpływem obciążenia zewnętrznego.



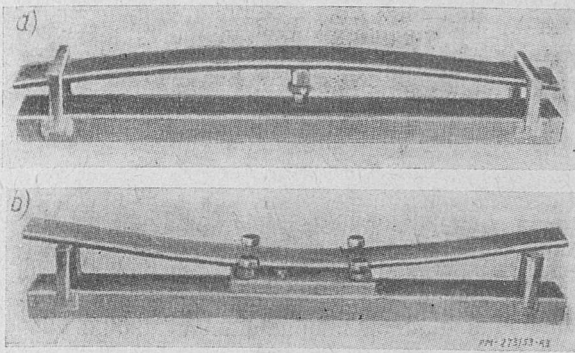
Rys. 2. Wykres rozkładu naprężeń w próbce poddanej śrutowaniu po stronie ściskanej.

Jeżeli wielkość statycznego naprężenia σ_2 dobierzemy tak, by suma $\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_0$ przekraczała granicę sprężystości metalu Q , to po usunięciu zewnętrznego obciążenia P_2 (rys. 1b), trwałe naprężenie w dolnej powierzchni próbki wyrazi się odcinkiem $O'M'$. Wartość ta przewyższa granicę sprężystości Q o wielkość QM' , która oczywiście wywoła odpowiednie odkształcenie plastyczne metalu. Widzimy więc, że zwiększenie obciążenia statycznego ponad określoną wartość nie wpływa na zwiększenie trwałego naprężenia ściskającego, tzn. że przyrost wytrzymałości zmęczeniowej metalu stopniowo zanika.

Na rys. 2 przedstawiono schematycznie wykresy naprężeń w przypadku śrutowania górnej powierzchni próbek poddanych zginającemu obciążeniu statycznemu P_3 , P_4 i P_5 . Podobnie jak w poprzednim przypadku śrutowanie wywołuje w warstwie zewnętrznej trwałe naprężenia ściskające $\sigma_2 = OM$. Po usunięciu obciążenia P_3 , naprężenie ściskające zmniejszy się do wielkości OM_1 (rys. 2a'), po usunięciu naprężenia P_4 — do wielkości OM_2 (rys. 2b'), a po usunięciu obciążenia P_5 , w miejscach trwałych naprężeń ściskających powstaną naprężenia rozciągające OM_3 (rys. 2c').

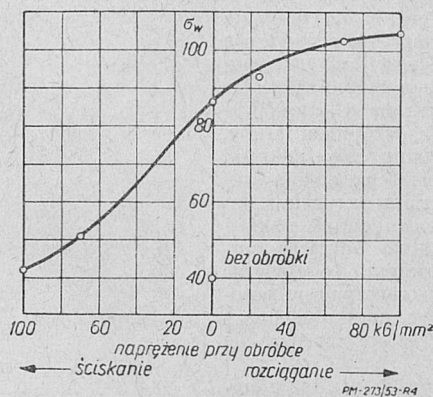
Z powyższego wynika, że przez dobranie odpowiedniego obciążenia ściskającego trwałe naprężenia ściskające powstałe na skutek śrutowania można zmniejszyć do zera, tj. usunąć wpływ trwałych naprężeń na zmęczeniową wytrzymałość metalu. Metoda ta zatem umożliwia ocenę wpływu śrutowania na wytrzymałość zmęczeniową.

Przytoczona wyżej hipoteza sprawdzana była doświadczalnie. Stan naprężenia metalu wywołany został gięciem próbek w specjalnych przyrządach wg trójpunktowego schematu obciążenia dla otrzymywania rozciągających naprężeń (rys. 3a) i według czteropunktowego — dla otrzymywania naprężeń ściskających (rys. 3b). Śrutowanie próbek wszystkich serii przeprowa-



Rys. 3. Sposoby wywołania naprężeń rozciągających (a) i ściskających (b).

dzono w maszynie S — 184 stalowym śrutem o średnicy ziarna 0,8 mm. Badanie próbek na zmęczenie przeprowadzone zostało według trójpunktowego schematu obciążenia na pulsacyjnej maszynie przy asymetrycznym cyklu na bazie $5 \cdot 10^6$ cykliów.

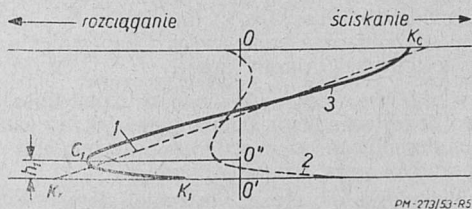


Rys. 4. Zależność wytrzymałości zmęczeniowej stali 50 XTA od wielkości i znaku naprężenia statycznego spowodowanego śrutowaniem.

Krzywą zmiany granicy wytrzymałości na zmęczenie stali 50 XTA w zależności od wielkości i znaku wstępnego naprężenia pokazano na rys. 4. Przebieg krzywej wykazuje, że metoda zgniotu powierzchniowego metalu w stanie napięcia statycznego daje znaczne zwiększenie wytrzymałości zmęczeniowej w porównaniu z wytrzymałością zmęczeniową po zwykłym śrutowaniu.

Obróbka metodą zgniotu powierzchniowego w stanie napięcia umożliwia wyjaśnienie wpływu szeregu czynników związanych z przebiegiem niszczenia metalu w ogóle i z teorią śrutowania w szczególności. Śrutowanie, powodując powstanie trwałych naprężeń ściskających w powierzchniowej warstwie metalu, wpływa jednocześnie na zwiększenie naprężeń rozciągających w głębszych warstwach (rys. 5). Zależnie od ich rozkładu i wielkości niszczące naprężenie zmęczeniowe może powstać na dolnej powierzchni od rozciągającego naprężenia $O'K_1$ lub w warstwie leżącej na głębokości h_1 od rozciągającego naprężenia $O''C_1$. Miejsce zniszczenia będzie oczywiście miernikiem stosunku między wytrzymałością zmęczeniową rdzenia i wytrzymałością zmęczeniową warstwy powierzchniowej. Wytrzymałość zmęczeniowa na powierzchni metalu nie powinna przekraczać połowy wytrzymałości rdzenia. W konkretnych przypadkach przy uwzględnieniu konstrukcyjnych, technologicznych i eksploatacyjnych spiętrzeń naprężeń, stosunek ten powinien wynosić $1:5 \div 1:10$.

Obróbka metalu metodą zgniotu powierzchniowego w stanie napięcia pozwala nie tylko otrzymać odpowiedni stosunek na-



Rys. 5. Rozkład naprężeń w próbce poddanej śrutowaniu. 1 — naprężenia wywołane obciążeniem roboczym, 2 — naprężenia trwałe, 3 — naprężenia rzeczywiste.

prężen w warstwie powierzchniowej i podpowierzchniowej, lecz pozwala także dobrać umiejscowienie ogniska pęknięć zmęczeniowych pod powierzchnią. Teoretycznie można wykazać, że przy obróbce metodą zgniotu powierzchniowego metalu w stanie napięcia statycznego, punkt C_1 (rys. 4) przemieszcza się w głębsze warstwy metalu i wielkość h_1 rośnie w miarę zwiększania statycznego obciążenia. Położenie ogniska zmęczeniowych pęknięć zatem najłatwiej może być stwierdzone w próbkach poddanych obróbce metodą zgniotu powierzchniowego w stanie napięcia.

C. D.

(Wiernik Maszynostrojenia, nr 8/53, str. 67).

Urządzenie do badań wytrzymałościowych w niskich temperaturach

Urządzenia do badania własności mechanicznych materiałów konstrukcyjnych, a zwłaszcza metali, w niskich temperaturach powinny spełniać następujące zasadnicze warunki:

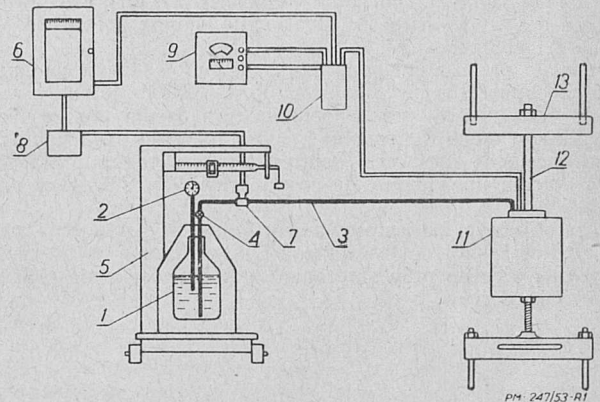
1) możliwie jak największy obszar temperatur, w jakim można prowadzić badania,

2) możliwość uzyskiwania z dużą dokładnością żądanych, z góry ustalonych temperatur i utrzymywania ich przez cały czas próby,

3) prostota i łatwość obsługi, szybkość działania oraz niezbyt wysokie koszty eksploatacji,

4) niewprowadzanie do badań żadnych nowych czynników, komplikujących analizę zjawisk wytrzymałościowych.

Schemat urządzenia, które spełnia powyższe warunki, przedstawiono na rys. 1. Urządzenie to składa się funkcjonalnie z trzech zespołów: właściwej komory próbnej, układu zasilania chłodziwem oraz systemu regulacji.

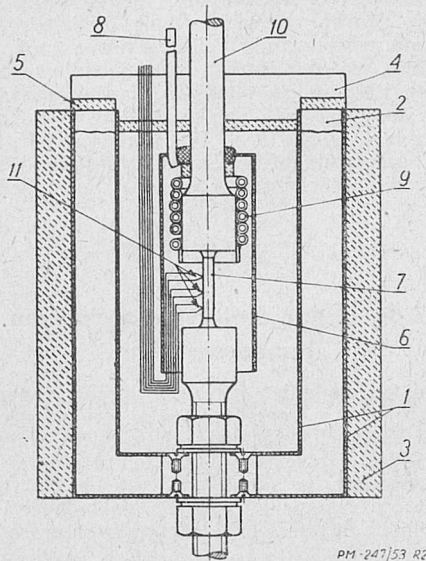


Rys. 1

Komora próbna (rys. 2) jest wykonana jako miedziane naczynie o podwójnych ściankach 1. Przestrzeń pomiędzy ściankami wypełniona jest specjalną masą izolacyjną 2. Całe naczynie jest ponadto izolowane od zewnątrz grubą warstwą filcu 3. Drewniana pokrywa 4 jest również obłożona warstwą filcu 5.

Wewnątrz komory znajduje się osłona w postaci naczynia cylindrycznego 6, odwróconego dnem do góry. Zadaniem osłony jest stabilizacja opływu czynnika chłodzącego dokoła znajdującej się wewnątrz niej próbki 7. Czynnikiem chłodzącym jest para azotu, doprowadzana przewodem 8 do węzownicy 9, otaczającej górny zacisk próbki 10 i wydostająca się przez otwórki w dolnym zwoju węzownicy. Para ta przepływa dokoła próbki, po czym wydostaje się z osłony i opada w dół komory. Odprowadzanie pary odbywa się przez otwór w górnej pokrywie komory, przez który jednocześnie przechodzi górny zacisk próbki. Wypływająca tym otworem para azotu chłodzi górny zacisk próbki, zapobiegając w ten sposób jej nagrzewaniu przez ciepło przewodzone z zewnątrz.

Układ zasilania chłodziwem (rys. 1) zawiera jako podstawowy element naczynie Dewara 1 z zespołem urządzeń mierniczych i regulacyjnych. W naczyniu znajduje się ciekły azot oraz jego para, której ciśnienie wskazuje manometr 2. Dzięki temu ciśnieniu ciecz jest wypychana do przewodu 3 prowadzącego do komory próbnej, przy czym jej natężenie przepływu regulować można za pomocą ręcznego zaworu regulacyjnego typu iglicowego 4. Całe naczynie umieszczone jest na pomoście wagi 5 służącej do pomiaru zużywanych ilości azotu oraz do wzorcowania wspomnianego zaworu iglicowego.



Rys. 2

System regulacji (rys. 1) obejmuje poza zaworem iglicowym 4 układ termopar (11 na rys. 2), połączony z samoczynnym potencjometrycznym regulatorem temperatury 6, sterującym natężeniem dopływu chłodziwa do komory za pośrednictwem zaworu magnetycznego 7. Pozostałe elementy układu (widoczne na rys. 1) stanowią: przełącznik 8, potencjometr 9 oraz naczynie z „zimnymi końcami” termopary 10. Z prawej strony rysunku przedstawione są schematycznie komora próbną 11 oraz ciecgie 12 i poprzeczki 13.

Opisane urządzenie pozwala na przeprowadzanie badań w obszarze temperatur od pokojowej do $-195,6^{\circ}\text{C}$ (punkt wrzenia azotu). Stosunkowo prosta obsługa urządzenia nie wymaga wykwalifikowanego personelu i, poza okresem uruchamiania, ogranicza się do dorywczej kontroli wykresu regulatora temperatury w celu upewnienia się co do prawidłowości pracy urządzenia.

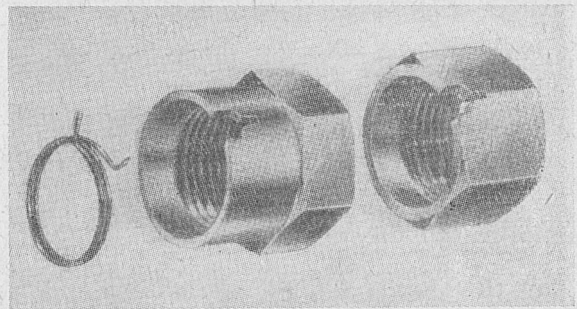
Poza opisanym tu zastosowaniem do próby rozciągania, urządzenie to może być dostosowane do innych badań wytrzymałościowych, a więc do prób skręcania, zginania, ściskania oraz pomiarów twardości.

J. St. K.

(ASTM Bulletin, nr 1/53, str. 56)

Ustalanie nakrętek za pomocą sprężyny śrubowej

Na rys. 1 i 2 przedstawiony jest nowy sposób ustalania nakrętek. Część ustalająca w postaci zwykłej sprężyny o małej liczbie zwojów umieszczona jest w wyłobieniu nakrętki w ten



Rys. 1. Nakrętka oraz sprężyna ustalająca.

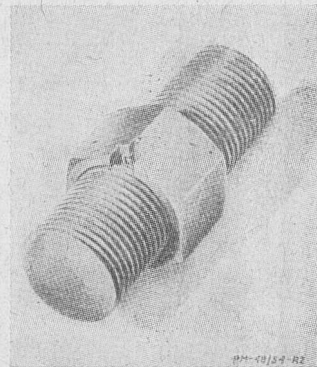
sposób, że jej zwoje leżą w bruzdzie gwintu śruby. Odgięte końce sprężyny wsunięte są w ustopniowane wycięcie.

Przy nakręcaniu nakrętki na śrubę zwoje sprężyny wykazują dążenie do rozwijania się, na skutek czego sprężyna aprzestaje zaciskać śrubę i umożliwia ruch nakrętki względem śruby. Przy odkręcaniu się nakrętki sprężyna zaciska się dokoła śruby, przeciwdziałając ruchowi nakrętki. Mimo to jednak nakrętkę można łatwo odkręcić normalnym kluczem, odchylając wolny koniec sprężyny w położenie środkowe, na skutek czego sprężyna przestaje zaciskać się dokoła śruby.

Opisany sposób ustalania nakrętek może być zastosowany w przypadku gwintów lewych i prawych przy wszelkich materiałach, do ustalania nakrętek i gwintowanych złączek rurowych zarówno normalnych, jak i nienormalnych. Jak wykazało dotychczasowe doświadczenie, ten sposób ustalania nakrętek jest również zupełnie pewny w przypadku, gdy złącze poddane jest drganiom.

W. S.

(Machinery, 23 October, 1953, str. 823)



Rys. 2. Ustalenie zwykłej nakrętki.

Wiadomości SIMP

Konferencja Naukowo-Techniczna poświęcona Plastycznej Obróbce Metali

W dniach 22 i 23 marca br. odbyła się w Domu Technika w Warszawie Konferencja Naukowo-Techniczna na temat Plastycznej Obróbki Metali, zorganizowana przez Zarząd Główny SIMP przy współudziale Departamentu Techniki Ministerstwa Przemysłu Maszynowego i Departamentu Techniki Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego. W Konferencji, przygotowywanej od kilku miesięcy, brali udział pracownicy Ministerstw: Przemysłu Maszynowego, Hutniczego, Górniczego, Kolej, Przemysłu Drobnoego i Rzemiosła, Transportu Drogowego i Lotniczego oraz Szkolnictwa Wyższego z Politechnik i Wieczorowych Szkół Inżynierskich. Ogólna liczba uczestników, planowana na 250 osób, w wyniku znacznego zainteresowania jej tematyką wyrażonego przez resorty gospodarcze, wyniosła 450 osób, z czego ponad 200 osób reprezentowało Ministerstwo Przemysłu Maszynowego.

Przedmiotem narad były zagadnienia omówione w 12 referatach, których tytuły podano w numerze 3/54 „Przeglądu Mechanicznego”, a które były ogłoszone drukiem w „Mechaniku” (nr. 2/54) oraz w zeszycie 13/54 „Prac Instytutu Mechaniki”. Konferencja była połączona z pokazem interesujących eksponatów Instytutu Obróbki Plastycznej w Poznaniu i Kuźni „Ustroń”.

Konferencję otworzył dłuższym przemówieniem *kol. inż. Z. Keh*, przewodniczący Zarządu Głównego SIMP, poza tym w jej

wstępnej części przemawiał w imieniu Ministerstwa Przemysłu Maszynowego *kol. inż. P. Moroz*. Obradom przewodniczył *kol. inż. K. Bosiacki*.

Zgodnie z programem obrady częściowo miały charakter plenarnych a częściowo toczyły się w dwóch sekcjach, a mianowicie obróbki na zimno i obróbki na gorąco.

Uczestnicy Konferencji, w przyjętej jednomyślnie rezolucji, stwierdzili konieczność przyspieszenia rozwoju obróbki plastycznej i znacznego rozszerzenia zakresu jej stosowania, jako decydującego czynnika na odcinku zadań w dziedzinie oszczędności materiałów, obniżenia pracochłonności i kosztów własnych oraz podniesienia jakości produkcji. Określając przyczyny niedostatecznego udziału obróbki plastycznej w procesach technologicznych, uczestnicy Konferencji sformułowali szereg wniosków ogólnych w dziedzinie obróbki plastycznej a dotyczących organizacji przemysłu, podniesienia kwalifikacji kadr technicznych, rozwoju prac badawczych i zapewnienia wysokiego poziomu technicznej ochrony pracy.

Poważną ilość wniosków zestawiono w dziedzinie kuźnictwa matrycowego, jego technologii, budowy maszyn kuziennych i nagrzewania materiałów oraz w dziedzinie technologii tłoczenia, budowie tłoczników oraz pras do tłoczenia.

Wszystkie wnioski wraz z całym materiałem pokonferencyjnym zostaną przedstawione w Departamencie Techniki M. P. Masz. celem wykorzystania — materiały te zostaną również po opracowaniu rozesełane uczestnikom Konferencji.

Bibliografia

S. M. Łosiew — TURBINY PAROWE I URZĄDZENIA KONDENSACYJNE. Tłumaczyli z 7 wydania rosyjskiego mgr inż. K. Smolaga i mgr inż. H. Weberman. Format B5, stron 228, rysunków 454. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 47.—

Tytuły głównych rozdziałów książki: Wiadomości ogólne; Zasady działania turbin parowych; Konstrukcja turbiny parowej; Główne typy normalnych turbin kondensacyjnych; Urządzenia kondensacyjne; Turbiny do celów specjalnych; Obsługa urządzenia turbinowego; Niedomagania turbiny parowej i sposoby zapobiegania im; Niedomagania urządzenia kondensacyjnego oraz sposoby zapobiegania im.

Część pierwszą książki poświęcono omówieniu zasady działania i konstrukcji turbin i urządzeń kondensacyjnych, część 2 zasadom eksploatacji.

Książka ma wyraźny charakter opisowy, który zaznacza się nawet w pierwszych rozdziałach przedstawiających w sposób poglądowy teorię turbin parowych. Zasadniczą wartość książki polega na przytoczeniu obszernego materiału rysunkowego w postaci szkiców i schematów bardzo wielu fabrycznych rozwiązań konstrukcyjnych tak poszczególnych elementów i zespołów, jak też układów koncepcyjnych całości turbozespołu. Przeważającą część tekstu stanowi opis, interpretacja i wyjaśnienie zamieszczonych rysunków. Przedstawienie zasad prawidłowej eksploatacji na tle szczegółowo omówionych różnorodnych konstrukcji turbin parowych, a nie w oderwaniu od danego typu maszyny stanowi drugą zasadniczą zaletę omawianego podręcznika. Książka odpowiada niejako na pytanie: „jaka jest konstrukcja danej turbiny i w związku z tym jak należy ją eksploatować w pełnym zrozumieniu zasad jej pracy i współdziałania elementów?”

Należy sądzić, że przedstawiona wyżej ocena książki jest całkowicie zgodna z intencjami Autora, który, określając zasadnicze przeznaczenie podręcznika, pisze na karcie tytułowej siódmego wydania rosyjskiego: „książka ta przeznaczona jest dla szkolenia i podwyższania kwalifikacji personelu obsługującego instalacje turbinowe”. Tłumacze określili przeznaczenie książki „dla techników, mistrzów i inżynierów ruchu”, co częściowo wypacza intencje Autora i myli czytelnika.

Styl i słownictwo przekładu, nie wszędzie poprawne, nie wprowadza jednak dwuznaczności i nie wypacza treści oryginału. Z usterek językowych można zacytować takie zwroty jak: „zasada reakcyjna” zamiast „zasada reakcji”; „panewka węglowa” zamiast „pierzścień węglowy”; „całkowita nieprzepuszczalność (dławnicy)” zamiast „całkowita szczelność”; „wały o stopniowej średnicy” zamiast „wały o stopniowanej średnicy” itp.

Rysunki na ogół wyraźne zawierają jednak niekiedy błędy wynikłe przy kopiowaniu rysunków z oryginału (np. rys. 245 — łopatki stopni osiowych).

Pomimo tych usterek wydane tłumaczenie pracy S. M. Łosiewa stanowi cenny wkład do naszej skromnej literatury turbinowej, wkład tym cenniejszy, że bezpośredni przydatny przy dokształcaniu licznego personelu siłowni, od którego w decydującej mierze zależy jakość i ekonomia pracy energetyki zawodowej i przemysłowej.

A. P.

Ł. A. Kogan, G. S. Moliarczuk, C. P. Jefimow — NOWOCZESNA TECHNIKA WYKORZYSTANIA WÓZKÓW WIDŁOWYCH I ŻURAWI. Tłumaczył z jęz. ros. mgr inż. Tadeusz Szafranski. Format A5, stron 105, rysunków 67, tablic 24. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 8,70.

Mobilizacja wewnętrznych rezerw przemysłu prowadzi do zwiększenia wydajności pracy, które uzyskuje się w nowoczesnej technice głównie dzięki zastosowaniu naukowej organizacji pracy. Olbrzymie osiągnięcia techniki radzieckiej w tej dziedzinie ilustruje dobrze na odcinku przeładunków kolejowych książka Kogana, Moliarczuka i Jefimowa pt. „Nowoczesna technika wykorzystania wózków widłowych i żurawi”.

Składa się ona z czterech rozdziałów.

Rozdział I omawia warunki niezbędne dla rozpowszechnienia nowoczesnej techniki zmechanizowanego przeładowywania jak:

- 1) socjalistyczne współzawodnictwo nacechowane wzajemną koleżeńską pomocą, koniecznością wymiany doświadczeń i jawnością wyników współzawodnictwa;
- 2) znajomość budowy i działania urządzeń przeładowczych;
- 3) koordynację prac przeładowczych z czynnościami, które je poprzedzają i które po nich następują (podstawianie i usuwanie wagonów);
- 4) wprowadzenie progresywnych norm wykorzystania maszyn.

Szczególnie interesujący jest punkt ostatni. Podaje on znaczenie i sposób określania norm progresywnej jako średnią spomiędzy wskaźników pracy większych od przeciętnych. Opisana i poparta przykładem metoda ustalania progresywnych norm pracy maszyn jest bodaj pierwszą próbą opracowania tego zagadnienia w literaturze technicznej.

Rozdział II podaje i tłumaczy metodę inż. Kowalowa w zastosowaniu do badania i masowego upowszechniania stachanowskich osiągnięć w pracy przeładowczej.

Rozdział III omawia kolejno czynniki mające wpływ na unowocześnienie techniki przeładowywania drobnicy za pomocą elektrowózków wi-

dłowych. Należą do nich: stosowanie jednorodnego ładunku, całkowite wyzyskanie ładowności względnie pojemności wagonów, zakres stosowania podstawek (palet), stopień wykorzystania wózków widłowych, wybór najracjonalniejszego sposobu przeładunku drobnicy, możliwość wykonywania kilku ruchów jednocześnie, wykorzystanie wózków do innych czynności, jak holowanie i przetwarzanie, przenoszenie przy pomocy dwu wózków jednocześnie, praca wózka wewnątrz wagonu.

Ponadto w rozdziale tym przedstawiono schematy technologicznego procesu pracy wózków przy załadowywaniu i wyładowywaniu wagonów oraz przy składowaniu towarów w magazynie, jak również podano normy wydajności i płac kierowców i ładowaczy obsługujących wózki widłowe opracowane w wyniku długotrwałych obserwacji chronometrażowych na stacjach towarowych Leningradu i Moskwy.

Spośród dodatkowych czynników decydujących o opłacalności stosowania wózków widłowych omówiono rozwiązania konstrukcyjne podstawek (palet), rodzaje nawierzchni, po których jeżdżą wózki i wreszcie projekty typowych zajezdni, w których laduje się akumulatory i dokonuje bieżących przeglądów i napraw wózków.

Rozdział IV poświęcony jest całkowicie analizie pracy przeładowczej przy pomocy żurawi platformowych i wytypowaniu metody pracy stanowiącej zespół osiągnięć uzyskanych spośród rozmaitych przodujących sposobów pracy.

Opisane w książce metody pracy przeładowczej na kolei mogą być również z powodzeniem wykorzystane bezpośrednio i na innych terenach jak na przykład w portach zaś ponadto mogą stanowić cenny przykład, jak twórcze osiągnięcia dziesiątków stachanowskich przodowników pracy można uwielokrotnić, sumując je, a następnie upowszechniając przez przyswajanie innym pracownikom.

Przetłumaczenie omawianej książki na język polski, jest bardzo cenne, pozwoli bowiem polskim technikom, zajmującym się mechanizacją przeładunku, skorzystać bezpośrednio z doświadczeń radzieckich, a tym samym uniknąć żmudnych i długotrwałych prac chronometrażowych, wielorakich badań i prób nad ogromną ilością sprzętu przeładowczego w zakresie, na jaki mógł sobie pozwolić Związek Radziecki.

Alfred Rachalski

CYNOWANIE GALWANICZNE. Tłumaczył K. Tarnowski. Format A5, stron 31, rysunków 2, tablic 6. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 2,50.

Książka pt. „Cynowanie galwaniczne” stanowi tłumaczenie angielskiej instrukcji. Przekład jest dokładny i starannie opracowany pod względem językowym i fachowym.

Mimo że cynowanie jest stosowane w bardzo wąskim zakresie z uwagi na deficyt cyny, to jednak dla wielu celów jest to pokrycie jedynie dopuszczalne, dlatego nie może być z przemysłu wycofane całkowicie.

Można jednak i trzeba walczyć o jak największą oszczędność cyny i racjonalne jej zużycie. Dlatego należy się liczyć z przestawieniem ogniowego pokrywania cyną, dotąd prawie powszechnie u nas stosowanego, na metodę galwaniczną. Metoda ta pozwoli zaoszczędzić 60 ÷ 70% cyny, gdyż można będzie pokrywać przedmioty jednostronnie, a przy tym grubość warstwy może być znacznie cieńsza, z zachowaniem tej samej wartości ochronnej.

Z tego względu wydanie „Cynowania galwanicznego” jest bardzo na czasie, zwłaszcza że publikacja ta ma charakter rozszerzonej instrukcji, wyczerpującej temat w dostateczny sposób. Jest utrzymana na poziomie średnim, ujęta jasno i zrozumiale dla techników, majstrów i wykwalifikowanych robotników.

Broszurka omawia na wstępie rodzaje kąpeli stosowanych przy cynowaniu, ich zalety i wady, a następnie podaje szczegółowo skład i sposób przygotowania 3 elektrolitów najczęściej stosowanych w przemyśle. W dalszym ciągu wyjaśnia sam proces cynowania i warunki potrzebne do jego prawidłowego przebiegu, oraz sposób przeprowadzenia analizy kąpeli. Na zakończenie podano metody określania jakości warstwy, a mianowicie grubości i szczelności.

Z dostrzeżonych błędów na uwagę zasługują następujące: na str. 17 (22 wiersz od góry) podano, że koniec miareczkowania poznaje się po zmianie barwy z niebieskiej na białą. Jest to nieścisłość, gdyż nie chodzi tu o barwę „białą” lecz o wystąpienie bezbarwności. Na stronie 27 należałoby w tytule rozdziału V użyć słowo „oznaczenie” a nie „wyznaczenie”.

Na str. 28 podano w podtytule „Powłoki cynowe ze stali” podczas gdy powinno być — „Powłoki cynowe na stali”. Na stronie 30 metodę 3 nazwano próbą natryskową, mimo że powszechnie nosi ona nazwę próby strumieniowej i jest to nazwa właściwa, jak to wynika zresztą z dalszego jej opisu.

Te drobne niedociągnięcia nie obniżają w najmniejszym stopniu wartości książeczki, która będzie pożytecznym podręcznikiem dla galwaników w zakresie cynowania.

Na zakończenie powyższych uwag należy wyrazić uznanie dla PWT, które w roku bieżącym bardzo poważnie uzupełniło braki w naszej literaturze fachowej szeregiem pozycji wydawniczych w dziedzinie powłok ochronnych.

N. Planeta

Mgr inż. J. Kępa i mgr inż. W. Leśkiewicz — URZĄDZENIE I OBSŁUGA WALCOWNI-ZGNIATACZA. Format A5, stron 160, rysunków 61, tablic 22. PWT, Stalinogród, 1953. Cena zł 9,50.

Książka ta jest jedną z nielicznych prac oryginalnych w języku polskim z zakresu walcownictwa, a jedyną w naszej literaturze, której tematem jest walcownia — zgniatacz. Dlatego też wydanie jej przez Państwowe Wydawnictwa Techniczne należy przyjąć z dużym zadowoleniem.

Prowadzona obecnie na olbrzymią skalę rozbudowa polskiego hutnictwa objęła również zgniatacze, które są podstawowymi agregatami walcowniczymi. Uruchomione obecnie, będące w budowie oraz planowane nowe walcownie — zgniatacze wymagają ze względu na całkowitą niemal mechanizację, wysoko wykwalifikowanej obsługi oraz odpowiednio wyszkolonych kadr technicznych. W trudnym tym zadaniu, stojącym przed naszym hutnictwem, omawiana książka niewątpliwie okaże się pożyteczna.

Materiał, nagromadzony w tej pracy, przedstawiony jest przez Autorów w sposób jasny i przystępny nawet dla czytelnika nie posiadającego szerszych wiadomości teoretycznych z dziedziny walcownictwa. Całość materiału podzielona jest na 13 rozdziałów. Rozdział I podaje historię i rozwój walcowni — zgniataczy. Rozdział II zawiera ogólne podstawy walcowania, a więc wiadomości o plastycznych własnościach metali, teoretyczne zasady walcowania w skrócie, definicje i rodzaje gniołu, kąta chwytu oraz zjawiska poszerzenia i wyprzedzenia metalu podczas walcowania.

Rozdział III opisuje konstrukcje zgniataczy oraz sposoby kalibrowania walców i przebieg procesu technologicznego. Rozdział IV poświęcony jest urządzeniom pomocniczym zgniataczy. W rozdziale V podane są uwagi odnośnie rozplanowania zgniataczy. W rozdziale VI, obejmującym piece grzewcze, zagadnienie to ujęto zbyt pobieżnie, jak na tak ważne urządzenie walcowni — zgniataczy. Czytelnik otrzymuje jednak szereg praktycznych danych odnośnie pieców i ich obsługi. Rozdział VII podaje wiadomości o wsadzie i gotowych wyrobach zgniataczy. Po krótkim opisie struktury wlewków, sposobu ich krzepnięcia, czyszczenia i kontroli, następuje omówienie wydajności zgniataczy w zależności od używanego wsadu i walcowanego asortymentu. W zakończeniu rozdziału znajdujemy metody ustalania programu walcowania, zasadnicze wskaźniki techniczno-ekonomiczne produkcji kęsisk, wady kęsisk i sposoby kontroli wyrobów. Rozdział VIII, poświęcony walcom roboczym zgniataczy, przynosi wiele materiału z zakresu warunków pracy walców, ich ułożyskowania, chłodzenia, rodzaju tworzywa używanego do wyrobu walców oraz podaje rodzaje uszkodzeń walców i sposoby ich usuwania. Rozdział IX podaje krótki opis napędów zgniataczy. Rozdział X poświęcony jest przyczynom awarii i wskazaniom dotyczącym remontów zgniataczy. W końcowej części rozdziału znajdujemy uwagi o gospodarce częściami zapasowymi zgniataczy oraz sposoby opracowywania harmonogramów remontów. Rozdział XI obejmuje racjonalizację urządzeń i współzawodnictwo pracy, XII — bezpieczeństwo pracy, XIII — obowiązki mistrzów i przodowników.

Przejrzysty układ rozdziałów, staranne opracowanie graficzne książki oraz przejrzyste rysunki i tablice, obok podanej w przystępny sposób treści, sprawiają, że książka ta odda z pewnością duże usługi ruchomcom i słuchaczom szkół technicznych.

Inż. Mirosław Tyłusiński

Mgr inż. Paweł Kosteradzki — OBRÓBKA CIEPLNA METALI. Format B5, stron 372, rysunków 394, tablic 36. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 42,50.

Znowu zanotować należy dodatnią pozycję wydawnictwa z zakresu techniki. Jest nią książka *mgira inż. P. Kosteradzkiego* pt. „Obróbka cieplna metali”, dotycząca zagadnienia niezmiernie ważnego dla przemysłu. Wszakże bez obróbki cieplnej stopów metali nie do pomyślenia byłby dzisiejszy rozwój przemysłu maszynowego, budowa tak precyzyjnych i ciężko pracujących urządzeń, jak silnik samolotu, czy też traktora.

Autor pracy jest znanym fachowcem z dziedziny obróbki cieplnej, który swoje wieloletnie doświadczenia praktyczne, wiedzę teoretyczną oraz duże odczytanie przeniósł na papier, oddając je w najkorzystniejszej formie społeczeństwu technicznemu, a zwłaszcza młodzieży. Książka jest przeznaczona zasadniczo dla inżynierów i techników, jednakże ze względu na przystępną formę mogą z niej również korzystać mistrzowie pracujący w warsztatach obróbki cieplnej.

„Obróbka cieplna metali” ujęta została w 7 części, które stopniowo wprowadzają czytelnika w omawiane zagadnienie, poprzez podstawy teoretyczne do urządzeń i zastosowania. Części te są następujące:

I. Podstawowe zabiegi obróbki cieplnej — hartowanie, odpuszczanie i wyżarzanie.

II. Urządzenia uniwersalne do obróbki cieplnej — do grzania, chłodzenia i odpuszczania.

III. Hartowanie powierzchniowe-płomieniowe, indukcyjne i inne.

IV. Obróbka cieplno-chemiczna — nawęglanie w proskach, nawęglanie gazowe, cyjanowanie kąpielowe, azotowanie, cyjanowanie gazowe i aluminowanie.

V. Niektóre specjalne zastosowania obróbki cieplnej, a mianowicie: obróbka stali narzędziowych, szybkołącznych, resorowych i sprężynowych oraz żeliwa.

VI. Obróbka cieplna metali nieżelaznych — stopów aluminium i stopów miedzi.

VII. Czynności pomocnicze w warsztatach obróbki cieplnej — prostowanie, pomiar i regulacja temperatury, badania i dobór twardości przedmiotów obrabianych cieplnie.

Całość przedstawia się nader poważnie i dobrze, spełnia swoje zadanie jako podręcznik techniczny dla inżynierów i techników.

Książka jest oryginalnym i samodzielnym opracowaniem pewnej dziedziny specjalnej i odznacza się szeregiem zalet, jak: właściwe ujęcie treści, dobrze przemyślany układ, poprawna terminologia, dobry styl, bogate zilustrowanie rysunkami, tablicami i przekładkami.

Opracowanie jest całkowicie zgodne z nowoczesnym stanem wiedzy metaloznawczej i charakteryzuje się jasnym i zrozumiałym przedstawieniem zagadnień teoretycznych. W części praktycznej książka daje bogaty zbiór doświadczeń i tym samym stanowi niezwykle cenną pomoc dla inżynierów i techników. Niewątpliwie książka przyciągnie się do pogłębienia wiadomości fachowych z dziedziny obróbki cieplnej metali, nie tylko pracowników przemysłu, dla których jest przeznaczona, ale także w wysokiej mierze młodych adeptów wiedzy technicznej na wszystkich poziomach, od techników począwszy do studentów szkół wyższych włącznie. Mimo przeznaczenia przemysłowego, książka ze względu na swoje zalety niewątpliwie będzie wykorzystana w szkolnictwie średnim i wyższym.

Podkreślić trzeba bardzo staranne przygotowanie książki przez Autora. Rysunki są starannie dobrane i zupełnie wyraźne.

Z Autorem można by podyskutować na tematy następujące:

a) Ogólnie, książka podaje za mało teorii. W dzisiejszym rewolucyjnym okresie rozwoju techniki nie należy obawiać się teorii. Książka techniczna, pisana dla pewnego poziomu, powinna zawierać materiał teoretyczny o co najmniej jeden poziom wyższy. Zdanie, że „teoria dnia dzisiejszego jest praktyką dnia jutrzejszego” jest w pełni prawdziwe. Poza tym przy obecnych możliwościach dokształcania się i masowego pędu do wiedzy — książka techniczna winna w pierwszym rzędzie umożliwiać podwyższenie wiadomości teoretycznych z zakresu danej specjalizacji.

b) Autor zwraca główną uwagę na hartowanie, względnie zabiegi pokrewne. Należało może więcej miejsca poświęcić także innym zabiegom jak wyżarzanie i wszelakiego rodzaju jego odmiany. Rozróżnić trzeba wyżarzanie zmniejszające dwójakiego rodzaju: poniżej A_{c1} w wyniku koagulacji oraz powyżej A_{c1} przez przekształcanie i zarodkowanie cząstkami nierozpuszczonego cementytu.

c) Autor stosuje nazwy troostyt i sorbit hartowania oraz troostyt i sorbit odpuszczania. Wydaje się, że nazwy troostyt i sorbit należy stosować tylko do struktur odpuszczania, natomiast do struktur hartowania — martenzyt i bainit (górny i dolny).

d) Należało zamieścić ostatni wykres układu Fe-C, ustalający punkt eutektoidalny przy 0,8% C oraz 2% maksymalnej rozpuszczalności węgla dla austenitu i konsekwentnie trzymać się tego układu w dalszej treści książki.

e) Obecnie spotyka się następujące oznaczanie przemian: perlityczna $A_{p'}$, bainityczna $A_{b'}$ i martenzytyczna $A_{m'}$ (str. 17).

f) Rozróżnia się 3 rodzaje cementytu: pierwotny, wtórny i trzeciorzędowy; ten ostatni występuje w roztworze granicznym o maksymalnej rozpuszczalności 0,025% w 723°C, malejącej do 0,008% w temperaturze otoczenia. Cementyt eutektoidalny zalicza się do cementytu wtórnego (str. 14).

g) Krzywe rozpadu austenitu przechłodzonego wygodnie jest oznaczać jako krzywe CTP, czas — temperatura — przemiana.

Niektóre zauważone drobniejsze uchybienia są następujące: nie podano w piśmiennictwie książki *prof. Anczyca* pt. „Hartowanie stali” wydanej w 1926 r., która była pierwszą tego rodzaju pracą w literaturze polskiej; wyrażenia „na lewo” i „na prawo od pewnego punktu wykresu” są raczej niepoprawne (str. 15 i inne); nieodpowiednie wydaje się określenie „niezupełne” dla hartowania stali nad-eutektoidalnych z normalnie stosowanym nagrzewaniem powyżej linii SE (str. 21); metalurgiczny typ stali? (str. 22); na niektórych rysunkach są oznaczenia: temp. atmosfery — powinno być — temperatura otoczenia (str. 32). Dalsze wyliczanie zostaje pominięte.

Należy podkreślić, że przytoczone niedociągnięcia nie pozostają w żadnym stosunku do wartości książki jako doskonałego podręcznika technicznego.

Zwraca uwagę mała ilość błędów drukarskich, natomiast poważnym niedociągnięciem wydawcy jest druk petitem, utrudniający korzystanie z książki.

Autorowi należą się wyrazy podziękowania za włożony trud, uwieńczony pełnym sukcesem. Niewątpliwie książka w krótkim czasie zostanie rozkupiona, a nowe wydanie, uzupełnione i rozszerzone, będzie dalszym poważnym wkładem w upowszechnienie teorii i praktyki obróbki cieplnej metali w naszym przemyśle, któremu dobrze się przysłuży, stanowiąc cenną pomoc w realizacji zadań 6-letniego Planu Gospodarczego.

Prof. inż. Fr. Staub

Książki nadesłane

W. W. Baturin — Kandydat Nauk Technicznych, Docent — **PODSTAWY WENTYLACJI PRZEMYSŁOWEJ** (Biblioteka Ochrony Pracy). Tłumaczył z jęz. ros. inż. Aleksander Wysocki. Format B5, stron 347, rys. 290, tablic 48. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 36,30.—

W książce omówiono szczegółowo zadania wentylacji, związek teorii wentylacji z innymi naukami, metody przygotowania powietrza, aerodynamiczne podstawy wymiany powietrza, zasadnicze zanieczyszczenia powietrza występujące w zakładach pracy, podstawowe sposoby wentylowania oraz podano wytyczne potrzebne do konstrukcyjnego opracowania różnych urządzeń wentylacyjnych.

Książka przeznaczona jest przede wszystkim dla inżynierów i techników projektujących urządzenia wentylacyjne, dla pracowników naukowych i słuchaczy wyższych uczelni technicznych, dla kierownictwa technicznego zakładów przemysłowych oraz dla inżynierów i techników ochrony pracy.

Piotr Piotrowski — **OBROBKA METALI PILNIKIEM** (Biblioteczka — Będę Fachowcem) — Format A5, stron 87, rysunków 108. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 4,90.

W książce opisano podstawowe czynności związane z pracą pilnikiem, właściwą organizację stanowiska roboczego oraz narzędzia i przyrządy, którymi posługuje się ślusarz.

Książka jest przeznaczona dla niewykwalifikowanych robotników; może być również pomocą w szkoleniu przyzakładowym.

Prof. dr inż. Aleksy Piątkiewicz, mgr inż. Heliodor Urbanowicz — **ELEKTRYCZNE WYCIĄGI PIONOWE**. Format A5, stron 320, rysunków 270, tablic 57. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 37.—

Książka zawiera opis budowy, projektowania i zasad eksploatacji wyciągów towarowych i towarowo-osobowych z wyłączeniem wyciągów kopalnianych i wyciągów budowy specjalnej. Omówiono w niej część mechaniczną wyciągu, wyposażenie elektryczne oraz najbardziej typowe schematy sterowania elektrycznego. Na zakończenie podany jest przykład sporządzania pełnej dokumentacji technicznej budowy wyciągu pionowego.

Książka jest przeznaczona dla techników i inżynierów, zatrudnionych przy projektowaniu i eksploatacji urządzeń transportowych, oraz dla studentów szkół inżynierskich i politechnik.

E. Michel i W. Dörfeld — **PORADNIK SMAROWNIKA**. Tłumaczył i uzupełnił mgr inż. Julian Solik. Format B5, stron 176, rysunków 66, tablic 98. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 20,50.

W książce podano ogólne wiadomości o smarach, smarowaniu silników parowych, spalinowych, wodnych i elektrycznych oraz maszyn roboczych; podano także wskazówki dla oceny gospodarki smarowniczej różnych gałęzi przemysłu.

Książka jest przeznaczona dla personelu smarowniczego zatrudnionego w przemyśle.

Inż. mech. Jan Pawlikowski — **STRUGANIE**. Format A5, stron 42, rysunków 49, tablic 2. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 2,40.

W broszurze opisano strugarki, podstawowe czynności związane z obsługą strugarek, narzędzia i przyrządy pomocnicze, którymi posługuje się strugacz, organizację stanowiska roboczego i zagadnienie dotyczące bezpieczeństwa i ochrony pracy.

Praca przeznaczona jest dla niewykwalifikowanych robotników oraz może być pomocą w szkoleniu przyzakładowym.

A. M. Biekarowicz i J. S. Mieszczyński — **TECHNIKA BEZPIECZENSTWA I HIGIENA PRZEMYSŁOWA W ODLEWNIACH ŻELIWA**. Tłumaczył mgr inż. J. Holtorp. Format A5, stron 167, rysunków 122, tablic 4. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 12.—

W książce omówiono technikę bezpieczeństwa pracy i higienę przemysłową w odlewniach żeliwa zakładów budowy maszyn, jednocześnie podano krótkie opisy procesów technologicznych, warunków pracy oraz charakterystykę urządzeń technicznych z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy.

Szczególne uwagę zwrócono na technikę bezpieczeństwa pracy przy „gorących” procesach odlewniczych.

Książka jest przeznaczona dla pracowników inżynieryjno-technicznych służby bezpieczeństwa pracy w odlewniach, może być również pomocna przy pouczaniu robotników o stosowaniu bezpiecznych metod pracy.

N. Łobaczewski, M. Gulajew, B. Zudin — **ZDMUCHIWANIE POWIERZCHNI OGRZEWAŁNYCH KOTŁÓW**. Tłumaczyli z jęz. ros. mgr inż. Konstanty Smolaga i mgr inż. Henryk Weberman. Format A5, stron 141, rysunków 59, tablica I. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 10,30.

W książce podano zadania i sposoby oczyszczania powierzchni ogrzewalnych, opis konstrukcji urządzeń służących do tego celu oraz wytyczne do ich wyboru i eksploatacji.

Książka jest przeznaczona dla techników energetyków i inżynierów nadzorujących kotłownie.

Dr inż. Wacław Moszyński, Profesor Politechniki Warszawskiej — **WYKŁAD ELEMENTÓW MASZYN, Część III — Napędy** (Wydanie III, uzupełnione i poprawione). Format B5, stron 287, rysunków 195, tablic 40. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 24.—

Książka stanowi trzecią część „Wykładu elementów maszyn”. Obejmuje ona zasady konstruowania i obliczania napędów ciernych i cięgnowych, kinematykę ząbów, wytrzymałościowe obliczanie przekładni zębatych oraz budowę przekładni napędowych.

Książka przeznaczona jest dla konstruktorów części maszyn i dla studentów wydziałów mechanicznych wyższych szkół technicznych.

Mgr inż. Emil Ryszka — **MIERZENIE TEMPERATUR W URZĄDZENIACH HUTNICZYCH**. Format A5, stron 92, rysunków 96, tablic 8. PWT, Stalinogród, 1954. Cena zł 6,20.

W książce w przystępny sposób opisano budowę oraz sposób działania różnych przyrządów i urządzeń pomocniczych do pomiaru temperatury oraz praktyczne sposoby mierzenia temperatury płomienia, płynnych metali, wlewków, walcowanej blachy i stali w piecu martenowskim. Omówiono w niej sposoby sprawdzania i wzorowania termometrów i przyrządów pomocniczych oraz opisano urządzenia służące do tego celu. Książka przeznaczona jest dla wykwalifikowanych pomiarowców, mistrzów i techników obsługujących urządzenia do pomiaru temperatury w przemyśle hutniczym i innych przemysłach.

Mgr inż. Józef Pilarczyk — **KURS SPAWANIA ELEKTRYCZNEGO W PYTANIACH I ODPOWIEDZIACH**. (Wydanie czwarte). Format B6, stron 91, rys. 62, tabl. 1. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 2,50.

Praca zawiera zbiór pytań i odpowiedzi z zakresu podstawowych wiadomości wymaganych przy spawaniu elektrycznym.

Książka jest przeznaczona dla uczestników kursów spawania elektrycznego, techników i spawaczy.

Inż. mech. Andrzej Józefik i inż. mech. Jan Kaczmarek (Instytut Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem). — **WYSOKOWYDAJNE TOCZENIE METALI**. Format A5, stron 97, rys. 59, tablic 30. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 4.—

W broszurze omówiono podstawy teorii wysokowydajnego toczenia metali, konstrukcje noży specjalnych oraz środki organizacyjno-techniczne warunkujące wysokowydajne toczenie.

Praca przeznaczona jest dla wysoko wykwalifikowanych tokarzy, mistrzów i techników oraz może stanowić pomoc dla konstruktorów narzędzi.

K. S. Jewituchow — **TECHNIKA BEZPIECZENSTWA TRANSPORTU WEWNĄTRZZAKŁADOWEGO**. Tłumaczyli z jęz. ros. W. Czarnocka i inż. J. Dobrzański. Format A5, stron 181, rys. 106, tablic 9. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 13.—

Książka poświęcona jest zagadnieniom techniki bezpieczeństwa przy eksploatacji urządzeń transportowych wewnątrz zakładów przemysłowych. Zawiera ona informacje z dziedziny techniki bezpieczeństwa, dotyczące zasadniczych wymogów i środków transportu poziomego wewnątrz zakładów z wyjątkiem suwnic i urządzeń dźwigowych.

Książka przeznaczona jest dla personelu inżynieryjno-technicznego zakładów przemysłowych oraz służby bhp.

Mgr inż. Stefan Żukowski — **SPRĘŻYNY**. Format A5, stron 208, rys. 142, tablic 31. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 18,80.

Książka zawiera klasyfikację sprężyn, teoretyczne podstawy obliczania różnego rodzaju sprężyn pracujących pod obciążeniem statycznym i dynamicznym oraz sposoby rozwiązywania zadań najczęściej spotykanych w praktyce konstruktorskiej.

Książka przeznaczona jest do użytku konstruktorów i inżynierów przemysłu maszynowego.

G. N. Kulakowa (Kand. Nauk Technicznych) — **NALUTO-WYWANIE PŁYTEK Z WĘGLIKÓW SPIEKANYCH NA NARZĘDZIA SKRAWAJĄCE**. Tłumaczył z jęz. ros. mgr inż. Romuald Kolman. Format A5, stron 53, rys. 27, tabl. 6. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 3.—

Książka zawiera podstawowe wiadomości o doborze właściwego gatunku, kształtu i wymiarów płytek z węglików spiekanych, o odmianach lutów i topników do nalutowywania płytek jak również wskazówki dotyczące przygotowania narzędzi i płytek do nalutowywania. Ponadto w niej także opis urządzeń i przyrządów potrzebnych do nalutowywania płytek różnymi sposobami oraz przebieg sprawdzania jakości wykonanej pracy.

Książka jest przeznaczona dla robotników, mistrzów i techników zatrudnionych przy wytwarzaniu narzędzi skrawających nakładanych płytkami z węglików spiekanych.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

- BATURIN W. W.: Podstawy wentylacji przemysłowej. Tłum. z ros. A. Wysocki. S. 348, zł 36,30 (w oprawie)
- BLÜMKE F.: Samochody pożarnicze. S. 114, zł 8.—
- CIUPALSKI S.: Maszynoznawstwo poligraficzne. Część I. Naczelna Organizacja Techniczna. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich. Sekcja Poligrafów. S. 300, zł 13,60
- JANICKI E., KALATA C., KOBYLIŃSKI S.: Systematyka wad odlewów stalowych z atlasem. S. 143, zł 14,80 (w oprawie)
- KASZIRIN A. I.: Technologia budowy maszyn. Tłum. z ros. W. Majewski i A. Moroz. S. 633, zł 74.— (w oprawie)
- KRUPA L.: Wyrębiarki ścianowe. Biblioteczka Górnicza. S. 111, zł 7,50
- MICHEL E., DÖRRFELD W.: Poradnik smarownika. Tłum. z niem. J. Solik. S. 176, zł 20,50
- NAJBERG M.: Obsługa akumulatorów ołowianych. Seria „Będę fachowcem”. S. 60, zł 3,20
- PAWŁOWSKI S., SZYMBORSKI W.: Ceramiczne tworzywa izolacji cieplnej. S. 204, zł 16,—
- Pieczę grzewcze, walcownicze i kuźnicze. Tom I. Praca zbiorowa pod red. Z. Wusatowskiego. S. 262, zł 28,50 (w oprawie)
- Przepisy bezpieczeństwa pracy w eksploatacji linii napowierznych o napięciu ponad 35 kV. Wyd. 3 poprawione. Biblioteka Ochrony Pracy. S. 91, zł 6,—
- RAFALSKI J.: Transport wewnętrzny w przemyśle spożywczym. S. 155, zł 11,30.
- ROTKIEWICZ W.: Technika odbioru radiowego. Tom II. S. 452, zł 41,50 (w oprawie)
- SAWOSTJANOW M. S.: Mechanizacja transportu wewnętrznego w zakładach włókienniczych. Tłum. z ros. S. Witkowski. S. 179, zł 12,80
- SMOLINSKI A.: Zasady wzmacniania. Tom I. Podstawy teoretyczne. Wyd. 3 — przedruk z klisz wydania 2 z erratą na końcu książki. S. 300, zł 15.—
- Sprzęt ochronny w elektroenergetyce. Przepisy bezpieczeństwa pracy. Wyd. 2 poprawione i uzupełnione. Biblioteka Ochrony Pracy. S. 58, zł 4,70
- SZUPP B.: Podręcznik spawania acetylenowego. Wyd. 3 poprawione i uzupełnione. S. 294, zł 22 (w oprawie)

Do nabycia w księgarniach technicznych „DOMU KSIĄŻKI”
i u kolporterów zakładowych



I Ogólnokrajowa Narada Normalizatorów

Komitet Organizacyjny I Ogólnokrajowej Narady Normalizatorów podaje do wiadomości, że w dniach 12 — 14 czerwca 1954 r. odbędzie się w Warszawie w Domu Technika I Ogólnokrajowa Narada Normalizatorów.

Celem narady jest:

- 1) popularyzacja zagadnień normalizacyjnych,
- 2) przeanalizowanie trudności w pracach normalizacyjnych,
- 3) ustalenie wytycznych dla głównych kierunków prac normalizacyjnych i jej form organizacyjnych.

W ramach narady wygłoszone zostaną dwa referaty plenarne:

- 1) „Podstawy Normalizacji” mgr Jarosław Zienkiewicz (referat opracowany przy współudziale Wydziału Studiów PKN),

- 2) „Osiągnięcia i zadania normalizacji polskiej” — prof. Janusz Tymowski oraz

16 referatów sekcyjnych z zakresu normalizacji w: 1) Przemśle Maszynowym, 2) Górnictwie, 3) Hutnictwie, 4) Transporcie i Komunikacji, 5) Przemśle Chemicznym, 6) Przemśle Spożywczym, 7) Budownictwie i Materiałom Budowlanym, 8) Elektryce, 9) Przemśle Sprzętu Medycznego, 10) Bezpieczeństwie i Ochronie Pracy, 11) Rolnictwie, 12) Leśnictwie i przem. drzewn. i papierniczym, 13) Przemśle Włókienniczym, 14) Przemśle Poligraficznym, 15) Geodezji i Kartografii, 16) Dokumentacji, Bibliografii i Bibliotekarstwie.

Informacji o naradzie udziela Biuro Komitetu Organizacyjnego Narady — Czackiego 3/5, tel. 674-61, wewn. 81.

PRZEGŁĄD DOKUMENTACYJNY MECHANIKI

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODKI DOKUMENTACJI
INSTYTUTU METALoznawstwa I Aparatury Naukowo-Laboratoryjnej
I CENTRALNEGO BIURA KONSTRUKCJI URZĄDZEŃ BUDOWLANYCH

Dodatek do „Przeglądu Mechanicznego”

ROCZNIK 5

WARSZAWA — MAJ 1954

NR 5

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

OŚRODEK DOKUMENTACJI METALoznawstwa i Aparatury Nauk.-Laborat.

A. TECHNOLOGIA METALI

A. Metaloznawstwo

53 A4 620.172.2:539.382 19

Vreeland T., Wood D. S., Clark D. S.: **Badania nad mechanizmem zjawiska opóźnionego płynięcia.** „A study of the mechanism of the delayed yield phenomenon”. Trans. Amer. Soc. Metals, t. 45, 1953, s. 620; B5, 17 str., 1 rys., 6 wyk., 2 tabl., 16 poz. bibl. — Doświadczalne badania nad wyżarzonymi próbkami ze stali niskowęglowej poddawanymi działaniu krótkotrwałych naprężeń stałych i powtarzających się krótkotrwałych naprężeń pulsujących. Wielkość naprężeń przekraczała górną granicę płynięcia. Badano wpływ czasu starzenia na liczbę cykli naprężeń pulsujących, powodującą zapoczątkowanie odkształcenia plastycznego. Opóźnienie odkształcenia plastycznego wyjaśniono na podstawie obecności dyslokacji wewnątrz ziaren.

54* A4 669.15.26-194.3:621.785.6:620.192.49 19

Cina B., Lavender J. D.: **Utwardzanie pewnych stali wysokostopowych i żelazo-chromów w temperaturze 475°C.** „The 475°C hardening characteristics of some high-alloy steels and chromium irons”. Iron Steel Inst., t. 174, Nr 2, czerw. 53, s. 97; A4, 15 str., 13 wyk., 20 mikrogr., 5 tabl., 24 poz. bibl. — Badania nad wzrostem twardości i kruchości w temp. 475°C kilku dwufazowych (gamma + delta) stali wysokostopowych, poddanych obróbce cieplnej w zakresie 350 — 525°C. Zjawisko to badano przy pomocy pomiarów twardości, oporności elektrycznej, obserwacji zmian własności magnetycznych, mechanicznych, mikrostrukturalnych i metod rentgenostrukturalnych. Porównawcze badania przeprowadzono na żelazochromach. Podano szczegółową interpretację wyników badań.

55* A4 669.15.194.56:621.78 19

Gulajew A.P., Czajadajewa M. S.: **„Stabilizacja pozostałego austenitu przy podzerowej obróbce stali.** „Stabilizacja ostatecznego austenitu pri obrabotkie stali chołodom”. Wiestn. Maszinostr., t. 33, Nr 1, stycz. 53, s. 37; A4, 6 str., 6 wyk., 6 tabl. — Badania dotyczące wpływu czasu i temperatury obróbki podzerowej na rozkład pozostałego austenitu w stalach węglowych niskostopowych, stopowych do nawęglania i szybkoznęcej. W wyniku podane są optymalne temperatury i czasy stabilizacji dla tych stali.

56 A4 669.141.244.1:620.179.52 19

Van Vlack L. H.: **Wpływ własności wtrąceń na skrawalność siarkowanych stali bessemerowskich.** „Correlation of machinability with inclusion characteristics in resulphurized bessemer steels”. Trans. Amer. Soc. Metals, t. 45, 1953, s. 741; B5, 17 str., 9 wyk., 3 rys., 7 mikrogr., 3 tabl., 7 poz. bibl. — Analiza czynników wpływających na kształt i wielkość wtrąceń w walcowanej stali bessemerowskiej. Do czynników tych należą: zawartość krzemu w stali, zawartość siarki, przerób mechaniczny, jakiemu poddana została stal oraz przypuszczalnie zawartość tlenu w fazie siarczkowej. Własności wtrąceń (szczególnie ich kształt i wielkość) posiadają duży wpływ na skrawalność stali.

57 A4 669.018.11/12:669.296:669.6 19

Mc Pherson D. J., Hansen M.: **Układ cyrkon-cyna.** „The system zirconium-tin”. Trans. Amer. Soc. Metals, t. 45, 1953, s. 915; B5, 18 str., 2 wyk., 24 mikrogr., 4 tabl., 6 poz. bibl. — Silnie reagujące stopy Zr-Sn przygotowano i obrobiono cieplnie w specjalnych warunkach ochronnych. Opracowano wykres układu podwójnego tych metali na podstawie badań metalograficznych, analizy rentgenostrukturalnej i termicznej.

58 A4 669.018.11/12:669.296:669.782 19

Lundin C. E., Mc Pherson D. J., Hansen M.: **Układ podwójny cyrkon-krzem.** „The system zirconium-silicon”. Trans. Amer. Soc. Metals, t. 45, 1953, s. 901; B5, 14 str., 3 wyk., 22 mikrogr., 3 tabl., 5 poz. bibl. — Opracowano wykres układu podwójnego Zr-Si ze szczególnym uwzględnieniem zakresu wysokich zawartości cyrkonu. Do analizy posłużono się metodami obserwacji metalograficznych, próbek odlewanych i obrobionych cieplnie, analizy termicznej i analizy rentgenostrukturalnej. Pró-

ne stopy przygotowano w specjalnym piecu łukowym w ochronnej atmosferze helu.

59 A4 669.141.31:620.115:539.54 19

Kayser F. X., Thomson R. F., Boegehold A. L.: **Próba hartowania z czoła do oznaczenia hartowności stali nawęglonych.** „An end-quench test for determining the hardenability of carburized steels”. Trans. Amer. Soc. Metals, t. 45, 1953, s. 1056; B5 23 str., 1 fot., 2 rys., 17 wyk., 5 tabl. — Opis nowego typu próbek do badania hartowności stali nawęglonych (podobnie jak wg metody Jominy). Próbki o przekroju trapezoidalnym umożliwiają łatwy pomiar twardości i dają wyniki porównywalne z wynikami próby Jominy. Omówiono i przeanalizowano próby hartowności wg nowej metody oraz przytoczono wyniki doświadczeń na siedmiu stalach.

60 A4 669.15.018.781:539.54 19

Jateczak C. F., Rowland E. S.: **Wpływ boru na powierzchnię hartowności stali stopowych do nawęglania.** „The influence of boron on case hardenability in alloy carburizing steels”. Trans. Amer. Soc. Metals, t. 45, 1953, s. 771; B5, 15 str., 15 wyk., 2 tabl., 5 poz. bibl. — Badania nad wpływem boru na powierzchnię hartowności nawęglonych i hartowanych metodą Jominy próbek stali 08 B20, 94 BV20, 94 B20 i 47 B20 o zawartości węgla od 0,60 do 1,0% zależnie od warunków obróbki. Dla porównania użyto podobne próbki pozabawione jedynie dodatku boru. Nawęglanie próbek przeprowadzono w ośrodku gazowym i w skrzyniach. Po jednolitej obróbce cieplnej wykonano próby hartowności. Przytoczono szczegółowe wyniki badań.

A4h. Wady materiałowe i ich wykrywanie

61* A4h 535.822.5:620.18 19

Taylor E. W.: **Mikrofotografia światłem nadfioletowym.** „Photomicrography in ultra-violet light”. Metal Ind., t. 82, Nr 17, kw. 53, s. 325; A4, 1,5 str., 2 fot., 1 rys., 6 mikrogr., 3 poz. bibl. — Zastosowanie do badań metalograficznych światła nadfioletowego w celu otrzymania większych powiększeń (rzędu 2500 X). Opis urządzenia oświetlającego. Zdjęcia otrzymane tą metodą.

62* A4h 321.791.056:620.179.16:620.179.152 19

Badanie ultradźwiękami spawanych naczyń ciśnieniowych. „Ultrasonic testing of welded pressure vessels”. Industr. Chemist., t. 29, Nr 344, wrzes. 53, s. 394; A4, 3 str., 3 rys. — Ogólne uwagi o badaniu blach naddźwiękami metodą „echa”. Sposoby badania szwów spawalniczych. Identyfikacja wykrywanych wad na podstawie atlasu uprzednich badań naddźwiękami oraz radiografów. (Sprawozdanie z badań przeprowadzonych przez firmę W. J. Fraser and Co.).

63* A4h 620.179.152:669.14 19

Schwick W.: **Masowe badanie radiograficzne odlewów.** „Mass radiography of castings”. Light Metals, t. 16, Nr 180, marz. 53, s. 83; A4, 1 str., 1 fot., 2 rys. — Duży koszt nie pozwala na przeprowadzenie masowych badań promieniami X. Zastosowanie ekranów fluoryzujących i fotografowanie obrazów prześwietlanych promieniami X przedmiotów pozwala na tanie i szybkie badanie wielkich ilości przedmiotów.

A8. Korozja i powłoki ochronne

64 A8 661.665:669. 27.86 19

King F. E.: **Nowa metoda pozwalająca na wytwarzanie cienkich elastycznych powłok z węglików.** „Thin, ductile carbide coatings possible with new method”. Mat. a. Meth., t. 36, Nr 4 paźdz. 52, s. 112; A4, 3 str., 4 fot., 1 rys. — Nowa metoda ogniowego pokrywania powierzchni metalowych powłoką spiekanej węglika wolframu (92% węglika wolframu + 8% kobaltu) o twardości 89 HRA i odporności na ścieranie większej niż samego spieku. Przyczepność powłoki jest większa na metalach bardziej miękkich. Materiał powlekany ogrzewa się przy obróbce zaledwie do temp. około 200°C (400 F). Powłoki o grubości 0,5 do 20 mikrocali są znacznie wytrzymalsze od powłok chromo-

wych. Przykłady zastosowania metody przy wyrobie spieków do sprawdzianów trzpieniowych, przeciągaczy, w przemyśle maszyn włókienniczych itp.

65* A8 621.793:661.665.2:669.27 19
Donelly W. L.: **Płomieniowe pokrywanie węglnikami daje nowe możliwości.** „Carbide flame-plating presents new possibilities”. Steel process., t. 39, Nr 6, czerw. 53, s. 279; A4, 4 str., 5 fot., 2 wykr., 1 mikrogr. — Części pokrywane płomieniowo węglnikami wolframu posiadają specjalne własności fizyczne i mechaniczne: dużą odporność na ścieranie, bardzo mały współczynnik rozszerzalności liniowej oraz są niewrażliwe na zmiany temperatury i uderzenia. Zastosowanie tej metody do produkcji sprawdzianów, wrzecion, pił itp.

66* A8 621.793.52:669.71 19
Hamink D. K., Boegehold A. L.: **Jak nałożyć warstwę glinu na stal.** „Here's how to graft aluminium skin to steel”. Sae J., t. 61, Nr 4, kw. 53, s. 40; A4, 7 str., 1 fot., 9 wykr., 6 mikrogr. — Pokrycie aluminium ma na celu zaoszczędzenie stali nierdzewnych. Krótki opis metody pokrywania glinem stali przez zanurzenie. Przeprowadzono badania dla ustalenia czasu zanurzenia w ciekłym glinie, czasu i temperatury dyfuzji. Ustalono, że trzymanie w glinie w ciągu 2 minut i przeprowadzenie dyfuzji w ciągu 1 godziny w temp. około 1000°C daje dość jednorodną warstwę bogatą w aluminium.

67* A8 620.197.6:679.5 19
Peukert H.: **Ochrona powierzchni przy pomocy tworzyw sztucznych.** „Oberflächenschutz mit Kunststoffen”. Metall, t. 6, Nr 17/18, wrzes. 52, s. 517; A4, 2 str., 3 fot. — Omówiono krótko możliwości ochrony metali przed korozją, przy pomocy tworzyw sztucznych. Podano własności poszczególnych tworzyw, zwłaszcza dane odnośnie odporności korozyjnej i sposobów nakładania na powierzchnie metalowe. Największe znaczenie posiadają polichlorek winylu (PVC, winidur) stosowany w zakresie temp. od -100 do +60°C oraz polizobutylen (oppenol), stosowany w zakresie od -500 do +500°C.

68* A8 621.357.7 19
Hoar T. P.: **Błyszczące platerowanie.** „Bright plating”. Metall Ind., t. 82, Nr 24, czerw. 53, s. 485; A4, 3 str. — Skrót referatu oraz najważniejszych wypowiedzi w dyskusji na temat otrzymywania błyszczących powłok elektrolitycznych. Podano czynniki wpływające na otrzymywanie błyszczących powłok oraz kilka konkretnych przykładów stosowania substancji dodatkowych odnośnie niektórych powłok. Ostatnio stosowane są proteiny, węglowodany oraz kwasy fenolowe i sulfenolowane.

69* A8 669.718:669.268.7 19
Meyer-Rassler E.: **Twarde chromowane aluminium.** „Hartverchromung von Aluminium”. Metall, t. 6, Nr 17/18, wrzes. 52, s. 504; A4, 5,5 str., 6 fot., 2 mikrogr., 1 tabl., 15 poz. bibl. — Twarde chromowanie aluminium znalazło w ostatnich latach zastosowanie dzięki użyciu odpowiedniej obróbki wstępnej powierzchni, mającej na celu uzyskanie dobrej przyczepności powłoki chromowej. Omówiono krótko własności otrzymywanych powłok, rodzaje obróbki wstępnej oraz proces chromowania w którym używa się tych samych kąpeli co do chromowania żelaza i stali. Szczególną uwagę poświęcono chromowaniu aluminium cylindrów samochodowych w Niemczech i USA.

70* A8 620.197:621.793.002.4.6 19
Wallbank A. W.: **Czynniki wpływające na wybór powłok metalicznych.** „Factors influencing the selection of metal finishes”. Sheet Metal Ind., t. 30, Nr 315, czerw. 53, s. 585; A4 4,5 str. — Ogólne omówienie celów i korzyści stosowania powłok metalicznych. Podano podstawowe czynniki decydujące o wyborze powłok. Krótki opis poszczególnych powłok, podający ich zastosowanie, normalizację, wygląd zewnętrzny, analizę kosztów i obróbkę kończącą przez polerowanie.

71* A8 620.193.81:669.11 19
Seelmayr G.: **Biologiczne korozje żelaza.** „Über die biologische Eisenkorrosion”. Werkstoffe u. Korros., t. 4, Nr 7, lip. 53, s. 241; A4, 6,5 str., 2 rys., 2 tabl., 35 poz. bibl. — Podsumowanie obecnego stanu wiedzy odnośnie korozji żelaza i stali wywołanej działaniem mikroorganizmów. Krótki opis różnych mikroorganizmów, mających tu znaczenie oraz skutków wywołanych ich działaniem. Omówienie rodzajów wywołanej korozji oraz związanych z tą korozją teorii. W zakończeniu podsumowano znane obecnie sposoby zapobiegania korozji biologicznej.

72* A8 620.193.81:621.643.23 19
Kulman E. E.: **Mikrobiologiczne korozje podziemnych rur stalowych.** „Microbiological corrosion of buried steel pipe”. Corrosion, t. 9, Nr 1, stycz. 53, s. 11; A4, 8 str., 3 rys., 3 wykr., 7 tabl., 18 poz. bibl. — Działanie drobnoustrojów jest bardzo

częstym powodem korozji rurociągów podziemnych. Stwierdzono, że istnieje pięć rodzajów bakterii wpływających na korozję i podano ich cechy charakterystyczne. Ponadto zbadano wpływ zawartości wilgoci w glebie, substancji organicznych, powietrza i pH ziemi oraz ilości siarczków w produktach korozji. Próby wyjaśnienia mechanizmu korozji mikrobiologicznej. Istnieje konieczność pomiaru zdolności redukcyjnej gleby przed zainstalowaniem rurociągu — podano opis aparatu służącego do tego celu.

73* A8 669.71:620.193 19
Walton C. J., Sprowls D. O., Nock J. A. jr.: **Próby wykazujące odporność glinu na korozję.** „Tests show — corrosion resistance of aluminium”. Light Metal Age, t. 11, Nr 7/8, sierp. 53, s. 18; A4, 3,5 str., 9 fot., 6 wykr. — Szerokie zastosowanie glinu i jego stopów spowodowało rozpoczęcie badań ich odporności korozyjnej w warunkach atmosferycznych. Próby przyspieszone okazały się niewystarczające. Podano wyniki badań z okresu ponad 20 lat, w czasie których przebadano około 25.000 pojedynczych próbek w różnych atmosferach. Jako kryterium oceny przyjmowano zmiany wytrzymałości na rozciąganie oraz głębokość wżerów korozyjnych. Podano przydatność różnych stopów glinu w zależności od ich przeznaczenia oraz rodzaju atmosfery w jakiej mają się znajdować.

74* A8 620.198:669.71:621.793 19
Wiederholt W., Kaspras B.: **Oznaczanie grubości powłok metalicznych na aluminium na drodze chemicznego rozpuszczania.** „Schichtdickenbestimmung von Metallüberzügen auf Aluminium durch chemisches Ablösen”. Metall, t. 6, Nr 17/18, wrzes. 52, s. 509; A4, 2 str., 2 tabl. — Podano metodę oznaczania średniej grubości warstw chromowych i miedziowych na aluminium i stopach aluminium. Oznaczenie polega na rozpuszczeniu powłok w temp. 45°C przy pomocy kwasu azotowego z małymi dodatkami kwasu solnego względnie chloranów. Średnią grubość oblicza się z różnicy wag przed i po rozpuszczeniu, przy uwzględnieniu ciężaru właściwego metalu rozpuszczonego oraz wielkości pokrytej powierzchni.

75* A8 621.357.7:669.268.002.4.6 19
Dow R., Stareck J. E.: **Powłoki chromowe wolne od pęknięć.** „Crack-free chromium”. Metall Ind., t. 83, Nr 17, paźdz. 53, s. 342; A4, 3 str., 1 wykr., 1 poz. bibl. — Otrzymano powłoki chromowe wolne od pęknięć i porów, które okazały się bardziej odporne na korozję w próbie komory solnej i w warunkach korozji atmosferycznej niż dotychczas otrzymywane. Wykazują one ponadto mniejszą twardość, co ułatwia polerowanie dla celów dekoracyjnych. Polerowane powłoki są odporniejsze na korozję. Szczegółów otrzymywania nie podano, z wyjątkiem tego, że platerowanie odbywa się w temp. około 140°F, przy gęstości prądu 3 amp/cm² oraz że stosowane są katalizatory, których rodzaj i ilość wpływa na jakość powłok.

C4m. Elastooptyka i tensometria

76 C4m 620.172.2:087.45:620.172.222 19
Manson S. S., Kemp R. H., Morgan W. C.: **Tensometry odporne na wysoką temperaturę i ich zastosowanie do pomiarów naprężeń wibrujących na łopatkach turbosprężarki.** „High temperature strain gages and their application to measurement of vibratory stresses in turbosupercharger buckets”. Proc. Soc. exp. Stress Analysis, t. 5, Nr 1, 1947, s. 90; A4, 10,5 str., 1 fot., 7 rys., 6 wykr., 2 poz. bibl. — Budowa i cechowanie elektrycznych tensometrów oporowych, odpornych na wysoką temperaturę. Sposób naklejania, stosowane kleje i ich własności. Obszerna ilustracja własności tensometrów odpornych na wysoką temperaturę. Zakres temperatur bezpiecznych dla pracy tensometru. Przy niewłaściwym podłączeniu tensometru do obwodu może nastąpić jego uszkodzenie poniżej 1200°F, na skutek elektrolitycznej korozji drutu. Sposób zabezpieczenia urządzenia przed wpływem zmiany oporności między pierścieniami ślizgowymi i szczotkami. Tensometry zastosowano do pomiaru naprężeń rezonansowych na łopatkach turbiny gazowej, pracującej przy temperaturze gazów na wlocie 1500°F.

77* A8 620.172.2:087.45 19
Dynamometry o wysokim zakresie pomiaru, przeznaczone do cechowania maszyn. „High capacity load-calibrating dynamometers”. Machinery (London), t. 83, Nr 2143, grud. 53, s. 1162; A4, 2,5 str., 3 fot. — Krótki opis budowy i cechowania dynamometrów, w których wielkość sprężystego odkształcenia mierzona jest przy pomocy elektrycznych tensometrów oporowych. Dynamometry te posiadają bardzo wysoki zakres pomiarowy i mogą być stosowane do cechowania najcięższych pras. W U. S. National Bureau of Standards wykonano dynamometr tego typu o zakresie pomiaru 3.000.000 funtów.

OŚRODEK DOKUMENTACJI KONSTRUKCJI URZĄDZEŃ BUDOWLANYCH

DŹWIGNICE

59* 621.873.3 16
Baranow A. F.: **Żuraw rurowy**. „Trubczatyj kran“. *Miechaniz. Stroit.*, t. 10, Nr 11, list. 53, s. 17; A4, 4 str., 1 fot., 7 rys., 1 tabl. — Na wystawie budowlanej w Moskwie w 1953 r. demonstrowano samomontujący się żuraw BTK = 30 konstrukcji pracowników WNI Strojdomasz. Udźwig przy wysięgu 10 m wynosi 30 t. Szczegóły konstrukcji: mechanizm obrotu w dole kolumny, wysięgnik bez przeciwwagi z prostowodem. Żuraw przesuwany na szynach. Zalety, szczegóły konstrukcji, rysunki. Charakterystyka porównawcza z żurawiem wieżowym. Koszt w produkcji seryjnej dwukrotnie niższy niż żurawia wieżowego o tych samych parametrach.

60* 621.873:629.114.4 16
Rapier: **Żuraw na samochodzie**. „Mobile Crane“. *The Engineer*, t. 197, Nr 5110, stycz. 54, s. 1; A3, 1 fot. — Żuraw na samochodzie o bardzo dużej długości wysięgnika. Udźwig $1 \div 10$ ton. Podwozie na pneumatykach. W czasie pracy specjalne stojaki zapewniają stateczność urządzenia.

61* 621.873.3 16
Harvey Frost: **Żuraw podręczny**. „Floor Crane“. *Mass Production*, t. 30, Nr 1 (339 th Issue), stycz. 54, s. 117; A4, 0,5 str., 1 fot. — Żuraw podręczny do podnoszenia mniejszych ciężarów. Wsuwany wysięgnik. Maksymalna wysokość do haka wysięgnika 9 stop 4 cale (ok. 2,8 m). Zmiana położenia wysięgnika za pomocą tłoka hydraulicznego, działającego bezpośrednio na wysięgniku.

62* 620.16:621.873.4:621.1.018.7 16
Jerofiejew N. I.: **Badanie oporów ruchu żurawi portalowych**. „Issledowanie soprotiwienij dwizeniju portalnych kranow“. *Wiestnik Maszinostr.*, t. 33, Nr 11, list. 53, s. 16; B5, 5,5 str., 1 fot., 2 rys., 1 wyk., 5 tabl. — Badanie oporów w czasie jednostajnego poziomego ruchu żurawi portalowych z uwzględnieniem siły tarcia w łożyskach kół oraz tarcia kół o szyny. Wielkość oporu odniesiona do jednostek ciężaru obciążenia daje opór właściwy ruchu w kg/t. Wpływ jakości podłoża na wielkość współczynnika oporu właściwego. Wpływ niesymetrycznego przyłożenia siły na wielkość oporu. Zużycie obrzeży kół. Wnioski. Doświadczalne wielkości oporu właściwego $3 \div 4$ razy mniejsze od teoretycznych, gdyż współczynniki we wzorze podstawowym przyjmują się zbyt wysokie, co prowadzi do nadmiernej mocy silników ruchu i niedostatecznego momentu hamowania.

63* 621.875.4 16
Carruthers: **Suwnice bramowe**. „Overhead Cranes“. *The Engineer*, t. 5102, list. 53, s. 63; A3, 1 str., 1 fot. — Zastosowanie rur stalowych w suwnicach bramowych o udźwigu 10 t pozwoliło zmniejszyć ich ciężar od $35 \div 55\%$ bez zmniejszenia wielkości udźwigu. Jednoczesne zmniejszenie obciążenia kół suwnicy daje oszczędności materiałowe przy budowie bramy, zmniejsza zapotrzebowanie mocy silników, itp.

64* 621.873.4 16
Jerofiejew: **Określenie długości cykli żurawi bramowych**. „Opriedelenije prodolzitelnosti ciklow portalnych kranow“. *Morsk. Reczn. Flot.*, t. 13, Nr 5, sier. 53, s. 8; A4, 2 str., 2 wyk. — Usprawnienie pracy żurawia jest często związane z koniecznością prawidłowego obliczenia długości cyklu. Przeprowadzenie obliczeń na liczbach ogólnych. Uwzględnienie własności konstrukcyjnych stosowanych żurawi. Wyniki przeprowadzonych badań. Średnie prędkości przy różnych drogach ciężaru.

65* 629.114-445.7 16
Ransomes and Rapier Ltd.: **Wózek widłowy wysokiego podnoszenia z wysięgnikiem**. „Heavy Outy Fork Truck“. *The Engineer*, t. 196, Nr 5101, paźdz. 53, s. 1; A3, 0,5 str., 2 fot. — Opis wózka widłowego wysokiego podnoszenia z wysięgnikiem. Wysięgnik wyposażony jest w bloki linowe i hak i zamocowany na szczyście masztu wózka. Podwozie posiada cztery koła podwójnie ogumione. Połączenie wysięgnika i widel zwiększa wysokość podnoszenia, zasięg działania i wielkość ciężaru podnoszonego.

MASZYNY BUDOWLANE

66* 621.879.22.003.13 16
Koch P. I.: **Wydajność koparki SE-3 przy zastosowaniu łyżki o pojemności 5 m³**. „Efektiwnost' primienienija kowszej jomkostju 5 m³ na ekskawatorkach SE-3“. *Miechaniz. Trudoj. Ra-*

bot, t. 7, Nr 3, marz. 53, s. 37; B4, 2 str., 2 rys., 4 wyk., 3 tabl. — Zastosowanie łyżki o pojemności 5 m³ zamiast łyżki o pojemności 3 m³ zwiększa wydajność roczną koparki SE-3 z 675 tys. m³ do 1309 tys. m³ przy niewielkich zmianach jak: dodanie 8 t przeciwcieżaru, zwiększenie prądu wzbudzenia generatora, obniżenie osi obrotu sworzni dna łyżki oraz właściwe ukształtowanie uszu dna. Ze względu na bezpieczeństwo pracy zaistniała konieczność zakończenia śrub mocujących wciągarkę kwadratowymi łbami przez co uzyskano dogodne podejście do nakrętek wymagających stałej kontroli. Zmiany te winny być uwzględnione przy produkcji przemysłowej przy jednoczesnym wzmocnieniu rękojeści i łyżki. Tablica porównawcza wskaźników dla koparek SE-3 i SE-5.

67* 621.879.22.003.13 16
Wietrow Je. A.: **Analiza sił podnoszenia i naporu w koparce SE-3**. „Analiz podjomnowo i napornowo usilij ekskawatorka SE-3“. *Miechaniz. Stroit.*, t. 10, Nr 12, grud. 53, s. 9; A4, 5 str. 2 rys., 3 wyk., 1 tabl. — Analiza warunków najlepszego wykorzystania, a więc osiągnięcia największej wydajności koparki SE-3. Racjonalizator Bykow zwiększył wydajność koparki o 72% przy zastosowaniu łyżki o pojemności 5 m³. Rozważania teoretyczne i obliczenia wielkości sił podnoszenia i naporu. Wnioski; koparkę należy wyposażyć w dwie albo trzy łyżki różnego kształtu i pojemności przeznaczone do pracy w różnych gruntach: łyżkę szeroką, lekką o pojemności 5 m³ do gruntów lekkich, zaś o mniejszej pojemności przystosowane do skrawania grubym wiórem do gruntów ciężkich. W ostatnim wypadku należy zwiększyć moc generatora podnoszącego o 15%.

68* 621.879.22 16
Wierzickij A. M.: **Koparka E-2001**. „Ekskawator E-2001“. *Miechaniz. Stroit.*, t. 10, Nr 2, luty 53, s. 3; A4, 8 str., 4 fot., 5 rys., 3 wyk. — Koparka gasienicowa E-2001 z łyżką o pojemności 2 m³, z jednosilnikowym napędem elektrycznym, półuniwersalna, pełnoobrotowa, sterowana pneumatycznie, wyprodukowana przez Zakłady w Woroneżu. Koparka nadaje się do prac ziemnych w budownictwie, przemyśle węglowym i metalurgicznym oraz przy wyposażeniu w żuraw do prac przeładunkowych i montażowych. Charakterystyka techniczna. Omówienie poszczególnych zespołów i szczegółów różnych wyposażenia koparki oraz wyników badań, wykryte wady, usterki, zalety.

69* 621.879.22:621-578 16
Rapoport B. D.: **Zmiana konstrukcji sprzęgła rewersyjnego w koparce DKA — 0,25**. „Izmenienije konstrukcii riwersiwnych muft ekskawatorka DKA — 0,25“. *Miechaniz. Stroit.*, t. 10, Nr 11, list. 53, s. 30; A4, 1 str., 1 rys. — Przy włączaniu sprzęgła rewersyjnych trudno uzyskać równomierne przyleganie taśmy do tarczy ciernej, co powoduje poślizg, przedwczesne zużycie taśmy i częste przestoje. Zastosowanie sprzęgła klokowego eliminuje powyższe wady, upraszcza konstrukcję, ułatwia regulowanie elementów dociskających, zwiększa moment obrotowy oraz zmniejsza wysiłek fizyczny przy włączaniu. Szczegółowy opis działania, technologia wykonania.

70 621.879.22:621.83 16
Gorochow N. W., Pietiers Je. R.: **Napęd jednołyżkowych koparek i perspektywy jego rozwoju**. „Silowej priwod odnakowszowych ekskawatorkow i pierspektiwnyje puti jewo razwitja“. *Miechaniz. Stroit.*, t. 10, Nr 11, list. 53, s. 13; A4, 4 str., 2 wyk., 2 schem. — Omówienie napędu parowego, spalinowego i elektrycznego w koparkach. Napęd od silnika spalinowego wysokoprężnego stosowany w koparkach budowlanych małej i średniej mocy. Zalety i wady napędu elektrycznego w porównaniu z napędem parowym koparek z łyżką o pojemności powyżej 2 m³. Zagadnienie mechanizacji sterowania. Duże zalety dla budownictwa posiadałaby koparka z napędem od silnika spalinowego i elektrycznego. Konstrukcja takiej koparki z łyżką 0,5 m³ została opracowana przez Zakład w Kowrowie na bazie koparki E-505.

71* 621.879.16 16
Zgarniarka D-189. „Skriepier“. *Wiestnik Maszinostr.*, t. 33, Nr 11, list. 53, s. 40; A5, 0,5 str. — Zgarniarka D-189 wyprodukowana przez Zakład Maszyn Drogowych im. Kuluszczenki. Cykl pracy — nabranie urobku, transportowanie i wyladowanie z jednoczesnym planowaniem. Zastosowanie w przemyśle i budownictwie oraz do budowy dróg kołowych i kolejowych. Napęd od wciągarki umocowanej na ciągniku przez system bloków. Wysypywanie urobku wymuszone przesuwają ścianką. Charakterystyka techniczna

- 72* 621.879.16:629.114.2 16
Czerkaszin W. A., Sznajder W. A.: Zgarniarka D-189 z ciągnikiem kołowym MAZ-E-525 S. „Skrzeplenie D-189 s kołowym ciągnikiem MAZ-E-525 D”. *Miechaniz. Trudoj. Rabot.*, t. 7, Nr 11, list. 53, s. 39; B4, 1,5 str., 4 fot. — Wyprodukowana przez Zakłady w Czelabińsku zgarniarka naczepa D-189 ze skrzynią o pojemności 15 m³ współpracuje z szybkobieżnym ciągnikiem siodłowym typu MAZ-E-525 D, pracuje w gruntach I—IV kategorii przy przewożeniu urobku na odległość 500÷÷3000 m z szybkością od 5÷25 km/godz. Napełnianie zgarniarki odbywa się przy pomocy spychacza również typu MAZ-E-525 D. Napęd mechanizmów od wciągarki trójbębnowej przy pomocy układu linowo-blokowego sterowanego pneumatycznie. Charakterystyka techniczna zgarniarki, ciągnika i popychacza. Technologia pracy, wady konstrukcji i środki zaradcze. Badania wykazały wydajność 2,5 raza większą niż zgarniarek o pojemności skrzyni 6 m³ pracujących z ciągnikami.
- 73* 621.879.16 16
Czirwa P. S.: Zastosowanie zębów na lemieszu spycharki D-157. „Primienienie zubow na noże buldożera D-157”. *Miechaniz. Stroit.*, t. 10, Nr 11, list. 53, s. 29; A4, 0,5 str. — Zwiększenie wydajności spycharki o 30÷40% przez zastosowanie na lemiessu stalowych zębów. Możliwość pracy w twardych kamienistych gruntach. Wykorzystanie tylnego biegu do spuchniania gruntu siedmiozębnym spulchniaczem.
- 74* 621.86.063 16
Ptaszkowski N. G., Zabolotnyj J. E.: Chwytnak zgarniający G Sz U-2. „Podgriebajuszczij grejfer G Sz U-2”. *Miechaniz. Trudoj. Rabot.*, t. 7, Nr 9, wrzes. 53, s. 39; A4, 1,5 str., 2 fot. — Rozładunek materiałów sypkich na statkach przy pomocy chwytaków napotyka na trudności przy zdejmowaniu cienkiej warstwy. Chwytnak zgarniający G Sz U-2 posiada szerokie rozwarzenie szczęk i prawie poziome ich przesuwanie, co w znacznym stopniu usuwa wyżej wymienione trudności. Zasady konstrukcji polegają na przedłużeniu szczęk, wprowadzeniu specjalnego układu dźwigni pozwalającego na ruszanie ich oraz na właściwym ustawieniu zbroca. Chwytnak został skonstruowany przez Odeskie Centralne Biuro Konstrukcyjne Ministerstwa Floty Morskiej i Rzecznej. Charakterystyka techniczna.
- TRANSPORT**
- 75* 621.869.5.002.5:658.28.002.5 16
Akatow S. K., Izotow N. N., Durow A. T.: Szeroka mechanizacja wewnętrzzakładowych prac przeładunkowych i transportowych. „Efektiwnaja mechanizacija wnutrizawodskich pieriegruzocznych i transportnych operacij”. *Miechaniz. Trudoj. Rabot.*, t. 7, Nr 10, paźdz. list. 53, s. 14; A4, 2,5 str., 6 fot., 2 rys. — Omówienie szerokiej mechanizacji transportu wewnętrznego na przykładzie jednego z zakładów leningradzkich (produkcji mydła). Przenośnik rolkowy do ładowania skrzynek na wagony. Wózki widłowe do załadunku i wyładunku skrzyń, worków, rur stalowych. Zastosowanie elektrycznych wózków trolejowych.
- 76* 621.869.5.002:664 16
Pietrow N. A.: Mechanizacja prac załadunkowo-rozładunkowych w przemyśle artykułów spożywczych. „Miechanizacija pogruzoczno-razgruzocznych rabot w promyslenosti pradowolstwiennych towarow”. *Miechaniz. Trudoj. Rabot.*, t. 7, Nr 10, paźdz. list. 53, s. 5; A4, 4,5 str., 9 fot. — Specjalne wymagania przemysłu spożywczego odnośnie urządzeń załadunkowo-rozładunkowych. Szerokie zastosowanie łopaty mechanicznej TL-2 w przemyśle cukrowniczym. Omówienie zmian konstrukcyjnych. Ładowarki do buraków cukrowych (kolejowe, chwytakowe, samochodowe). Samochody-cysterny do przewożenia mąki.
- 77* 621.867.244 16
Johnson G. H.: Przenośnik taśmowy z koszem nasypowym. „Stockpiling and Loading Equipment”. *Engineering*, t. 176, Nr 4587, grud. 53, s. 822; A3, 0,5 str., 1 fot. — Omówiono i zilustrowano przenośnik taśmowy wyposażony w dolnej części załadunkowej w kosz nasypowy. Urządzenie to eliminuje ręczny załadunek. Materiał wyładowany z samochodu wywrotki do kosza nasypowego jest mechanicznie zsypywany na przenośnik taśmowy. Wysokość zsypu materiału do 27 stóp (8,1 m).
- 78* 621.867.4 16
Didyk W.: Przenośnik śrubowy do sypkich materiałów. „Spiralnyj transportier dla peremieszczienja sypuczich gruzow”. *Morsk. Rieczn. Flot.*, t. 13, Nr 5, sierp. 53, s. 29; A4, 2 str., 1 fot., 6 rys., 1 tabl. — Głębki przenośnik śrubowy (śrubowo zwinięta taśma obrotowa w przewodzie rurowym) znajduje szerokie zastosowanie przy transporcie grafitu, mialu, cementu itp. Konstrukcja i opis sposobu działania. Transport do 10 m oraz na większe odległości. Obrotowy koszt zasypowy. Charakterystyka techniczna dla wydajności 6÷26 m³/godz.
- 79 621.653.5:662.998 16
Pokrowskij W. W.: Pompa dla transportowania materiałów izolacyjnych BD-1. „Nasos dla transportirowanja izolacionnych materialow BD-1”. *Miechaniz. Stroit.*, t. 10, Nr 3, marz. 53, s. 28; A4, 2 str., 1 fot., 2 rys. — Badanie prototypu pompy BD-1 w warunkach eksploatacyjnych. Konstrukcja pompy zapewnia prawidłową pracę przy transportowaniu materiałów izolacyjnych ciepłych o znacznej lepkości i włóknistej budowie. Specjalny układ zaworów pompy nurnikowej. Szczegółowy opis działania i konstrukcji; charakterystyka techniczna.
- RÓŻNE**
- 80* 621.934.27:674.023 16
Drechsler M. N., Burczin W. P.: Ręczna elektryczna piła RES-1 do obcinania gałęzi. „Rucznaja elektrosukoriezka RES-1”. *Lesn. Promyszl.*, t. 13, Nr 10, paźdz. 53, s. 4; A4, 9 str., 5 fot., 8 rys. — Zastąpienie ciężkiej pracy ręcznego ścinania gałęzi pracą mechaniczną. Charakterystyka techniczna piły RES-1, szczegółowe omówienie głównych zespołów konstrukcyjnych piły (silnik, przekładnia stożkowa, włącznik elektryczny, tarcza piły, napęd łańcuchowy). Rysunki konstrukcyjne i omówienie części konstrukcji. Sposoby pracy piłą.
- 81* 634.982.41:634.982.526 16
Orlow C. F., Kriuczok G. I.: Pierwsza próba pracy maszyny do zwalania i ściągania pni. „Pierwij opyt raboty woloczno-trelewocznych maszin”. *Lesn. Promyszl.*, t. 13, Nr 11, list. 53, s. 18; A4, 4 str., 1 fot., 5 rys., 2 tabl. — Urządzenie skonstruowane na bazie traktora KT-12 pozwala na znaczne zwiększenie wydajności pracy. Ogólny rysunek konstrukcyjny i opis. Omówienie ważniejszych zespołów konstrukcyjnych (rama nadwozia, sterowanie skrzynką szybkości). Sposób pracy. Wyniki próby.
- 82* 621.929.2:620.175 16
Siewrow K. P.: Opory i moc przy pracy mieszarek łopatkowych. „Soprotiwlenija i moszcznost' pri rabotie łopastnych smiesitelej (Mieszakow)”. *Miechaniz. Stroit.*, t. 10, Nr 2, luty 53, s. 19; A4, 8 str., 1 fot., 1 rys., 10 wyk., 3 schem., 1 tabl. — Teoretyczny wzór dla określenia mocy mieszarki łopatkowej przy przygotowywaniu mas bitumicznych. Proces mieszania i charakter oporu przy ruchu łopatek. Moc mieszania i moment skręcający na wale; rozważania teoretyczne, metodyka pracy i wyniki doświadczeń. Współczynniki korygujące wzory teoretyczne. Przebieg zmian obciążenia na łopatkach mieszarki. Konieczność dalszych badań teoretycznych i doświadczalnych.
- 83* 521.929.2.004.15 16
Kierow I. P.: Opory i moc przy pracy mieszarek łopatkowych. „O soprotiwleniji i moszcznosti pri rabotie łopastnych smiesitelej”. *Miechaniz. Stroit.*, t. 10, Nr 12, grud. 53, s. 20; A4, 2 str., 2 rys., 1 wyk. — Autor nawiązuje do artykułu Sierowa K. P. w Nr 2, *Miech. Stroit.* z 1953. Zastrzeżenia co do słuszności założeń i wyciągniętych wniosków. Rzeczywiste zapotrzebowanie mocy dwukrotnie mniejsze od obliczonego teoretycznie. Konieczność studiów i badań, które by umożliwiły ustalenie właściwych wzorów.
- 84 621.839.43.003.13 16
Sizow G.: Poprawienie wykorzystania mocy pomp błotnych. „Uluczszenije ispolzowanija moszcznosti ziemlerosnych snariadow”. *Morsk. Rieczn. Flot.*, t. 13, Nr 8, grud. 53, s. 23; A4, 4,5 str., 2 fot., 2 rys., 2 wyk., 4 poz. bibl. — Możliwość kilkakrotnego powiększenia wydajności pompy błotnej przez zasadniczą zmianę sposobu zasysania. Po wprowadzeniu tej zmiany również procentowa gęstość mieszaniny wzrasta z ok. 20% maks. 60%. Obliczenia teoretyczne. Próby zastosowania ektora pionowego ASU. Rysunek techniczny, ogólne dane i wyniki badań.

Niniejszy Przegląd Dokumentacyjny zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu techniki.

Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CİDNT przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i oddzielne jej działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne. CİDNT wykonuje (za zwrotem kosztów) fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych zarówno przeglądem dokumentacyjnym jak i kartami dokumentacyjnymi.

Badania tłoczliwości blach cienkich*)

W oparciu o własne prace badawcze Instytutu Obróbki Plastycznej oraz doświadczenia zebrane przy wykonywaniu licznych ekspertyz dla przemysłu, obejmujących badania głębokotłoczności blach cienkich, opracowano projekt normy resortowej RN/53-MPM 27002. Przedmiotem normy jest próba wytłaczania wielostopniowego, służąca do oceny głębokotłoczności blach cienkich, tłocznych i głębokotłocznych oraz blach karoseryjnych.

W opracowanej próbie wytłaczania wielostopniowego sprawdza się:

- wartość ilorazu $m = d/D$ w ciągu miseczkowania;
- stopień wzmocnienia materiału po zgnioście na zimno, występującym przy tłoczeniu; stopień ten określa się w kolejnych operacjach przetwarzania miseczki (w ciągach redukcyjnych);
- stopień nierównowrotności (anizotropii);
- stan powierzchni miseczki (ogłędziny wzrokowe).

Srednicę krążka wyjściowego D_k ustalono na podstawie wyników z wielu wykonanych prób, przy czym przyjęto zasadę, że otrzymane miseczki po czwartym ciągu nie powinny posiadać pęknięć na górnej krawędzi. Srednice krążków D_k dla blach stalowych zestawiono poniżej, dla założonej średnicy stempla $d = 40$ mm.

Gatunek blachy	D_k (mm)
blacha tłoczona	66,5
„ głębokotłoczna	72,5
„ karoseryjna	76,8

Dla innych gatunków blach należy ustalić wartość D_k na podstawie wyników z dodatkowych prób oraz wymagań zainteresowanych zakładów.

Wymiary narzędzi do prób wytłaczania zostały znormalizowane. Z uwagi na to, że srednice stempli ustalono wg szeregu

Renarda, wartość ilorazu $m_n = \frac{d_n}{d_{n-1}}$ we wszystkich ciągach

redukcyjnych jest stała i wynosi $m_n = 0,78$. Srednice wewnętrzne pierścieni ciagowych D obliczono ze wzoru

$$D = d + 2(g + 0,22\sqrt{g});$$

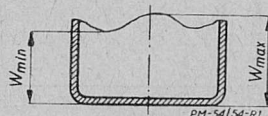
gdzie d — średnica stempla w mm, g — grubość blachy w mm.

Wzór ten określa właściwą wielkość szczeliny ciagowej dla blach stalowych.

Stopień nierównowrotności (anizotropii) materiału określa wzór

$$\alpha = \frac{W_{\max} - W_{\min}}{W_{\max}} \cdot 100\%;$$

gdzie $W_{\max}$ i $W_{\min}$ są średnimi wartościami wysokości miseczki, mierzonego odpowiednio do szczytów i dolin. Na rysunku 1 pokazano sposób pomiaru. Oznaczenie wielkości α w projekcie normy nie jest warunkiem odbiorczym lecz jest jedynie zale-



Rys. 1.

cane. O celowości objęcia odbiorem technicznym również pomiaru nierównowrotności blachy zdecydować powinni użytkownicy.

Próbie wytłaczania wielostopniowego wykonuje się w warunkach odpowiadających produkcyjnym, na prasie do głębokiego tłoczenia, w przrządzie konstrukcji Instytutu Obróbki Plastycznej (patrz rys. 2). Wybór prasy zależy od dysponowanego przez zakład produkcyjny parku maszynowego. Zaleca się stosować prasy o nacisku nie przekraczającym 16 000 kG. W Instytucie próby wytłaczania wielostopniowego przeprowadzono na prasie hydraulicznej firmy „Blell” o nacisku 10 000 kG.

*) Zagadnienia badań tłoczności blach cienkich omówiono szerzej w pracy autora pt. „Nowe metody badania głębokotłoczności blach cienkich”. Prace Instytutu Mechaniki, Nr 13, 1954.

Opis przrządu do prób tłoczliwości

Tłocznik doświadczalny (rys. 2) składa się ze stałej podstawy i ruchomej płyty górnej 11. Pierścienie ciagowe 1 ukladają się w gnieździe korpusu i zaciskają pierścieniem mocującym 12. Docisk ułożonego na pierścieniu ciagowym krążka zapewnia pierścienie dociskające 2 zamocowany w ruchomym pierścieniu płyty górnej. Między pierścieniem a płytą ułożone są sprężyny talerzowe 4. Wielkość siły dociskającej ustala się przy pomocy czujnika 5 mierzącego ugięcie wyskalowanych sprężyn talerzowych. Zacisk sprężynowy umieszczony w pierścieniu 13 pozwala na szybką wymianę pierścieni dociskających. Podnoszenie i opuszczanie górnej płyty wykonuje się przy pomocy śrub 7 ułożyskowanych w podstawie. Na jeden obrót kółka 9 śruba wykonana 1/20 obrotu. Opuszczanie i podnoszenie płyty wykonuje się przy pomocy włączanej okapturzonej przekładni zębatej, tzn. przy zażebianiu koła 15 z kołem 16. Uzyskujemy wówczas na jeden obrót kółka 9 1/4 obrotu śruby.

W czasie ustalania siły dociskającej obrót wałka 8 dokonuje się kółkami ręcznym 9 zamocowanym na przesuwnej tulei 14, po włączeniu sprzęgła kłowego, składającego się z czołowego uzębienia tulejki i tarczy zaklinowanej na wałku. Przy tym położeniu tulei przesuwnej, na jeden obrót kółka 9 śruba wykonana 1/20 obrotu. Opuszczanie i podnoszenie płyty wykonuje się przy pomocy włączanej okapturzonej przekładni zębatej, tzn. przy zażebianiu koła 15 z kołem 16. Uzyskujemy wówczas na jeden obrót kółka 9 1/4 obrotu śruby.

Opisane rozwiązanie konstrukcyjne tłocznika umożliwia przeprowadzenie wielu prób przy tej samej sile dociskającej.

Wykonanie próby

Próbie tłoczliwości należy poddawać 1% dostarczonej partii blachy; w przypadku gdy partia jest mała, do przeprowadzenia próby wytłaczania należy z arkusza blachy przeznaczonej do zbadania wykroić co najmniej 6 krążków rozmieszczonych na dwóch paskach o szerokości $D_k + 3$ mm. Sposób wycięcia jest przedstawiony na rys. 3.

Srednicę krążka D_k ustala się w zależności od gatunku blachy w oparciu o wartości przytoczone powyżej w tabelce.

Po wmontowaniu w tłocznik pierścienia ciagowego, odpowiadającego grubości blachy, ukladają się w pierścieniu centrującym krążek natłuszczony olejem maszynowym. Po docisnięciu krążka wyjściowego siłą, której określoną wartość nastawia się na czujniku, następuje wytłoczenie miseczki stemplem o średnicy $d = 40$ mm. Miseczka musi być pozbawiona fałd, rys, pęknięć oraz naderwań dna. Otrzymane w ciągu miseczkowania wytłoczki przetwarzają się na srednice odpowiadające wymiarom kolejnych stempli. W następujących po sobie ciągach redukcyjnych przechodzi się z srednicy wewnętrznej wytłoczki 40 mm na srednicę 31,5 mm, w trzecim ciągu na srednicę 25 mm i ostatecznie na srednicę 20 mm, przy czym nie stosuje się zmiekczenia międzyoperacyjnego. Odstęp czasu między poszczególnymi operacjami powinien być jak najmniejszy — nie większy niż 60 min — ze względu na możliwości starzenia.

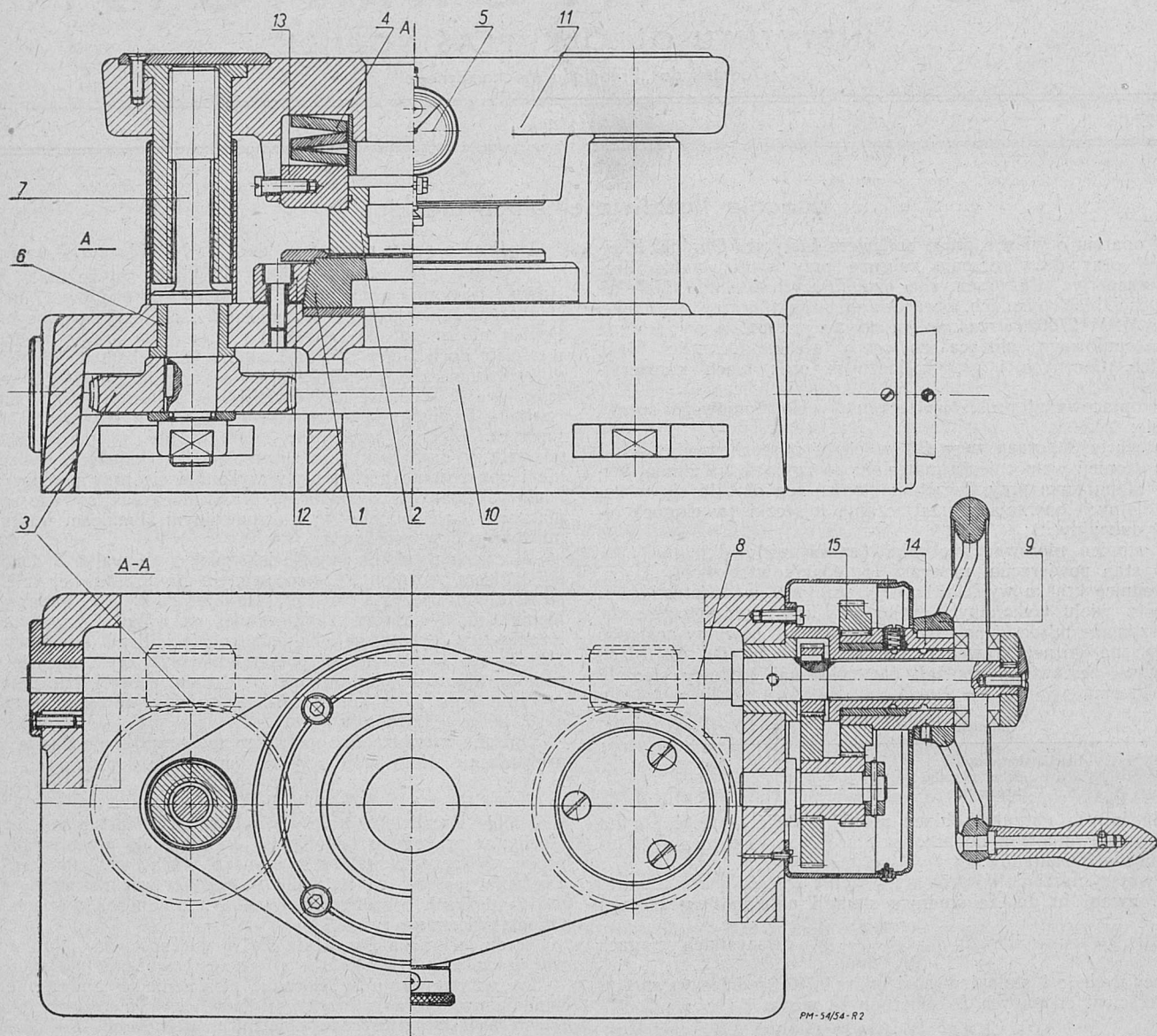
Badaną blachę można na podstawie otrzymanych wyników zakwalifikować do danej grupy, gdy się uzyska z krążków o srednicy odpowiadającej grupie nie uszkodzone miseczki o srednicy wewnętrznej 20 mm (bez pęknięć na krawędzi).

Ocena próby

Oceny próby wytłaczania wielostopniowego IOP wykonano przez porównanie z próbą *Erichsena*. W tym celu na blachach karoseryjnych o grubości 1,0 mm, wykonanych w krajowych hutach wg technologii opracowanej przez Instytut Metalurgii, przeprowadzono próby wytłaczania wielostopniowego oraz próby *Erichsena*. Po doświadczalnym określeniu srednicy krążka wyjściowego D_k uzyskano całkowity stopień przeformowania, wyrażony wzorem

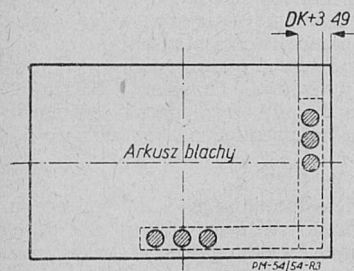
$$\beta_c = \frac{D_k}{d_1} \cdot \frac{d_1}{d_2} \cdot \frac{d_2}{d_3} \cdot \frac{d_3}{d_4}$$

W przypadku gdy dla kilku gatunków blachy wartość β_c była taka sama, jakość materiału (rys. 4) oznaczono na podstawie porównania liczb dobrych miseczek uzyskanych z prób. Za blachę posiadającą lepsze własności plastyczne uznano tę, która

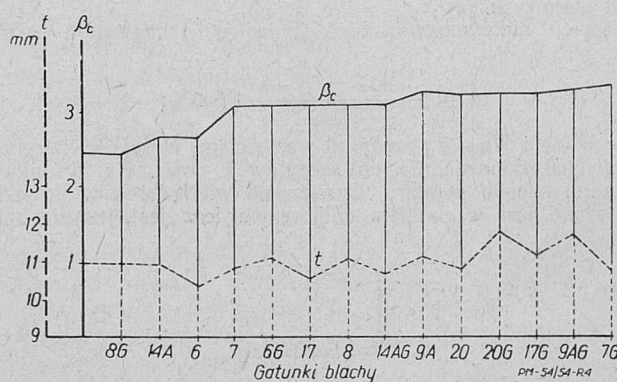


Rys. 2. Tłocznik doświadczalny do próby wytłaczania wielostopniowego.

dawała mniejszą liczbę wybraków, wyrażoną w procentach, przy tej samej wartości β_c . Norma PN/H-82121 określa dla blachy karoseryjnej o grubości 1,0 mm dolną granicę tłoczliwości strzałką wg Erichsena równą $t = 10,55$ mm. Warunek ten spełniały wszystkie badane blachy, a niektóre przekroczyły nawet wartość strzałki 11,0 mm. Uzyskane strzałki wgłębienia



Rys. 3. Sposób rozmieszczenia k rązków wyjściowych na arkuszu blachy.



Rys. 4. Średnie wyników uzyskane z prób Erichsena i prób wytłaczania wielostopniowego.

różniły się między sobą bardzo nieznacznie, co wskazywałoby na to, że wszystkie blachy powinny posiadać niemal jednakowe własności plastyczne. Próba wytłaczania wielostopniowego ogólnie potwierdziła, że badane blachy kwalifikują się do grupy blach karoseryjnych, wykazując równocześnie wyraźne zróżnicowanie własności plastycznych. Takich wniosków nie można było wyciągnąć na podstawie wyników uzyskanych z próby Erichsena. Na rys. 4 naniesiono dla porównania wartości uzyska-

ne tak z próby Erichsena jak również z próby wytłaczania wielostopniowego.

Wypożyczenie przykładowych laboratoriów w przyrząd TD 3, na którym można wykonywać nie tylko próby odbiorcze wg projektu normy resortowej RN 53 — MPM 27002, lecz również badania związane w ogólności z procesem wytłaczania, umożliwi w znacznym stopniu podwyższenie dokładności oceny tłoczliwości blach cienkich.

Z. Wiśniewski