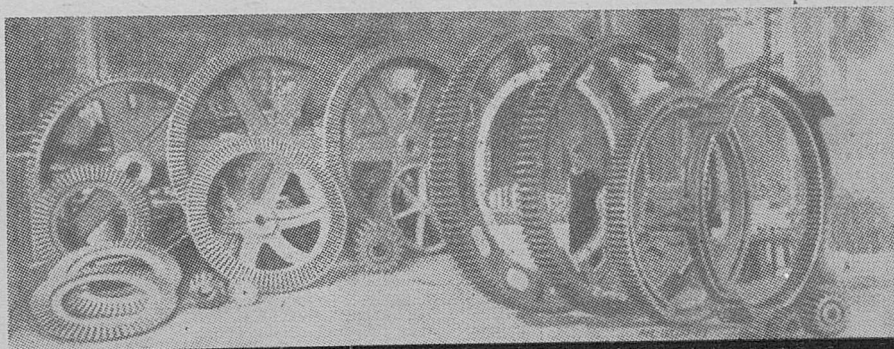


PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



W drugim cięgu zastosowano szczeliny cięgowe 0,7 mm.
Przykłady kół zębatach wykonanych z żeliwa sferoidalnego



ROK XII

LISTOPAD 1953

ZESZYT 11

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

Z O B O W I Ą Z A N I E

pracowników Redakcji i Administracji Czasopism Technicznych NOT dla uczczenia 36 rocznicy Rewolucji Październikowej

Pracownicy Czasopism Technicznych NOT — zebrani na naradzie produkcyjnej w dniu 4 października 1953 r. dla uczczenia 36 Rocznicy Wielkiej Rewolucji Październikowej postanowili przyspieszyć bieg wszelkich prac redakcyjnych oraz skrócić poszczególne etapy produkcji czasopism tak dalece, aby umożliwić oddanie wszystkich zeszytów grudniowych do kolportażu do dnia 10 grudnia br. zamiast przewidzianego w planie terminu 22 grudnia.

Zobowiązanie to umożliwi pełne wykonanie planu wydawniczego na rok 1953, łącznie z planem wykorzystania środków finansowych prelimitowanych na rok bieżący oraz spowoduje unormowanie i przyspieszenie terminów ukazywania się czasopism w 1954 r. do 15 każdego miesiąca.

Z uwagi na to, że wykonanie powyższego zobowiązania wymaga ścisłego przestrzegania uzgodnionych harmonogramów pracy drukarni pracownicy czasopism technicznych NOT zwrócili się z apelem do Kolegów Poligrafów w Drukarniach DSP i im. Rewolucji Październikowej oraz RSW „Prasa” o pomoc i współpracę w wykonaniu ich zobowiązań.

SPIS TREŚCI ZESZYTU 11/53

	str.
<i>Zróżdła oszczędności metalu</i>	371
ARTYKUŁY GŁÓWNE	
Prof. dr inż. Robert Szewalski — Zadania i cele Konferencji „Oszczędność Tworzyw w Budowie Maszyn i Urządzeń”	372
Inż. Czesław Wacewicz — Oszczędność tworzyw w przemyśle maszynowym	372
Mgr inż. Jerzy Piaskowski — Własności żeliwa sferoidalnego i jego zastosowanie w przemyśle budowy maszyn	375
Mgr inż. Jerzy Felsz — Materiały deficytowe a praca konstruktora przyrządów	383
Mgr inż. Adam Stauffer — Łożyska ślizgowe o wymiarach łożysk tocznych	387
Mgr inż. Wacław Cegielski — Porowate łożyska spiekane z proszków żelaznych (Część I)	390
Mgr inż. Józef Sobkowiak i mgr inż. Władysław Dobrucki — Łożyska walcownicze z tworzyw plastycznych	394
Komunikat w sprawie Konferencji „Oszczędność Tworzyw w Budowie Maszyn i Urządzeń”	382
W sprawie powołania Komisji do Spraw Racjonalnej Gospodarki Stalą	389
PRZEGLĄD PRASY TECHNICZNEJ	
Zwiększenie wydajności stali szybko tnących przez hartowanie izotermiczne — P.K.	400
Cięcie półfabrykatu na odkuwki wg ich ciężaru — S.H.	400
BIBLIOGRAFIA	
Z żałobnej karty	402
Do zeszytu załączone są: Przegląd Dokumentacyjny Mechaniki (str. 4), Biuletyn Informacyjny Instytutu Metaloznawstwa i Aparaty Naukowo-Laboratoryjnej (st. 2), Biuletyn Informacyjny Instytutu Obróbki Plastycznej (str. 2)	

W NASTĘPNYM ZESZYCIE

ukazą się m.in. artykuły:

Jednoskładowa sztywność statyczna obrabiarek
O dydaktyce przedmiotów konstrukcyjnych
Odlewnicze brązy cynowe i cynowo-olowiowe oraz ich stopy zastępcze w budowie maszyn.
Bakelit jako uniwersalny materiał zastępczy metali nieżelaznych.
Przenoszenie i upowszechnianie doświadczeń.

NOT — Naczelna Organizacja Techniczna. 1953. Warszawa.

Nakład 5960 egz. Ark. wyd. 8 — druk 5. Papier druk. sat. kl. V, 60 g, 86×122/16.

Oddano do składania 5.10.53. Podp. do druku 5.11.53. Druk. uk. 9.11.53.

Drukarnia im. Rewolucji Październikowej, Warszawa. Zam. 1150c/53. 4-B-19598

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

Źródła oszczędności metalu

Naród polski zwycięsko realizuje zadania budowy podstaw socjalizmu. W gigantycznej twórczej pracy, prowadzonej w kraju, klasa robotnicza wykazuje się jako oszczędny i przezorny gospodarz i dąży do możliwie lepszego i pełniejszego wykorzystania rezerw, złożonych w socjalistycznym ustroju.

Produkcja naszego przemysłu zwiększa się bezustannie. Rozwinęły się wszystkie gałęzie gospodarki narodowej. Szczególnie potężnie rozwija się przemysł hutniczy i przemysł budowy maszyn, który z natury rzeczy jest znacznym odbiorcą metali. Należy ciągle pamiętać o tym, że racjonalne wykorzystanie metalu jest sprawą państwowej wagi. Dążenia nasze powinny iść w tym kierunku, aby zwiększyć produkcję maszyn i mechanizmów bez dodatkowych kosztów, aby osiągnąć wzrost produkcji na bazie wysokiej kultury pracy i nowoczesnej technologii.

Metal w budowie maszyn można oszczędzać we wszystkich stadiach cyklu produkcyjnego, przy czym należy zacząć już od projektowania. Decyzja wyboru materiału dla projektowanych maszyn, zespołów i części należy do konstruktorów. Od nich więc zależy celowy wybór odpowiednich gatunków stali, żeliwa i innych materiałów, prawidłowy dobór naprężeń dopuszczalnych i współczynników bezpieczeństwa, zamiana przekrojów pełnych na przekroje skrzynkowe i cienkościenne rury, zastępowanie metali deficytowych innymi metalami i materiałami, stosowanie bimetalu mas plastycznych, szerokie wykorzystanie żeliwa z grafitem sferoidalnym oraz żeliwa modyfikowanego itd.

Także i współczesna technologia daje duże możliwości dalszej walki o oszczędność metalu. Zarówno w odlewniach, kuźniach i prasowniach, oddziałach spawalniczych, jak i w oddziałach obróbki mechanicznej istnieją olbrzymie, często jeszcze nie wykorzystane możliwości oszczędnej gospodarki materiałowej. Odlewy odśrodkowe, kucie formnikowe, zmniejszenie naddatków obróbkowych, zastosowanie kształtowego materiału walcowanego, nowych metod, jak np. nagrzewanie prądami wysokiej częstotliwości (mniejsza zgorzelina), polepszenie konstrukcji narzędzi przez zastosowanie nakładek z materiałów odznaczających się wysoką twardością (np. węgliki spiekane), czy wreszcie wykorzystanie odpadów obróbkowych i wiórów — oto przykłady tych możliwości.

Poważną rolę w walce o oszczędność metali zajmuje ochrona przed korozją, zwiększenie trwałości maszyn i urządzeń dzięki należytej gospodarce remontowej i konserwacji oraz dobra organizacja gospodarki materiałowej.

Obniżenie zużycia metali może być osiągnięte również przez wprowadzenie nowych progresywnych technicznych norm zużycia metali. Problem ten dojrzał już do konkretnego rozwiązania. Rewizja technicznych norm zużycia materiałów produkcyjnych to sprawa niezmiernie ważna dla naszej gospodarki materiałowej.

W niniejszym zeszycie „Przeglądu Mechanicznego” opublikowano szereg artykułów obejmujących tylko drobną część krajowych osiągnięć w dziedzinie racjonalnego wykorzystania metali. Materiał zawarty w tych artykułach wskazuje jednak, że posiadamy już wiele cennych doświadczeń z tej dziedziny. Dlatego też należy się spodziewać, że konferencja „Oszczędność tworzyw w budowie maszyn i urządzeń”, którą przygotowuje Polska Akademia Nauk w porozumieniu z PKPG i NOT, pomoże wprowadzić doświadczenia instytutów, placówek naukowo-badawczych i produkcyjnych zakładów we wszystkich zakładach budowy maszyn¹⁾.

Ponadto należy poświęcić więcej uwagi konferencjom zakładowym w sprawie racjonalnego wykorzystania metali z udziałem produkcyjnych racjonalizatorów z tej dziedziny, uczonych i inżynierów.

Oszczędność i dbałość — to zasada socjalistycznego społeczeństwa. Jeden procent oszczędności surowca w fabrykach maszyn daje krajowi dodatkowo setki tysięcy ton metalu. Połączone wysiłki racjonalizatorów przemysłu, inżynierów i pracowników naukowych dadzą Ojczyźnie wiele żeliwa, stali i metali nieżelaznych.

Redakcja

¹⁾ Bliższe dane o Konferencji znajdzie Czytelnik w artykule pt. „Zadania i cele Konferencji Oszczędności Tworzyw w Budowie Maszyn i Urządzeń” oraz w „Komunikacie” na str. 372 i 382 niniejszego zeszytu.

Zadania i cele Konferencji „Oszczędność Tworzyw w Budowie Maszyn i Urządzeń”

Prof. dr inż. ROBERT SZEWAŁSKI
Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego
Konferencji „Oszczędność Tworzyw w Budowie Maszyn i Urządzeń”

Polska Akademia Nauk przy współudziale Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego oraz Naczelnej Organizacji Technicznej (SIMP) podjęła organizację konferencji „Oszczędność Tworzyw w Budowie Maszyn i Urządzeń”. Konferencja odbędzie się w dniach 25 – 29 listopada 1953 r. w Warszawie, w sali „Kopulowej” PKPG.

Podstawowe zadania naszej gospodarki państwowej, możliwe szybkie i wszechstronne podniesienie dobrobytu szerokich mas ludności, wymagają ustawicznego wzrostu tempa naszej produkcji, zarówno przemysłowej jak i rolniczej. Zadanie to może być spełnione jedynie przy pełnym wykorzystaniu zdobyczy nowoczesnej techniki, w oparciu o daleko posuniętą mechanizację i automatyzację robót, zastosowanie coraz doskonalszych, postępowych metod pracy, stałe podnoszenie kwalifikacji zawodowych pracowników wszystkich szczebli, robotników i inżynierów, i w końcu w oparciu o racjonalne wykorzystanie naszych zasobów energetycznych i surowcowych. Zgranie i zharmonizowanie tych czynników, tych środków i metod, w celu uzyskania najlepszych wyników i uniknięcia zahamowań w produkcji jest zadaniem gospodarki planowej, zarówno w poszczególnym przedsiębiorstwie produkcyjnym, jak i w całej gałęzi przemysłu, bądź w skali państwowej.

W dziedzinie budowy maszyn i urządzeń, zajmującej kluczowe stanowisko w rozwoju naszego przemysłu, szczególnie aktualne stało się zagadnienie oszczędności tworzyw, a więc zwiększenie produkcji maszyn i urządzeń bez znaczącego dodatkowego zużycia surowców. Zagadnienie to sprowadza się do całego szeregu zadań mniejszych, specjalnych, jak założenia i metody konstrukcyjne, metody obliczenia wytrzymałościowego, zagadnienie doboru najodpowiedniejszych materiałów konstrukcyjnych oraz tzw. materiałów zastępczych, zagadnienia wytrzymałości, niezawodności i trwałości maszyn i urządzeń oraz poszczególnych ich części, technologiczność konstrukcji, racjonalny wybór materiału wyjściowego oraz naddatków, racjonalne metody obróbcze itd. Tu należy również zagadnienie zastosowania tworzyw sztucznych, zbyt mało jeszcze spopularyzowane, a często nawet obce szerokim rzeszom naszych mechaników.

Powyższe, przykładowo wymienione zagadnienia nie wyczerpują bynajmniej całości problematyki oszczędności tworzyw. Dają one jednak wyobrażenie o szerokim zakresie zagadnienia i o jego znaczeniu dla gospodarki narodowej. Zostały one tu zestawione pod kątem widzenia potrzeb konstruktorów, dla których

Konferencja jest w pierwszym rzędzie przeznaczona. W tematyce Konferencji „Oszczędność Tworzyw w Budowie Maszyn i Urządzeń” zagadnienia te uszeregowano w 3 grupach: 1) metody obliczeń wytrzymałościowych, 2) racjonalny dobór tworzywa i 3) współczesne metody technologiczne. Pozwoli to na podstawię 3 głównych referatów plenarnych, a dalej uzupełniających je koreferatów i dyskusji, na wszechstronne omówienie możliwości oszczędzania tworzyw w każdym z podanych trzech aspektów.

Rozważania plenarne uzupełnią obrady 6 sekcji, oparte na licznych referatach sekcyjnych, a więc szczegółowych, omawiających w oparciu o tezy podstawowych referatów plenarnych zagadnienie oszczędności tworzyw w zastosowaniu do określonych typów maszyn i urządzeń. Całość materiału referatowego powiązana będzie ściśle z referatem wprowadzającym, omawiającym ekonomiczne i polityczne znaczenie zagadnienia oszczędności tworzyw i związanej z nim akcji masowej.

Należy oczekiwać, że Konferencja obliczona na 4 dni obrad, rozstrząśnie zagadnienie oszczędności tworzyw w budowie maszyn i urządzeń możliwie wszechstronnie i dogłębnie, że nie pominię żadnego z węzłowych punktów zagadnienia i że potrafi dać odpowiedź, uzasadnioną teoretycznie i praktycznie, na każde z nich.

Konstruktorzy, projektanci maszyn i urządzeń, reprezentowani na Konferencji przez grupę ludzi o najwyższych kwalifikacjach zawodowych i twórczo-czynnych, otrzymają obfity materiał, pobudzający ich do przemyśleń i nowego wysiłku twórczego. Gdzie to będzie możliwe, otrzymają też gotowe recepty i wskazania. Ujrzą zagadnienie, którego — być może — nie doceniali wystarczająco w dotychczasowej swej działalności, w różnych aspektach, w naświetleniu referatów ludzi nauki cieszących się wysokim autorytetem. Im lepiej przygotują się do tej Konferencji, im lepiej przyswoją sobie tezy referatów i rozesłane materiały konferencyjne, analizując w ich świetle własne metody konstrukcyjne, tym większą osiągną z niej korzyść, tym aktywniejszy będzie ich udział w Konferencji, tym bardziej budująca i twórcza stanie się dyskusja.

Oszczędność tworzyw w przemyśle maszynowym

Inż. CZESŁAW WACEWICZ

Niezwykłe tempo rozwoju gospodarczego i budowy podstaw socjalizmu w Polsce Ludowej postawiło przed przemysłem maszynowym zadanie znacznego rozszerzenia produkcji nowych i nowoczesnych asortymentów maszyn i urządzeń oraz zwiększenia bieżącej produkcji wyrobów.

Podczas gdy w okresie planu 3-letniego odbudowywaliśmy i uruchamialiśmy nasz przemysł metalowy, kopalnie, elektrownie, rolnictwo itp., to w okresie wielkich zadań planu 6-letniego przeprowadziliśmy dotychczas szereg poważnych inwestycji w dziedzinie przemysłu, budownictwa mieszkaniowego, mechanizacji rolnictwa itp. W 4 roku planu 6-letniego wykonaliśmy z nadwyżką przewidziane na ten okres zadania. I to jest nasze zwycięstwo.

O jednym nie wolno nam zapominać: rozwój gospodarki socjalistycznej — w przeciwieństwie do gospodarki kapitalistycznej, gdzie nieraz wielką rolę odgrywały względy natury konkurencyjnej, czy też nadmiernych zysków — wymaga obok wzrostu produkcji również właściwego kształtowania się kosztów własnych, racjonalnej gospodarki materiałowej i wykorzystania surowca.

Koszty materiałowe w przemyśle maszynowym wynoszą ok. 60 – 70% ogólnych kosztów wytwarzania. W omawianym okresie zrobiliśmy stosunkowo duże postępy w dziedzinie unowo-

cześnienia procesów technologicznych oraz metod produkcyjnych, powodujących znaczne zmniejszenie pracochłonności, skrócenie cykli produkcyjnych, polepszenie warunków pracy itp. Natomiast w dziedzinie oszczędnej gospodarki materiałowej dotychczasowe nasze osiągnięcia są niewielkie. Podany przykładowo powyżej udział kosztów materiałowych w ogólnym koszcie wytwarzania w przemyśle maszynowym wskazuje na konieczność zwrócenia baczniejszej uwagi na zagadnienie właściwej i racjonalnej gospodarki materiałowej w skali ogólnoprzemysłowej, ze szczególnym uwzględnieniem tego problemu w zakresie przemysłu maszynowego.

Zagadnienie oszczędnej gospodarki materiałowej musi być ujęte kompleksowo poczynając od rozważań teoretycznych i naukowych, konstrukcyjnych, technologicznych, metalurgicznych, wykonawczych, właściwego magazynowania, kontroli gospodarki materiałów na każdym etapie produkcyjnym oraz kontroli najekonomiczniejszego faktycznego zużycia.

Polska Akademia Nauk, wyższe uczelnie i instytuty naukowo-badawcze winny zająć się zagadnieniem racjonalnego wyboru współczynników bezpieczeństwa¹⁾ stosowanych dotych-

1) Patrz W. Moszyński — Obliczanie zmęczenia części maszynowych w ujęciu rachunku prawdopodobieństwa — Prz. Mech. nr 8/53, str. 271.

czas w obliczeniach konstrukcyjnych, zagadnieniem teorii wytrzymałości, wytrzymałości kształtowej i naprężeń własnych, jak również zagadnieniem oceny naprężeń, laboratoryjnymi badaniami skomplikowanych części ciężko pracujących na specjalnych urządzeniach odtwarzających warunki pracy danej części, jak to zostało już zapoczątkowane w BKPMot. i szeroko zastosowane w Związku Radzieckim. Biura konstrukcyjne winny w bardziej śmiały sposób podchodzić do konstrukcji lżejszych, stosując wysokowartościowe, niedeficytowe materiały. Największe oszczędności materiałowe możemy uzyskać głównie na drodze właściwej działalności biur konstrukcyjnych.

Opanowano u nas szereg nowych tworzyw o wyższych właściwościach fizycznych i chemicznych, jak np. żeliwo modyfikowane, żeliwo sferoidalne, brązy, stopy łożyskowe bezcynkowe, bimetale²⁾, masy plastyczne itp. Te nowe tworzywa jak dotychczas nie zostały w konstrukcjach dostatecznie wykorzystane. W wielu przypadkach stosuje się u nas zgola niepotrzebnie stale stopowe, które mogłyby być z powodzeniem zastąpione niedocenianą przez naszych konstruktorów stalą węglową lub stalami niskostopowymi przy zastosowaniu odpowiedniej obróbki cieplnej. W szeregu gałęzi przemysłu przeprowadzono już akcje oszczędnościowe, które dały dotychczas poważne rezultaty. Jest to oczywiście dopiero początek, jako że zagadnienie oszczędności materiałowej nie może mieć charakteru „akcji”, lecz musi być stałą troską biur konstrukcyjnych i technologicznych, jak również wydziałów produkcyjnych zakładów.

Dotychczasowe doświadczenia wykazały, iż wzorem Związku Radzieckiego wspólna praca zespołów oszczędnościowych, w skład których wchodzi przedstawiciel biura konstrukcyjnego, biura głównego technologa i głównego metalurga oraz prądu robotniczy z danego wydziału produkcyjnego — daje dobre rezultaty w dziedzinie oszczędności tworzyw. Praca tych zespołów polega na kompleksowej analizie wyrobów produkcji seryjnej i materiałochłonnej tak pod względem konstrukcyjnym, jak i technologicznym. Ostatecznym celem pracy tych zespołów jest zmniejszenie ciężaru wyrobów, zastosowanie materiałów mniej deficytowych, zamiana materiałów, wyeliminowanie metali nieżelaznych itp.

Kluczowe gałęzie przemysłu maszynowego przeprowadziły już szereg bardzo poważnych prac w dziedzinie oszczędności materiałowej. Tak np. w przemyśle motoryzacyjnym, który zużywa stosunkowo duże ilości stali stopowych, wprowadzono już od roku 1952 stale zamiennie, mniej deficytowe, nie pogarszając przy tym jakości wyrobów. Samochody ciężarowe Star-20 zużywały kilkakrotnie więcej niklu w stalach stopowych w stosunku do osiągniętych Związku Radzieckiego w tej dziedzinie (samochody ciężarowe ZIS). Obecnie przeprowadza się poważne prace badawcze zarówno w Zakładach Starachowickich, jak i w B.K.P.Mot. Wyniki tych prac pozwolą na poważne zmniejszenie stosowania stali niklowo-molibdenowych przez zastąpienie ich stalami chromowo-manganowymi.

Przemysł obrabiarkowy wprowadza w szerokim zakresie zamiennie stale niskostopowe wzgl. węglowe na miejsce stosowanych dotychczas stali wysokostopowych. W dziedzinie stosowania materiałów zamiennych, umożliwiających eliminację metali nieżelaznych, przemysł maszynowy ma za sobą również poważne osiągnięcia.

Przejdźmy teraz z kolei do omówienia możliwości szerszego wprowadzenia do przemysłu maszynowego zasad oszczędności tworzyw.

1. Zmniejszenie ciężaru wyrobów

Cały szereg wyrobów, a zwłaszcza te, które przez swój nadmierny ciężar — niezależnie od zwiększonego zużycia materiału — powodują zużycie energii czy paliw pędnych na transport martwego balastu materiałowego, winien stać się przedmiotem szczegółowej analizy konstrukcyjnej i technologicznej. Dotyczy to przede wszystkim taboru kolejowego (z wyjątkiem lokomotyw), taboru samochodowego, okrętownictwa. Zmniejszenie ciężaru maszyn i urządzeń w wymienionej dziedzinie ma szczególnie duże znaczenie, gdyż stosunkowo drobne zmniejszenie rzędu kilkudziesięciu kilogramów na jednostkę daje kolosalne oszczędności w dziedzinie zużycia materiałów konstrukcyjnych i jednocześnie materiałów pędnych.

Rzecz jasna, iż osiągnięcie tych oszczędności wymaga niejednokrotnie długotrwałych i żmudnych obliczeń i prób, stosowania materiałów o podwyższonych właściwościach mechanicznych, o zmienionym współczynniku bezpieczeństwa, czasem na-

wet zmienionych profili materiału itp. Niemniej jednak przeprowadzenie wszystkich tych prac analitycznych jest z reguły niezmienne opłacalne.

Akcja zmniejszenia ciężaru wyrobów powinna objąć przede wszystkim: wagony osobowe i towarowe wszelkich typów, tendry parowozowe, cysterny, samochody ciężarowe, motocykle, okręty pełnomorskie, maszyny parowe okrętowe, windy okrętowe, pompy okrętowe itp.

2. Stosowanie materiałów zamiennych

Jak już wspomniano, mamy w kraju cały szereg opanowanych już materiałów zamiennych o podwyższonych właściwościach, które nie znalazły dotychczas należytego zastosowania. Np. żeliwo modyfikowane i sferoidalne³⁾. Zastosowanie tych gatunków żeliwa, zamiast stosowanego dotychczas żeliwa zwykłego, przez odpowiednie zmiany konstrukcyjne winno dać zmniejszenie ciężaru względnie w miejscach szybko zużywających się — zwiększenie trwałości wyrobu. Żeliwa te mogą także w wielu przypadkach zastąpić stosowane dotychczas metale nieżelazne, jak brązy, mosiądze itp. przy produkcji panewek o określonym obciążeniu i niezbyt dużych prędkościach obrotowych⁴⁾.

Niedostatecznie wykorzystuje się także u nas stale węglowe, które przy zastosowaniu odpowiedniej obróbki cieplnej mogą zastąpić drogie i deficytowe stale stopowe. Rzecz jasna, że stale stopowe (np. z dodatkiem niklu) w wielu przypadkach nie wymagają obróbki cieplnej, wzgl. znoszą znacznie łatwiej wszelkie niedociągnięcia w dziedzinie tej obróbki niż stale węglowe. Tak więc przy stosowaniu stali węglowych, jako tworzyw zamiennych dla stali stopowych, należy wziąć pod uwagę konieczność podniesienia kultury technicznej naszych wydziałów obróbki cieplnej.

Brak zainteresowania w szerszej skali materiałami plastycznymi, wytwarzanymi już przez przemysł chemiczny, jak również tworzywami wytwarzanymi na drodze metalurgii proszków przez hutnictwo⁵⁾, a głównie z powodu braku katalogów gatunków tych materiałów z podaniem charakterystyki zastosowania, właściwości wytrzymałościowych oraz kto i gdzie produkuje, jest niewątpliwie przyczyną stosunkowo małego dotychczas zastosowania tych materiałów jak i rozwoju tego rodzaju produkcji.

Materiały prasowane z odpadków szmat i żywie mogą z powodzeniem być stosowane zamiast panewek brązowych przy budowie suwnic, dźwigów, wolnoobrotowych maszyn o niezbyt dużych obciążeniach jednostkowych i prędkościach⁶⁾.

3. Stosowanie właściwej technologii

Przemysł nasz stosuje w szerokim zakresie obróbkę metali skrawaniem, co w wielu przypadkach nie jest przeprowadzane właściwie, gdyż przy skrawaniu następuje ogromne marnotrawstwo materiałów w postaci wiórów i odpadków. Współczynnik wykorzystania surowca w częściach obrabianych wynosi ok. 50% ÷ 60%, a w częściach wykonywanych z pełnego materiału nawet 20 ÷ 30%. Tak ogromne straty materiału na wióry winny być zmniejszone przez jak najszybsze przechodzenie na wykonawstwo części kutych w foremnikach, tłoczenie, odlewanie pod ciśnieniem, odlewanie kokilowe itp. Wymaga to wprowadzenia znacznie bardziej skomplikowanego (przygotowania technologicznego i oprzyrządowania, większej przepustowości maszyn narzędziowni, kuźni, tłocznii, odlewni itp., lecz uzyskane dzięki temu oszczędności materiałowe opłacą się należycie.

Jasne jest, iż w chwili obecnej brak nam jeszcze dostatecznej liczby narzędziowni przyfabrycznych, a istniejące nie zaspokajają potrzeb bieżącej produkcji; kuźnie nie dysponują dostateczną ilością pras i młotów, zaś wykonawstwo różnego rodzaju foremników również nie jest jeszcze wystarczające. W dziedzinie odlewnictwa tempo rozwoju odlewania kokilowego i pod ciśnieniem jest jeszcze niedostateczne, a to z powodu braku szerszych możliwości wykonawstwa kakuł oraz braku maszyn odlewniczych dla odlewania pod ciśnieniem.

Sprawa konieczności obrabiania powierzchni i związanych z tym naddatków na obróbkę stanowi zupełnie odrębne zagadnienie. Zdarza się często, że konstruktor (zwłaszcza mniej doświadczony) zaznacza w swych rozwiązaniach konstrukcyjnych obróbkę powierzchni nie pracujących wzgl. mało ważnych, prze-

3) Patrz J. Piaskowski — Właściwości żeliwa sferoidalnego i jego zastosowanie w budowie maszyn — na str. 357 niniejszego zeszytu.

4) Patrz Z. Górny — Żeliwo w zastosowaniu na panewki łożysk ślizgowych — Prz. Mech. nr 9 i 10/52, str. 341 i 403.

5) Patrz W. Cegielski — Porowate łożyska spiekane z proszków metali — str. 390 niniejszego zeszytu.

6) Patrz J. Sobkowiak i W. Dobrucki — Łożyska walcownicze z tworzyw plastycznych — str. 394 niniejszego zeszytu.

2) Patrz Z. Misiol — Bimetale i metody ich produkcji — Prz. Mech. nr 6/52, str. 237.

widując niejednokrotnie niepotrzebną gładkość powierzchni. Niezmiennie często stosuje się nie zawsze uzasadnione, a zbyt ostre układy pasowań, co jednakże ma mały wpływ na oszczędności materiałowe i wobec tego nie będzie przedmiotem niniejszych rozważań.

Oczywista, że każde, przewidziane przez konstruktora żądanie obróbki pociąga za sobą dodatek materiału na obróbkę, a tym samym zwiększa się ogólny nakład materiałowy i zwiększają się koszty obróbki. W przypadkach uzasadnionej konieczności stosowania obróbki szczególnego znaczenia nabiera zagadnienie stosowania właściwych naddatków.

W naszym hutnictwie, w kuźniach i odlewniach często jeszcze stosuje się system plac, oceny wydajności i wykonania planu uzależniony od globalnego ciężaru całej produkcji w tonach. Ten stan rzeczy pociąga za sobą brak walki o mniejsze naddatki na obróbkę. Wprawdzie opracowano normy dla odkuwek hutniczych, jednakże stosowanie tych norm pozostawia niejednokrotnie jeszcze bardzo wiele do życzenia. Procentowo największy wpływ na zmniejszenie naddatków na obróbkę mamy przy częściach drobnych, którymi zarówno hutnictwo, odlewnie jak i kuźnie niechętnie się zajmują ze względu na wspomniany już uprzednio mały tonaż, odgrywający nieznaczną rolę przy wykonaniu planów produkcyjnych. Z tego względu części drobne są najczęściej wykonywane z pełnego materiału, jeśli zaś wykonywane są w kuźni czy odlewni, posiadają wówczas często zbyt duże naddatki na obróbkę.

4. Wyeliminowanie wzgl. ograniczenie do minimum braków

Wykonywanie wyrobów o nieodpowiedniej jakości posiada dwie zasadnicze cechy ujemne z punktu widzenia oszczędności materiałowej:

a) złe wykonanie części i zespołów, odrzucanych na zakładzie w trakcie procesu produkcyjnego powoduje ogromne straty materiałowe, następnie straty w postaci robocizny i nakładów, wreszcie zmniejszenie faktycznej zdolności produkcyjnej zakładu;

b) wypuszczony z zakładu wyrób o nieodpowiedniej jakości jest mniej trwały i droższy w eksploatacji, a co za tym idzie — wcześniej zostaje wyłączony z ruchu i wymaga częstych napraw, nie mówiąc już o złej opinii, jaką sobie zakład wyrabia u użytkownika.

Przyczyną złego wykonawstwa wyrobów, które zostają bądź to odrzucone w samym zakładzie w trakcie procesu produkcyjnego, bądź też dostarczone użytkownikowi w nieodpowiedniej jakości, jest wciąż jeszcze słabo rozwijana inicjatywa samych zakładów w kierunku poprawienia jakości wytwarzanych przez nie wyrobów. Zmniejszenie ilości braków choćby tylko o połowę w stosunku do stanu obecnego przyniosłoby nam poważne oszczędności materiałowe. Drogą do zmniejszenia ilości braków jest przede wszystkim: szkolenie kadr robotniczych zatrudnionych przy obrabiarkach i na montażu; szersze oprzyrządowanie produkcji, które uniemożliwiałoby puszczenie części w czasie obróbki; stosowanie na szerszą skalę maszyn i narzędzi specjalnych; należyte wyposażenie w sprawdziany i przyrządy kontrolne oraz bezwzględne stosowanie kontroli międzyoperacyjnej, jak również wprowadzenie samokontroli, wreszcie — stałe i konsekwentne uświadamianie pracowników o przyczynach i skutkach produkcji złej jakości.

5. Ruch racjonalizatorski

Należyce zorganizowany i kierowany tematycznie ruch racjonalizatorski jest poważnym źródłem oszczędności materiałowej na zakładzie produkcyjnym. Popularyzacja tego ruchu, organizowanie konkursów itp. może przynieść poważne efekty oszczędnościowe zarówno przez stosowanie tworzyw zamiennych w konstrukcjach i technologii, jak i przez polepszenie jakości wyrobów na warsztacie.

6. Techniczne normy zużycia materiałów

Właściwa gospodarka materiałowa wymaga, aby na każdy wyrób produkowany seryjnie były opracowane progresywne techniczne normy zużycia materiałów podstawowych i pomocniczych. Techniczna norma zużycia winna być nie zestawieniem pozbawionej ilości materiałów na dany wyrób, ale winna uwzględniać najnowsze osiągnięcia techniczne i technologiczne w dziedzinie konstrukcji, technologii, zamienności materiałowej deficytowych itp. Poza tym opracowana w ten sposób norma materiałowa winna być na odpowiednim szczeblu zatwierdzona i wreszcie — co najważniejsze — stosowana i przestrzegana na zakładzie.

Tak ustawione zagadnienie opracowania i stosowania norm materiałowych na zakładach jest dalszym i bardzo poważnym źródłem oszczędności materiałowych.

7. Możliwości oszczędności materiałów w niektórych gałęziach przemysłu maszynowego

Oszczędność materiałów w niektórych gałęziach przemysłu maszynowego winna iść w następujących kierunkach:

a. Przemysł motoryzacyjny

1) W samochodach ciężarowych — przejście na szersze stosowanie stali chromowo-manganowych zamiast stali stopowych, niklowo-molibdenowych w częściach i zespołach niezbyt obciążonych; rozszerzenie stosowania stopów łożyskowych, brązów i mosiądzów beczynowych lub niskostopowych; przejście na stosowanie tulei cylindrowych z żeliwa sferoidalnego, zamiast jak dotychczas — z żeliwa niklowego itp.

2) W ciągnikach „Ursus” — gdy przeprowadzane próby zastosowania hartowania prądami wysokiej częstotliwości kół zębatych ze stali węglowej 0055 i ze stali chromowej 40X wypadną pomyślnie, zostaną uzyskane bardzo znaczne oszczędności stali stopowych. Niezależnie od tego, przeprowadzona przez specjalny zespół analiza konstrukcji i technologii ciągnika „Ursus” pozwoliła zaoszczędzić na jednym ciągniku ok. 60 kG materiału, w tym kilka kG metali nieżelaznych. Przy rocznej produkcji, przyjmując tylko 6500 sztuk ciągników, uzyskuje się oszczędności materiałów, sięgających cyfry ok. 400 ton. A przykładów takich w przemyśle maszynowym mamy wiele.

3) W rowerach — przejście z dotychczasowego niklowania rowerów na chromowanie, czy to na podkładzie cynku, czy na podkładzie miedzi-mosiądzu, czy miedzi-brązu, czy tylko na podkładzie z mosiądzu czy brązu — pozwoli na bardzo znaczne oszczędności deficytowego niklu.

b. Przemysł narzędziowy⁷⁾

Przemysł ten, jako zużywający dotychczas największe ilości stali narzędziowych wysoko stopowych, szybko tnących i węglaków spiekanych, musi przejść na bardziej oszczędnościowe metody produkcji narzędzi, a przede wszystkim na szerszą produkcję narzędzi skrawających z wstawianymi ostrzami ze stali szybko tnącej i z węglików spiekanych. Pozwoli to po odpowiednim skonstruowaniu dobrego mocowania ostrzy na podwyższenie trwałości narzędzi i da kilkakrotnie oszczędność stali szybko tnących.

Przeprowadzone próby odlewania narzędzi ze stali szybko tnącej metodą traconego wosku i metodą piaskową, a ostatnio nawet z wyeliminowaniem metody traconego wosku, lecz wg metody radzieckiej z zastosowaniem szkła wodnego, jak również przeprowadzone z wynikiem dodatnim próby skrawania tymi narzędziami — pozwalają oczekiwać, że wprowadzenie tej metody do przemysłu przyniesie znaczne oszczędności stali szybko tnącej.

Narzędzia napawane stałą szybko tnącą⁸⁾ również zdążyły zamin na kilku zakładach. Uruchomienie produkcji tych narzędzi w roku bieżącym (frezy, rozwiertaki) przyniesie już pewne oszczędności stali szybko tnącej. W tej dziedzinie bardzo poważne założenia istnieją na rok 1954.

Osobnym zagadnieniem jest szersze uruchomienie krajowej produkcji płytek z węglików spiekanych, których poważny brak odczuwa się wobec stale rosnącego zapotrzebowania i nie zawsze właściwej gospodarki nimi na wielu zakładach. Bardzo ważną sprawą w tej dziedzinie jest przeprowadzenie prób i uruchomienie produkcji płytek ceramicznych, które byłyby materiałem bardzo tanim, a spełniającym warunki płytek z węglików spiekanych.

c. Przemysł obrabiarkowy

W przemyśle obrabiarkowym należy wzorem przemysłu motoryzacyjnego szerzej przechodzić i stosować stale niskostopowe lub węglowe, eliminując prawie zupełnie stale wysokostopowe, niklowe i niklowo-molibdenowe. Przeprowadzone z wynikiem pomyślnym próby wylewania ośrodkowego panewek dwuwarstwowych⁹⁾ oraz wprowadzenie na jednym z zakładów całkowitego nowego odlewania panewek metodą „Duplex” pozwoli na dalsze, znaczne oszczędności brązu. Nie opanowaliśmy jeszcze nanoszenia cienkich warstw czy to metalu łożyskowego, czy też brązu, co dałoby dalsze znaczne oszczędności tych materiałów.

Wprowadzenie na szerszą skalę do przemysłu obrabiarkowego hartowania kół zębatych prądami wysokiej częstotliwości¹⁰⁾,

7) Patrz E. Zmihorski — Niektóre zagadnienia techniczne w produkcji narzędzi — Prz. Mech. nr 5/53, str. 174.

8) Patrz A. Józefik — Produkcja narzędzi ze stali szybko tnącej — Prz. Mech. nr 2 i 4/53, str. 61 i 147.

9) Patrz Z. Górny — Produkcja dwuwarstwowych tulejek łożyskowych stal-brąz dla wyposażenia obrabiarek — Prz. Mech. nr 8/53, str. 282.

10) Patrz S. Komorowski — Powierzchniowe hartowanie kół zębatych prądami wysokiej częstotliwości — Prz. Mech. nr 7, 8 i 9/50 str. 223 i 293.

nawet z zastosowaniem agregatów lampowych małej mocy ok. 20 ÷ 50 kW, hartując „zab po zęb” — pozwoli na szerokie stosowanie stali węglowej i chromowej, z wyeliminowaniem stali stopowych.

d. Przemysł taboru kolejowego

Zastąpienie materiałem pilśniowym drewna, dotychczas stosowanego w budowie wagonów, pozwoliłoby na zaoszczędzenie znacznych ilości drewna. Zastosowane spawanych kotłów parowozowych, fosfatyzacja zamiast miniowania, masy plastyczne zamiast metali nieżelaznych to dalsze oszczędności materiałów.

e. Przemysł okrętowy

W przemyśle okrętowym są ogromne możliwości oszczędności materiałów, a szczególnie blach, przez opracowanie właściwych kart rozkroju. Dałoby to tysiące ton oszczędności blachy na naszych stoczniach. Również i na wyposażeniu okrętów można uzyskać znaczne oszczędności, biorąc pod uwagę, że same maszyny główne i pomocnicze, windy, kotły są konstrukcji na ogół nienajnowszej, więc ciężkiej, a przewody parowe i wodne wykonywane z miedzi mogłyby być wykonywane ze stali i ocynkowane. Poza tym konstrukcje spawane kadłubów dadzą dalsze oszczędności blach i nitów.

* * *

Jako potwierdzenie powyższych rozważań niech posłuży przykład z produkcji silników elektrycznych, gdzie dotychczas sądzono, że w uzwojeniu silników nie można zrobić wielkich oszczędności. Po otrzymaniu kompletnej dokumentacji radzieckiej na silniki elektryczne serii „A” potrafiliśmy zaoszczędzić na niektórych wielkościach do 30%, a nawet i więcej miedzi nawojowej.

Przemysł kablów, po wprowadzeniu mas plastycznych do izolacji, uzyskał ogromne oszczędności ołowiu i kauczuku. Ostatnio wypróbowany tiokol w zastosowaniu do kabli pozwoliłby na dalsze oszczędności ołowiu.

* * *

Te przykłady świadczą, że przemysł maszynowy poczynił w dziedzinie oszczędności tworzyw znaczne postępy, tym niemniej ma jednak jeszcze ogromne zadania do wykonania w tym zakresie. I tu konieczny jest wspólny wysiłek wszystkich pracowników tego przemysłu, ponieważ istnieje jeszcze cały szereg ogromnie istotnych problemów do rozwiązania. I tak np.:

1) Opracowanie nomenklatury stali zamiennych, produkowanych przez nasze hutnictwo z podaniem szczegółowych własności fizyko-chemicznych, możliwości zastosowania i zamienności. Materiały te byłyby pomocne dla biur konstrukcyjnych w stosowaniu tych stali w swych opracowaniach konstrukcyjnych.

2) Opracowanie szczegółowych własności opianowanych materiałów wysokojakościowych lub zamiennych, jak żeliwo sferoidalne, żeliwo modyfikowane, żeliwo wysokochromowe, brązy krzemowe mosiądze niskostopowe¹¹⁾, blachy platerowane. Opracowanie winno określać własności wytrzymałościowe, zmęczenia, ciernie, skład chemiczny, zastosowanie, zamienność innych materiałów itp.

Tak przez wspólny wysiłek naukowców, inżynierów, techników, majstrów i robotników zdołamy osiągnąć zamierzony cel — „przez oszczędność materiałów do dalszego zwiększenia produkcji przemysłu maszynowego, do szybszej budowy podstaw socjalizmu w Polsce Ludowej”.

¹¹⁾ Patrz Z. Górny i K. Rutkowski — Odlewnicze brązy cynowe i cynowo-olowiowe oraz ich stopy zastępcze w budowie maszyn — art. ukaże się w nr 12/53 Prz. Mech.).

Własności żeliwa sferoidalnego i jego zastosowanie w przemyśle budowy maszyn

669.131.622.004.12

Mgr inż. JERZY PIASKOWSKI

Żeliwo sferoidalne jest nowym rodzajem żeliwa o wysokich własnościach wytrzymałościowych, które zawdzięcza szczególnie korzystnej (kulistej lub sferoidalnej) postaci grafitu. Produkcja i zastosowanie żeliwa sferoidalnego w przemyśle budowy maszyn na całym świecie wzrasta w niezwykle szybkim tempie.

W Polsce żeliwo sferoidalne jest materiałem stosunkowo mało znanym wśród konstruktorów — celem niniejszego artykułu jest zestawienie podstawowych własności tego żeliwa oraz podanie konkretnych przykładów zastosowania w przemyśle budowy maszyn. Podano: podstawowe rodzaje żeliwa sferoidalnego i jego skład chemiczny, własności wytrzymałościowe z uwzględnieniem wpływu grubości ścianek, własności zmęczeniowe, odporność na ścieranie i na działanie wysokich temperatur, zdolność tłumienia drgań, skrawalność i własności fizyczne żeliwa sferoidalnego. Wreszcie — wytyczne zastosowania żeliwa sferoidalnego w warunkach krajowych.

1. Wstęp

Grafit sferoidalny w żeliwie uzyskuje się w produkcji przemysłowej przez dodatek do ciekłego metalu magnezu czystego lub w postaci stopu (np. z niklem, miedzią, żelazokrzemem itp.) i następujące po tym modyfikowanie żelazokrzemem.

Różniamy dwa zasadnicze rodzaje żeliwa sferoidalnego:

- żeliwo o ośniewie perlitycznej (rys. 1), zawierające niekiedy także nieco ferrytu,
- żeliwo o ośniewie czysto ferrytycznej (rys. 2).

W wyjątkowych przypadkach stosuje się wysokostopowe żeliwo sferoidalne (np. austenityczne, odporne na korozję).

W projekcie normy polskiej uwzględniono dwie odmiany perlitycznego żeliwa sferoidalnego, a mianowicie:

a) Żeliwo sferoidalne klasy ZsP-45 i ZsP-55 o zawartości fosforu poniżej 0,15% P, wytapiane na surowce hematytowej i przeznaczane na odlewy, od których wymagana jest poza wysoką wytrzymałością i odpornością na ścieranie także podwyższona udarność.

b) Żeliwo sferoidalne klasy ZsP-45 f i ZsP-55 f o zawartości fosforu 0,20 ÷ 0,35% P, wytapiane ze zwykłej surowki odlewniczej i przeznaczone na odlewy, w przypadku których podwyższona udarność nie jest wymagana.

Projekt normy krajowej obejmuje ponadto żeliwo sferoidalne ferrytyczne klasy ZsF-05 i ZsF-10 przeznaczone na odlewy, od których wymagana jest szczególnie duża plastyczność (wydłużenie) i udarność. Natomiast twardość i ścieralność żeliwa o ośniewie ferrytycznej jest niższa niż żeliwa sferoidalnego o ośniewie perlitycznej.

W dalszym ciągu zestawione zostały własności różnych rodzajów żeliwa sferoidalnego częściowo na podstawie wyników badań, przeprowadzonych w kraju, częściowo na podstawie danych zagranicznych, oraz podano szereg konkretnych przykładów zastosowania żeliwa w przemyśle budowy maszyn, opierając się głównie na danych zagranicznych.

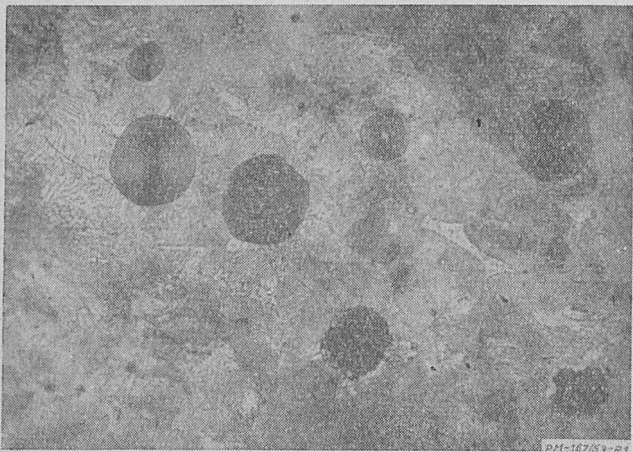
2. Skład chemiczny

Orientacyjny skład chemiczny żeliwa sferoidalnego podano w tablicy I. Zawartość węgla w żeliwie sferoidalnym w szerokim zakresie nie ma większego wpływu na własności; ze wzglę-

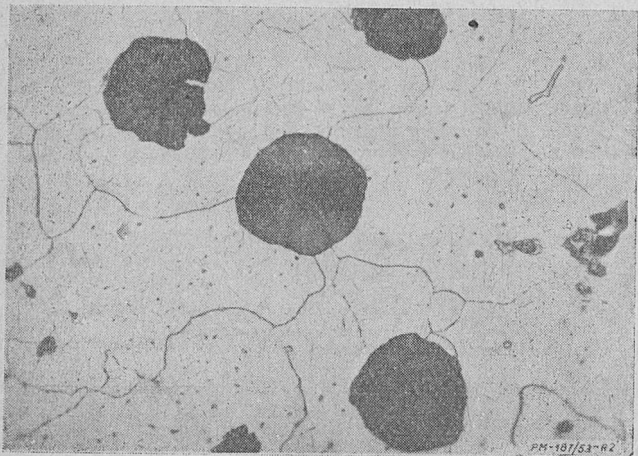
TABLICA I. Skład chemiczny żeliwa sferoidalnego

Klasa żeliwa	Skład chemiczny w %				
	C	Si	Mn	P	S
ZsP — 45	3,0 ÷ 3,8	2,5 ÷ 3,5	≤ 0,50	≤ 0,15	≤ 0,03
ZsP — 55					
ZsP — 45 f	3,0 ÷ 3,8	2,5 ÷ 3,5	0,3 ÷ 0,8	0,20 ÷ 0,35	≤ 0,03
ZsP — 55 f					
ZsF — 05	3,0 ÷ 3,8	2,5 ÷ 3,5	≤ 0,50	≤ 0,15	≤ 0,03
ZsF — 10					

du na lejsność żeliwa korzystniejsza jest wyższa zawartość węgla. Mangan, a zwłaszcza fosfor wpływają na zmniejszenie udarności i plastyczności, natomiast podwyższają twardość i, przypuszczalnie — także odporność na ścieranie. Zawartość siarki w żeliwie sferoidalnym jest bardzo niska i nie przekracza 0,03%.



Rys. 1. Struktura perlitycznego żeliwa sferoidalnego. Traw. azotol. Pow. 500X.



Rys. 2. Struktura ferrytycznego żeliwa sferoidalnego. Traw. azotol. Pow. 500X.

3. Własności wytrzymałościowe

Zasadniczą zaletą żeliwa sferoidalnego, którą żeliwo zawdzięcza szczególnie korzystnej postaci grafitu, są jego wysokie własności wytrzymałościowe. Podstawowe własności wytrzymałościowe żeliwa sferoidalnego w porównaniu z żeliwem szarym i modyfikowanym zestawione zostały w tablicy II, na podstawie prób przemysłowych (l. 1) oraz doświadczeń Instytutu Odlewnictwa (l. 2). Dane dotyczące żeliwa sferoidalnego ferrytycznego nie są jeszcze zupełne, gdyż prace nad tym rodzajem żeliwa nie zostały jeszcze u nas ukończone.

C. Galetto (l. 3) podaje, że udarność żeliwa sferoidalnego (odpowiadającego naszej klasie ZsP-55), mierzona na próbkach 10X10X50 mm bez karbu, wynosi 1,5 ÷ 3,0 kG/cm², zaś na podobnych próbkach z karbem: 0,5 ÷ 0,7 kG/cm².

Badań wytrzymałości na zginanie żeliwa sferoidalnego ferrytycznego nie przeprowadza się, gdyż pęknięcie próbki nie następuje w przypadku maksymalnego nacisku, podobnie jak i w przypadku innych metali plastycznych. Co się tyczy udarności ferrytycznego żeliwa sferoidalnego, to zgodnie z danymi zagranicznej literatury technicznej jest ona wyższa niż udar-

ność perlitycznego żeliwa sferoidalnego i wynosi ok. 8 kG/cm² dla próbek bez karbu oraz ok. 1,2 kG/cm² dla próbek z karbem.

Dalszy poważny wzrost własności wytrzymałościowych żeliwa sferoidalnego, umożliwiający zastąpienie tym żeliwem nawet szeregu odkuwek stalowych, można osiągnąć przez obróbkę cieplną. Uzyskuje się wzrost *R*, do 100 ÷ 130 kG/mm², *U* — do 5,7 kG/cm² (na próbkach bez karbu) i *H_B* — 400 ÷ 600 kG/mm² (niekiedy nawet do 55 *HRC*) oraz wzrost odporności na ścieranie

Można tu wspomnieć jeszcze o własnościach wysokostopowego niklowo-manganowego żeliwa sferoidalnego austenitycznego („NODuMAG”) o wysokiej odporności na korozję. Wykazuje ono granicę płynności 20 ÷ 27 kG/mm², wytrzymałość na rozciąganie 39 ÷ 44 kG/mm², wydłużenie 10 ÷ 20%, twardość *Brinella* 120 ÷ 170 kG/mm² (l. 4).

Jako stopowe żeliwo sferoidalne można także uważać żeliwo o podwyższonej zawartości krzemu (5 ÷ 6% Si), odznaczające się szczególnie dużą odpornością na wysokiej temperatury.

Własności wytrzymałościowe żeliwa sferoidalnego produkowanego u nas w kraju są zbliżone do własności, jakie uzyskuje się za granicą. Twardość i odporność na ścieranie żeliwa sferoidalnego krajowego nie jest niższa niż zagranicznego. Wytrzymałość na rozciąganie, zginanie i ściskanie odpowiada lub co najwyżej niewiele ustępuje wielkościom uzyskiwanym za granicą. To samo dotyczy udarności żeliwa sferoidalnego perlitycznego. Niższe wielkości wykazują jedynie wydłużenie, zwłaszcza żeliwa sferoidalnego ferrytycznego. Zresztą to ostatnie nie zostało jeszcze u nas opracowane do końca i można przypuszczać, że dalsze badania pozwolą na uzyskanie lepszych wyników.

4. Wpływ grubości ścianek odlewu na własności wytrzymałościowe żeliwa sferoidalnego

Duże znaczenie dla konstruktora ma znajomość wpływu grubości ścianek odlewu na własności wytrzymałościowe. W żeliwie szarym wpływ ten jest duży — własności wytrzymałościowe obniżają się znacznie ze wzrostem grubości ścianek.

W przypadku żeliwa sferoidalnego do grubości 50 mm wpływ tej jest niewielki — pewien spadek obserwuje się dopiero przy dużych grubościach ścianek (rys. 3 i 4).

Na podstawie dotychczasowych obserwacji w naszych warunkach można stwierdzić, że przy opanowanej produkcji wpływ grubości na własności wytrzymałościowe żeliwa sferoidalnego jest nieduży. Należy tu zaznaczyć, że ilość magnezu potrzebna do uzyskania grafitu sferoidalnego w odlawach o grubszych ściankach jest większą aniżeli dla odlawów cienkościennych.

5. Wytrzymałość na zmęczenie i wpływ karbu

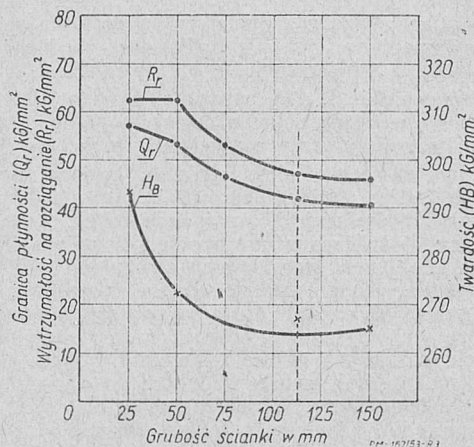
T. E. Eagan (l. 6) przeprowadził porównawcze badania nad wpływem karbu na wytrzymałość na zmęczenie w przypadku stali kutej AISI 1040 (zawierającej 0,42% C, 0,31% Si, 0,70% Mn, 0,035% P i 0,037% S) hartowanej i odpuszczanej, staliwa klasy 65 — 30 (zawierającego 0,32% C, 0,45% Si, 0,62% Mn, 0,026% P i 0,032% S) — po normalizacji, żeliwa sferoidalnego ferrytycznego, żeliwa iglastego¹⁾ niklowo-molibdenowego klasy 70 (zawierającego: 2,92% C, 1,43% Si, 1,00% Mn, 0,060% P, 2,44% Ni, 1,02% Mo) i niskostopowego żeliwa niklowo-chromowo-molibdenowego klasy 60 (zawierającego: 2,88% C, 1,38% Si, 0,98% Mn, 0,078% P, 0,064% S, 1,55% Ni, 0,37% Cr, 0,53% Mo).

1) Żeliwem iglastym nazywa się żeliwo niklowo-molibdenowe o iglastej osnowie bainitycznej.

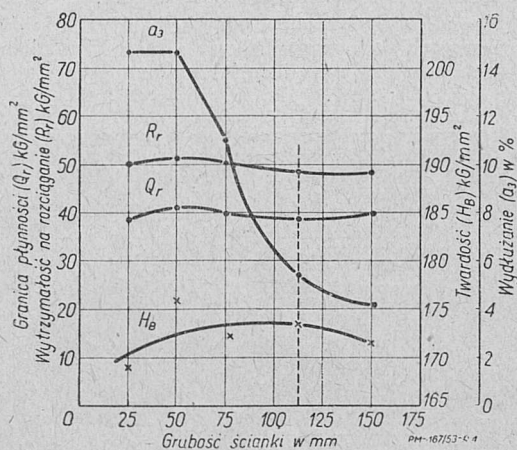
TABLICA II. Własności wytrzymałościowe różnych rodzajów żeliwa

Rodzaj żeliwa	Klasa	Wytrzymałość			A %	<i>H_B</i> kG/mm ²	<i>U</i> ²⁾ kG/mm ²
		<i>R_p</i> kG/mm ²	<i>R_g</i> kG/mm ²	<i>R_c</i> kG/mm ²			
Żeliwo szare maszynowe	ZI 22 do ZI 30	22 ÷ 30	40 ÷ 60	80 ÷ 100	0	200 ÷ 230	0,3 ÷ 0,6
Żeliwo modyfikowane	ZI M 26 do ZI M 34	26 ÷ 36	50 ÷ 70	80 ÷ 110	0	200 ÷ 250	0,7 ÷ 0,9
Żeliwo sferoidalne perlityczne	ZsP — 45	45 ÷ 55	70 ÷ 110	150 ÷ 180	2	240 ÷ 300	0,7 ÷ 1,0
	ZsP — 55	55 ÷ 70	80 ÷ 120	150 ÷ 200	2	240 ÷ 300	1,0 ÷ 2,5
	ZsP — 45 f	45 ÷ 55	70 ÷ 110	150 ÷ 180	1	240 ÷ 300	0,7 ÷ 1,0
	ZsP — 55 f	55 ÷ 70	80 ÷ 120	150 ÷ 200	1	240 ÷ 300	0,7 ÷ 1,0
Żeliwo sferoidalne ferrytyczne	ZsF — 05	45 ÷ 55	—	—	5	180 ÷ 220	—

*) na próbce 15 × 15 × 80 mm bez karbu.



Rys. 3. Wpływ grubości ścianek na własności wytrzymałościowe perlitycznego żeliwa sferoidalnego (wg T. E. Eagana i I. D. Jamesa).



Rys. 4. Wpływ grubości ścianek na własności wytrzymałościowe ferrytycznego żeliwa sferoidalnego (wg T. E. Eagana i I. D. Jamesa).

Statyczne własności wytrzymałościowe badanych materiałów zestawiono w tabelicy III, podczas gdy wyniki badań wytrzymałości na zmęczenie — w tabelicy IV.

W tabelicy IV podano także wielkość stosunku wytrzymałości na zmęczenie Zg_o z karbem i bez karbu do wytrzymałości na rozciąganie R_r , procentowy spadek wytrzymałości na zmęczenie wskutek działania karbu oraz współczynnik K (stosunek wytrzymałości na zmęczenie bez karbu do wytrzymałości na zmęczenie z karbem).

Dla żeliwa sferoidalnego perlitycznego (o wytrzymałości na rozciąganie 60,2 kG/mm²) H. Morrough i J. W. Grant (l. 7) uzyskali wytrzymałość na zmęczenie 29,3 kG/mm², zaś dla żeliwa iglastego (zawierającego 1,92% Ni i 1,18% Mo o wytrzymałości na rozciąganie 52,0 kG/mm²) — 18,3 kG/mm².

Najwyższą więc wytrzymałość na zmęczenie (bez karbu) wykazuje żeliwo sferoidalne perlityczne, a następnie: stal kuta AISI 1040, żeliwo iglaste, żeliwo sferoidalne ferrytyczne i staliwo, oraz żeliwo niskostopowe chromowo-niklowe. Przy próbach z karbem najwyższą wytrzymałość na zmęczenie wykazuje żeliwo sferoidalne ferrytyczne (o perlitycznym brak danych), a następnie staliwo, stal kuta AISI 1040, żeliwo iglaste i żeliwo niskostopowe chromo-niklowe.

Z tabelicy IV widoczne jest, że stosunek wytrzymałości na zmęczenie (bez karbu) do wytrzymałości na rozciąganie jest najwyższy dla stali kutej AISI 1040, natomiast dla staliwa i wszystkich rodzajów żeliwa jest mniej więcej jednakowy. Stosunek wytrzymałości na zmęczenie (z karbem) do wytrzymałości na rozciąganie jest najniższy dla stali i dla żeliwa niklowo-molibdenowego, zaś dla staliwa, żeliwa sferoidalnego i niskostopowego żeliwa klasy 60 jest zbliżony. Stąd widoczne jest, że najniższą wrażliwość na działanie karbu wykonuje żeliwo sferoidalne i niskostopowe żeliwo klasy 60, natomiast staliwo i żeliwo niklowo-molibdenowe klasy 70, a zwłaszcza stal kuta AISI 1040 wykazują znacznie większą wrażliwość na działanie karbu.

Szczególnie ważnym i interesującym zastosowaniem żeliwa sferoidalnego są różne wały korbowe, co zwykle wiąże się

TABLICA III. Statystyczne własności wytrzymałościowe badanych materiałów

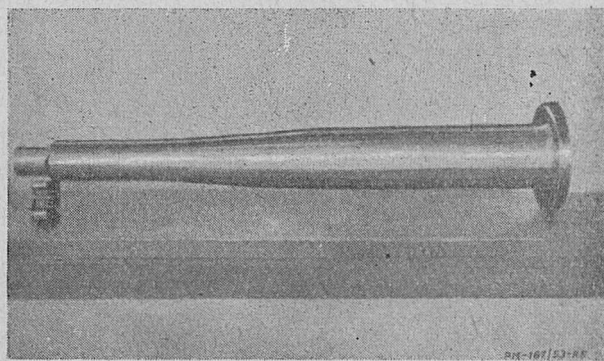
Materiał	Q_r kG/mm ²	R kG/mm ²	Wydłuże- nie A %	Przewęże- nie %	H_B kG/mm ²
Stal AISI 1040	31,4	56,3	24,5	32,7	—
Staliwo 65 — 30	30,8	49,8	18,5	—	137
Żeliwo sferoidalne (fer- rytyczne)	36,0	49,3	8,0	—	170
Żeliwo iglaste	—	51,9	—	—	—
Żeliwo niskostopowe	—	33,3	—	—	218

TABLICA IV. Wytrzymałość na zmęczenie różnych stopów żelaza

Materiał	Wytrzymałość na zmęczenie kG/mm ²		Zg_o/R_r bez karbu	Zg_o/R_r z kar- bem	Spadek wytrzy- małości na zmę- czenie %	K
	bez karbu	z kar- bem				
Stal AISI 1040	24,6	12,5	0,44	0,22	49,0	1,96
Staliwo 65 — 30	16,9	13,4	0,33	0,26	20,8	1,26
Żeliwo sferoidalne (fer- rytyczne)	16,9	13,0	0,34	0,26	18,5	1,30
Żeliwo iglaste	18,3	12,0	0,35	0,23	34,5	1,53
Żeliwo niskostopowe	11,3	9,1	0,34	0,265	18,8	1,23

z wysoką wytrzymałością na zmęczenie tego żeliwa. Zagraniczna literatura techniczna coraz częściej podaje o zastosowaniu z pomyślnym wynikiem żeliwa sferoidalnego na wały korbowe. B. S. Milman (l. 8) podaje przykład zastosowania żeliwa sferoidalnego (odpowiadającego naszym klasom ZsP-55 i ZsF-05) na wały korbowe o ciężarze 3 ton, przez co uzyskano duże oszczędności materiału. Przedtem wykonywano je jako odkuwki ze stali 30 XM, przy czym ciężar wlewka wynosił 12 ton, zaś ciężar kęsa na odkuwki — 7 ton. Żeliwo sferoidalne zastosowano na dwukorbowe wały do sprężarek (l. 9), na wały korbowe o długości 2,40 m do sześciocyndrowego benzynowego silnika o mocy 600 KM (l. 10), na wały o długości 2,70 m do generatorów turbin elektrycznych (rys. 5) oraz na wały do maszyn dla przemysłu papierniczego. Dla przykładu na rys. 6 podano fotografię wału korbowego o ciężarze ok. 1 t do silnika Diesla. Żeliwo sferoidalne zastosowano również na korbwo-
dy (l. 11).

Zastosowanie żeliwa sferoidalnego na wały korbowe pozwala nie tylko na zastąpienie stali żeliwem i odciążenie kuźni, lecz także na duże zmniejszenie ilości surowca. Ciężar wlewka na odkuwkę kilkakrotnie przewyższa ciężar samej odkuwki, zaś w przypadku odlewu, nawet uwzględniając konieczność zastosowania dużych nadlewów dla żeliwa sferoidalnego, ciężar odlewu wraz z układem wlewowym będzie mniejszy aniżeli ciężar wlewka na odkuwkę.



Rys. 5. Wał długości 2,70 m do generatora turbiny elektrycznej, wykonany z żeliwa sferoidalnego.

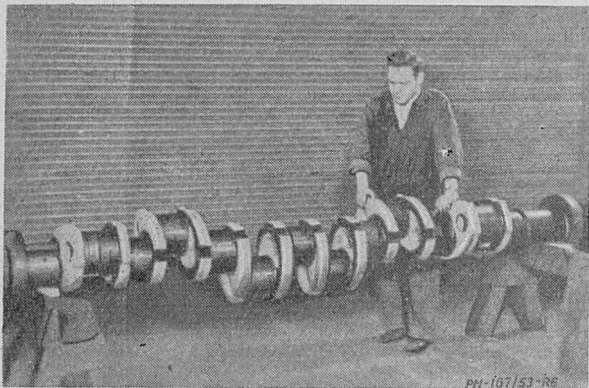
6. Odporność na ścieranie

Jedną z najważniejszych zalet żeliwa sferoidalnego jest jego bardzo wysoka odporność na ścieranie, przewyższająca znacznie odporność na ścieranie żeliwa szarego, modyfikowanego i staliwa przy jednoczesnym zachowaniu dobrej obrabialności. Szczegółowe wyniki badań przeprowadzonych przez B. S. Milmana były już publikowane w naszej literaturze technicznej (l. 12), gdzie mogą je znaleźć zainteresowani czytelnicy.

Podobne wyniki uzyskał W. Sajtiewicz (l. 13) w czasie prób przeprowadzonych w Instytucie Odlewnictwa, stwierdzając, że żeliwo sferoidalne wykazuje znacznie wyższą odporność na

ścieranie aniżeli żeliwo modyfikowane i stopowe (chromowo-niklowe i miedziowo-tytanowe).

Dzięki wysokiej odporności na ścieranie żeliwo sferoidalne znajduje coraz szersze zastosowanie na części pracujące na ścieranie (na sucho lub ze smarowaniem), zastępując odkuwki



Rys. 6. Wał korbowy o ciężarze 1 t do silnika *Diesla*, odlany z żeliwa sferoidalnego.

stalowe, staliwo lub stopy miedzi. Stosuje się w tym celu żeliwo sferoidalne perlityczne, jakkolwiek nawet żeliwo sferoidalne ferrytyczne wykazuje nie gorszą odporność na ścieranie niż perlityczne żeliwo szare. Najszerzej stosuje się żeliwo sferoidalne na koła zębate o różnych wielkościach, od bardzo małych do dużych kół o średnicy 2,5 m i ciężarze 5 t (l. 3). Na rys. 7 podano przykłady różnych kół zębatych wykonanych z żeliwa sferoidalnego.

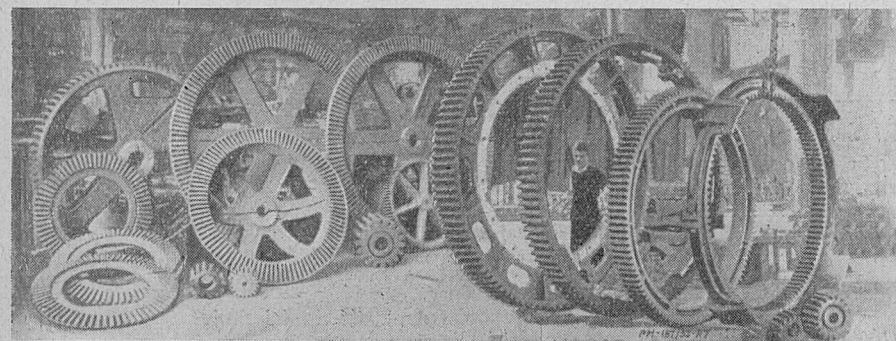
Jako przykłady zastosowania żeliwa sferoidalnego można podać duże koła wieńcowe do obrotowych młynów cementowych (moc 290 KM), do młynów przemysłu ceramicznego itp., przy czym moc niektórych urządzeń dochodzi do 500 KM. Zastosowano je także na tarczach ścierne do mielenia kawy (l. 4), rolki do traktora (l. 14), koła do suwnic pracujących na odlewach (l. 9), koła do pras hydraulicznych (l. 11).

Jak podaje A. P. Gagnebin (l. 14), zębata wykonana z żeliwa sferoidalnego po 1500 godz. pracy przy 50% przeciążenia nie wykazała zużycia zębów, podczas gdy podobna zębata ze stali kutej wykazała znaczne wytarcie zębów.

W przypadku innej przekładni, narażonej na raptowne zmiany obciążeń, gdzie części z żeliwa szarego pracowały 2 tygodnie, zaś części ze staliwa 2 ÷ 4 miesiące, to części z żeliwa sferoidalnego po 8 miesiącach pracy nie wykazały znaczącego zużycia.

Wirniki pompy wykonane z żeliwa szarego pracowały 300 godz., podczas gdy takie odlewy wykonane z żeliwa sferoidalnego pracują parę tysięcy godzin bez znaczącego zużycia.

Na rys. 8 pokazano odlewy korpusu i wirnika pompy, hartowane do $H_B = 400 \div 450 \text{ kg/mm}^2$ w celu podwyższenia odporności na ścieranie (l. 14).



Rys. 7. Koła zębate wykonane z żeliwa sferoidalnego.

Doskonałe wyniki uzyskano przez zastosowanie żeliwa sferoidalnego na lemiesz do pługów (l. 14). Lemiesz stalowe wytrzymywały pracę zaorania powierzchni 3,24 ha, lemiesz z żeliwa sferoidalnego — 10,12 ha.

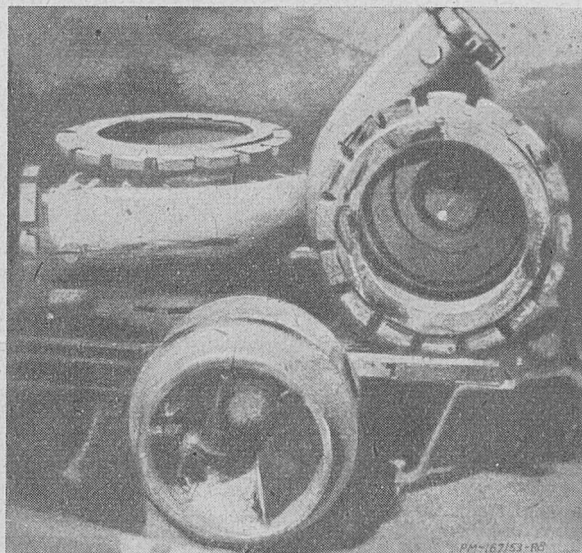
Innym przykładem zastosowania żeliwa sferoidalnego zamiast odkuwek stalowych są wałki kulakowe różnego typu, gdzie przez zastosowanie przy odlewaniu procesu *Croninga* (tzw. „proces skorupowy”) można uniknąć całkowicie obróbki wió-

rowej, uzyskując wymiary z dokładnością do kilku setnych milimetra. Nawęglanie w tym przypadku jest zbędne i przeprowadza się jedynie powierzchniowe hartowanie.

Doskonałe wyniki (l. 11) uzyskano, stosując żeliwo sferoidalne na matryce do wyciskania cegieł — matryce, sprawdzone po roku pracy, wykazały niewielkie zużycie.

Posiadamy już pewne doświadczenia krajowe na odcinku zastosowania żeliwa sferoidalnego (l. 1). Duże koło wieńcowe do karuzelówki o średnicy 2,5 m i ciężarze ok. 2 t. (największy wykonany dotychczas w kraju odlew z żeliwa sferoidalnego), w którym żeliwem sferoidalnym zastąpiono kutą stal, wytrzymało wstępne próby i zostało oddane do użytku. Podobnie pracują w przemyśle szczęki do łamaczy bazaltu (dawniej wykonywane ze staliwa manganowego) oraz szeregu mniejszych kół zębatych, w których żeliwem sferoidalnym zastąpiono odkuwki stalowe (np. koła zębate do nożyc do cięcia prętów stalowych dla budownictwa). Wirniki pomp szlamowych dla przemysłu arsenowego wykonane z żeliwa sferoidalnego wykazały trwałość $19 \div 24$ dni, podczas gdy podobne wirniki ze staliwa manganowego ($2 \div 4\%$ Mn) pracowały około $10 \div 14$ dni, zaś wirnik z żeliwa utwardzonego $6 \div 10$ dni.

Podobnie odlewy płyt rozporowych i łożysk do kruszarek płaskoszczekowych jednowahadłowych dla kamieniołomów wykazały lepszą trwałość aniżeli części wykonane ze staliwa manganowego (ok. 10% Mn).



Rys. 8. Odlewy korpusu i wirnika pompy z żeliwa sferoidalnego (hartowane do $H_B = 400 \div 450 \text{ kg/mm}^2$).

Różne łożyska, np. łożyska samotoków przy walcarkach (l. 13) wykonane z żeliwa sferoidalnego pracowały 4 do 5 razy dłużej aniżeli łożyska z brązu. Jak podają B. I. Gostjew i A. D.

Uszakow (l. 15) tulejka koła zamachowego traktorów DT-54 i STZ-NATI z żeliwa sferoidalnego perlitycznego wykazały ok. 30% mniejsze zużycie aniżeli tulejki z brązu OCS 5-5-5 (odpowiednik wg PN brąz cynowo-cynkowo-olowiowy B 555). Obecność ferrytu w ilościach $10 \div 15\%$ w żeliwie sferoidalnym nie miała ujemnego wpływu na odporność na ścieranie.

Z żeliwa sferoidalnego wykonuje się także tłoki do silników *Diesla* (np. o ciężarze 2 t) oraz pierścienie tłokowe. Badania porównawcze jakie przeprowadziła E. A. Suchodolskaja (l. 16) nad żeliwem szarym, modyfikowanym oraz niskostopowym chromo-niklowo-molibdenowym ($0,25\%$ Cr, $0,28\%$ Ni, $0,42\%$ Mn), chromowo-wolframowym ($0,26\%$ Cr, $0,80\%$ W), miedziowym ($0,60\%$ Cu) i chromo-niklowym ($0,26\%$ Cr, $0,45\%$ Ni) oraz sferoidalnym perlitycznym wykazały, że żeliwo sferoidalne wykazuje najlepszą odporność na ścieranie.

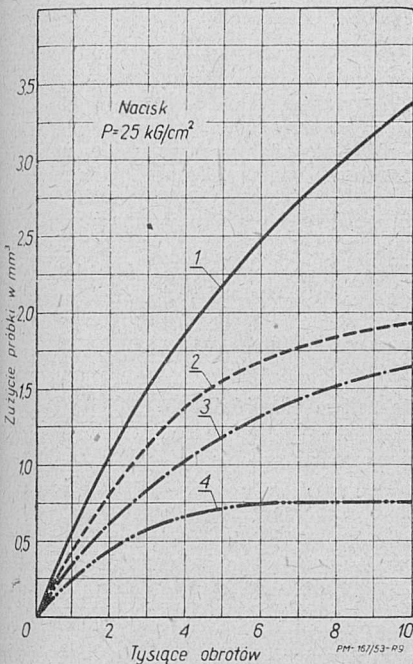
Z wykresu na rys. 9 widoczne jest, że podczas próby wykonanej na specjalnej maszynie zużycie żeliwa sferoidalnego wzrasta z czasem trwania próby jedynie do pewnej granicy (do ok. 6000 obrotów maszyny), po przekroczeniu której dalsze zużycie jest nieznaczne. Natomiast zużycie innych rodzajów

żeliwa wzrasta stale z czasem trwania próby. Te badania laboratoryjne zostały w pełni potwierdzone przez próby ruchowe w samochodach GAZZ-AA i ZIS-5. Zastosowanie żeliwa sferoidalnego dało nie tylko zmniejszenie zużycia pierścieni, lecz przede wszystkim zwiększyło wykorzystanie silników, zmniejszając ilość remontów z powodu wymiany zużytych pierścieni.

W końcu należy zaznaczyć, że powierzchnię odporność na ścieranie żeliwa sferoidalnego można jeszcze bardziej podnieść, stosując odpowiednią obróbkę cieplną (hartowanie i odpuszczanie), w wyniku której można uzyskać twardość Brinella do $500 \div 600 \text{ kg/mm}^2$ ($51 \div 58 HRC$). Stosując obróbkę cieplną żeliwa sferoidalnego, można nim zastąpić nawet koła zębate, wykonywane dotychczas ze stali stopowej obrabianej cieplnie.

7. Zdolność tłumienia drgań

Żeliwo sferoidalne posiada wprawdzie gorszą zdolność tłumienia drgań niż żeliwo szare, jednak przewyższa ono pod tym względem stal i staliwo. Ponieważ zaś zastępujemy nim właśnie te ostatnie metale, stąd zastosowanie żeliwa sferoidalnego zamiast staliwo lub odkuwek stalowych daje w rezultacie zwiększenie zdolności tłumienia drgań wykonanych części maszyn.



Rys. 9. Zależność zużycia od ilości obrotów maszyny do badania odporności na ścieranie dla: 1 — żeliwa szarego, 2 — żeliwa modyfikowanego, 3 — żeliwa niskostopowego chromowo-niklowo-molibdenowego (0,25% Cr, 0,28% Ni, 0,48% Mo), 4 — żeliwa sferoidalnego (wg E. A. Suchodolskiej).

zmęczenie. Próby przeprowadzono na specjalnie odlanych cylindrach o średnicy wewnętrznej 190,5 mm i grubości ścianek 29,8 mm. Wyniki prób podano w tablicy V.

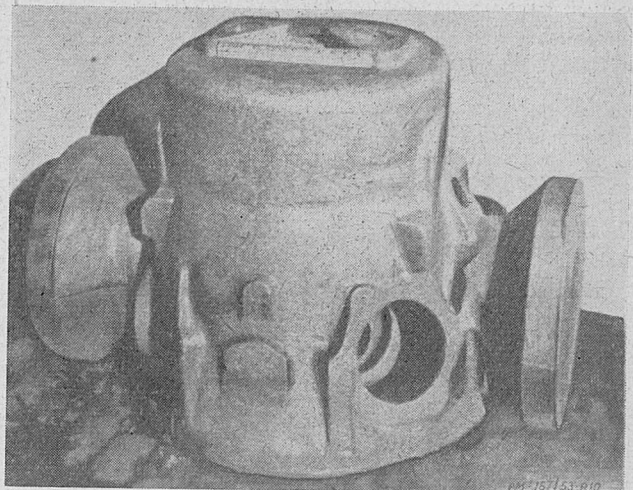
TABLICA V. Odporność na wysokie ciśnienie różnych odlewów (l. 17)

Materiał	R_r kg/mm ²	A %	Wytrzymałość na zmęczenie kg/mm ²	Ciśnienie niszczące kg/cm ²
Żeliwo szare	31,4	—	11,3	506,2
Żeliwo iglaste (Ni Mo)	50,5	—	17,2	580,0
Żeliwo sferoidalne	47,4	6,0	15,1	1037,1
Staliwo	50,8	20,5	18,3	1139,0*

*) cylinder stalowy uległ odkształceniu.

Podobne próby ciśnienia wykonano na odlawach głowicy sprężarki o ciężarze 998 kg i grubości ścianek ok. 31,7 mm (rys. 10), z żeliwa sferoidalnego ferrytycznego. Ciśnienie niszczące dla odlewu z żeliwa sferoidalnego ferrytycznego ($R_r = 51,0 \text{ kg/mm}^2$, $A = 17,0\%$) było równe $277,7 \text{ kg/cm}^2$.

Z przytoczonych danych wynika, że żeliwo sferoidalne wykazuje dużą szczerłość i odporność na wysokie ciśnienia, zbliżając się pod tym względem do staliwo. Dlatego też zagraniczna literatura techniczna wymienia żeliwo sferoidalne jako idealny materiał na części pomp, sprężarek, pras hydraulicznych itp., gdyż przewyższa ono staliwo pod względem zdolności wy-



Rys. 10. Głowica cylindra sprężarki wykonana z żeliwa sferoidalnego.

pełniania kształtów w formie (tzn. lejuści) i gładkości powierzchni, zaś żeliwo szare wykazuje w tych warunkach zbyt niską wytrzymałość. Jednocześnie skrawalność żeliwa jest lepsza niż staliwo. Tak więc żeliwo sferoidalne zastosowano na głowice, cylindry i inne części sprężarek, m.in. obrotowych (rys. 10), zwłaszcza pracujących przy ciśnieniu $70 \div 140 \text{ kg/cm}^2$.

Z tych samych przyczyn szerokie zastosowanie znajduje żeliwo sferoidalne na części do pras hydraulicznych (stoły, korpusy itd.) oraz do maszyn chłodniczych, pracujących przy wyższych ciśnieniach. Zastosowano je także na głowice do silników Diesla.

Szeroko stosuje się za granicą żeliwo sferoidalne zamiast staliwo na części armatury przemysłowej (zasuw, łączniki, przewody itp.) pracującej pod ciśnieniem do 140 kg/cm^2 . Możliwość spawania ułatwia zagadnienie łączenia ze sobą poszczególnych elementów.

Żeliwo sferoidalne ferrytyczne zastosowano także na części armatury okrętowej, rury itp. (l. 9).

Dzięki dużej szczerłości żeliwa sferoidalnego zmniejsza się jednocześnie ilość braków, np. przy pewnych odlawach z brązu ilość braków z powodu nieszczelności wynosiła $10 \div 20\%$, zaś przy zastosowaniu żeliwa sferoidalnego spadła do 2% . W przypadku innych odlewów z brązu, przy których ilość braków wynosiła $20 \div 50\%$, przy zastosowaniu żeliwa sferoidalnego ilość braków zmniejszyła się do 5% (l. 14).

W przemyśle krajowym wykonano szereg odlewów próbnych skośnych zasuw z żeliwa sferoidalnego (l. 1). Wytrzymały one próbne ciśnienie 35 atm. (stosowane przy staliwie) i pracują od szeregu miesięcy u użytkownika nie wykazując wad. Wykonano także odlew wirnika o ciężarze ok. 600 kg do prasy — wytrzymał on próbne ciśnienie 300 atm. (większych ciśnien nie stosowano z powodu braku odpowiedniego urządzenia).

9. Skrawalność

Ogólnie można powiedzieć, że perlityczne żeliwo sferoidalne skrawa się mniej więcej tak, jak wysokojakościowe żeliwo szare (np. modyfikowane), a lepiej niż staliwo. Znacznie lepszą skrawalnością odznacza się natomiast żeliwo sferoidalne ferrytyczne.

TABLICA VI. Skrawalność różnych rodzajów żeliwa (stan surowy) (l. 14)

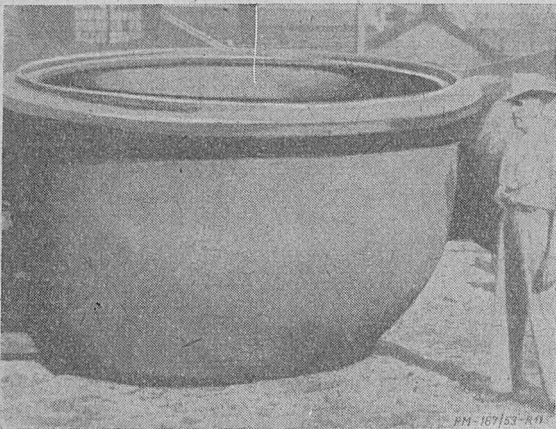
Materiał	R_r kg/mm ²	A %	H_B kg/mm ²	$v_{60}^{1)}$ m/min
Żeliwo szare	24,6	—	195	1,62
Żeliwo szare	31,6	—	225	1,42
Żeliwo iglaste (Ni, Mo)	41,9	—	263	0,81
Żeliwo sferoidalne	68,4	2	265	1,07
Żeliwo sferoidalne	65,4	4	215	1,60
Żeliwo sferoidalne	59,6	17,5	207	1,88

1) v_{60} — godzinowa szybkość skrawania. Warunki skrawania: posuw 0,25 mm/obr, głębokość skrawania 2,5 mm, skrawanie na sucho.

Porównanie skrawalności różnych stopów żelaza w stanie surowym podano w tablicy VI, zaś w stanie wyżarzonym —

w tablicy VII (posuw 0,25 mm/obr, głębokość skrawania 2,5 mm, skrawanie na sucho), przy czym przez v_{60} oznaczono szybkość godzinową skrawania.

Ogólnie można powiedzieć, że zastosowanie żeliwa sferoidalnego zwłaszcza ferrytycznego zamiast staliwa pozwala na zmniejszenie kosztów obróbki wiórowej.



Rys. 11. Kadzie, dla przemysłu chemicznego wykonane z żeliwa sferoidalnego.

10. Odporność na korozję

Żeliwo sferoidalne, zwłaszcza ferrytyczne, wykazuje lepszą odporność na korozję aniżeli żeliwo szare i modyfikowane. Można przypuszczać, że płatki grafitu w tych ostatnich rodzajach żeliwa ułatwiają przenikanie ośrodka korodującego przez osnowę metalu.

TABLICA VII. Skrawalność różnych rodzajów żeliwa (stan wyżarzony) (l. 14)

Materiał	R_r kG/mm ²	A %	H_B kG/mm ²	v_{60}^1 m/min.
Żeliwo szare	11,0	—	100	4,87
Staliwo (klasa B)	47,8	22	149	2,40
Żeliwo sferoidalne	54,2	20	193	3,05
Żeliwo sfroidalne	49,2	22	170	4,90

¹⁾ v_{60} — godzinowa szybkość skrawania. Warunki skrawania: posuw 0,25 mm/obr., głębokość skrawania 2,5 mm, skrawanie na sucho.

Potwierdzają to badania A. P. Everesta (l. 18), których wyniki publikowane już były w naszej literaturze technicznej (l. 19), gdzie mogą je znaleźć zainteresowani czytelnicy.

Na podstawie tych prób można stwierdzić, że:

a) w ośrodku alkalicznym lub prawie obojętnym oraz w wodzie morskiej odporność na korozję żeliwa sferoidalnego jest podobna do odporności na korozję żeliwa szarego,

b) w ośrodku słabo lub umiarkowanie kwaśnym żeliwo sferoidalne, a szczególnie ferrytyczne, odznacza się lepszą odpornością na korozję aniżeli żeliwo szare.

Żeliwo sferoidalne zastosowano na lane odśrodkowo rury o $\varnothing$ 100 mm do kanalizacji podziemnej, pracujące przy podwyższonym ciśnieniu, przy którym żeliwo szare okazało się materiałem zbyt słabym. Rury te były spawane i od kilku lat pracują, nie wykazując wad.

Na zakończenie należy wspomnieć, że odmiany żeliwa kwasoodpornego, np. Niresist (p. wyżej: żeliwo NOduMAG) mogą być wykonane jako wysokostopowe żeliwo sferoidalne. Występuje w nich grafit w postaci sferoidalnej, dzięki czemu uzyskuje się dwukrotny wzrost własności wytrzymałościowych przy niezmińszonej odporności na działania ośrodków chemicznych. Podwyższone własności wytrzymałościowe żeliwa z grafitem sferoidalnym pozwalają znacznie zmniejszyć grubość ścianek, osiągając znaczne oszczędności na deficytowych składnikach stopowych.

11. Odporność na wysokie temperatury

Jakkolwiek żeliwo sferoidalne nie należy do stopów żaroodpornych, tym niemniej wykazuje podwyższoną odporność na działania wysokich temperatur — mniej ulega utlenianiu (zwłaszcza gdy zawiera podwyższoną ilość krzemu w granicach $4 \div 5\%$ Si) i rośnieć niż żeliwo szare.

B. S. Milman (l. 8) przeprowadził badania żeliwa sferoidalnego i żeliwa szarego chromowego (0,7% Cr) w temperaturach 700, 800 i 900°C. Żeliwo sferoidalne wykazało znacznie lepszą odporność na rośnięcie i utlenianie w tych temperaturach.

Części do maszyny Greenewalta do prażenia wykonane z żeliwa szarego trzeba było wymieniać co 6 tygodni — trwałość takich części wykonanych z żeliwa sferoidalnego wynosiła ponad 1 rok. Podobnie kadzie dla przemysłu chemicznego (rys. 11) wykonane z żeliwa szarego wytrzymywały 150 cykli, podczas gdy wykonane z żeliwa sferoidalnego — 300 cykli (l. 14). Jako dalszy przykład zastosowania żeliwa sferoidalnego w przemyśle chemicznym na części pracujące przy podwyższonej temperaturze można podać kadzie do produkcji sody kaustycznej.

Części armatury piecowej z żeliwa sferoidalnego pracują $4 \div 5$ razy dłużej aniżeli z żelaza szarego. Żeliwo sferoidalne zastosowano na armaturę pieców płomiennych, na garnki do wyżarzania, części palników olejowych lub gazowych (rys. 12). Wreszcie C. Longaretti i M. Noris (l. 20) podają o zastosowaniu żeliwa sferoidalnego na wlewnice do odlewania wlewków stalowych.

12. Własności fizyczne

Współczynnik rozszerzalności liniowej żeliwa sferoidalnego jest nieco wyższy aniżeli żeliwa szarego i w zakresie temperatur $25 \div 100^\circ\text{C}$ wynosi średnio $11,1 \div 11,8 \times 10^{-6}$ (l. 15).

Pod względem własności elektrycznych i magnetycznych żeliwo sferoidalne niewiele różni się od innych rodzajów żeliwa niestopowego o podobnej strukturze osnowy. Wyniki badań własności magnetycznych żeliwa sferoidalnego, wykonanych przez A. P. Everesta (l. 18) zainteresowani czytelnicy mogą znaleźć w krajowej literaturze technicznej (l. 29).

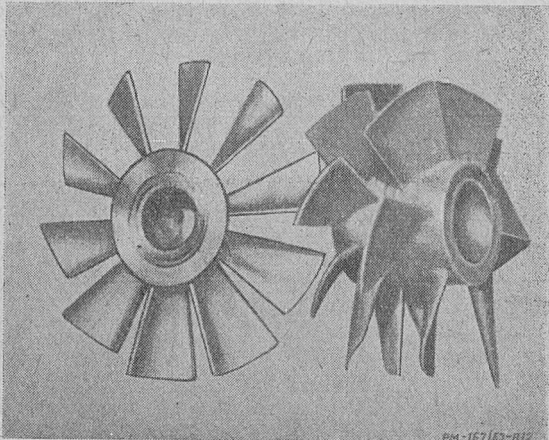
Jako ciekawy przykład zastosowania żeliwa sferoidalnego można podać części o ciężarze $40 \div 200$ kG do przerywaczy prądu o mocy 150 kW i natężeniu 600 A (prąd przerywania 9600 A). Części te, pracujące w oleju uwodorowanym, znajdują się w użyciu nie wykazując wad.

13. Spawanie żeliwa sferoidalnego

Zawdzięczając niskiej zawartości fosforu, a zwłaszcza siarki, żeliwo sferoidalne daje się spawać elektrycznie lub lepiej palnikiem acetylenowym. Własności spawu — obrabialność i wytrzymałość — decydują o wyborze materiału elektrod.

Stosując elektrody ze stopów niklu lub ze stali, wytrzymałość spawu pozostaje bez zmian, następuje jednak duży wzrost twardości utrudniający w znacznym stopniu ewentualną obróbkę wiórową. Następuje bowiem lokalne roztopienie żeliwa sferoidalnego, przy czym grafit podczas krzepnięcia przechodzi w związek z żelazem, tworząc twardy cementyt.

Aby uniknąć utwardzania, próbowano stosować elektrody żeliwne (o podwyższonej zawartości krzemu), jednak w spawie wydzielal się wtedy grafit płatkowy (jak w zwykłym żeliwie), obniżając znacznie wytrzymałość. Aby tego uniknąć, R. V. Riley i J. Dodd (l. 21) zastosowali elektrody ze specjalnego żeliwa sferoidalnego, zawierającego pewien nadmiar ceru, który pod-



Rys. 12. Wyrnik palnika gazowego (butan) wykonany z żeliwa sferoidalnego.

czas krzepnięcia spawu powodował krystalizację grafitu w postaci sferoidalnej. W naszych warunkach do tego celu można by zastosować elektrody z żeliwa sferoidalnego zawierającego nadmiar magnezu, które powinny działać podobnie.

W praktyce przemysłowej stosowano spawanie żeliwa sferoidalnego w przypadku rur i części armatury przemysłowej, łącząc części z żeliwa sferoidalnego z częściami stalowymi lub z żeliwa sferoidalnego przy użyciu elektrod ze stopów niklowych („Nirod 55“). Ponieważ miejsce spawu nie było obrabiane, stąd zagadnienie utwardzenia spawu nie powodowało trudności. Próby ciśnienia na częściach spawanych wykazały wystarczającą wytrzymałość i szczelność spawu.

14. Powlekanie żeliwa sferoidalnego powłokami metalicznymi

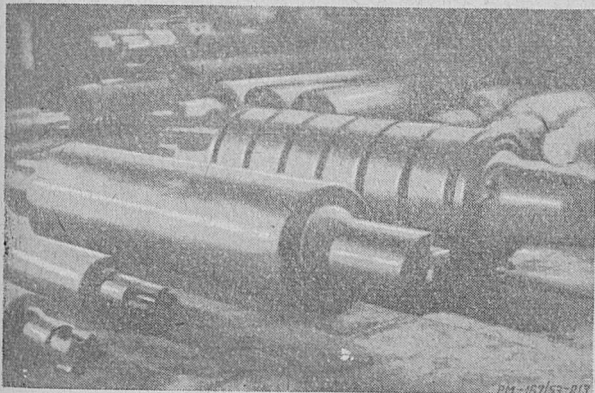
Obecność płatków grafitu na powierzchni żeliwa szarego powoduje pewne trudności przy powlekanii powłokami metalicznymi. Natomiast w przypadku żeliwa sferoidalnego sama powierzchnia metalu jest wolna od grafitu. Dzięki temu żeliwo sferoidalne daje lepsze wyniki przy powlekanii aniżeli żeliwo szare.

Dotychczas zastosowano już w przemyśle cynkowanie i cynowanie odlewów z żeliwa sferoidalnego (l. 22). Prace nad tym zagadnieniem są obecnie w toku, jednak wyników tych prób dotychczas nie opublikowano. Przed galwanizowaniem żeliwa sferoidalnego J. V. Bairiot i J. Bertheliet (l. 23) zalecają wytrawienie żeliwa w mieszaninie 78% chlorku cynku i 22% chlorku sodu.

15. Inne przykłady zastosowania żeliwa sferoidalnego

Oprócz opisanych przykładów zastosowania żeliwa sferoidalnego w związku z określonymi jego zaletami za granicą wykonuje się szereg różnych odlewów z tego żeliwa.

Tak więc coraz szerzej stosuje się żeliwo sferoidalne na różne walce, m. in. utwardzone (l. 24) o ciężarze do 20 t (rys. 13). Zastosowano je także (rys. 14) na duże odlewy do turbin, m. in. na pierścienie o ciężarze $3\frac{1}{2}$ t (z żeliwa sferoidalnego ferrytycznego o wydłużeniu $10 \div 12\%$). Dobre wyniki uzyskano, zastępując staliwo żeliwem sferoidalnym na odlewy skrzynek formierskich do odlewni zmechanizowanej, w której stosuje się mechaniczne wybijanie odlewów.



Rys. 13. Walce z żeliwa sferoidalnego.

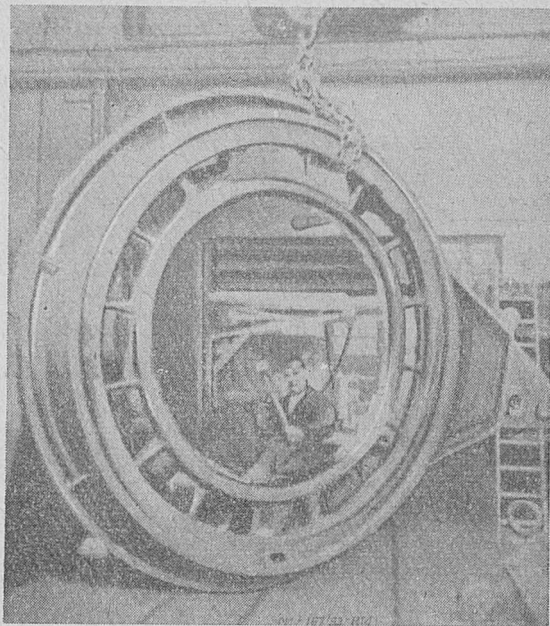
Ponadto żeliwo sferoidalne stosuje się na wiele mniejszych odlewów, jak np. sprzęgła (rys. 15), różne części samochodowe jak: szczęki hamulcowe i bębny do kół, kółka pokrętne, obsady narzynek, nożyce (rys. 16), zastępując staliwo lub odkuwki ze stali (l. 14).

Szerokie możliwości zastosowania jeszcze dotąd nie wykorzystane, ma żeliwo sferoidalne dzięki swej plastyczności. Pozytywne wyniki dały próby walcowania blach (l. 25). Dzięki możliwości kucia na gorąco można by z żeliwa sferoidalnego odlewać surowe odkuwki, a następnie odkuwać je na gotowe części. W ten sposób można by nie tylko zastąpić nim deficytową stal, ale także uzyskać duże oszczędności materiału, gdyż „surowa odkuwka” z żeliwa sferoidalnego byłaby znacznie mniejsza niż wlewek stalowy używany na odkuwkę. Stwierdzono przy tym, że przez odkuwanie uzyskuje się duży wzrost wytrzymałości żeliwa sferoidalnego.

16. Wnioski

Z przytoczonych przykładów zastosowania żeliwa sferoidalnego w przemyśle budowy maszyn widoczne jest, jak duże znaczenie ma ten nowy rodzaj żeliwa dla przemysłu. Szczególnie duże znaczenie ma żeliwo sferoidalne dla naszych warunków przemysłowych, gdyż może zastąpić szereg deficytowych metali, jak staliwo, odkuwki stalowe i stopy miedzi. Przez zasto-

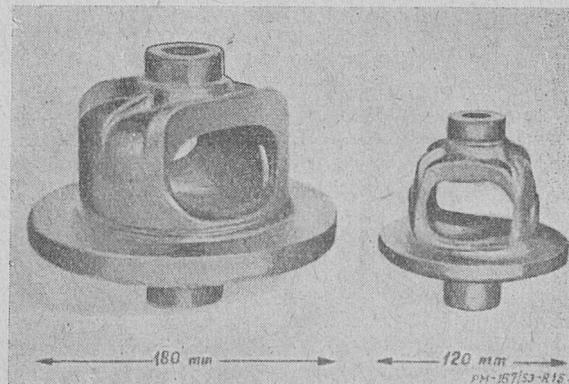
sowanie żeliwa sferoidalnego można uzyskać: obniżenie kosztów obróbki wiórowej (np. w stosunku do staliwa), obniżenie ilości braków (przy odlewach, od których wymagana jest duża szczelność), przedłużenie trwałości szybko zużywających się części oraz zmniejszenie ilości remontów, i wreszcie wyeliminowanie pewnej ilości importowanych składników stopowych, jak nikiel, chrom, molibden.



Rys. 14. Odlew koła do regulatora turbiny wodnej wykonany z żeliwa sferoidalnego.

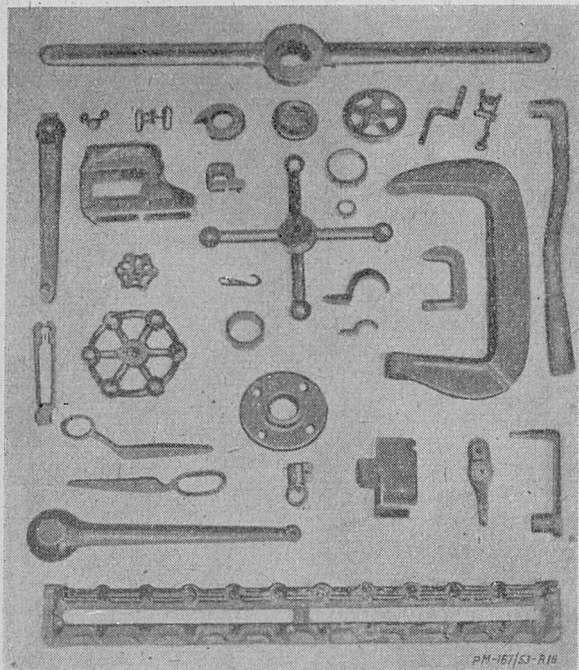
Wytyczne zastosowania żeliwa sferoidalnego w naszym przemyśle przedstawiałyby się następująco:

a) Żeliwo sferoidalne perlityczne należy wprowadzić w szerokim zakresie na wszystkie części pracujące na ścieranie, zastępując tym żeliwem stal, odkuwki stalowe i stopy miedzi, a w pewnych przypadkach nawet staliwo manganowe. Korzyści ekonomiczne da nawet zastosowanie żeliwa sferoidalnego zamiast żeliwa szarego lub modyfikowanego, a mianowicie w ciężkich warunkach pracy, w których trwałość części z żeliwa szarego jest krótka i wymaga częstych remontów. Można tu wymienić koła zębate, różnych typów ślimaki, ślimacznice, wałki kulakowe itp. Na części nie poddane zbyt silnym uderzeniom można stosować żeliwo klasy ZsP 45 f lub ZsP 55 f, natomiast na części, od których wymagana jest podwyższona udatność, zaleca się stosowanie żeliwa klasy ZsP 45 lub ZsP 55. W pewnych przypadkach można stosować obróbkę cieplną pozwalającą na dalszy wzrost odporności na ścieranie.



Rys. 15. Odlewy przegubów sprzęgła z żeliwa sferoidalnego.

b) Żeliwem sferoidalnym można zastąpić staliwo na odcinku dużych odlewów korpusów, jak np. części pras hydraulicznych, sprężarek. Na części większe i mniejsze, nie wymagające wysokiej odporności na uderzenie, można stosować żeliwo perlityczne klasy ZsP 45 f lub ZsP 55 f. Na części o podwyższonej odporności na uderzenia zaleca się żeliwo perlityczne klasy



Rys. 16. Różne drobne odlewy z żeliwa sferoidalnego.

ZsP 45 lub ZsP 55, natomiast na części, od których wymagana jest szczególnie duża odporność na uderzenia — żeliwo sferoidalne ferrytyczne.

c) Należy rozszerzyć zakres zastosowania żeliwa sferoidalnego na armaturę przemysłową zamiast staliwa, stosując żeliwo perlityczne lub — w przypadku wymaganej udatności — żeliwo ferrytyczne zgodnie z podanymi uwagami.

d) Po przeprowadzeniu prób należy wprowadzić żeliwo sferoidalne (obrabiane cieplnie) zamiast drobnych odłuków ze stali, jak różne wałki kulakowe, dźwigniki itp.

e) Należy wprowadzić żeliwo sferoidalne perlityczne lub ferrytyczne (ZsF 05) na niektóre łożyska, zastępując nim stopy miedzi.

LITERATURA

1. A. Jankowski, Górczyński J., Pachowski M., Bargiel A., Kocur F. — Przegląd Odlewnictwa, 1952 r., Nr 12, str. 388.
2. Piaskowski J. — Prace Instytutu Odlewnictwa — 1952 r., Nr 4, str. 19.
3. Galetto C. — Fonderia Italiana, 1952 r., Nr 3, str. 58.
4. Braidwood W. W. — Fonderia Italiana, 1952 r., Nr 4, str. 154.
5. Eagan T. E. i James I. D. — Iron Age 1949, t. 164, Nr 23, str. 75.
6. Eagan T. E. — American Foundrymen 1950, t. 18, Nr 5, str. 22.
7. Morrough H. i Grant J. W. — Foundry Trade Journ., 1948, Nr 1663, str. 51.
8. Milman B. S. — Litiejnoje Proizwodstwo, 1951, Nr 2, str. 6.
9. Braidwood W. W. — Foundry Trade Journ., 1952, nr 1856, str. 323.
10. Galetto C. — Fonderia Italiana, 1952, Nr 4, str. 161.
11. Canti F. i Galetto C. — Memoires du Congres International de Fonderie, Bruxelles 1951, referat nr 44, str. 385.
12. Piaskowski J. — Przegląd Odlewnictwa, 1951, nr 10, str. 277.
13. Sajkiewicz W. — Praca Instytutu Odlewnictwa, nieopublikowana.
14. Gagnebin A. P. — Memoires du Congres International de Fonderie, Bruxelles 1951, referat nr 22, str. 173.
15. Gostjew B. I. i Uszakow A. D. — Litiejnoje Proizwodstwo, 1951, nr 4, str. 16.
16. Suchodolskaja E. A. — Litiejnoje Proizwodstwo, 1953, nr 2, str. 21.
17. Eagan T. E. i James I. D. — Iron Age, 1949, t. 164, nr 24, str. 77.
18. Everest A. P. Foundry Trade Journ., 1950, nr 1768, str. 57.
19. Piaskowski J. — Prace Głównego Instytutu Odlewnictwa, 1951, nr 2, str. 73.
20. Longretti C. i Noris M. — Fonderia Italiana, 1952, nr 1, str. 3.
21. Riley R. V. i Dodd J. — Foundry Trade Journ., 1952, nr 1889, str. 555.
22. Foundry Trade Journ., 1952, nr 1873, str. 107.
23. Bariot J. V. i Bertheliet J. — Memoires du Congres International de Fonderie, Bruxelles 1951, referat nr 22, str. 249.
24. Körös B. — Öntöde, 1953, nr 4, str. 73.
25. Piwowarsky E. i Wittmoser — „Gewaltiges Gusseisen“, Essen, 1949.

Komunikat

Polska Akademia Nauk przy współudziale Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego i Naczelnej Organizacji Technicznej (SIMP) organizuje w dniach 25—29 listopada 1953 roku w Warszawie Konferencję pt. „Oszczędność Tworzyw w Budowie Maszyn i Urządzeń”.

Zadaniem Konferencji jest przedyskutowanie sposobów obliczania wytrzymałości maszyn i urządzeń, wprowadzenia do ich konstrukcji nowych tworzyw, oraz wpływu nowoczesnych metod technologicznych na oszczędność materiałów, a to w celu osiągnięcia efektywnych oszczędności gospodarczych.

Udział w Konferencji wezmą pracownicy nauki oraz konstruktorzy i technolodzy z biur konstrukcyjnych reprezentujących specjalności w zakresie:

Maszyn i urządzeń energetycznych,

Srodków produkcji budowy maszyn,

Maszyn przeróbki mechanicznej,

Komunikacji powietrznej i lądowej,

Budowy okrętów,

Aparatury przemysłowej.

Prace Konferencji odbywać się będą na plenum i w 6 sekcjach wyżej wymienionych specjalności.

Porządek obrad Konferencji jest następujący:

25 listopada — godz. 18-ta

Otwarcie Konferencji i inauguracyjny referat ob. Ministra E. Szyra.

26 listopada — godz. 10÷13 i 16÷21

Referat: „Współczynnik bezpieczeństwa w budowie maszyn i urządzeń” — prof. dr Wacław Moszyński.

Referat: „Istota współczynników bezpieczeństwa w obliczeniach wytrzymałościowych konstrukcji maszynowych” — prof. dr Jarosław Naleszkiewicz.

Referat: „Wytrzymałość elementów maszyn a oszczędność łączna” — prof. dr Jan Oderfeld.

Dyskusja.

27 listopada — godz. 10÷13 i 16÷21

Referat „Nowe metale oszczędnościowe w konstrukcji maszyn” — prof. dr Aleksander Krupkowski, prof. mgr inż. F. Olszak i mgr inż. S. Przeglasiński.

Referat: „Zastosowanie nowych materiałów w konstrukcjach maszynowych” — mgr inż. Jerzy Lutostawski

Dyskusja.

28 listopada — godz. 10÷13 i 16÷21

Referat: „Wpływ nowoczesnych metod technologicznych na oszczędności materiałowe” — prof. inż. Witold Biernawski.

Referat: „Oszczędność materiału w konstrukcjach mechanicznych jako wynik doboru odpowiednich metod technologicznych bezwiotrowych” — prof. inż. Michał Skarbiński.

Dyskusja.

29 listopada — godz. 9÷13

Obrady w 6 sekcjach.

Referaty, dyskusja i wnioski.

godz. 16÷21

Obrady na plenum.

Dyskusja nad wnioskami i zamknięcie Konferencji.

Zebrania plenarne odbywać się będą w sali „Kopułowej” PKPG, Warszawa, pl. Trzech Krzyży.

Materiały deficytowe a praca konstruktora przyrządów

669/3/7:339:681.12

Mgr inż. JERZY FELSZ

(UWAGI I PRZYKŁADY)

W artykule omówiono własności niektórych materiałów zastępczych jak: bakelitu, ebonitu, poliwinylu, celulozu, impregnotekstu oraz materiałów ceramicznych. Podano wytyczne i przykłady możliwości stosowania tych materiałów zastępczych w dziedzinie przyrządów mierniczych przepływu i ciśnienia, szczególnie przyrządów gazowych i wodnych.

1. Wstęp

Kwestia materiałów zastępczych w dziedzinie przyrządów mierniczych i precyzyjnych odznacza się dużą różnorodnością zagadnień. Może bardziej niż w ogólnych konstrukcjach mechanicznych nie można opierać się tu na szablonach i podawać recepty generalne. Pewne reguły ogólne, jakie dotychczasowa praktyka czy dociekania teoretyczne pozwoliły stworzyć, są tak ogólnikowe, posiadają tyle różnego rodzaju wyjątków, że wciąż w tej kwestii główną rolę grają: wiedza ogólna, docieklivość i inwencja konstruktora.

Na taką różnorodność zagadnień w technice przyrządów wpływa przede wszystkim różnorodność samych przyrządów, warunków ich pracy i metod wytwarzania. Gazomierz, wodomierz, manometr, gazowy piecyk kąpielowy, czy waga pierścieniowa pracują w różnych warunkach i wykonywane są odmiennymi metodami wytwórczymi. Nawet w obrębie tego samego typu przyrządów różni się sposobem wytwarzania: gazomierze mieszkaniowe, których zapotrzebowanie roczne wynosi kilkadziesiąt tysięcy sztuk, wytwarzane są w sposób w wysokim stopniu zmechanizowany, podczas gdy niektóre wielkości gazomierzy dla przemysłu wykonywane są w seriach rocznych wynoszących poniżej 10 sztuk.

Zarówno odmienne warunki pracy jak i odmienne metody wytwórcze wymagają odmiennego traktowania kwestii materiałów zastępczych, których stosowanie często wydaje się nieopłacalne z uwagi na niewielkie jednostkowe zużycie materiału. Tym niemniej, ze względu na bardzo znaczne globalne zapotrzebowanie materiałów przez przemysł precyzyjny, nie można lekceważyć w tym względzie najmniejszej, gospodarczo uzasadnionej pozycji.

II. Uwagi o materiałach zastępczych stosowanych w konstrukcjach przyrządów

Klasyczny dobór materiałów w przyrządach mierniczych polegał dotychczas na niesłychanie hojnym szafowaniu metalami kolorowymi i ich stopami, a przede wszystkim miedzią, cyną, niklem, aluminium, mosiądzem, brązem i stopami Zn-Al. Metale te stosowane były przede wszystkim ze względu na:

- a) łatwą obrabialność oraz związane z tym łatwe uzyskiwanie wysokich dokładności wykonywanych z nich części,
- b) wysoką antykorozyjność,
- c) łatwość uzyskiwania z nich dokładnych lub bardzo dokładnych odlewów,
- d) estetyczny wygląd.

W zależności od podanych wyżej względów lub ich kombinacji, jako materiały zastępcze metali kolorowych w technice przyrządów mierniczych zostały z powodzeniem zastosowane: bakelit w różnego rodzaju mieszkankach, ebonit, poliwinyle, celulozoid, materiały ceramiczne, stal nierdzewna, żeliwo oraz stal z różnymi powłokami ochronnymi.

1. Bakelit

Bakelit wprowadzony został w szerokim zakresie w konstrukcjach przyrządów mierniczych i technice precyzyjnej w postaci wyprasek. Zastosowanie jego może i powinno być jeszcze bardziej zwiększone. Wynika to z wielu doskonałych jego właściwości, z których wymienić należy przede wszystkim: taniostwo gotowych części, łatwość otrzymywania gotowych wyprasek i ich stosunkowo wysoka dokładność oraz gładka powierzchnia, wysoka antykorozyjność i odporność na szereg czynników chemicznych, dobra dielektryczność, duża wytrzymałość na naprężenia ściskające, nie najmniejsza na naprężenia rozciągające. Do wad bakelitu należy natomiast zaliczyć: niską wytrzymałość na naprężenia ścinające, słabą odporność na uderzenia oraz złą obrabialność.

Przez techników znana jest na ogół tylko najpospolitsza mieszaneczka bakelitowa, z mączką drzewną jako napelniaczem. Natomiast mieszaneczki specjalne, o innych napelniaczach, mało

są znane, a przez to zbyt mało stosowane, pomimo, że w szeregu przypadków mogą stanowić już nie materiał zastępczy, a materiał właściwszy dla danej części. Tak np. wykonywane dla wodomierzy skrzydełkowych kierownice strumienia właściwiej byłoby wykonać z mieszaneczki bakelitowej o napelniaczu mineralnym, zamiast z niklu, mosiądzu lub ebonitu. Części te, w postaci wyprasek, byłyby zarówno całkowicie antykorozyjne jak i o wiele tańsze.

Bakelit lany i następnie obrabiany nie znalazł dotychczas większego zastosowania w technologii przyrządów mierniczych.

W dalszym ciągu podane są zalecenia dotyczące stosowania mieszanek bakelitowych do wyprasek części przyrządów precyzyjnych i mierniczych.

a) Wypraski bakelitowe z mieszaneczki z mączką drzewną jako napelniaczem należy stosować na części, które nie podlegają działaniu cieczy i par, bądź też na części, których pęcznienie nie jest szkodliwe dla działania przyrządu.

Pęcznienie czyli zwiększanie się objętości wyprasek z tej mieszaneczki na skutek wsiąkania wody lub kondensatu pary, wynosi przeciętnie około 0,8% ich wymiarów liniowych w przypadku stałego przebywania w wodzie. Wartość graniczną pęcznienia wypraski osiągają w zasadzie w ciągu roku, przy czym największe zwiększanie się ich wymiarów następuje w ciągu pierwszych trzech miesięcy przebywania w wodzie. Wypraski bakelitowe z mieszaneczki z mączką drzewną są najtańsze i najłatwiej się prasują. Wypraski te nie zaleca się stosować do temperatur stałych powyżej 70°C.

Przykłady zastosowania: bardzo wiele części w przyrządach elektrycznych i aparatach radiowych (nie stykają się ani z wodą ani z parą); skrzydełka wodomierzy skrzydełkowych, których zwiększenie się wymiarów jest w pewnym stopniu korzystne, odbywa się bowiem jednocześnie ze zwiększaniem się tarcia mechanizmu na skutek zużycia i częściowo je kompensuje oprawki szeregu przyrządów mających mało styczności z wilgocią jak ciążomierze, monometry, kompaszy itp.

b) Wypraski bakelitowe z mieszaneczki z włókna mianowicie białego wosku stosuje się na części podlegające działaniu cieczy i par, tam gdzie konieczne jest zachowanie pierwotnych wymiarów części dla właściwego działania przyrządu, oraz na części narażone na działanie wyższych temperatur. Pęcznienie ich nie przekracza 0,2% ich wymiarów liniowych, wytrzymałość na temperaturę stałą do 120°C.

Przykłady zastosowania: kierownice strumienia wodomierzy skrzydełkowych, skrzydełka wodomierzy do gorącej wody.

c) Wypraski bakelitowe z mieszaneczki z mączką kamienia szlachetnego i grafitową jako napelniaczem, stosuje się w przypadkach podanych w punkcie b, o ile powinny one poza tym posiadać mały współczynnik tarcia i małą ścieralność. Jest to mieszaneczka o właściwościach łożyskowych. Pęcznienie i wytrzymałość na temperaturę ma zbliżone do wyprasek z mieszaneczki o napelniaczu azbestowym.

Przykłady zastosowania: lustra i suwaki gazomierzy, komory wodomierzy puszkowych, płyty łożyskowe przekładni.

d) Wypraski bakelitowe z mieszaneczki o napelniaczu w postaci skrawków tekstylnych stosuje się na części, narażone na uderzenia lub naprężenia zginające i ścinające. Wypraski z tej mieszaneczki prasują się na ogół trudno, szczególnie niedokładnie wychodzą wymiary małe i części drobne. Również powierzchnia ich jest zwykle niegładka, guzowata. Pęcznienie wynosi około 1% ich wymiarów liniowych.

Przykłady zastosowania: pokrywki narażone na uderzenia.

e) Wypraski z mieszaneczki o zdobnych, jak np. z tzw. sztucznych żywic oraz wypraski z mieszanek moczniowych (znane pod nazwą handlową polopasu); do części działaniowych stosuje się w przyrządach wyjątkowo.

2. E b o n i t

Materiał ten o właściwościach antykorozyjnych i dielektrycznych prawie równie dobrych jak i bakelit, przewyższa go pod względem wytrzymałości (na ścinanie i rozciąganie), jak również pod względem obrabialności, którą można uważać za dobrą. W Polsce dotychczas stosowano materiał wyjściowy w postaci płyt i prętów, z których części otrzymywano głównie piece obróbkę wiórową. Za granicą szeroko rozpowszechnione są również wypraski ebonitowe, wykonywane przez zakłady specjalne, u nas jeszcze mało rozpowszechnione. Koszty form takich wyprasek są o wiele wyższe niż bakelitowych i technologia o wiele trudniejsza (wulkanizacja odbywa się w formie).

Ebonit z powodzeniem zastępuje szereg metali kolorowych i stali nierdzewnych w takich częściach jak kółka zębate, bębni przesuujące, osie itp. Posiada on dobre własności łożyskowe, toteż stosuje się go w wielu mechanizmach drobnych jako łożyska osi kół zębatach, werników. W niektórych przypadkach, przy mniejszych obciążeniach, można nim zastąpić końcówki z drogiego kamienia, jak np. agaty w wodomierzach. Za granicą komory i puszki wodomierzy puszkowych wykonywane są z wyprasek ebonitowych.

Poważną wadą ebonitu jest zależność jego jakości od dokładności technologii, przeprowadzonej przez fabrykę surowcową. Jakość tę trudno jest często ustalić w fabryce i trzeba się zadowolić gwarancją wytwórci ebonitu, przy czym często zdarzają się omyłki, które wychodzą na jaw dopiero w późniejszej pracy przyrządu. Brak jest odpowiednich norm materiałowych, które by ściśle precyzowały techniczne właściwości poszczególnych gatunków.

Przykłady zastosowania: łożyska skrzydełek wodomierzowych, łożyska mechanizmów przekładni wodomierzy, zakończenia osi podstawowych wodomierzy skrzydełkowych, bębni przesuujące liczydeł bębnowych, zębni maszyn do liczenia, skrzydełka wodomierzy śrubowych, ręczki narzędzi elektrycznych itp.

3. P o l i w i n y l e

Poliwinyle, znane są technikom raczej pod nazwami handlowymi jak trolitur, igelit, polistyrol, vinidur, itp. Są to materiały w zasadzie doskonale nadające się do wyrobu drobnych, precyzyjnych części, otrzymywanych w postaci gotowej przy pomocy odlewów wtryskowych. Już sama metoda wytwarzania wskazuje, że części wykonywane z poliwinylów opłacają się dopiero przy bardzo znacznych seriach, bowiem wykonanie form dla odlewów wtryskowych jest rzeczą bardzo kosztowną.

Materiały te są na ogół bardzo odporne na szereg czynników chemicznych — natomiast nie nadają się do wyższych temperatur — miękną zwykle w okolicy 70°C. Materiały te są o wiele droższe od ebonitu, a przede wszystkim od bakelitu.

Przykłady zastosowania: bębni cyfrowe liczydeł liczników elektrycznych, gazomierzy, szybkościomierzy i podobnych przyrządów, bębni przesuujące w tychże liczydłach, zębni zegarów, przekładni wodomierzowych, dowolne części fasonowe produkcji masowej w tychże przyrządach.

Przykład niewłaściwego zastosowania — skrzydełka wodomierzowe, będące przedmiotem o zbyt wielkich wymiarach, nie wymagającym precyzji — daleko tańszym dla wyrobu ich jest zwykły bakelit o napelniazu z mączki drzewnej.

4. P o l i a m i d

Wysokie własności wytrzymałościowe steelonu są powszechnie znane. Obecnie zakłady włókien sztucznych, wykorzystując odpadki steelonu, drogą jego utwardzenia uzyskują materiał — poliamid — o charakterze zbliżonym do poliwinylów, dający się przerabiać w podobny sposób (a więc najdogodniej w postaci odlewów wtryskowych), jak również dobrze obrabialny wiórowo. Posiada on przy tym znacznie wyższe własności wytrzymałościowe od poliwinylu, przewyższając pod tym względem wszystkie dotychczas znane materiały niemetaliczne, co kwalifikuje go do wyrobu części wysokoobciążonych.

Szczegółowsze cechy poliamidu dotąd nie zostały opublikowane, co uniemożliwia zastosowanie go przez konstruktorów w odpowiedzialnych elementach przyrządowych. Trudno też dziś określić, jak szerokie znajduje on zastosowanie, tym niemniej po przeprowadzeniu odpowiednich prób, które ściślej określą warunki, w jakich materiał ten z powodzeniem może pracować, rokuje on wielkie nadzieje ze względu na to, że a) jest produktem krajowym, b) posiada najwyższe ze wszystkich materiałów niemetalicznych własności wytrzymałościowe, c) w postaci odlewów wtryskowych nadawać się będzie do produkcji części ma-

sowych, a dzięki dobrej obrabialności wiórowej do produkcji części małoseryjnych a nawet jednostkowych, d) ponieważ surowcem wyjściowym do jego wyrobu jest materiał odpadowy, cena jego powinna się kalkulować nisko.

5. C e l u l o i d

Celuloid jest najtańszym z materiałów zastępczych niemetalowych, stosowanych w technice przyrządów mierniczych. Posiada całkiem niezłe właściwości wytrzymałościowe, zarówno na rozciąganie jak i na ścinanie, przewyższa pod tym względem bakelit, a ustępuje mu tylko wytrzymałością na ściskanie.

Celuloid daje się doskonale obrabiać, przy niezbyt jednak wielkich szybkościach posuwu (obawa zapalenia się), zaś wielką jego zaletą jest łatwość spajania (klejenia) acetonem. Dzięki temu nadaje się on szczególnie dobrze do wyrobu części małoseryjnych i jednostkowych. Dużymi natomiast wadami tego materiału jest jego łatwa zapalność, wrażliwość na temperaturę (może być stosowany do 35°C), stosunkowo duże pęcznienie w wodzie (około 1%).

Przykłady zastosowania: skrzydełka wodomierzy śrubowych, tarcze liczydeł gazomierzowych.

Przykład niewłaściwego zastosowania: bębni liczydeł gazomierzy i wodomierzy, wykonywane przez okres kilkuletni, całkowicie nie zdały egzaminu, na skutek pęcznienia, bowiem pomimo stosunkowo dużych luzów, dawały ogromną ilość zacięć.

6. I m p r e g n o t e k s t y (gumitekst, igelitekst, bakelitekst).

Jest to materiał w formie płyt, składający się z warstw płótna impregnowanego, sklejonego także środkiem impregnującym pod wysokim ciśnieniem. Jako środek impregnujący stosuje się gumę, bakelit lub poliwinyle. Materiał ten jest przeznaczony na koła zębate. Posiada dużą wytrzymałość na naprężenia ścinające i uderzenia, jak również dobre własności dielektryczne. Przekładnie z takich kół są lekkie i pracują doskonale (cicho, ścieralność mniejsza niż metalowych). Obrabialność dość dobra. Poważną ich wadą w odniesieniu do szeregu przyrządów mierniczych jest dość duże pęcznienie, sięgające 1,5%.

Przykłady zastosowania: koła zębate szybkościomierzy.

7. M a t e r i a l y c e r a m i c z n e

Materiały ceramiczne są jeszcze stosunkowo mało rozpowszechnione w dziedzinie przyrządów pomiarowych, pomimo ich taniości, doskonałych własności antykorozyjnych i estetycznego wyglądu. Tłumaczy się to przede wszystkim trudnościami w uzyskiwaniu dokładnych wymiarów, aczkolwiek szereg nowych metod technologicznych oraz szereg nowych mieszanek daje możliwości coraz lepszego opanowania tego zagadnienia. Poza porcelaną techniczną duże osiągnięcia (za granicą) uzyskano przy stosowaniu różnego rodzaju mieszanek steatytowych.

Szerokie zastosowanie materiałów ceramicznych w elektrotechnice, jest ogólnie znane.

Przykłady zastosowania: bębni cyfrowe liczydeł wodomierzowych, suwaki gazomierzy, palniczki „wiecznego płomienia” w grzejnikach gazowych.

8. S t a l e n i e r d z e w n e

Właściwości i zastosowanie stali nierdzewnych jest tak szeroko znane, że omówienie ich w niniejszym artykule wydaje się zbędne. Poza tym stal nierdzewną, a zwłaszcza kwasoodporną, należy zaliczyć do materiałów deficytowych.

9. Z e l i w o

Wiele elementów mierników, dotychczas odlewanych z mosiądzu, z powodzeniem można zastąpić żeliwem drobnziarnistym (np. modyfikowanym). Gorszą odporność na korozję żelwa w stosunku do mosiądzu można częściowo zniwelować przez fosfatazację gotowych elementów.

Przykłady zastosowania: króćce i nakrętki dwuzłazek, detale armatur, grzybki zaworów automatycznych wodomierzy sprężonych.

10. S t a l

W wielu przypadkach stosowanie metali kolorowych w szeregu części przyrządów mierniczych nie jest dyktowane względami racjonalnymi, a raczej względami łatwej obrabialności (szczególnie bez mosiądzu). W tych przypadkach części te można zastąpić bez wahania częściami stalowymi, względnie bowiem na łatwą obrabialność przestał być zasadniczym wobec coraz lepszego wyposażenia i postępu technicznego w naszych zakładach.

Głównym powodem szerokiego stosowania metali kolorowych są względy antykorozyjności. Dzięki postępowi w dziedzinie powłok antykorozyjnych¹⁾ i to zagadnienie daje się w wielu przypadkach rozwiązać przez zastosowanie stali odpowiednio zabezpieczonej.

III. Przykłady prac konstrukcyjnych nad zmniejszeniem ilości materiałów deficytowych

Wymienione najważniejsze materiały zastępcze w wielu przypadkach nie dają się zastosować do wykonywania odpowiednich części przyrządów bez odpowiednich prac konstrukcyjnych. Bowiemy nie wystarczy wpisać na rysunku w rubryce „materiał” nowe tworzywo zastępcze. Zmiany konstrukcyjne muszą sięgać dużo dalej, uwzględniając zarówno odmienne własności wytrzymałościowe nowego materiału jak i częstokroć jego odmienną technologię.

Zmniejszenie materiałów deficytowych w przyrządach można uzyskać nie tylko przez zastosowanie materiałów zastępczych, lecz również i przez zmianę konstrukcji samych przyrządów. Czasami oba te sposoby idą w parze: dzięki zmianie konstrukcji przyrządu można dopiero zastosować do jego wyrobu materiał zastępczy. Przykład taki mieliśmy w konstrukcji polskiego gazomierza „bezcynowego”²⁾.

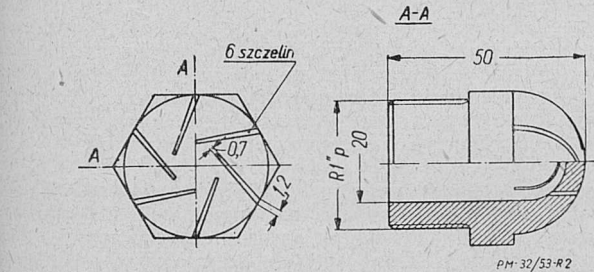
Wreszcie należy sobie uświadomić, że szereg materiałów dotychczas uważanych za zastępcze, stają się z kolei wobec coraz większego ich zapotrzebowania, trudne do uzyskania, a więc stają się z kolei w pewnym stopniu materiałami deficytowymi. Zadaniem konstruktora więc jest szukanie rozwiązań takich, które by dawały dostatecznie dobre wyniki przy użyciu materiałów najprostszych, najłatwiejszych do uzyskania.

Poniżej podajemy kilka przykładów pracy konstruktora nad powyższymi zagadnieniami.

1. Znajomość własności i technologii materiałów zastępczych

Aby trafnie stosować materiały zastępcze, konstruktor musi dokładnie znać ich własność i technologię. Teza ta pozornie nie wzbudza wątpliwości — jednakże zwykle jest zaniedbywana, jeżeli chodzi o materiały niemetaliczne. Na uczelniach naszych słuchacze na ogół są dokładnie zaznajomieni z własnościami i technologią metali, natomiast materiały niemetaliczne, wśród których tak często korzystnie można dobrać materiały zastępcze, dla wię-

kości naszych konstruktorów stanowią *terra incognita*. To też wielokrotnie, nawet z materiałem tak rozpowszechnionym jak bakelit, konstruktorzy nie potrafili dać sobie rady. Części bakelitowe projektuje się o kształtach kopiujących odpowiednie części dotychczas wykonywane z metalu, nie bacząc na to, że materiał ten różni się wybitnie zarówno pod względem wytrzymałościowym jak i technologii wykonania. Często przy zmianie kształtu części wykonanej z bakelitu można uzyskać efekty nawet korzystniejsze niż w przypadku części metalowej dotychczas stosowanej.



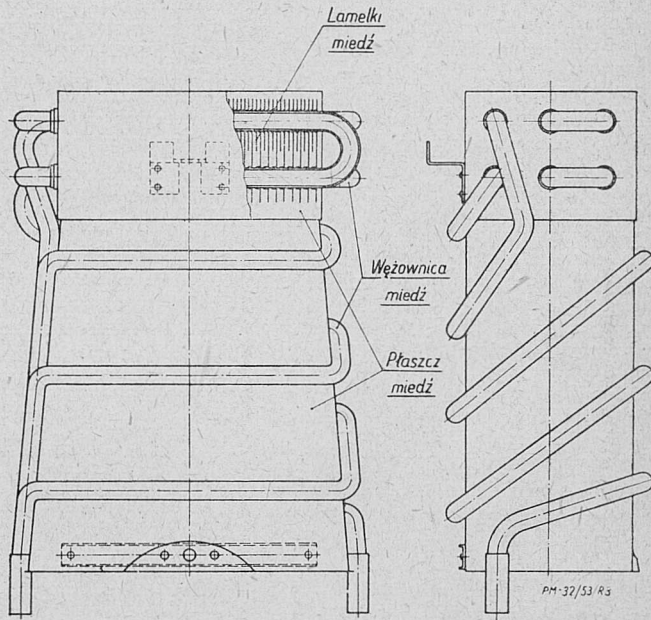
Rys. 2

Oto prosty przykład, ilustrujący tę tezę. W filtrach angielskich woda oczyszczona rozpryskiwana jest szeregiem wodo-

trysków na powierzchnię filtrów. Każdy z takich wodotrysków składa się z rury i z nasadki filtra, która ma za zadanie rozpylić wodę, i możliwie równomiernie w postaci deszczu rozprowadzić ją po powierzchni, przy czym jednocześnie rozpuszcza ona w sobie tlen z powietrza. Woda, wypływająca cienkimi strumieniami przez nasadki działa na nie silnie korodująco. Rury doprowadzające wykonywano jako żelazne cynkowane, natomiast na nasadki stosowano wyłącznie brąz, uważając mosiądz za zbyt mało korozyjnie odporny. Kształt i wymiary nasadki brązowej podano na rys. 1.

Zastosowanie materiału zastępczego pierwotnie rozwiązano w sposób wadliwy, a to na skutek tego, że konstruktor zarówno nie znalazł dostatecznie dobre właściwości materiału zastępczego jak i jego technologii. Jako materiał zastępczy wybrano trafnie bakelit, lecz zastosowano niewłaściwą mieszankę (bakelit o napełniaczu z mączki drzewnej). Nasadkę bakelitową wykonano dokładnie tego samego kształtu i tych samych wymiarów, co nasadkę brązową. Jaki był efekt takiego rozwiązania?

Wyprasowanie kształtu zasadniczego nie przedstawiało trudności, jednakże aby wyprasować wielką ilość otworów bocznych, trzeba było wykonać bardzo trudną, skomplikowaną i kosztowną tłocznę. Zdecydowano się wobec tego na wiercenie otworów bocznych. Obróbka wiórowa wyprasek bakelitowych jest bardzo niewdzięcznym zadaniem, wiercenie tych otworów okazało się znacznie droższe, niż wiercenie ich w brązie, tak, że pomimo zastosowania tańszego surowca, otrzymane w ten sposób nasadki wypadły droższe. Mało tego, okazały się one wysoce wadliwe w użyciu. Po pierwsze na skutek tego, że bakelit nie posiada dużej wytrzymałości na ścinanie,



Rys. 3

przy mocniejszym dokręcaniu kluczem duży procent z nich pękał na gwincie. Poza tym, ponieważ mieszanka bakelitowa o napełniaczu z mączki drzewnej pęcznieje w wodzie, odkręcenie nasadki w celu oczyszczenia filtra okazało się niemożliwością.

Na rys. 2 pokazano właściwe rozwiązanie nasadek bakelitowych. Zastosowano w nich gwint większego wymiaru znoszącego znacznie większy nacisk wywołany kluczem. Mieszankę zastosowano o napełniaczu z mączki azbestowej, dzięki czemu wyeliminowano szkodliwe zjawisko pęcznienia w wodzie. Najważniejszą jednakże zmianą było zastąpienie otworków wierconych szczelinami położonymi na powierzchni półkuli górnej, skośnie do kierunku promienia. Szczeliny te bez trudności dawały się wyprasować w jednej operacji z kształtem zasadniczym przy niskim koszcie tłocznym. Ze szczelin tych woda wytryskiwała w postaci skośno położonych wachlarzy, dzięki czemu uzyskano równomierniejsze zraszanie powierzchni filtra, niż to miało miejsce przy nasadkach metalowych.

Zastosowanie materiału zastępczego przy racjonalnym rozwiązaniu dało produkt lepszy i trwalszy w użyciu, o wiele tańszy w produkcji, eliminujący poza tym wysoce deficytowy materiał — brąz. Jednakże efekt ten mógł osiągnąć konstruktor

¹⁾ Patrz art. autora: „Uwagi o metodach zabezpieczenia elementów mierników przed korozją”. Przegl. Mech. 11/52 str. 466-470.
²⁾ Patrz art. autora: „Konstrukcja polskiego gazomierza „bezcynowego”, Przegląd Mechaniczny, 11/52 str. 445-448.

doskonale obeznany z technologią i własnościami materiału zastępczego, nie mówiąc o koniecznej inwencji potrzebnej dla zmiany zasady działania elementu.

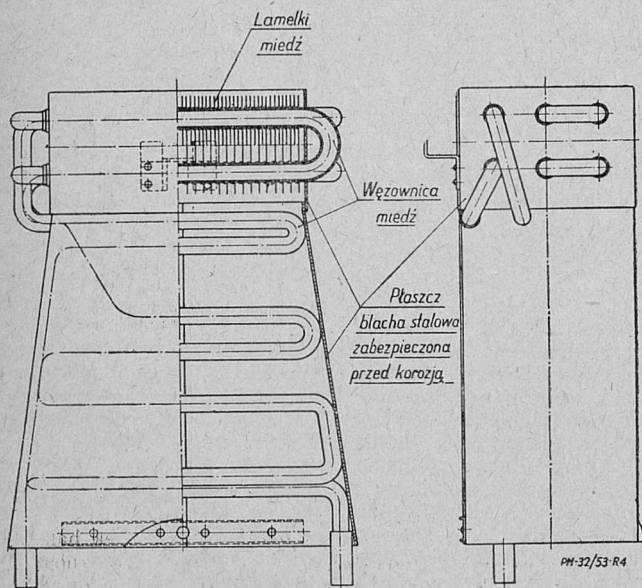
2. Rewizja pojęć ustalonych

Nie zawsze można zastąpić deficytowy materiał niedeficytowym. W tych przypadkach praca konstruktora może częstokroć wydatnie zmniejszyć jego zużycie. Aby to uzyskać, trzeba niejednokrotnie zmieniać niektóre konstrukcyjne zasady, rewidować dotychczasowe kanony, dotrzeć do istoty zagadnienia. Weźmy taki przykład:

Klasyczna nagrzewnica gazowych piecyków kąpielowych pokazana jest na rys. 3. Zasada jej działania polega na tym, że woda przepływa rurką, skręconą wokół płaszcza paleniska (wężownica) po jego zewnętrznej stronie, następnie w górnej części kilka skrętów poziomych nagrzewnicy przechodzi przez szereg gęsto ustawionych płytek, zwanych lamelkami. Gorące spaliny gazu z palnika, umieszczonego u dołu nagrzewnicy, ogrzewają w pierwszym rzędzie płaszczy, następnie górną część nagrzewnicy — część rurek wodnych i lamelki. Dzięki przewodnictwu ciepła nagrzany płaszczy i lamelki nagrzewają wodę w wężownicy. Cała nagrzewnica: wężownica, płaszczy i lamelki wykonywane były z miedzi.

Stosowanie innych materiałów wydawało się wykluczone ze względu na ich gorsze przewodnictwo ciepła (a więc zmniejszanie się sprawności piecyka) i gorsze własności antykorozyjne — nagrzewnica bowiem podlega bardzo silnemu korodującemu działaniu wody, spalin gazu, wielkiej ilości pary wodnej, oraz temperatury. Zastąpienie miedzi aluminium posiadającym dość dobre przewodnictwo cieplne, ze względu na zarysowującą się deficytowość i tego materiału również nie mogło być brane pod uwagę, pomijając już poważne obawy wytwarzania napięć elektrochemicznych w stosunku do żelaznych części piecyka i przewodów, a co za tym idzie obawę korozji.

Nie mogąc zastąpić miedzi w całości nagrzewnicy innym materiałem, należało zastanowić się, czy nie można by go przynajmniej zastąpić w jej częściach. Zwrócono uwagę na płaszczy. Gdyby, zamiast umieszczać wężownicę na zewnątrz płaszcza umieścić ją wewnątrz, wysoka przewodność cieplna płaszcza stałaby się zbędna. W literaturze niemieckiej podano powody, dla których wężownice umieszcza się na zewnątrz płaszcza. Chodzi o to, że gaz posiada duży procent wodoru, czyli spaliny jego posiadają duży procent pary wodnej. Ta ostatnia, o ile styka się bezpośrednio z bardzo zimnymi ściankami wężownicy, skrapla się i spada w postaci kropli wzdłuż płaszcza na zewnątrz piecyka. Mówi się, że piecyk „płacze”. Robi to wrażenie nieszczelności piecyka.



Rys. 4

Prywatny producent obawia się takiego zarzutu choćby najbardziej niesłusznego — może to bowiem obniżyć cenę wyrobu. Lecz w dobie dzisiejszej użytkownik nie może sobie pozwalać na nieuzasadnione grymasy. Wyeliminowanie ponad 40% miedzi z zespołu nagrzewnicy było sprawą zbyt pociągającą, by nie warto było rozpatrzyć ją od gruntu i sprawdzić doświadczenie.

Próby przeprowadzono w sposób następujący: jako bazę porównawczą wzięto nagrzewnicę typu klasycznego produkcji zagranicznej. Zaprojektowano nagrzewnicę z wężownicą wewnątrz płaszcza (rys. 4), sam płaszczy wykonano z blachy żelaznej, wszystko pokryte ołowiem (płaszcz i wężownica miedziane produkcji zagranicznej też pokrywane są ołowiem). Następnie przy zastosowaniu tego samego paleniska przeprowadzono próby sprawności piecyka oraz obserwowano zjawisko „płakania” obu nagrzewnic.

Rezultaty próby okazały się nadzwyczaj pomyślne. Przede wszystkim dzięki przerzuceniu wężownicy do wnętrza paleniska, pomimo żelaznego płaszcza, sprawność piecyka wzrosła w stosunku do piecyka zagranicznego i to o wartość około 10%. Daje to konsumentowi, a tym samym gospodarce narodowej poważne oszczędności na gazie. Co do zjawiska „płakania” stwierdzono, że piecyk zagraniczny pomimo wężownicy na zewnątrz płaszcza również „płacze”. W zależności od temperatury spalin, kropelka wody zbierała się i opadała przeciętnie co 1 minutę. Piecyk z nagrzewnicą nowej konstrukcji rzeczywiście „płakał” mocniej. Kropelka opadała przeciętnie do 1/3 minuty — jednakże charakterystyczne było to, że ci obserwatorzy, którzy o zjawisku tym nie byli uprzedzeni w ogóle nie zwracali na to uwagi. Zwiększone „płakanie” nagrzewnicy z wężownicą wewnątrz okazało się zjawiskiem tak mało znaczącym, że początkowe projekty ukształtowania dołu płaszcza dla kierunkowego odprowadzenia wody kondensacyjnej uznano za zbędne — piecyki bowiem instaluje się z reguły nad wannami i około 60 kropli wody, które wydostaną się z piecyka podczas przygotowania kąpeli i tak do niej wpadną.

Dążąc do zmniejszenia zużycia materiałów deficytowych, konstruktor powinien zdać sobie dokładnie sprawę z istotnej wagi dotychczasowych reguł i nie cofać się przed sprawdzeniem doświadczalnym. W wielu przypadkach przyjmowane uprzednio założenia mogą być wywołane względami w dobie dzisiejszej nieistotnymi, a one właśnie powodują nadmierne zużycia cennych materiałów.

3. Pokrycia antykorozyjne

Rozwój techniki pokryć antykorozyjnych dał potrzebny środek do ręki konstruktorom w ich dążności do eliminowania deficytowych materiałów. Technika pokryć antykorozyjnych rozwija się i udoskonala, otwierając coraz szersze możliwości w oszczędzaniu, dotychczas zdawało się koniecznych, materiałów deficytowych.

Weźmy tak rozpowszechnione przyrządy, jak manometry. Osłony ich wykonywano dotychczas z blachy mosiężnej ponieważ instaluje się je częstokroć w miejscach, gdzie mogą być narażone na korozję atmosferyczną. W dążeniu do eliminowania deficytowego mosiądzu, tendencją konstruktorów było zastąpić mosiądz — utartą drogą — bakelitem. Nie było to rozwiązanie najszybsze — bakelit wobec jego coraz większego zastosowania staje się materiałem, choć nie deficytowym, lecz nazwijmy to, zbyt poszukiwanym. Następnie bakelit jest mało odporny na uderzenia, a zadaniem osłony jest właśnie ochronić wnętrze przyrządu od wpływów zewnętrznych.

W dobie tanich a skutecznych pokryć antykorozyjnych nie stoi na przeszkodzie wykonywać osłony manometrów po prostu tłoczone z blachy stalowej, zabezpieczonej np. przez powłokę fosforanową i lakier wypalany. Otrzyma się w ten sposób osłony tanie i mocne, a jednocześnie dostatecznie odporne na korozję, przy czym w stosunku do dotychczasowych osłon mosiężnych, częstokroć lanych, nie gorsze pod względem estetycznym.

Dokładne opanowanie rodzajów pokryć antykorozyjnych, umiejętność ich właściwego zastosowania jest dziś obowiązkiem każdego konstruktora przyrządów, dają mu bowiem wielkie możliwości nie tylko eliminowania materiałów deficytowych, lecz również przy umiejętnym stosowaniu zwiększenie trwałości przyrządów a tym samym przysporzenie gospodarce narodowej znacznych, długotrwałych oszczędności materiałowych.

* * *

W krótkim artykule trudno umieścić ilości przykładów, które by choć częściowo zilustrowały całość zagadnienia materiałowego w technice przyrządowej, tak bardzo rozbudowanej i o tak wielu, wymagających ścisłej specjalności, gałęziach. Niniejsze reguły i przykłady zaczerpnięte są głównie z gałęzi techniki, najlepiej autorowi znanych przyrządów mierniczych przepływów i ciśnienia, jak również przyrządów precyzyjnych mechanicznych, szczególnie zaś przyrządów gazowych i wodnych.

Natomiast wielkie osiągnięcia w tej dziedzinie w konstrukcjach elektrycznych i radiotechnicznych zostały świadomie pominięte, stanowią one bowiem dziedzinę poniekąd odrębną, co do której autor uważa siebie za zbyt mało kompetentnego.

Łożyska ślizgowe o wymiarach łożysk tocznych

621.822.5-181.4

Mgr inż. ADAM STAUFFER

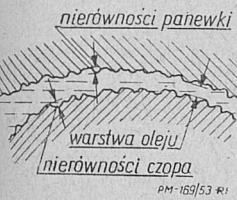
Artykuł omawia zastosowanie i produkcję łożysk ślizgowych posiadających zewnętrzne wymiary łożysk tocznych, które dzięki specjalnej konstrukcji zabezpieczają pracę w warunkach tarcia pełnopłynnego. W treści omówiono dawniejsze konstrukcje firmy Nomy, która po przejęciu przez SKF zaniechała produkcji oraz nowe rozwiązania konstrukcyjne autora artykułu, które częściowo zostały wykonane i wypróbowane w kraju, pozwalając na zastąpienie trudnych do uzyskania łożysk tocznych i wyeliminowanie materiałów deficytowych.

Jednym z głównych elementów składowych różnych maszyn i urządzeń mechanicznych są łożyska. Biorąc pod uwagę zjawiska zachodzące w łożyskach rozróżniamy zasadniczo dwa rodzaje łożysk, a mianowicie łożyska ślizgowe, w których występuje ślizganie się, a więc przesuwanie się powierzchni czopa po powierzchni panewki, oraz łożyska toczne, w których czop, względnie odpowiedni pierścień osadzony na czopie toczy się na kulkach względnie na wałkach po powierzchni panewki.

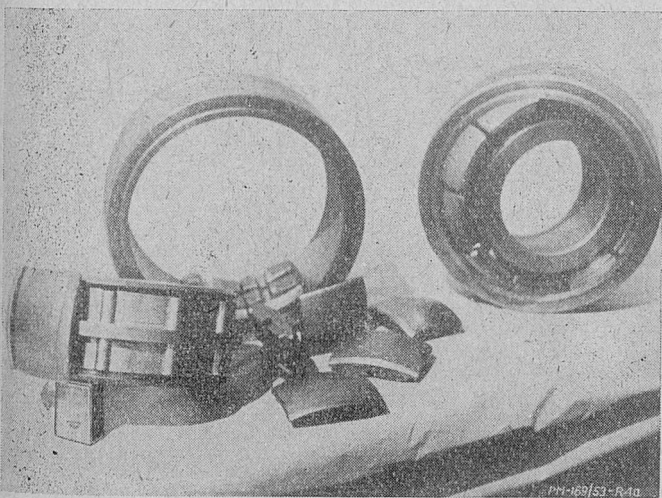
Zasada działania łożyska tocznego jest zatem zupełnie inna niż łożyska ślizgowego, a właściwie mówiąc nie można tych dwóch zjawisk porównywać. Co innego jest łożysko ślizgowe a zupełnie co innego łożysko toczne, aczkolwiek tak jedno, jak i drugie spełnią w maszynie to samo zadanie.

Konstruktorzy maszyn korzystają bardzo chętnie z łożysk tocznych, ponieważ łożyska te są znormalizowane i tworzą zwarty element konstrukcyjny, który jako całość jest łatwy do wbudowania. Nie można jednak wszędzie zastosować łożysk kulkowych względnie rolkowych, tak samo i odwrotnie, nie wszędzie da się zastosować łożyska ślizgowe tak, ażeby pracowały zupełnie zadowalająco. Nie ulega wątpliwości, że istnieje zakres takich warunków pracy łożysk, w których dobrze się będą zachowywać zarówno łożyska toczne jak i łożyska ślizgowe. Zasadniczą zaletą łożysk tocznych jest to, że stawiają one bardzo małe opory, zajmują mało miejsca, są łatwe do smarowania itp.

Przy zagadnieniu łożysk ślizgowych bardzo dużo pracy i badań wykonano nad doбором gatunków materiału na panewki, które by zagwarantowały najlepszy poślizg i najmniejsze zużycie powierzchni trących. Najważniejszym jednak zagadnieniem w łożysku ślizgowym jest uzyskanie tarcia pełnopłynnego, to znaczy takich warunków pracy, w których czop płynie na warstwie oleju, a nierówności powierzchni czopa, który nigdy nie



Rys. 1.

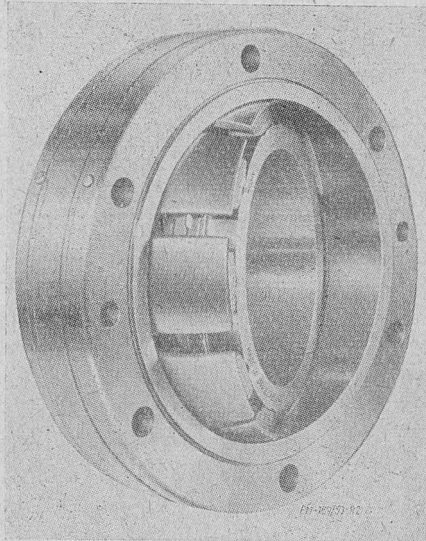


Rys. 4a

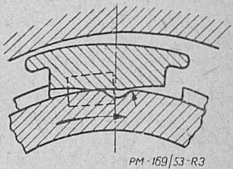
Rys. 4. Widok ogólny oraz schemat konstrukcyjny łożyska ślizgowego jednokierunkowego wykonanego w kraju.

Łożyska ślizgowe — jako część maszyny, która ulega po pewnym czasie zużyciu — powinny być skonstruowane w podobny sposób, jak łożyska toczne, to znaczy powinny być dla siebie zwartym elementem wymiennym, aby w razie zużycia można było wymienić tak czop jak i panewkę.

Przy stworzeniu warunków najkorzystniejszych dla powstania pełnopłynnego tarcia można skonstruować łożysko ślizgowe tak wąskie, jak łożysko toczne, a zatem o wymiarach łożysk tocznych. Ponieważ przy tarcu pełnopłynnym jakość materiału czopa i panewki nie odgrywa poważniejszej roli, bowiem muszą one być wykonane tylko z takiego materiału, który by nie doskonałe zwilżał cieczą służącą do smarowania, można wykonywać je



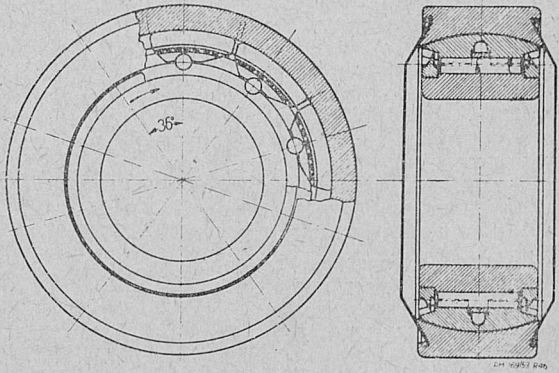
Rys. 2. Widok łożyska „Nomy“.



Rys. 3. Sposób podparcia kłocka w łożysku „Nomy“

zatem ze zwyczajnego żeliwa szarego, względnie z żeliwa perlitycznego.

Pierwsze prace badawcze z zakresu teorii smarowania i pierwsze próby uchwycenia w sposób rachunkowy zjawisk rozkładu ciśnień w łożysku ślizgowym przeprowadził jeszcze w roku 1883 uczony rosyjski Pietrow. Zagadnieniem tym zajmowali się później Sommerfeld, Reynold, Gimpel, Falz i inni.



Rys. 4

jest idealnie gładki, nie wchodzi w styk metaliczny z nierównościami powierzchni panewki (rys. 1). W zwykłym łożysku składającym się z czopa i cylindrycznej panewki, o średnicy odpowiednio większej dość trudno uzyskuje się w przypadku małej liczby obrotów — warunki pełnopłynnego tarcia.

Na podstawie teorii hydrodynamicznego smarowania zbudowane są łożyska ślizgowe „Nomy“, które wykonywane były w Szwecji przez Tow. Aktiebolaget — Nomy — Ulvsunda. Fabryka ta w programie swoim postanowiła produkować łożyska ślizgowe o pełnopłynnym tarcu i rozwiązać zagadnienie łożysk

żysk ślizgowych w podobny sposób, jak to ma miejsce z łożyskami tocznymi. Produkcja łożysk systemu „Nomy” po przejęciu fabryki tych łożysk przez SKF w Sztokholmie została całkowicie zaniechana.

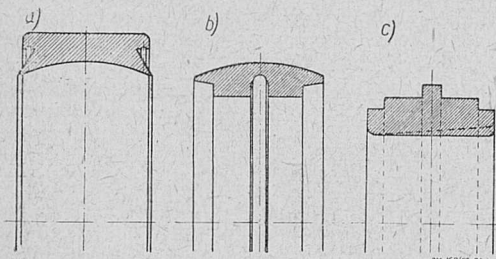
Łożysko „Nomy” (rys. 2) posiada te same wymiary, co łożysko kulkowe; jest to właściwie promieniowe samonastawne dwukierunkowe, wahlwe łożysko „Michela”. Pomiędzy pierścieniem zewnętrznym wykonanym z żeliwa szarego a ruchomymi klockami powstają klinowe warstewki smaru, które nie dopuszczają do metalicznego styku. W ten sposób klocki płyną niejako na warstwie smaru.

Rys. 3 przedstawia sposób podparcia klocka na pierścieniu wewnętrznym. Przy zmianie kierunku obrotów zmienia się również i podparcie klocka, czyli, że niezależnie od kierunku obrotów, pomiędzy zewnętrzną panewką i ślizgającymi się po niej klockami powstaje klin olejowy.

Łożyska ślizgowe pracujące w warunkach pełnopłynnego tarcia odznaczają się bardzo małymi oporami (współczynnik tarcia $< 0,005$). Praktycznie nie wykazują zużycia, gdyż tarcie półpłynne i styk metaliczny występują bardzo krótko tylko w momencie rozruchu i zatrzymania.

Jako poważne zalety łożysk ślizgowych typu „Nomy” należy wymienić:

1) spokojny i zupełnie cichy bieg, niewrażliwość na uderzenia i wstrząsy dzięki tłumiącemu działaniu warstw oliwy;



Rys. 5. Części składowe łożyska.

2) do smarowania niepotrzebne jest doprowadzanie oleju pod ciśnieniem;

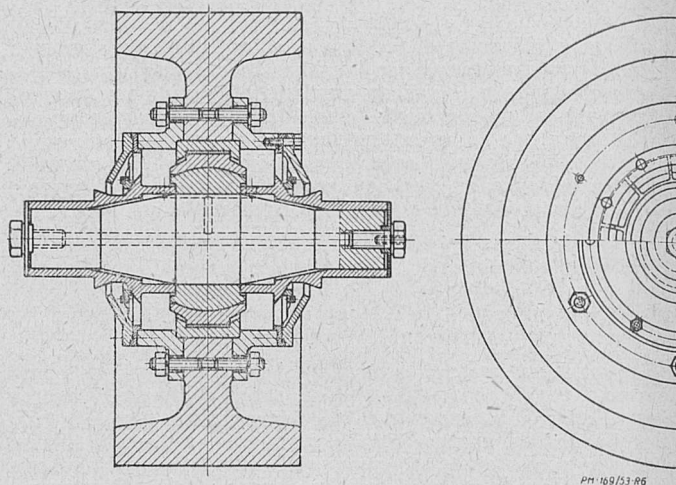
3) efekt pełnopłynnego tarcia uzyskać można już przy szybkości obrotowej 0,001 m/sek przy bardzo nawet dużych naciskach jednostkowych;

4) w zakresie zwłaszcza małej prędkości obrotów straty na tarcie są niewiarygodnie małe. I tak np. wg danych firmy „Nomy” łożysko „klockowe” przy obciążeniu siłą 25000 kG i przy 12,5 obr/min wykazało straty na tarcie wynoszące zaledwie 0,07 kW.

Rys. 4a przedstawia fotografię łożyska ślizgowego jednokierunkowego, które wykonane było w kraju, zaś rys. 4b konstrukcję tegoż łożyska. Zasadnicze wymiary łożyska były takie same jak wymiary łożyska baryłkowego SKF. Konstrukcja i sposób wykonania dostosowany był do możliwości wykonania w prymitywnym warsztacie naprawczym. Łożysko to wykonane było ze zwykłego żeliwa maszynowego i było w ruchu przez dwa lata, zastępując łożysko baryłkowe SKF.

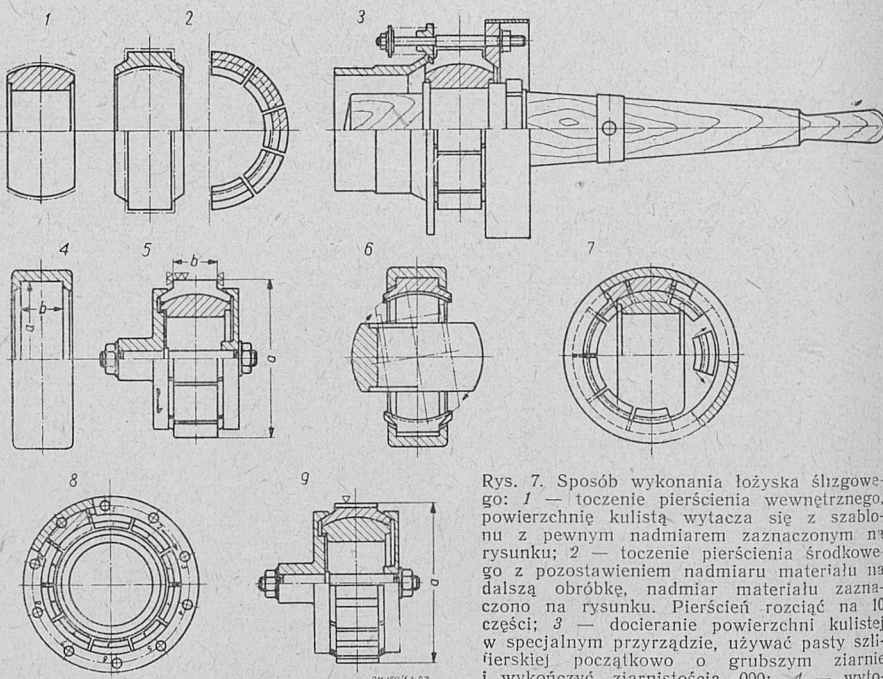
Po wybudowaniu łożyska stwierdzono, że zużycie powierzchni było wprost minimalne. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że wykonanie takiego łożyska sposobem gospodarczym będzie trudne i wprost niemożliwe. Tak jednak nie było. Całe łożysko składa się z zasadniczych trzech pierścieni żeliwnych A, B i C (rys. 5). Pierścień A wykonano na tokarni, przy czym powierzchnię kulistą toczono według szablonu z pewnym niedomiarem. Pierścień B, z którego wykonano następnie klocki, wytoczono w ten sam sposób, tylko powierzchnia kulista wykonana była z pewnym nadmiarem. Wykonanie pierścienia C nie przedstawiało żadnych trudności.

Pierścień B rozcięty został na 10 szluk jednakowych klocków. Klocki włożone zostały swą kulistą powierzchnią do kulistej powierzchni pierścienia A i dociśnięte dwoma talerzami z blachy, które opierały się swoją częścią stożkową na stożkowych bocznych powierzchniach i dociskały klocki do pierścienia A. Talerze ściśnięte jedną śrubą z elastyczną podkładką z miękkiej gumy, która regulowała docisk. W ten sposób przy użyciu pasty szlifierskiej dotarta została powierzchnia kulista. Docieranie należało przeprowadzać tak długo, aż zebrano pozostawiony niedomiar i nadatek materiału.



Rys. 6. Przykład zastosowania łożyska ślizgowego o wymiarach łożyska tocznego w rolce bębna suszarki.

W ten sposób operacją dosyć pracochłonną ominięto szlifierkę do powierzchni kulistych. Dalszy montaż, wykonanie otworów na wałki podpierające, numerowanie części, założenie pierścieni skurcznych i obróbka klocków w ten sposób, aby one miały się one tylko na wałkach w sposób wahlwey, nie przedstawiały większych trudności.

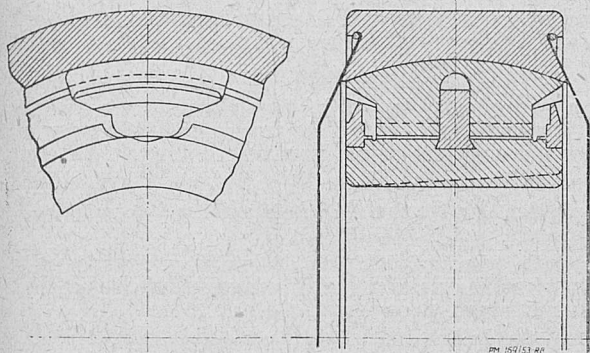


Rys. 7. Sposób wykonania łożyska ślizgowego: 1 — toczenie pierścienia wewnętrznego, powierzchnię kulistą wytacza się z szablonu z pewnym nadmiarem zaznaczonym na rysunku; 2 — toczenie pierścienia środkowego z pozostawieniem nadmiaru materiału na dalszą obróbkę, nadmiar materiału zaznaczono na rysunku. Pierścień rozciąć na 10 części; 3 — docieranie powierzchni kulistej w specjalnym przyrządzie, używać pasty szlifierskiej początkowo o grubszym ziarnie i wykończyć ziarnistością 000; 4 — wytoczyć pierścień zewnętrzny, uwaga na wymiary a i b ; 5 — zmontować pierścień wewnętrzny i dotarte do niego klocki w przyrząd 5 i na tokarni wycentrować, następnie obtoczyć powierzchnie zaznaczone obróbką na wymiary a i b pierścienia 4; 6—7 — zmontować łożysko, tj. w pierścieniu 4 włożyć dwa naprzeciwległe klocki, następnie włożyć pierścień 1 i przez obrót o 90° wprowadzić powierzchnię kulistą w klocki. Następnie obrócić pierścień środkowy o 90° ja na rys. 7 i wprowadzić resztę klocków; 8 — ustawić klocki symetrycznie i unieruchomić przez wbić klinów z drzewa twardego w szczeliny pomiędzy klockami; wytrasować otwory i wywiercić, ponumerować klocki i pierścienie. Powkladać bolce i zabezpieczyć przed wypadaniem (stępionym przecinakami „zabrokováć” otwory) rozebrać łożysko; 9 — wmontować klocki i pierścienie wewnętrzny w przyrząd 5 i po wycentrowaniu na tokarni obtoczyć wymiar $a' < a$ ($a - a' = \sim 1,5 \div 2$ mm), rozebrać, oczyścić z wszystkich zadziorów, zaokrąglić brzozy powierzchni kulistej klocków, odpolerować powierzchnię kulistą pierścienia 1 i powierzchnie pracującą klocków. Wymyć benzyną, złożyć łożysko według numeracji części i naoliwić, zaznaczyć strzałką kierunek obrotów.

Rys. 6 przedstawia rolę utrzymującą bęben suszarki. Rola ta posiada wbudowane w środku łożysko samonastawne kuliste klockowe, o wymiarach łożyska SKF, którego konstrukcja jest przystosowana do pracy na nieruchomym wale przy obrotach w jednym kierunku. Sposób wykonania tego łożyska podany jest na rys. 7.

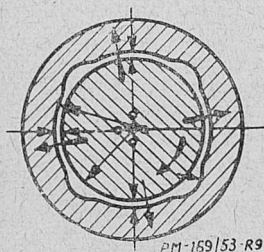
Rozwiązanie konstrukcyjne łożyska ślizgowego o wymiarach łożysk kulkowych względnie barytkowych dla obu kierunków obrotów przedstawia rys. 8.

Efekt pełnopłynnego tarcia uzyskać można także bez użycia ruchomych, wahlowych klocków. Należy przy okrągłym czopie wykonać panewkę w ten sposób, aby posiadała ona co najmniej trzy względnie więcej płaszczyzn ślizgowych, których promień będzie odpowiednio większy od średnicy panewki. W ten sposób dookoła okrągłego czopa powstanie cały szereg klinowych przestrzeni, w których niezależnie od siebie wytworzą się w czasie ruchu olejowe kliny niosące czop (rys. 9).



Rys. 8. Konstrukcja łożyska ślizgowego dla obu kierunków obrotów.

W nieobciążonym łożysku (w ruchu) wał zajmie położenie dokładnie centryczne na skutek wytworzonych ciśnień w klinowych warstwach oleju. Pod wpływem obciążenia nastąpi w granicach luzu (czopa i panewki) pewne przesunięcie się wału, które spowoduje w zmniejszonych szczelinach powiększenie ciśnienia oleju, a w zwiększonych zmniejszenie. Ta zmiana położenia wału trwa tak długo, aż geometryczna suma nacisków pochodzących od klinów olejowych zrównoważy się obciążeniem. W ten sposób nawet przy dużym jednostkowym nacisku zapewnione będzie swobodne płynięcie czopa w panewce, bez styku metalicznego.



Rys. 9. Schemat łożyska ślizgowego bez wahlowych klocków.

Z powyższego wynika, że przy czopie cylindrycznym panewka nie może być cylindryczna lub odwrotnie, w cylindrycznej panewce obracać się musi niecylindryczny czop. Olej doprowadzony być musi w tych miejscach, gdzie szczeliny są największe. Konstrukcyjne rozwiązanie takiego łożyska przedsta-

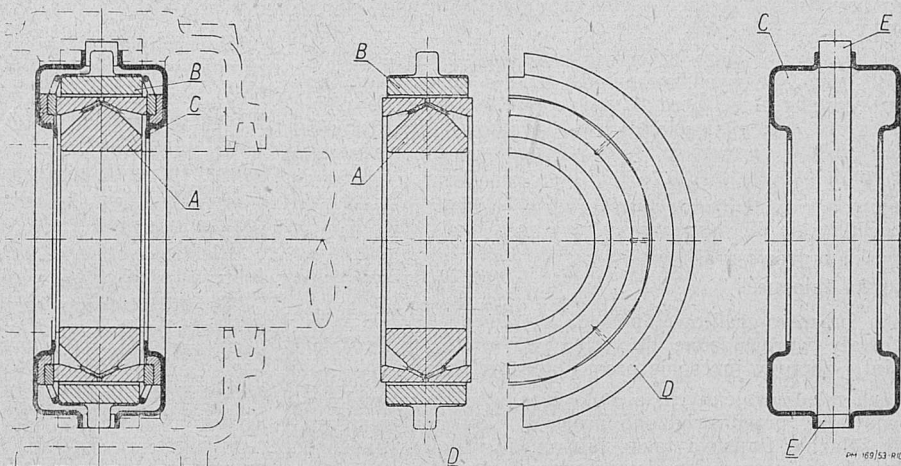
wia rys. 10. Wymiary zasadnicze łożyska są takie same jak znormalizowane wymiary łożysk tocznych. łożysko tworzy zwarty element konstrukcyjny, który należy tylko wbudować w maszynę, zapewniając w osłonie pomieszczenie na olej do smarowania.

łożysko (rys. 10) składa się z zaprasowanego na wał pierścienia zewnętrznego A, z pierścienia zewnętrznego B (panewka) oraz z puszki dwudzielnej C zamykającej w sobie oba pierścienie. łożysko to przenosi zasadniczo siłę promieniową i pewną siłę osiową. Siła promieniowa przeniesiona jest za pośrednictwem pierścienia A na panewkę B, która oparta jest w osłonie na żeberku D; umożliwia to pewną samonastawność panewki. Siła osiowa przenoszona jest za pośrednictwem pierścienia ślizgowych, które prasowane są w puszkę, a zatem przez puszkę na osłonę łożyska. Stąd widać, że panewka jest zupełnie odciążona od działania siły osiowej, a przenosi tylko siłę promieniową.

Pierścień wewnętrzny A jest zatem czopem wału, który obraca się w panewce B. Jak widać z rysunku, powierzchnia tego pierścienia, ślizgająca się w panewce, nie jest powierzchnią cylindryczną. W przestrzeni między cylindryczną panewką i czopem powstało 8 klinowo zbieżnych przestrzeni, w których w czasie obrotu tworzą się niezależnie od siebie klinowe warstwy smaru. Warstwy te powodują, że czop płynie na nich w panewce. Olej doprowadzony jest do tych przestrzeni w najszerszym miejscu i dopływa na skutek siły odśrodkowej.

Pierścień A jest zatem jakby wirnikiem pompy odśrodkowej, która podaje olej w ośmiu miejscach na obwodzie panewki. tłoczone z blachy osłony C tworzą jakoby korpus tej pompy i zamykają łożysko w zwarty element konstrukcyjny.

Osłony połączone są ze sobą za pomocą dwóch klinów E zespolonych z osłonami spawaniem punktowym; kliny te przechodzą przez odpowiednie wycięcie w żeberku D panewki i nie dopuszczają do obrotu panewki w obudowie, jeden z klinów bowiem wpuszczony jest w odpowiedni rowek obudowy. Obudowa łożyska tworzy równocześnie zbiornik na olej. Olej dopływa do łożyska przez otwory wykonane w tłocznej osłonie, a wypływa szczeliną pomiędzy żeberkiem D a tłocznymi osłonami



Rys. 10.

i wraca do zbiornika obudowy przez rowek, w którym umieszczony jest klin.

łożyska ślizgowe o wymiarach łożysk tocznych można produkować masowo, a do budowy ich niepotrzebne są deficytowe i kosztowne materiały.

W sprawie powołania Komisji do Spraw Racjonalnej Gospodarki Stalą

Zarządzenie Przewodniczącego Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego nr 234 z dnia 25 sierpnia 1953 r. powołuje przy Centralnym Urzędzie Gospodarki Materialowej Komisję do Spraw Racjonalnej Gospodarki Stalą.

Zadaniem Komisji jest:

- 1) opracowanie wniosków co do ogólnych zasad stosowania stali w poszczególnych gałęziach gospodarki narodowej,
- 2) opracowanie wniosków co do ustalenia rodzajów i gatunków stali z określeniem ich przeznaczenia na poszczególne potrzeby produkcyjne, budowlane, remontowe oraz inne potrzeby,

3) opiniowanie na zlecenie Centralnego Urzędu Gospodarki Materialowej poszczególnych spraw z zakresu stosowania stali na poszczególne potrzeby produkcyjne, budowlane, remontowe oraz inne potrzeby.

Szczegółowy tryb załatwiania spraw Komisję ustali regulamin opracowany przez Komisję i zatwierdzony przez Prezesa Centralnego Urzędu Gospodarki Materialowej.

Miejsce urzędowania Komisji jest Zarząd do Spraw Stali Centralnego Urzędu Gospodarki Materialowej.

Porowate łożyska spiekane z proszków żelaznych*)

(CZĘŚĆ I)

669.1—492.2:621.822.5

Mgr inż. WACŁAW CEGIELSKI

Spiekane łożyska żelazne nie są jedynie łożyskami zastępczymi innych typów łożysk. Są one pełnowartościowymi elementami konstrukcyjnymi, które znalazły lub znajdą zastosowanie w technice. Bezsprzecznie, ze względu na niskie koszty surowca i jego łatwą dostępność, ogromne znaczenie posiada fakt możliwości zastąpienia przez łożyska żelazne innych typów łożysk, tj. łożysk ślizgowych, tocznych i spiekanych łożysk brązowo-grafitowych.

Łożyska żelazne w zasadzie mogą zastępować wszystkie typy łożysk. Możliwość ich zastosowania w różnych urządzeniach, gdzie dotychczas były stosowane inne typy łożysk, sprawdzana jest w praktyce empirycznie przez próby robocze.

Zakres stosowania łożysk spiekanych jest nieco ograniczony przez ich małą odporność na silne wstrząsy, uderzenia i małą wytrzymałość krawędzi. Ze względu na swoją porowatą strukturę są one mniej wytrzymałe na te wpływy niż inne typy łożysk.

W artykule omówiono: technologię wytwarzania spiekanych łożysk żelaznych i własności łożysk żelaznych. W części II art. (w nr 12/53) podane zostaną wskazówki i dane praktyczne odnoszące się do eksploatacji spiekanych łożysk żelaznych.

1. Wstęp

Spiekane łożyska porowate wytwarza się z mieszanek proszków metalowych z dodatkiem lub bez dodatku małych ilości substancji niemetalicznych. Mieszanki proszków formuje się na cylindryczne tulejki w matrycach przy pomocy pras wysokociśnieniowych, a następnie poddaje się spiekaniu w atmosferach ochronnych.

Spieczone tulejki posiadają dużą wytrzymałość i w celu doprowadzenia ich do wymaganych wymiarów dadzą się obrabiać obciążeniu przez kalibrowanie albo skrawanie. Po nasyceniu olejem łożyska są gotowe do eksploatacji.

Przy pomocy metalurgii proszków uzyskuje się tworzywo porowate, które różni się od tworzywa uzyskanych przez kucie czy odlewanie tym, że wewnątrz posiada misterną sieć wzajemnie połączonych kanalików (porów). Pory te w przeważnej części są nasycone olejem, który służy do smarowania łożyska w czasie jego pracy. Smarowanie jest regulowane obciążeniem łożyska. Łożysko obciążone powoduje zasysanie oleju z porów przez wał, a po ustąpieniu obciążenia olej wciągany jest przez pory przy pomocy sił kapilarnych.

Łożyska porowate mogą pracować bez dodatkowego smarowania tylko przy lżejszych warunkach pracy, tj. przy małym obciążeniu i niewysokich prędkościach obrotowych. Dla cięższych warunków pracy niezbędne jest dodatkowe smarowanie, a łożyska spiekane pracują w tych przypadkach podobnie jak normalne łożyska maszynowe.

Rodzajów łożysk porowatych jest wiele, jednak najbardziej rozpowszechniły się dwa typy:

- 1) łożyska brązowo-grafitowe,
- 2) łożyska żelazne.

Łożyska brązowo-grafitowe, posiadające bardzo dobre własności, zostały wprowadzone do przemysłu w ostatnich dziesięcioleciach lat i zdobyły już sobie prawo obywatelstwa.

W latach międzywojennych, a zwłaszcza w okresie ostatniej wojny światowej, przeprowadzono próby z łożyskami opartymi o proszek żelazny. Państwa takie, jak np. Niemcy, pozbawione przez blokadę sojuszniczą podstawowych metali łożyskowych, zaczęły produkować łożyska z proszków żelaznych.

W dobie dzisiejszej łożyska żelazne produkowane są już przez szereg krajów. Szwecja produkuje łożyska żelazne z gąbki żelaznej Höganaäs, które pod nazwą ferrolit są znane na całym świecie.

Łożyska żelazne wytwarza się albo z proszków czysto żelaznych, albo z proszków żelaznych z dodatkiem 2 ÷ 3%, a czasami i więcej, grafitu. Często do mieszaniny proszków żelaznych dodaje się niewielkie ilości proszków ołowiu i cynku, względnie obu tych metali łącznie. Znane są również łożyska żelazne z dodatkiem ~ 20% miedzi. Ostatnio poczynione zostały próby z proszkiem żeliwnym do produkcji łożysk samosmarujących.

*) Praca niniejsza stanowi uzupełnienie publikacji zamieszczonej w zeszycie 2 „Mechanika” z r. 1952, traktującej o łożyskach samosmarujących wytwarzanych ze spiekanych proszków metalowych. W artykule niniejszym główny nacisk położono na wskazówki i dane praktyczne odnoszące się do eksploatacji łożysk porowatych żelaznych. Patrz również artykuł pt. „Łożyska porowate otrzymywane drogą ceramiki metalowej” — Przegląd Mechaniczny nr 12/1951.

Przy porównaniu łożysk żelaznych z brązowo-grafitowymi należy stwierdzić, że łożyska żelazne posiadają cztery ważne zalety w stosunku do łożysk brązowo-grafitowych. Są nimi:

- a) niskie koszty materiału;
- b) większa wytrzymałość mechaniczna pozwalająca na większą obciążalność;
- c) żelazo, w przeciwieństwie do miedzi, nie wywiera w tak wielkim stopniu działania katalitycznego przy utlenianiu się oleju znajdującego się w porach łożysk;
- d) łożyska żelazne posiadają prawie taki sam współczynnik rozszerzalności cieplnej jak wał stalowy, z którym współpracują.

Do wad łożysk żelaznych należy zaliczyć małą odporność na korozję oraz to, że nie wszystkie pory są dostępne dla nasycającego oleju.

2. Wytwarzanie spiekanych łożysk żelaznych

Metody wytwarzania proszków żelaznych stosowanych do produkcji łożysk

Do produkcji łożysk porowatych używa się najczęściej trzech gatunków proszków:

- a) proszku żelaza mechanicznie rozdrabnianego w młynach wirowo-udarowych typu Hametag;
- b) proszków otrzymywanych przez rozpylenie stopionego żelaza (proszek żelazny DPG i RZ);
- c) proszków żelaznych otrzymanych na drodze redukcji (gąbka żelazna).

Elektrolitycznego proszku żelaznego mimo, że posiada on dobre własności, nie stosuje się ze względu na wysoką cenę.

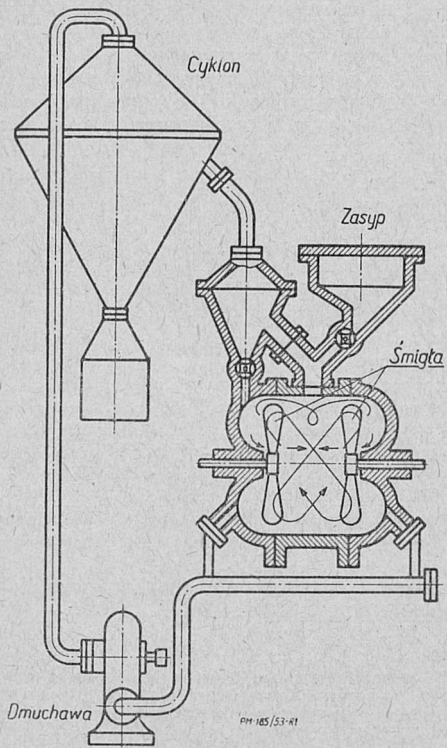
Proszki żelazne otrzymane wymienionymi sposobami stosuje się osobno albo w postaci odpowiednich mieszanek różnych gatunków.

- a) Otrzymywanie proszku żelaznego przez mechaniczne rozdrabnianie.

Miękkie i ciągliwe metale nie dadzą się rozdrabniać na proszki w zwykłych młynach kulowych. Rozdrabnianie metali plastycznych może odbywać się jedynie w specjalnych młynach wirowo-udarowych. Sposób otrzymywania proszków w tych młynach znany jest w technice jako proces Hametag. Młyn Hametag (rys. 1) składa się z opancerzonego zbiornika, w którym umieszczone są dwa śmigła z twardej stali manganowej lub z węglików spiekanych. Śmigła te, obracając się z bardzo dużą szybkością (3000 obrotów na minutę) rozbijają mechanicznie metal i wytwarzają dwa silne, przeciwnie skierowane strumienie gazu (gazu świetlnego, azotu albo wodoru), które powodują gwałtowne wirowanie cząstek metalu. W trakcie tego wirowania cząstki te uderzają wzajemnie o siebie i o ściany, powodując dalsze ich rozdrobnienie. Młyny są zasilone automatycznie pociętym na kawałki drutem, granulkami, niewielkimi kawałkami złomu lub wiórów żelaznych. W celu uniknięcia utleniania się proszków, jak również dla ochrony przed eksplozją pyłu żelaznego młyny pracują w atmosferach ochronnych (gaz świetlny, azot lub wodór).

Proszek żelaza Hametag odznacza się doskonałymi własnościami prasowalniczymi, posiadając charakterystyczną, talarzykową strukturę.

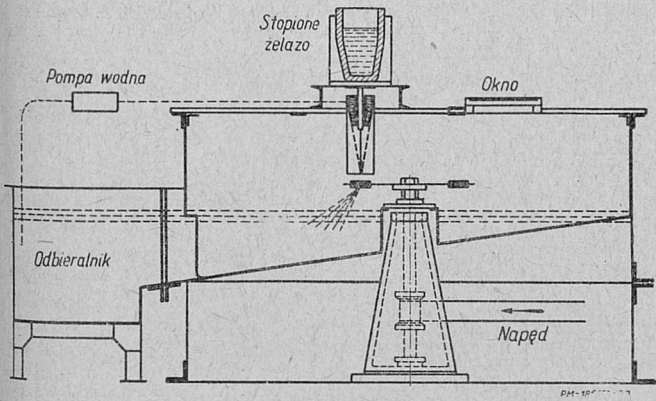
Ujemną stroną procesu Hametag jest jego mała wydajność (ok. 10 kG proszku/godz.) przy dużym rozchodzie energii, jak również wycieranie się części stykających się z rozdrabnianym proszkiem, a więc wykładzin komory rozdrabniania i śmigieł.



Rys. 1. Schemat młyna Hametag do otrzymywania proszku żelaznego na drodze mechanicznej.

b) Otrzymywanie proszku żelaznego przez rozpylanie stopionego metalu.

Bardzo wydajnymi i ekonomicznie najtańszymi sposobami wytwarzania proszków żelaznych są procesy DPG (skrót od firmy Deutsche Pulvermetallurgische Gesellschaft, która wprowadziła ten proces do przemysłowej produkcji proszku) oraz proces RZ (Roheisen-Zunder-Verfahren).



Rys. 2. Schemat urządzenia DPG do otrzymywania proszku żelaznego przez rozpylanie.

Metoda DPG (rys. 2) polega na rozpyleniu stopionego metalu wypływającego z dyszy przy pomocy silnego strumienia wody. Strumień rozpylonego metalu trafia na swej drodze na szybko wirującą tarczę, zaopatrzoną w noże, które go niejako tną lub rozbijają na drobne ziarna.

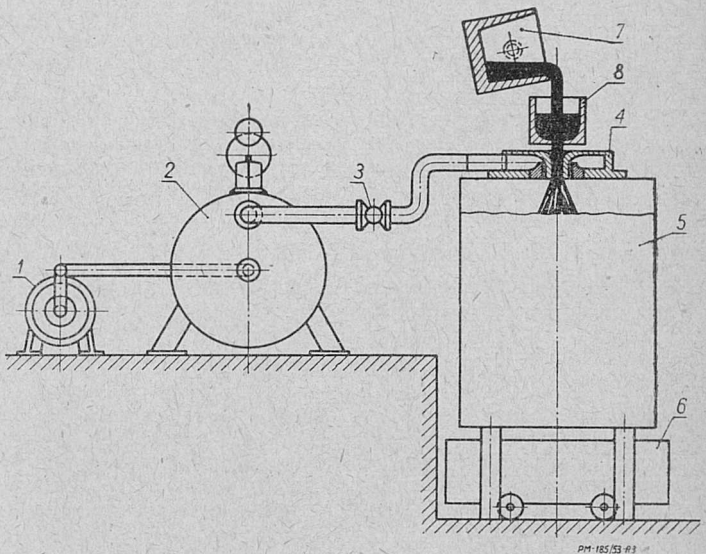
Proces otrzymywania proszku RZ polega na rozpylaniu surowki przy pomocy sprężonego powietrza (rys. 3). Odpada przy tym kłopotliwe rozbijanie strumienia metalu przez noże.

Jako surowca wyjściowego do otrzymywania proszku tą metodą używa się specjalnie niskokrzemowej surowki. Drobne cząstki rozpylonego metalu przed wpadnięciem do wody powlekają się grubszą warstwą tlenków (zgorzeliny). Ta warstw-

ka zgorzelinowa powoduje przy następnym procesie wyżarzania proszku pewne odwęglenie poszczególnych ziaren. W czasie wyżarzania powstaje jednocześnie na powierzchni ziaren gąbka żelazna utworzona przez wydobywający się na skutek reakcji tlenek węgla (rys. 4). Przez regulację ciśnienia powietrza przy rozpylaniu, wielkości i kształtu dyszy dobiera się właściwy stosunek tlenu do węgla, potrzebny przy procesie wyżarzania.

c) Otrzymywanie proszków drogą redukcji.

Na rynkach światowych rozpowszechniony jest proszek żelazny otrzymywany z gąbki szwedzkiej Höganäs, odznaczający się bezkonkurencyjnie niską ceną. Dokładne szczegóły fabrykacji tej gąbki utrzymywane są w ścisłej tajemnicy, ogólna zasada procesu jest jednak w zarysach znana.



Rys. 3. Schemat urządzenia RZ do otrzymywania proszku żelaznego przez rozpylanie. 1 — sprężarka, 2 — zbiornik sprężonego powietrza, 3 — zawór regulacyjny, 4 — dysza pierścieniowa, 5 — komora rozpylania, 6 — zbiornik z wodą, 7 — kocioł, 8 — zbiornik płynnej surowki.

Zmielony magnetyt (wielkość ziarn $> 0,5 \text{ mm}$) oraz dokładnie rozdrobniony węgiel kamienny, o stosunkowo wysokiej zawartości popiołu, nasypuje się warstwami na płaskie tace z materiału ceramicznego. Tace te umieszcza się z kolei w piecach mufowych, opalonych gazem.

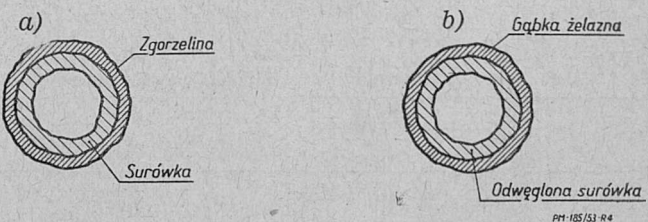
Redukcja i chłodzenie trwa kilka dni. W czasie chłodzenia nie stosuje się atmosfery ochronnej, tak, że produkt końcowy jest nieco utleniony.

Analiza chemiczna gąbki Höganäs dała następujące wyniki:

Fe %	S %	P %	SiO ₂ %	O %	C %	Mn %	V % (jako V ₂ O ₅)
96,0 ÷ 96,5	0,015 (zwykle 0,013)	0,013 (zwykle 0,010)	1,5 ÷ 2,0	1,5 ÷ 2,0	ok. 0,03	ślady	ok. 0,15

Gęstość gąbki wynosi po redukcji ok. 2 g/cm^3 . Po sprasowaniu jej na okrągłe brykiety o średnicy $50 \div 60 \text{ mm}$ uzyskuje się gęstość 5 g/cm^3 .

Niesprasowana gąbka żelazna adsorbuje łatwo wilgoć i ulega szybkiej korozji.



Rys. 4. Schemat redukcji proszku otrzymanego metodą RZ; a) — proszek surowy, b) — proszek wyżarzony.

Przed użyciem dla celów metalurgii proszków gąbkę rozdrabnia się początkowo na walcach grzebieniowych, później w ubijakach połączonych z separatorami magnetycznymi.

W zależności od jakości rudy i rodzaju separatorów można otrzymywać proszek z zawartością poniżej 0,5% SiO_2 , a w przypadkach wyjątkowych — 0,2% SiO_2 .

Rocznie wytwarza się ok. 25 000 t gąbki szwedzkiej, z czego prawdopodobnie około połowy produkcji zużywane jest przez zakłady metalurgii proszków (części maszyn, łożyska spiekane).

Przygotowanie i mieszanie proszków

Proszki żelazne winny odznaczać się pewnymi właściwościami kwalifikującymi je do wytwarzania łożysk porowatych. Proszki te muszą odpowiadać warunkom pod względem składu chemicznego, wielkości ziarn, gęstości zasypu i gęstości zasypu z usadem. Proszki żelazne winny poza tym odznaczać się dobrą prasowalnością i powinny się dawać formować na prasówki z małą skłonnością do zmieniania swych wymiarów liniowych w czasie spiekania.

Proszki odpowiadające tym wymogom klasyfikuje się na odpowiednie gradacje ziarnowe. Mieszanek proszków o odpowiednim składzie ziarnowym miesza się dokładnie w mieszalnikach bębnowych, czasami z dodatkami pewnych ilości innych metali lub grafitu (przy łożyskach żelazo-grafitowych).

Prasowanie łożysk

Po dokładnym wymieszanii mieszanek proszków poddaje się prasowaniu na tulejki cylindryczne na prasach mechanicznych lub hydraulicznych, dwustronnie prasujących. Ciśnienie prasowania dla łożysk żelaznych mieści się przeważnie w granicach 2 do 4 T/cm^2 .

Prasowanie odbywa się w matrycach automatycznych chromowanych na twardo lub wyłożonych płytkami z węglików spiekanych. Dwustronne prasowanie zapewnia łożyskom jednakową porowatość i własności wytrzymałościowe. W czasie procesu prasowania stosuje się smarowanie matryc w celu polepszenia prasowalności.

Spiekanie łożysk

Po ukończonym procesie prasowania łożyska poddaje się spiekaniu w piecach elektrycznych oporowych, komorowych lub przepychowych w atmosferze gazu ochronnego, np. wodoru, rozłożonego amoniaku, krakowanego gazu świetlnego itp.

Spiekanie odbywa się w temperaturze 1050 do 1200°C przez 1 do 3 godzin.

Obróbka mechaniczna łożysk

Po spiekaniu łożyska nasycza się wysokogatunkowym olejem maszynowym w temperaturze 100 do 130°C. łożyska nasycają się olejem stosunkowo łatwo w przeciągu kilkunastu minut. Po nasyceniu łożyska podlegają obróbce mechanicznej. Obróbka mechaniczna ma na celu doprowadzenie łożysk do wymaganych wymiarów, jak również poprawienie własności ślizgowych. Najczęściej stosuje się kalibrowanie łożysk przy pomocy utwardzonych trzpieni w matrycach na prasach. Kalibrowanie prowadzi do znacznego poprawienia własności ślizgowych. Obróbka skrawaniem nie jest zalecana. Jeżeli jednak stosuje się ją, to trzeba używać ostrych narzędzi (noże z węglików spiekanych), stosując duże szybkości obrotowe i małe posuwy.

Kontrola jakości

Kontrola jakości łożysk polega zazwyczaj na oznaczeniu składu chemicznego, pomiarach wytrzymałości na ściskanie w kierunku promieniowym, twardości, porowatości całkowitej i czynnej, czasami również i rozłaczalności. Poza tym łożyska bada się na wygląd zewnętrzny, odrzucając sztuki z pęknięciami, zadziorami i wyluszczeniami. Periodycznie łożyska są również badane pod mikroskopem.

TABLICA II. Własności łożysk spiekanych żelazo-miedziowo-grafitowych i żelazo-grafitowych

Materiał	Skład chemiczny	Porowatość %	Nasycaln. olejem w % wagowych	Ciężar właściwy g/cm^3	H_B kG/mm^2	R_C kG/mm^2	Zmniejszenie się wysokości przy ścisk. %	U kG/cm^2	R_g kG/mm^2
Żelazo — miedź — grafit —	Cu — 21% C — 4% Fe — reszta	30 ÷ 35	4 ÷ 5	5,1 ÷ 6,3	25 ÷ 50	28 ÷ 35	30	12 ÷ 17	—
żelazo — grafit	C 2 ÷ 4% Fe — reszta	30	4 ÷ 4,2	5 ÷ 5,5	20 ÷ 40	40 ÷ 60	40	6 ÷ 10	5 ÷ 15

3. Własności spiekanych łożysk żelaznych

Własności chemiczne, fizyczne i mechaniczne

Jak już zaznaczono, łożyska żelazne mogą być wytwarzane z czystego, proszku żelaznego bez żadnych dodatków, względnie jako łożyska żelazo-grafitowe z dodatkiem 1 do 5% grafitu. Oprócz tych dwóch zasadniczych gatunków łożysk wytwarzanych z proszków żelaznych, produkować można tulejki z dodatkiem niewielkich ilości ołowiu i cynku. Spotyka się też łożyska żelazo-miedziowe, w których zawartość miedzi może dochodzić do 20%, a nawet nieco więcej.

W poniższym zestawieniu podane są własności fizyczne i mechaniczne jednego z typowych łożysk czysto żelaznych:

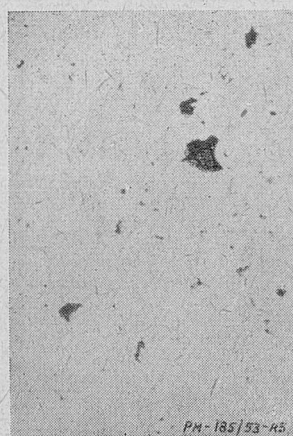
Ciężar właściwy	5,8 ÷ 6,0 g/cm^3
Wytrzymałość na rozciąganie	7 ÷ 10 kG/mm^2
Wytrzymałość na zginanie	15 ÷ 20 kG/mm^2
Twardość Brinella	25 ÷ 35 kG/mm^2
Wytrzymałość na ściskanie	35 kG/mm^2
Porowatość całkowita	25%
Porowatość olejowa (czynna)	19%
Wydłużenie a_{10}	2%
Udarność	0,3 kGm/cm^2
Przewodność cieplna między 20 a 100°C	0,10 $\text{cal/cm} \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$
Współczynnik rozszerzalności cieplnej między 20 a 100°C	12 · 10 ⁻⁶
Ciepło właściwe między 20 a 100°C	0,11 $\text{cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$
Opór elektryczny przy 20°C	0,205 $\text{om} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

Podane własności odnoszą się do tworzywa łożyskowego o składzie chemicznym: 0,02 ÷ 0,04 % C, 0,25 ÷ 0,35 % Mn, 0,10 ÷ 0,15 % Si, 0,20% Cu, 0,03% P, 0,06% S, reszta Fe.

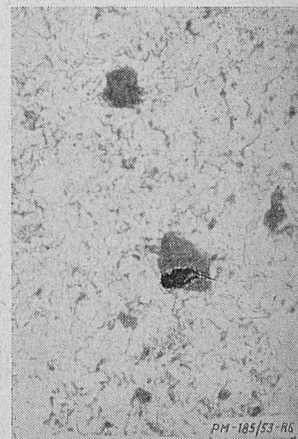
TABLICA I. Własności fizyczne i mechaniczne spiekane go tworzywa żelaznego w porównaniu z litymi stopami łożyskowymi

Materiał	Gęstość g/cm^3	H_B kG/mm^2	R_p kG/mm^2	a %	R_C kG/mm^2	Nasycalność olejem w % wagowych
Spiekane żelazo	6,0	35	7 ÷ 10	2	28	2 ÷ 2,5
Brąz GBz214	8,7	85	20 ÷ 30	3 ÷ 6	nie ozn.	—
Stop wysokocynowy WM 80	7,5	27 ÷ 35	8 ÷ 9	—	12,30	—

Tablica I podaje własności fizyczne i mechaniczne żelaznego tworzywa łożyskowego w porównaniu z litymi stopami łożyskowymi.



Rys. 5. Mikrostruktura łożyska czysto żelaznego. Próbką w stanie nie trawionym. Widoczne czarne pory. Pow. 130 ×.



Rys. 6. Mikrostruktura łożyska czysto żelaznego. Próbką trawioną. Widoczne białe ziarna ferrytu oraz czarne pory. Pow. 130 ×.

skowymi, a tablica II — własności łożysk żelazo-miedziowo-grafitowych i żelazo-grafitowych.



Rys. 7. Mikrostruktura łożyska żelazo-grafitowego o zawartości 2% grafitu. Próbkę trawiona. Widoczne białe ziarna ferrytu, szare perlitu oraz pory + grafit — czarne Pow. 130 X.

Bardzo ważną własnością łożysk spiekanych jest porowatość, a szczególnie poważne znaczenie posiada porowatość porów otwartych (tzw. porowatość olejowa). Porowatość ta dla łożysk żelaznych wynosi $70 \div 80\%$ porowatości całkowitej i zawiera się w granicach $10 \div 35\%$ całkowitej objętości tych łożysk.

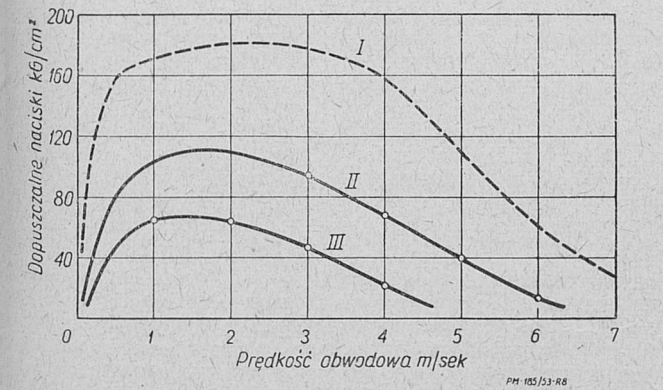
Według porowatości łożyska spiekane można podzielić na grupy:

- a) z wysoką porowatością 25 do 35% — stosowane dla pracy przy większych prędkościach i małych obciążeniach;
- b) ze średnią (normalną) porowatością 18 do 25% — dla pracy przy średnich prędkościach łożysk średnio obciążonych;
- c) z niską porowatością 10 ÷ 12% — dla pracy przy niskich prędkościach i dużych obciążeniach.

Rys. 5, 6 i 7 przedstawiają mikrostruktury łożyska czysto żelaznego i łożyska żelazo-grafitowego z zawartością 2% grafitu. Na wszystkich mikrofotografiach widać wyraźnie pory rozmieszczone w tworzywie.

Własności ślizgowe

Krzywe obciążalności w zależności od prędkości obwodowych dla spiekanych łożysk porowatych wykazują inny przebieg niż te same krzywe dla łożysk ślizgowych odlewanych. łożyska porowate wykazują prawie zaraz po rozpoczęciu pracy maksimum obciążalności, by w miarę powiększania się prędkości obwodowych przejść stosunkowo szybko do wartości znacznie mniejszych (rys. 8 i 9).



Rys. 8. Krzywe graniczne dla łożysk ślizgowych odlewanych: I — krzywa wg Heidebroeck (wykreślona dla smarowania pod ciśnieniem 1 atn). II — krzywa wykreślona dla dobrych warunków smarowania (smarowanie pełne). III — krzywa zdjęta w warunkach ruchowych.

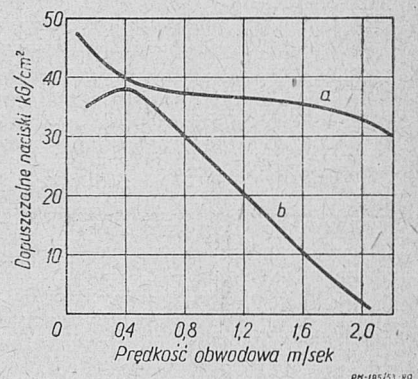
Obciążalności dla łożysk odlewanych przyjmują natomiast najwyższe wartości dla średnich prędkości obwodowych, charakteryzując się mniejszymi wartościami zarówno dla mniejszych jak i większych prędkości ślizgowych.

łożyska odlewane potrzebują pewnej prędkości dla utworzenia się warstewki smarującej oleju. W przypadku łożysk sa-

mosmarujących cienka błonka smaru tworzy się prawie zaraz po rozpoczęciu pracy łożyska, dzięki obecności oleju w porach, których ujścia znajdują się na całej powierzchni ślizgowej łożyska. Dodatkowe smarowanie, jak to widać z rys. 9, pozwala na stosowanie cięższych warunków pracy.

Dane na temat obciążalności łożysk żelaznych różnią się znacznie od siebie. Na podstawie dokładnej analizy wszystkich danych, eliminując wartości zbyt wysokie, firm zapewne reklamujących swe wyroby, należy przyjąć, że iloczyn $p \cdot v$ dla przeciętnego typu łożyska porowatego żelaznego wynosi przy dostatecznym smarowaniu $70 \div 100 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{m/sec}$, a przy skąpym smarowaniu (bez dodatkowego smarowania) — $20 \div 25 \text{ kg/cm}^2 \cdot \text{m/sec}$.

W tablicy III podane są obciążalności różnych gatunków łożysk żelaznych. Jak widać z tablicy III ziarnistość proszku, a przede wszystkim rodzaj obróbki mechanicznej mają poważny wpływ na własności ślizgowe łożysk żelaznych.



Rys. 9. Krzywe graniczne spiekanych łożysk żelaznych wg O. Hummela: a — z dodatkowym smarowaniem, b — samo-smarujących.

TABLICA III. Obciążalności różnych rodzajów spiekanych łożysk żelaznych dla prędkości obwodowej wału 18 do 24 m/min

Obciążalność kg/cm²	Gatunek łożysk żelaznych
150 do 170	Wyprodukowane z proszku drobnego, obrabiane wiórowo
250	Wyprodukowane z proszku drobnego, kalibrowane
100 do 120	Wyprodukowane z proszku średniego, obrabiane wiórowo
200	Wyprodukowane z proszku średniego, kalibrowane
60 do 70	Wyprodukowane z proszku grubego, obrabiane wiórowo

Współczynniki tarcia dla łożysk spiekanych są na ogół niższe niż dla typowych łożysk odlewanych z babbitu i brązu cynowego.

Zużycie przy pracy zarówno samych łożysk porowatych, jak i czopa jest mniejsze niż u litych materiałów łożyskowych — brązu i babbitu. Tłumaczy się to niewystępowaniem w pierwszym przypadku suchego tarcia dzięki stałej obecności oleju tuż pod powierzchnią czopa, a ponadto małym współczynnikiem tarcia i dobrą docieralnością materiałów porowatych. Tak np. porównawcze badania łożysk żelazo-grafitowych i babbitowych przeprowadzone w Związku Radzieckim na łożyskach zamontowanych do silników elektrycznych o mocy 15 kW dały następujące wyniki: luz na początku badania dla obu typów łożysk wynosił 0,05 mm, po zakończeniu badania dla babbitu 0,10 ÷ 0,37 mm, dla żelazo-grafitu 0,05 ÷ 0,07 mm.

Dobra docieralność porowatych tworzyw tłumaczy się plastyczną deformacją kosztem nieznacznego zmniejszenia porowatości¹).

LITERATURA

1. F. Eisenkolb — Arch. Met. 7/8 (1947).
2. M. J. Balszin — Poroszkowaja Metalurgia, Moskwa (1948).
3. K. Wanke — Einführung in die Pulvermetallurgie, Graz (1948).
4. R. Kieffer, W. Hotop — Sintereisen und Sinterstahl, Wieden (1948).
5. W. Schroeder — Die Technik 4/1952.
6. S. Fronius — Arch. Met. 7/8 (1947).
7. J. Wulff — Powder Metallurgy, London (1942).
8. R. Kieffer i W. Hotop — Metalurgia proszków i materiały spiekane, Katowice (1952).
9. A. Krupkowski, W. Cegielski — Prace GIMO I (1949).
10. W. Cegielski — Mechanik 2 (1952).
11. W. Cegielski — Hutnik 7/8 (1951).
12. K. P. Harten — Stahl u. Eisen 8/1949.
13. W. S. Rakowski — Metalokieramika w maszynostrojeniu (1948).
14. B. Borok, L. Olchow — Poroszkowaja Metalurgia, Moskwa (1948).
15. Heidebroeck — Schmierstoff- und Lagerfragen, Berlin (1952).

1) Część II art. ukaże się w zeszycie 12/53.

Łożyska walcownicze z tworzyw plastycznych

621.822.5 : 679.562

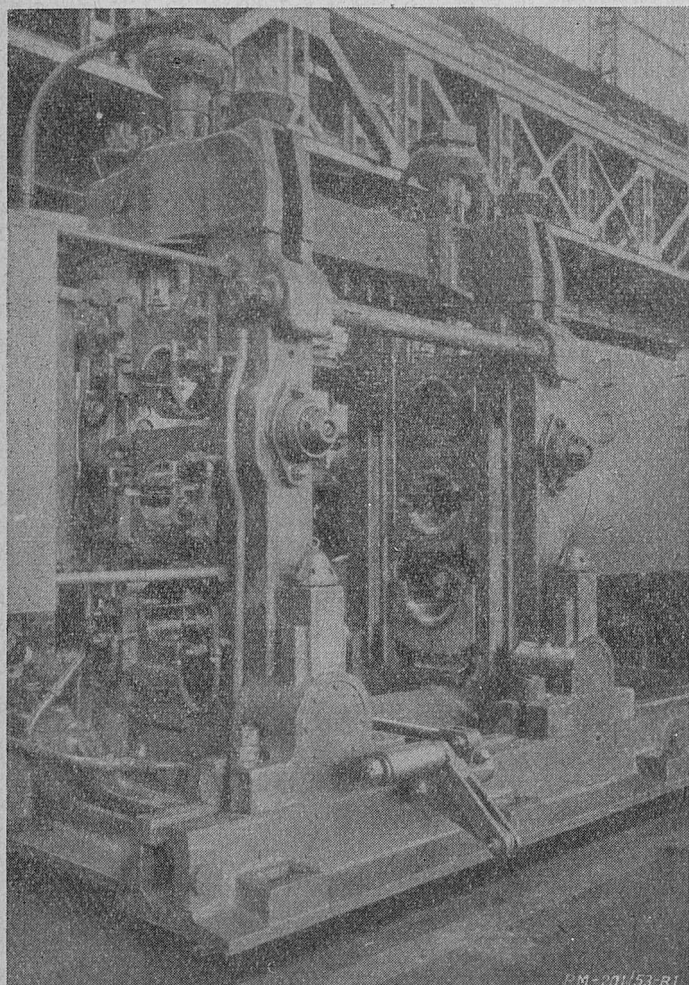
Mgr inż. JÓZEF SOBKOWIAK
mgr inż. WŁADYSŁAW DOBRUCKI

Olbryzmie oszczędności metali nieżelaznych osiąga się w walcowniach dzięki stosowaniu łożysk z tworzyw plastycznych, otrzymywanych z surowców krajowych. Upowszechnienie doświadczeń, jakie uzyskano w walcowniach przy stosowaniu tych łożysk może się przyczynić do rozszerzenia stosowności łożysk z tworzyw plastycznych i na inne gałęzie przemysłu metalowego, wszędzie gdzie jest to tylko możliwe.

Artykuł niniejszy zapoznaje czytelnika z głównymi tworzywami stosowanymi do wyrobu łożysk walcowniczych oraz z właściwościami tych łożysk jak: współczynnik tarcia, trwałość, rozchód energii itp. Poza tym artykuł omawia zastosowanie, kształty i wymiary panewek, budowę łożysk, obsługę i konserwację.

1. Wstęp

Łożyskami walcowniczymi nazywamy łożyska służące do ułożyskowania czopów walców. Korpusy łożysk walcowniczych noszą nazwę w k ł a d ó w. We wkładach osadza się panewki lub łożyska toczne. Wkłady zamocowuje się w oknach stojaków w ten sposób, by możliwe było odpowiednie nastawianie łożysk (rys. 1), przez co uzyskuje się takie położenie walców względem siebie, które zapewnia potrzebne wymiary wyrobom walcowanym.



Rys. 1. Osadzenie wkładów w stojakach.

Podczas pracy walcarek łożyska przenoszą duże naciski, silne uderzenia, nagrzewają się od walców oraz narażone są na zanieczyszczenia powierzchni ślizgowych na skutek odprysków zgorzeliny w walcarkach gorących. Nagrzewanie się łożysk wywoływane jest: a) tarcieniem czopa w panwi, b) ogrzewaniem przez promieniowanie ciepła z metalu, c) przewodzeniem ciepła od metalu walcowanego poprzez walce do czopa. Ogólnie można powiedzieć, że warunki pracy łożysk walcowniczych są bardzo ciężkie. Mimo to jednak od łożysk walcowniczych wymaga się jak największej trwałości. Trwałość łożysk ma zasadniczy wpływ nie tylko na ekonomię ich wykorzystania, lecz również w znacznym stopniu wpływa na zwiększenie

produkcji walcowni. Już na podstawie tak ogólnie ujętych warunków łatwo zdać sobie sprawę z trudności, na jakie napotyka konstruktor w doborze tworzywa oraz w ukształtowaniu łożysk walcowniczych.

Poszukiwania najodpowiedniejszych tworzyw doprowadziły w końcu trzeciego dziesięciolecia XX wieku do przeprowadzenia prób łożysk ze sztucznych mas fenolowych. Próby te dały dodatnie wyniki, w rezultacie których walcownictwo otrzymało nowy rodzaj łożysk odznaczających się dużymi zaletami jak: mały, w pewnych warunkach bliski łożyskom tocznym — współczynnik tarcia, równoległe z nim występująca oszczędność energii elektrycznej, oszczędność smarów dzięki smarującemu działaniu wody, pożądaną pracę na czopy o twardości nie mniejszej niż 200 HB, odporność na ścieranie i kilkakrotnie większa trwałość niż w przypadku łożysk metalowych.

Budowa łożysk walcowniczych jest prosta i nie wymaga dokładności wykonania, trudnej do zachowania w warunkach pracy walcowni gorących. W warunkach państw ubogich w zasoby surowcowe ważnym czynnikiem jest oszczędzanie metali nieżelaznych. Mimo, że łożyska te jednostkowo są droższe od łożysk metalowych, koszt łożyska przypadający na tonę walcowanego wyrobu jest znacznie mniejszy niż łożysk brązowych.

Ujemnymi cechami tworzyw plastycznych są: mała przewodność cieplna, mała odporność na temperaturę (praktycznie do 100°C), stosunkowo niskie dopuszczalne naciski oraz konieczność zachowania jak największej czystości.

Trudności konstrukcyjne wynikające z różnicy właściwości tworzyw plastycznych w stosunku do najpowszechniej poprzednio używanych łożysk z metali nieżelaznych zostały po pewnym czasie opanowane i mimo, że rozwój ich budowy oraz jakości tworzywa nie został jeszcze ukończony, zyskały one bardzo szerokie rozpowszechnienie. Zaznaczyć przy tym należy, że nawet kraje bogate w surowce wprowadziły w swoich walcowniach łożyska z tworzyw plastycznych. O znaczeniu tego typu łożysk świadczy fakt, że w ZSRR około 85%, w Niemczech 80%, a w Stanach Zjednoczonych A. P. około 50% stali walcuje się na walcarkach o łożyskach z tworzyw plastycznych.

W Polsce nieliczne walcarki otrzymały łożyska z tworzyw plastycznych w ostatnich latach przed drugą wojną światową. Podczas wojny w związku z trudnościami Niemiec na odcinku zaopatrzenia w metale nieżelazne wprowadzono łożyska z tworzyw plastycznych, jednak nie wszystkie próby tego rodzaju były udane. Po wojnie, w latach 1945 ÷ 1952 przebudowano niemal wszystkie pozostałe walcownie, mogące pracować na tych łożyskach. Łożyska te zastosowano również z powodzeniem w szeregu nowo postawionych walcowni gorących z wyłączeniem walcowni blach cienkich na gorąco i niektórych walcarek rur.

Obecnie można podać orientacyjnie, że około 80% wyrobów gotowych walcujemy na walcarkach o łożyskach z tworzyw plastycznych. Przebudowa ta pozwoliła zwiększyć wydajność wielu walcowni, zmniejszyła zużycie energii elektrycznej oraz oparła produkcję łożysk walcowniczych na surowcach krajowych. Orientacyjna oszczędność brązu wynosi rocznie około 300 t odlewów, z czego 50% stanowiłyby straty bezzwrotne.

2. Tworzywa

Rozróżnia się następujące rodzaje tworzyw stosowanych na łożyska walcownicze:

a) t e k s t o l i t — jest to fenolowa masa plastyczna o wypełniaczu w postaci płótna. Prasowanie tekstolitu przeprowadza się w temperaturze 130 ÷ 150°C pod ciśnieniem 150 ÷ 300 ata. Stosowano również tekstolit o wypełniaczu z papieru, jednak jego własności wytrzymałościowe są za ni-

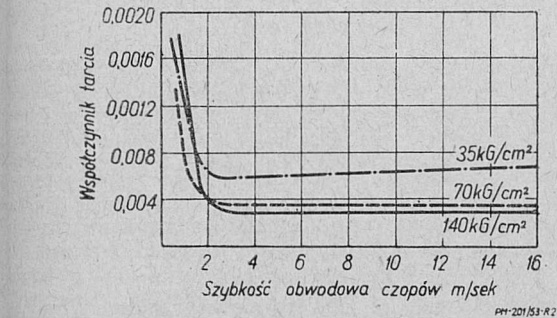
skie dla wyrobu panewek łożysk walcowniczych. Według projektu normy PN/H-63111 rozróżnia się tekstolit w a r s t w o w y o wypełniaczu w postaci warstw płótna i tekstolit ścin k o w y o wypełniaczu w postaci nieregularnych ścin k ó w płótna. Panewki małych wymiarów mogą być prasowane w całości. Panewki większe wykonuje się drogą obróbki mechanicznej z prasowanych płyt tekstolitowych. Zgodnie z danymi wymienionej normy, tablica I przedstawia dane charakterystyczne tekstolitu;

b) t e k s t o b a k e l i t — stanowi tworzywo tego samego rodzaju co tekstolit z tą jednak różnicą, że 25 ÷ 40% tkaniny zastępuje się proszkiem z bakelitu, drzewa lub grafitu. Zaletą jego jest oszczędność tkanin;

c) l i g n o f o l — fenolowa masa plastyczna o wypełniaczu w postaci forniru drewnianego (brzozowego). Grubość forniru 0,5 do 2 mm. Prasowanie przeprowadza się w temperaturze 150°C pod ciśnieniem 100 ÷ 300 at. Słój drewna mogą być równoległe lub krzyżujące się. Lignofol jest tańszy od tekstolitu, ponieważ nie wymaga tkanin. Dane charakteryzujące lignofol, zgodnie z projektem normy PN/H-63111, podaje tablica I.

3. Chłodzenie i smarowanie

Panewki z tworzyw plastycznych z powodu małego przewodnictwa ciepła nie odprowadzają wytworzonego w łożysku na skutek tarcia ciepła. Ilość ciepła powstałego w łożyskach z tworzyw plastycznych, posiadających mały współczynnik tarcia, jest niższa niż w analogicznych łożyskach z metali nieżelaznych. Współczynnik tarcia zależy od prędkości obwodowej czopa, nacisku na panewkę, rodzaju smaru i temperatury doprowadzonego smaru (wody i tluszczu). Wartość współczynnika tarcia obniża się ze wzrostem prędkości obwodowej czopa. Współczynnik tarcia w tych łożyskach jest znacznie niższy niż w łożyskach o panewkach metalowych, szczególnie przy prędkościach powyżej 0,5 m/sek. Przy prędkości obwodowej powyżej 2 m/sek i smarowaniu tylko wodą — współczynnik tarcia w panewkach tekstolitowych dochodzi do 0,003 ÷ 0,006, podczas gdy ten sam współczynnik tarcia w panewkach brązowych waha się w granicach od 0,03 ÷ 0,1.

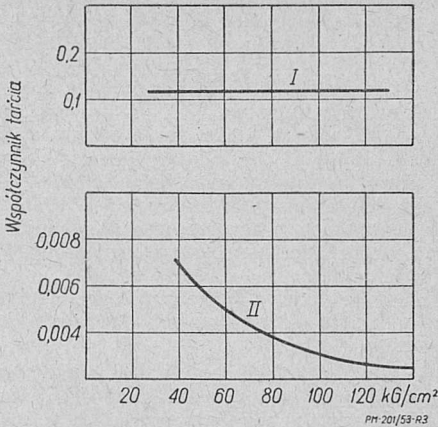


Rys. 2. Wykres zmiany współczynnika tarcia w łożyskach z panewkami tekstolitowymi przy smarowaniu wodą w zależności od szybkości obwodowej czopa przy różnym nacisku jednostkowym.

Rys. 2 przedstawia zależność współczynnika tarcia od prędkości obwodowej czopa w panewkach tekstolitowych smarowanych wodą przy trzech różnych naciskach jednostkowych. Z wykresu wynika, że współczynnik ten jest wysoki dla prędkości obwodowych czopa poniżej 1 m/sek. Przy prędkościach w granicach 0,5 ÷ 2,0 m/sek następuje szybkie obniżenie wartości współczynnika tarcia. Z wykresu tego także wynika, że z zwiększeniem nacisku jednostkowego od 35 do 140 kg/cm² współczynnik tarcia obniża się do 0,003, co odpowiada niemal łożyskom tocznym.

Na rys. 3 pokazano zależność współczynnika tarcia od nacisku jednostkowego dla panewki z tekstolitu smarowanej i o tarcu suchym. Współczynnik tarcia w panewkach z tekstolitu dobrze smarowanych i obficie chłodzonych wodą maleje ze wzrostem temperatury, najniższą wartość osiąga w temperaturze 70 ÷ 80°C, a przy chłodzeniu wodą (bez smarowania) — w granicach temperatur 65 ÷ 85°C, a następnie znacznie wzrasta.

Dla łożysk o stosunkowo niedużych naciskach jednostkowych i prędkości obwodowej czopa powyżej 1 m/sek wystarcza smarowanie i chłodzenie wodą, jednak przy zabudowaniu łożysk należy czopy i panewki nasmarować smarem stałym, odpornym na duże naciski i o małym tarcu wewnętrznym. Smar musi dobrze przylegać do czopa i posiadać odporność na zmywanie wodą. Wodę chłodzącą doprowadza się na całą długość czopa z obu stron.



Rys. 3. Zależność współczynnika tarcia od nacisku jednostkowego dla panewek z tekstolitu. I — dla łożysk o tarcu suchym, II — dla łożysk smarowanych smarem.

gość czopa z obu stron. Górne krawędzie panewki posiadają ścięcia, z których gromadzącą się wodę zasysa obracający się czop. Zabierana przez obracający się czop woda smaruje łożysko. Przed zatrzymaniem walcarki czopy należy posmarować, aby zabezpieczyć je od korozji i ułatwić rozruch walcarki.

Łożyska walcarek nawrotnych lub pracujących przy prędkościach obwodowych czopa poniżej 1 m/sek posiadają specjalne urządzenia smarownicze doprowadzające stale smar do panewek lub w sposób periodyczny, niezależnie od chłodzenia wodą. Należy zwracać szczególną uwagę na doprowadzenie smaru przed zatrzymaniem walcarki i w czasie jej rozruchu.

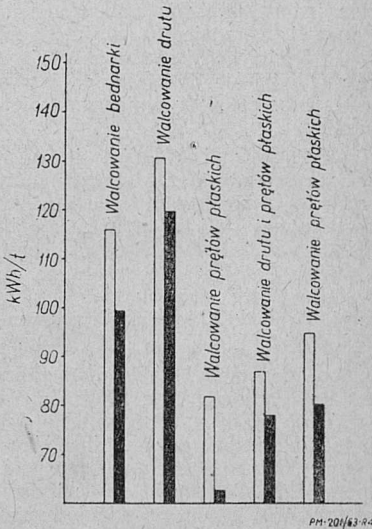
Na brzegu panewki wzdłuż długości czopa znajduje się rowek, do którego jednym lub kilku otworami doprowadza się smar, który z kolei zasysa obracający się czop. W walcarkach nawrotnych smar doprowadza się z obu stron czopa, w walcarkach o ruchu jednokierunkowym — z jednej strony czopa. Woda do chłodzenia łożysk musi być stosunkowo czysta, nie może zawierać piasku, szlamu, zgorzeliny lub innych stałych ciał. Również nie powinna zawierać zasad, które szkodliwie działają na panewki. Zazwyczaj wystarcza woda rzeczna bez stosowania specjalnych filtrów lub też woda z osadników odpowiednio ochłodzona.

Po zatrzymaniu walcarki nie należy natychmiast zamykać dopływu wody na czopy, ponieważ ciepło beczki walca o dużej pojemności cieplnej może nagrzać w czasie postoju czop do temperatury, w której następuje przypalenie łożyska, a tym samym jego uszkodzenie. Przypalenie panewki, a w rezultacie jej zniszczenie, następuje w czasie pracy przy niedostatecznym chłodzeniu czopów wodą. Rozchód wody do chłodzenia łożysk wynosi około 2 litry/godz. na 1 cm² powierzchni panewki.

4. Rozchód energii

Wymiana w walcowniach łożysk metalowych na łożyska z tworzyw plastycznych doprowadziła do znacznego obniżenia rozchodu energii podczas walcowania, średnio od 10 ÷ 60%, w zależności od typu walcowni.

Rys. 4 przedstawia przykładowo zapotrzebowanie energii elektrycznej na 1 tonę walcówki przed i po wymianie łożysk metalowych na łożyska z tworzyw plastycznych na walcarkach drutu, bednarki i prętów płaskich. Oszczędności energii na poszczególnych walcarkach wynoszą: walcarka bednarki 16%, walcarka drutu 10,5%, walcarka prętów płaskich 20,5%, walcarka drutu i prętów płaskich 9,5% i walcarka Ø 325 prętów płaskich 14,9%. Obniżenie



Rys. 4. Zapotrzebowanie energii na 1 tonę walcówki przy łożyskach metalowych (słupki białe) i przy łożyskach z tworzyw plastycznych (słupki czarne).

zużycia energii elektrycznej napędu głównego pozwala na dodatkowe powiększenie gniotów, a przez to osiąga się wzrost wydajności.

5. Trwałość

Panewki z tworzyw plastycznych są odporne na działanie słabych roztworów kwasów, tłuszczów i olejów, a wrażliwe na działanie zasad. Panewki posiadają własności tłumienia uderzeń, dzięki czemu łożyska mają spokojny bieg. Panewki mają poza tym słabą ścieralność, nie zadzierają powierzchni czopów w dowolnych warunkach pracy i powodują uzupełniające polewanie czopa w początkowym okresie jego pracy. W łożyskach tych, mimo niesprzyjających warunków pracy łożysk walców, występuje tarcie półpłynne, a nawet zbliżone do płynnego. Czopy walców z materiału stosunkowo miękkiego (poniżej 200 HB) ulegają szybkiemu wycieraniu się.

Panewki z tworzyw plastycznych są bardziej wrażliwe na nadmierne naciski krawędziowe niż panewki metalowe, gdyż naciski te powodują miejscowe przegrzanie, co w rezultacie prowadzi do zniszczenia łożyska. Panewki posiadają zdolności pochłaniania pyłu.

Trwałość panewek z tworzyw plastycznych zależy od właściwego zaprojektowania i odpowiedniego dobrania wymiarów i kształtów. Natomiast trwałość łożyska w dużym stopniu zależy od starannego zabudowania w czasie wymiany walców. Bez względu na trwałość łożysk z tworzyw plastycznych na walcowniach małych i średnich wynosi 30 ÷ 50000 t przewalcowanych wyrobów, na zgniataczach w zależności od ich wielkości i walcowanego asortymentu waha się od 100 000 ÷ 300 000 t przewalcowanych kęsisk.

Przy wzroście temperatury panewki powyżej 100°C następuje szybkie jej przypalanie z wydzielaniem się niebieskawego dymu i charakterystycznego zapachu. Trwałość łożysk tekstolitowych jest kilkakrotnie wyższa od trwałości łożysk metalowych (10 ÷ 40 razy). Dłuższy okres pracy łożysk powoduje zmniejszenie ilości postojów walcowni na wymianę zużytych łożysk, a przez to osiąga się wzrost wydajności walcowni.

6. Zastosowanie

Dla zobrazowania stosowalności łożysk z tworzyw plastycznych na walcowniach należy podzielić je na grupy wykazujące podobne warunki pracy, oddzielnie dla walcowni gorących i zimnych.

Walcownie małe — do tej grupy należą walcownie duo, trio, podwójne duo o średnicy walców poniżej 300 mm. Prędkość obwodowa czopów jest z reguły większa od 1 m/sek. Nacisk jednostkowy na panewkę nie przekracza 75 kg/cm². Łożyska chłodzi się tylko wodą. Smar dodaje się przed zatrzymaniem i przy uruchomieniu walców. Panewki mają budowę jednolitą podobną do panewek brązowych.

Walcownie średnie. Tutaj należą walcownie duo, trio do walcowania kształtowników, prętów, kęsów, blachówek i blachy uniwersalnej. Średnica walców jest mniejsza od 650 mm. Prędkość obwodowa czopów jest większa od 1 m/sek. Nacisk jednostkowy na panewkę osiąga wartość do 100 kg/cm². Panewki tworzą jedną całość dla średnic mniejszych, przy większych średnicach walców składają się z segmentów. Czopy walców chłodzi się obficie wodą i wystarcza smarowanie brykietami¹⁾. Stosuje się również smarowanie smarem stałym pod ciśnieniem.

Walcownie duże i zgniatacze — do tej grupy zalicza się zgniatacze służące do walcowania kęsisk kwadratowych i płaskich, walcownie duo nawrotne i trio do walcowania kształtowników i szyn. Nacisk jednostkowy na panewkę dochodzi do 250 kg/cm². Prędkość obwodowa czopów do 3 m/sek i wyżej. Łożyska należy obficie chłodzić wodą. Czopy smaruje się zazwyczaj smarem stałym pod ciśnieniem, rzadziej brykietami. Panewki składają się z segmentów.

Walcownie blachy grubej — tutaj należy zaliczyć walcownie blachy grubej, duo nawrotne, trio i walcownie wstępne dla blach cienkich. Prędkość obwodowa czopów jest większa od 1 m/sek, a w walcowniach duo nawrotne zmienna. Naciski jednostkowe na panewkę dochodzą do 300 kg/cm². Czopy należy obficie chłodzić wodą i smarować smarem stałym pod ciśnieniem. Łożyska chroni się chłodzonymi zasłonami lub strumieniem wody przed promieniowaniem od walcowanego wlewka.

Walcownie duo blachy cienkiej — dotychczas w walcowniach gorących blach cienkich nie stosuje się łożysk

z tworzyw plastycznych z powodu wysokiej temperatury beczki walca (do 500°C), podyktowanej procesem technologicznym walcowania. W nowoczesnych walcowniach ciągłych blachy cienkiej, szczególnie dla klatek wykańczających, stosuje się łożyska toczne lub ślizgowe typu „Morgoil“, smarowane i chłodzone olejem, których warunki pracy zbliżone są do pracy łożysk tocznych.

Walcownie rur — warunki pracy na walcowniach rur różnią się wzajemnie w bardzo dużym stopniu i z tego powodu trudno je uogólnić. Na walcarkach piełgrzymowych łożyska z tworzyw plastycznych stosuje się powszechnie. Walcarki wygładzające, kalibrujące mają dobre warunki do zastosowania łożysk z tworzyw plastycznych.

Walcownie blachy zimno walcowanej — do tej grupy zalicza się walcownie blachy zimno walcowanej duo, trio i walcarki polerujące. Naciski na panewki osiągają wartość 400 kg/cm². Prędkość obwodowa czopów jest z reguły mniejsza od 1 m/sek. Dla tego typu walcarek stosuje się panewki z tworzyw plastycznych złożone z segmentów. Smarowanie łożysk musi być bardzo staranne, przy czym stosuje się smar o wysokiej jakości, doprowadzany pod ciśnieniem. Chłodzenie wodą stosuje się pośrednio przez zużycie specjalnych skrzynek chłodzących wykonanych z blachy metalu lekkich. Walcownie quarto blachy zimnej pracują wyłącznie na łożyskach tocznych.

7. Kształty i wymiary panewek z tworzyw plastycznych

Kształty i wymiary panewek z tworzyw plastycznych zostały dostosowane do ich właściwości wytrzymałościowych i fizycznych; małe naciski dopuszczalne, znaczna sprężystość, mała wytrzymałość na zginanie, mała przewodność cieplna i mała odporność na temperaturę, a jednocześnie łatwość wytworzenia tarcia płynnego lub półpłynnego i bardzo duża trwałość łożysk pracujących w odpowiednich warunkach.

Dostosowanie tworzyw o tych właściwościach do przejmowania bardzo dużych sił i uderzeń towarzyszących walcowaniu oraz rozwiązanie odprowadzania ciepła stanowi istotę zagadnienia budowy łożysk z tworzyw plastycznych.

a) Wymiary panewek przejmujących naciski promieniowe

Kąty opasania panewek przyjmuje się w granicach 120 ÷ 130°. Tak dobrana długość łuku panewki zapewnia najkorzystniejsze warunki tarcia, łącznie do powstawania tarcia płynnego. W przypadku bardzo dużych nacisków łożyska pracują w warunkach tarcia półpłynnego, które uzyskuje się tylko w nielicznych przypadkach. Warunki tarcia można poprawić, zwiększając powierzchnie ślizgowe przez powiększenie średnicy czopa. W żadnym jednak razie nie należy powiększać kąta opasania łożyska powyżej 130°, ponieważ stwarza to gorsze warunki odprowadzania ciepła.

Długość panewki dobiera się w granicach $L = 0,6 \div 0,8 \cdot d$ (średnicy czopa). Długości zawarte w tych granicach stwarzają najkorzystniejsze warunki powstawania tarcia płynnego. Przy większych długościach panewek warunki tarcia pogarszają się ze względu na uginanie się walców podczas walcowania, co powoduje zwiększenie nacisków przy nasadzie czopów i ich odstawianie na końcach od panewek.

Wrażliwe osadzenie łożysk w stojakach nie jest stosowane, ponieważ bardzo duże naciski na powierzchniach kulistych lub cylindrycznych przeszkadzają zmianom położenia wkładów.

Grubość panewek — w doborze grubości panewek bierze się pod uwagę następujące warunki:

1) ze względu na trwałość panewka powinna być możliwie gruba;

2) wobec znacznej sprężystości tworzyw plastycznych dokładność wymiarów wyrobów walcowanych wymaga ograniczenia grubości panewek. Szczególnie w przypadkach dużych długości metalu walcowanego, gdy różnica temperatur na początku i na końcu przepustu powoduje różne wielkości nacisków, konieczne jest jak największe ograniczenie sprężystego odkształcania się części panewek.

3) ograniczone wymiary wkładów, szczególnie w przypadku łożyskowania walców środkowych klatek trio, wymagają zmniejszenia korpusu nawet kosztem zmniejszenia grubości panewek.

4) oszczędność tworzywa wymaga ograniczenia grubości panewek. W gospodarce panewkami z tworzyw plastycznych trzeba pamiętać, że zużyte panewki nie nadają się do dalszej pracy.

1) Asfalt zmieszany ze smarami o wysokim punkcie topliwości.

robki. Ponieważ panewka zużywa się wyłącznie w swej części środkowej, wraz ze wzrostem jej grubości zwiększają się odpady pozostające po bokach;

5) względy wytrzymałościowe ograniczają dążność do stosowania cienkich panewek. Dlatego zmniejszenie grubości zależy od dokładności przylegania panewki do wkładu. Dokładne przyleganie panewki do korpusu wkładu pozwala zmniejszyć jej grubość, a zwiększa trwałość.

Na podstawie doświadczenia przyjęło się stosowanie następujących grubości panewek:

średnica czopa d (mm)	grubość panewki b (mm)
$d \leq 250$	$b = (0,1 \div 0,15) d$
$250 < d < 400$	$b = (0,075 \div 0,1) d$
$400 \leq d$	$b = (0,05 \div 0,075) d$

Promień wytoczenia panewki wynosi zwykle $r = 1,003 \frac{d}{2}$. Przyczyną przyjmowania tak dużych luzów łożyskowych,

nie spotykanych w budowie innych typów łożysk, jest rozszerzalność cieplna czopa oraz złe przewodnictwo ciepłe panewki, w wyniku czego temperatura korpusu wkładu jest znacznie niższa niż temperatura czopa. Zbyt małe luzy prowadziłyby do nadmiernych nacisków na krawędziach panewek, powodując przypalenie krawędziowe i niszczenie tworzywa. Jednocześnie trzeba zaznaczyć, że szczelina między panewką i czopem ułatwia przenikanie wody z nieopasanej panewką powierzchni czopa na powierzchnię ślizgowe. W związku z tym w łożyskach z tworzyw plastycznych zwraca się baczna uwagę na zachowanie odpowiednio luźnych pasowań.

b) Wymiary kołnierzy do przejmowania nacisków poosiowych.

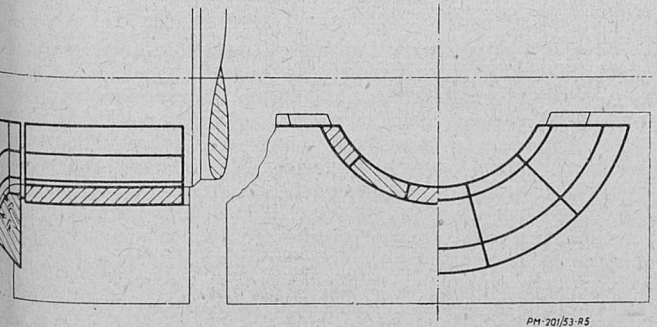
Zewnętrzny promień kołnierza winien być możliwie największy. Jest to szczególnie ważne w walcarkach bruzdowych, w których mogą występować znaczne siły poosiowe. W każdym razie promień kołnierza musi być mniejszy od połowy najmniejszej średnicy beczki walca stożowego. Normalnie przyjmuje się $R = (0,85 \div 0,9) \frac{D}{2}$, gdzie R — promień zewnętrzny kołnierza, D — średnica nominalna walców.

Grubość kołnierza przyjmuje się 1,5 ÷ 1,6 raza większą od grubości panewki. Przyczyną tego jest szybkie zużywanie się kołnierzy normalnie pracujących w warunkach tarcia półsuchego. Kołnierze są częściami łożysk najbardziej ze wszystkich części narażonymi na zanieczyszczenie zgorzeliną, działanie wysokiej temperatury i niedostateczne chłodzenie.

c) Kształty panewek i kołnierzy

Wewnętrzne wytoczenie panewki powinno być gładko obrobione, w ten sposób, aby dokładnie na całej długości przylegało do czopa. Obie krawędzie powierzchni cylindrycznej, równoległe do osi czopa, powinny posiadać ścięcia ukośne ułatwiające przenikanie wody (oraz smaru, jeśli jest on nakładany na czop) między powierzchnie ślizgowe czopa i panewki. Mała wytrzymałość na zginanie wymaga dokładnego przylegania panewek z tworzyw plastycznych do wkładów, łagodnych, zaokrąglonych przejść i możliwie równomiernych grubości ścianek. W przeciwnym razie, przy wysokich naciskach różnica w ugięciu sprężystym powoduje zgniecenie najcieńszych części.

Równoległe ze względami wytrzymałościowymi w doborze kształtu zewnętrznego panewek ważną rolę grają względy gospodarcze. W przypadku panewki wielobocznej odpady pozostające po zużyciu łożyska stanowią znacznie większy procent niż dla łożysk o zewnętrznej powierzchni cylindrycznej. Dlatego



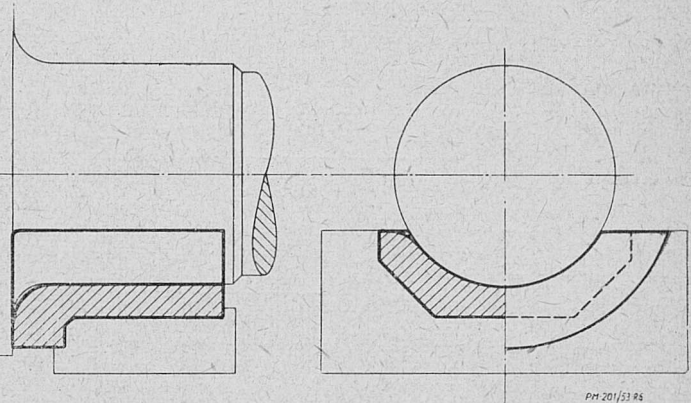
Rys. 5. Panewka i kołnierz złożone z segmentów.

panewki łożysk przenoszących duże naciski, praktycznie łożysk o większych średnicach czopów ($d \geq 200 \div 250$), wykonuje się o zewnętrznej powierzchni cylindrycznej i jednakowych grubościach na całej długości łuku (rys. 5). Panewki takie wykonuje się złożone z segmentów. Rozwiązanie to ma następujące zalety:

- 1) dokładne dopasowanie panewki do wkładu;
- 2) w przypadku miejscowego uszkodzenia, np. przypalenia, istnieje możliwość wymiany jednego segmentu;
- 3) produkcja niewielkich segmentów jest łatwiejsza i tańsza od wytwarzania dużych panewek w całości.

Kołnierze łożysk o średnicach czopa większych od 200 ÷ 250 mm wykonuje się oddzielnie od panewek i składa się je z kilku segmentów.

Dla uniknięcia niedokładnego przylegania czopa i kołnierza na łuku przejściowym między powierzchnią cylindryczną czopa i czołową beczki (rys. 5) kołnierz zatacza się promieniem więk-



Rys. 6. Panewka wykonana w całości drogą prasowania.

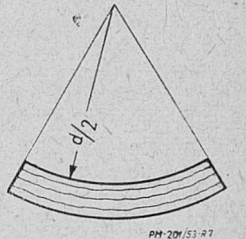
szym niż promień zatoczenia czopa. Widoczne na rysunku odsunięcie wewnętrznego zatoczenia kołnierza od powierzchni czopa ma na celu pozostawienie przestrzeni ułatwiającej dostęp wody chłodzącej.

Panewkę i kołnierz, złożone z segmentów dopasowuje się do wkładu i zamocowuje listwami dokręconymi po obu stronach łożyska.

Małe panewki, przeznaczone dla czopów mniejszych od $d = 200 \div 250$ mm wykonuje się w całości łącznie z kołnierzem. Kształt tych panewek przedstawiony jest na rys. 6. Dzięki wielobocznej prostopadłościenniej formie zewnętrznej panewki te umieszcza się we wkładach bez dodatkowego umocowania. Kształt taki jest umożliwiony stosunkowo niewielkimi naciskami, podczas gdy zalety montażowe panewek przewyższają straty wywołane zwiększonymi odpadkami.

Ułożenie włókien w panewkach. Różne własności wytrzymałościowe tworzyw plastycznych (tablica I) w zależności od kierunku ułożenia włókien wskazują na ważność tego problemu. Tekstolit (warstwowy) i inne tworzywa o wypełniaczu z płótna wykazują niższy współczynnik tarcia, oraz wyższe właściwości wytrzymałościowe w przypadku ułożenia warstw równoległe do osi czopa (tzn. skierowania nacisków w poprzek włókien, a prędkości — wzdłuż włókien). Ułożenie takie jest możliwe w przypadku prasowania panewki na gorąco (rys. 7). Jeśli panewka jest obrabiana skrawaniem z płyty, należy przjąć ułożenie włókien (warstw płótne) prostopadle do osi czopa, a naciski skierowane wzdłuż włókien. Podobnie w przypadku lignofolu warstwy powinny być ułożone prostopadle do osi czopa, gdyż właściwości wytrzymałościowe lignofolu w poprzek włókien są bardzo małe (rys. 8).

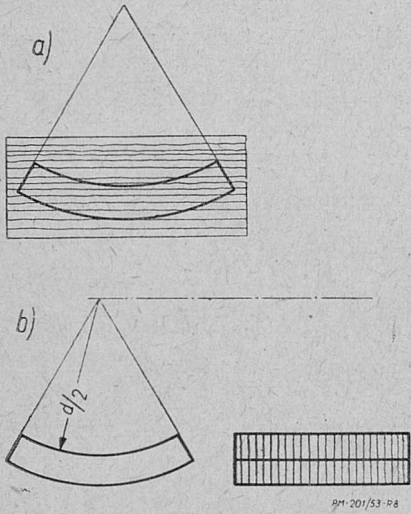
Przykłady osadzania panewek we wkładach. W oparciu o wyżej omówione ogólne zasady konstrukcji, łożyska z tworzyw plastycznych mają budowę zróżnicowa-



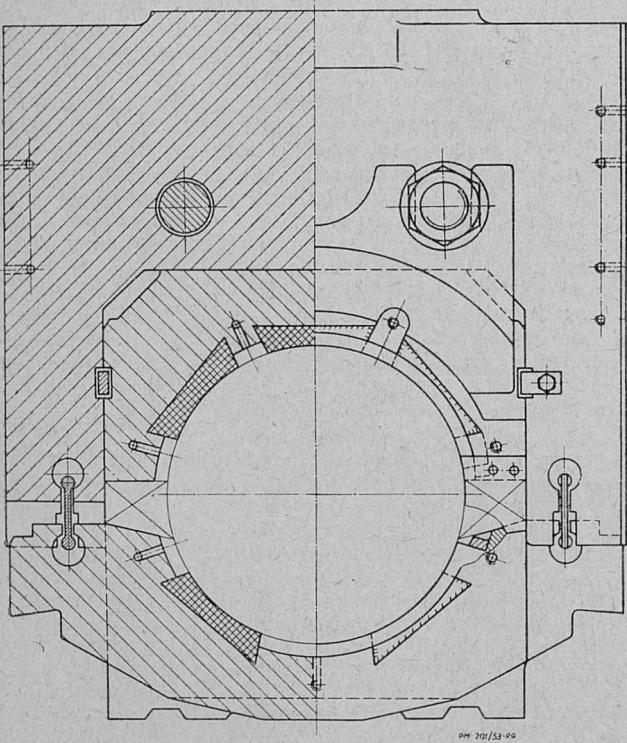
Rys. 7. Segment prasowanej panewki tekstolitowej z podaniem ułożenia włókien.

TABLICA I. Własności panewek z tworzyw plastycznych — wg projektu normy PN/H-63111

Tworzywo	Wytrzymałość na rozciąganie R_r kG/cm ²	Udarność U_{min} kGcm/cm ²	Twardość H_{Bmin} kG/mm ²	Wytrzymałość na ściskanie R_{cmin} kG/cm ²	Pochłanianie maksymalne oleju o temp. 20°C po 6 dn. %	Pochłanianie maksymalne wody o temp. 20°C %	Minim. przewodnictwo cieplne minim. kcal/m ² godz. °C	Przybliżony ciężar właściwy g/cm ³
Tekstolit	700 ÷ 1200 (pl. bawełniane) 2000 ÷ 2500 (pl. lniane)	35	30 wzdłuż włókien 40 w poprzek włókien	1200 wzdłuż włókien 2000 w poprzek włókien	0,3	1,5	0,2	1,3 ÷ 1,4
Tekstolit ścinkowy	300 ÷ 500	20	30	1600	0,3	1,5	0,2	1,3 ÷ 1,4
Lignofol	1300 ÷ 1700	50	20 wzdłuż włókien	1300 wzdłuż włókien	—	4	0,2	1,25 ÷ 1,45



Rys. 8. Segment panewki obrabianej z płyty tekstolitowej: a) — nieprawidłowe ułożenie włókien, b) — prawidłowe ułożenie włókien.



Rys. 9. Ułożyskowanie górnego walca klatki nawrotnej.

ną w zależności od typu walcowni. Wyodrębniając pewne główne grupy o podobnej budowie, pokrótce omówimy:

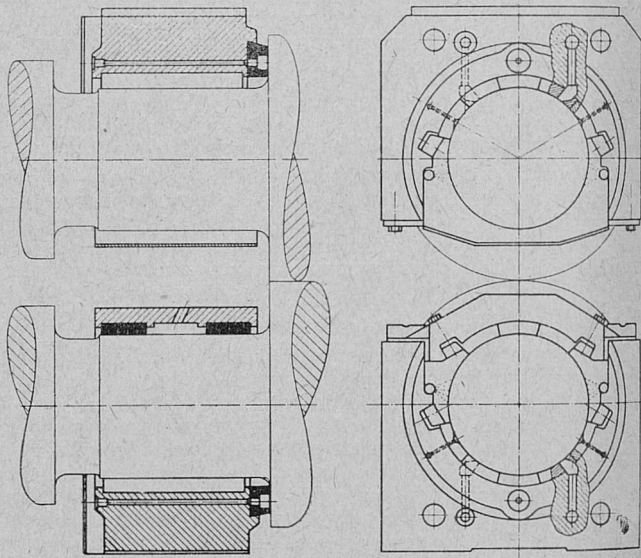
1) łożyska walcarek nawrotnych, jak np. zgniataczy, walcarek blach grubych i dużych walcarek szyn i kształtowników;

2) łożyska nienawrotnych walcarek bruzdowych dużych i średnich oraz walcarek blach grubych trio-Lautha;

3) łożyska walcarek gotowych walcowni małych, walcujących drobne kształtowniki, pręty i walcówkę.

Przykład łożyska walcarki nawrotnej przedstawia rys. 9. Łożysko odróżnia się od najczęściej spotykanych łożysk zastosowaniem odstępów między panewkami. W wolnych przestrzeniach między panewkami doprowadza się wodę. Rozwiązanie takie zapewnia intensywne chłodzenie czopa i przedostawanie się wody na powierzchnie ślizgowe podczas bardzo krótko trwających (od kilku do kilkunastu sekund) okresów ruchu w jednym kierunku.

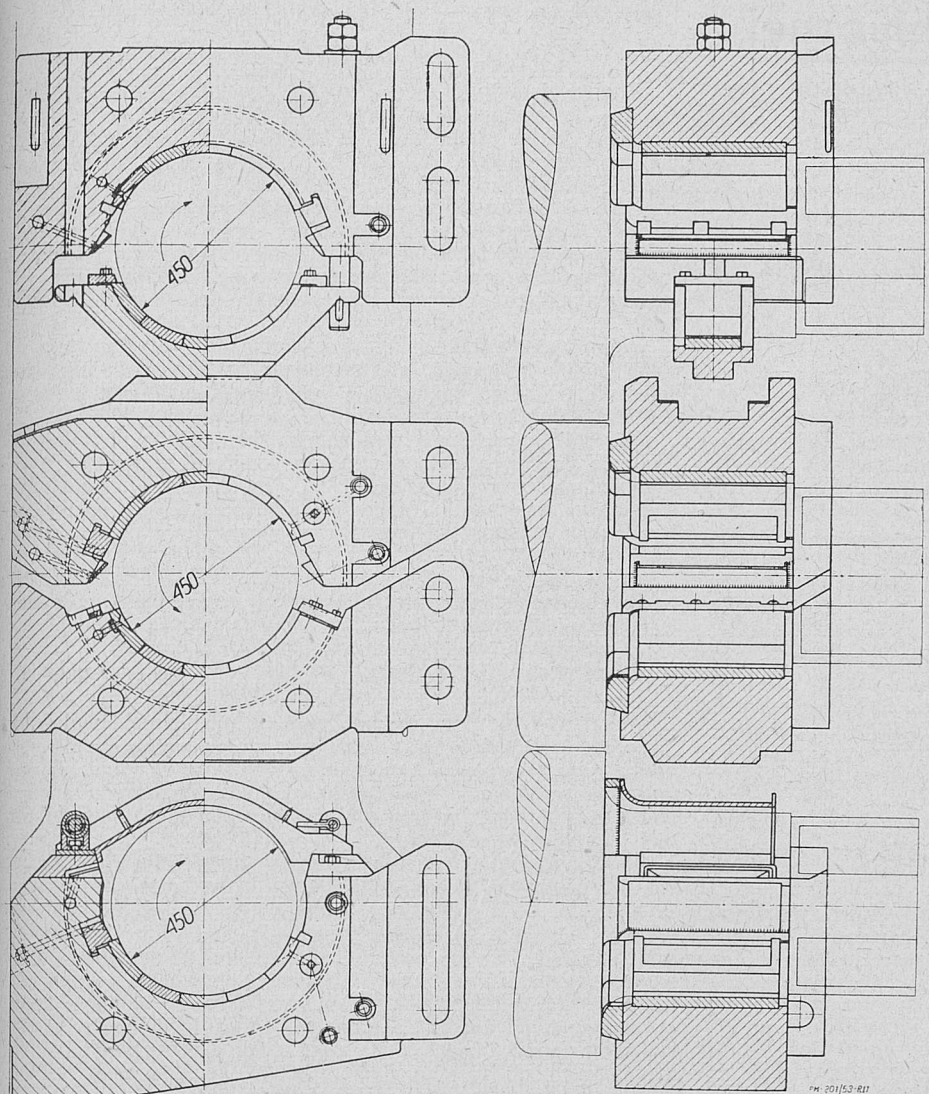
Łożyska o dodatkowym doprowadzaniu wody między powierzchnie ślizgowe (rys. 10) bywają stosowane w przypadku ruchu dwukierunkowego o długich przepustach (np. w nawrot-



Rys. 10. Łożyska klatki duo o dodatkowym doprowadzeniu wody na powierzchnie ślizgowe.

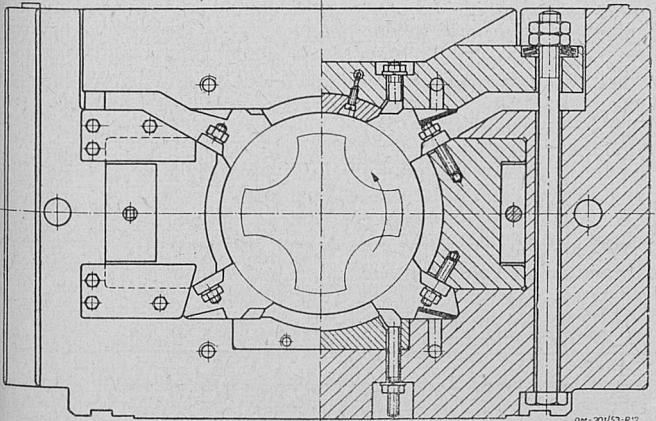
nych walcarkach szyn) lub w walcarkach nienawrotnych, lecz pracujących przy bardzo dużych naciskach. Poza doprowadzaniem wody, na rysunku pokazano doprowadzenie smaru.

Rys. 11 podaje przykład ułożyskowania nienawrotnej dużej walcarki trio. Każda panewka i każdy kołnierz składa się z pięciu segmentów. Po obu stronach łożysk umieszczono przewody doprowadzające wodę chłodzącą czopy. Przewody smarownicze doprowadzono w ten sposób, by ruch czopa powodował rozprowadzenie smaru po całej panewce. Ułożyskowanie walców klatki trio Lautha do walcowania blach grubych różni się od wyżej przedstawionego łożyskowania klatki trio sposobem uchwycenia walca środkowego. Łożyska tego walca nie przenoszą nacisków pionowych walcowania, ponieważ beczka jego opiera się podczas przepustów o beczkę jednego z walców skrajnych. W związku z tym konieczne jest przenoszenie sił poziomych występujących podczas chwytu i walcowania. Rozwiązanie tego rodzaju łożyska przedstawia rys. 12.

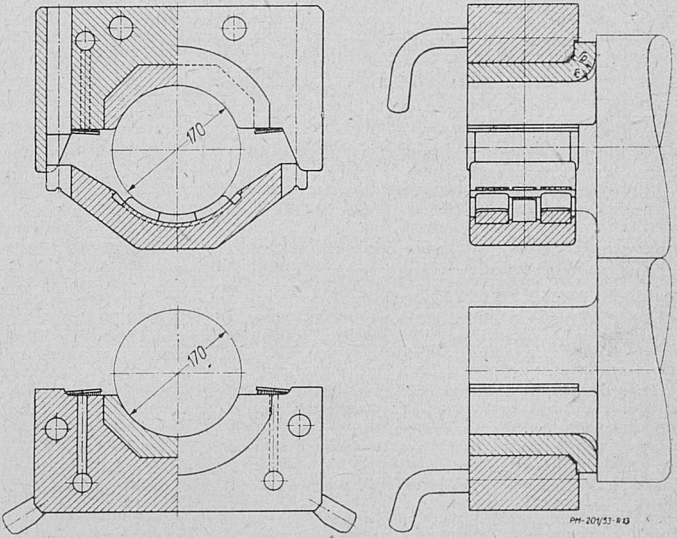


Rys. 11. Łożyska dużej walcarki bruzdowej trio.

Łożyska o wytoczeniu $d = 170$ mm, przeznaczone dla walcarki gotowej walcowni malej, przedstawiono na rys. 13. Panewki tych łożysk były prasowane w całości z tekstolitu szcinkowego. Chłodzenie wodą przewidziano w ilości 2 l/cm² na godz.



Rys. 12. Ułożyskowanie walca środkowego klatki trio Lautha.



Rys. 13. Łożyska klatek gotowych walcowni malej.

We wszystkich przytoczonych przykładach łożyska walca dolnego są chronione przed odpryskami zgorzeliny przy pomocy osłon blaszanych. Osłony te przylegają do powierzchni czołowej walca lub tworzą z walcem uszczelnienie labiryntowe.

Do natryskiwania czopów wodą używa się rurek o licznych otworach. Wadą tego systemu jest zatykanie się otworów rozpryskowych. Lepszym sposobem jest kierowanie strumienia wody na przeciwstawną mu powierzchnię, po której woda rozplywa się i całą warstwą wtryskiwana jest na czop.

8. Obsługa i konserwacja

Obsługa łożysk z tworzyw plastycznych jest stosunkowo prosta. Należy przestrzegać następujących warunków: czopy walców przed zabudową należy starannie oczyścić i nasmarować smarem; to samo dotyczy panewki. Panewkę trzeba dobrze osadzić w obudowie. Gdy czopy walca posiadają nierówności, muszą być przeszlifowane. Po zabudowaniu nowych łożysk nie należy od razu dawać pełnego obciążenia walców, lecz pozwolić na dopasowanie się czopów do panewek przy biegu luzem. O ile przy próbnym biegu któreś z łożysk zagrzeje się, należy je poluzować, obficie chłodzić wodą i ewentualnie posmarować przy dalszym biegu luzem walcarki. Gdy łożyska nie wykazują wzrostu temperatury, można walcarkę obciążyć normalnie. W czasie ruchu należy sprawdzić dopływ wody i smaru na czopy. Dopływu wody na czopy nie należy przerywać podczas pracy. Przed zatrzymaniem walcarki posmarować czopy, a po jej zatrzymaniu nie przerywać dopływu wody do łożysk tak długo, aż temperatura czopów i beczki walca dostatecznie się obniży.

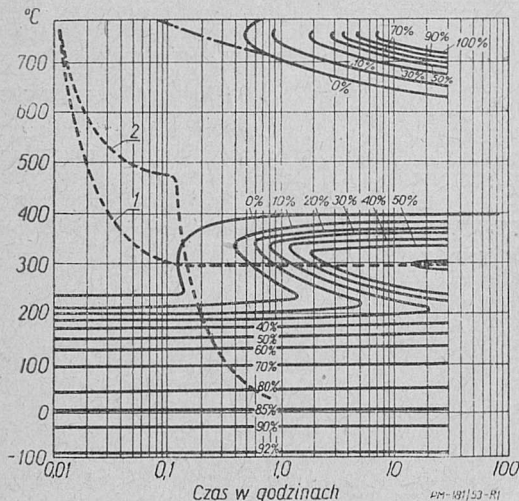
powierzchni panewki. Na jednym komplecie panewek przewalco-
wano ponad 50 000 ton drobnych prętów (głównie tzw. żelaza
zbrojeniowego).

Po wybudowaniu walców czopy należy starannie oczyścić
i posmarować smarem w celu zabezpieczenia ich od korozji
i tak je składować, aby nie uszkodzić powierzchni czopów.

Przegląd prasy technicznej

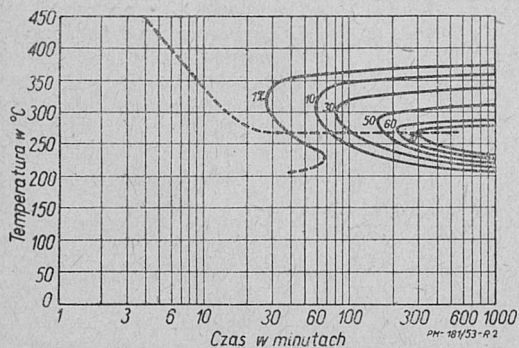
ZWIĘKSZENIE WYDAJNOŚCI STALI SZYBKOTNĄCYCH PRZEZ HARTOWANIE IZOTERMICZNE

Wykres izotermicznego rozpadu austenitu stali szybko tnącej 18-4-1 został opublikowany przez Gordona przed ok. 10 laty. Z wykresu tego (rys. 1) widać, że zakres najszybszego rozpadu austenitu przypada w temperaturze ok. 260°C. Cechą charakterystyczną tej przemiany jest stopniowe jej zanikanie; 50% bainitu (rozłożonego izotermicznie austenitu) otrzymuje się w ciągu 2 godz, 60% bainitu — dopiero po upływie 12 godz wygrzewania.



Rys. 1. Wykres izotermicznego rozpadu austenitu stali szybko tnącej 18-4-1 (wg M. Cohena i P. Gordona)

Hartowanie izotermiczne stali szybko tnącej 18-4-1 (wg krzywej 1 na rys. 1) ¹⁾ jest więc możliwe, jednak przeprowadzenie go wymaga tak długiego czasu, że w praktyce jest ono nieopłacalne. Dodać należy, że do czasu właściwego hartowania do-



Rys. 2. Wykres izotermicznego rozpadu stali ABC II — 9,0% W, 4% Cr, 0,85% Mo, 1,6% V (wg F. W. Strassburga)
1 — krzywa hartowania przy hartowaniu izotermicznym,
2 — krzywa chłodzenia przy hartowaniu stopniowym.

chodzą jeszcze dodatkowe zabiegi cieplne, mające na celu przemianę w bainit pozostałego w stosunkowo dużej ilości austenitu szczątkowego.

Korzystniej przedstawia się hartowanie izotermiczne stali niskowolframowych (ok. 9% W — ABC II, SW9) ²⁾.

¹⁾ Hartowanie z chłodzeniem w kąpeli o temperaturze 400 ÷ 450°C wg krzywej 2 na rys. 1 jest hartowaniem stopniowym, a nie izotermicznym, jak często błędnie bywa nazywane. W kąpeli tej narzędzia przetrzymuje się 5 ÷ 15 minut i następnie chłodzi na powietrzu. Niewielki czas przetrzymania jest uwarunkowany tylko wyrównaniem temperatur w całym przekroju i żadne zmiany strukturalne w tym czasie nie zachodzą. Zabieg ten ma na celu zmniejszenie naprężeń pochodzenia cieplnego i strukturalnego, które będą występować przy przemianie austenitu w martenzyt w czasie następnego chłodzenia w powietrzu. Przy hartowaniu stopniowym otrzymuje się znacznie mniejsze naprężenia i odkształcenia niż przy hartowaniu zwykłym i dlatego zabieg ten jest często w praktyce stosowany.

²⁾ Autor streszczonego artykułu przeprowadził badania odnośnie stali ABC II (9,0% W, 4% Cr, 0,85% Mo, 1,6% V), której w Polskich Normach odpowiada stal SW9, i stali ABC III (ok. 3% W, 4% Cr, 2,65% Mo, 2,5% V). Podajemy wykres i dane odnośnie tylko stali ABC II, jako mającej odpowiednik w PN i stosowanej u nas często w praktyce.

Krzywe izotermicznego rozpadu austenitu stali tego typu (zakres hartowania bainitycznego) przedstawione są na rys. 2. Podobnie jak w stali typu 18-4-1 austenit rozpada się najszybciej w temperaturze 260 ÷ 280°C; różnica polega na znacznie większej szybkości rozkładu — 60% rozkładu uzyskuje się po upływie ok. 3,5 godziny. Taka szybkość rozkładu pozwala już stosować izotermiczne hartowanie stali niskowolframowych w praktyce.

Ponieważ w czasie hartowania tylko ok. 60% austenitu podlega rozpadowi, przeto reszta pozostaje jako austenit szczątkowy.

Pozostawienie tak dużej ilości austenitu szczątkowego nie tylko obniża twardość, ale zmniejsza wybitnie odporność na ścieranie i dlatego dokłada się wszelkich starań, aby pozostały austenit szczątkowy przeprowadzić w martenzyt.

Austenit szczątkowy stali szybko tnących (podobnie jak i innych stali wysokostopowych, np. wysoko chromowych) wykazuje jednak cechy stabilizacji, tzn. jest trudny do przeprowadzenia w martenzyt, i dlatego odpuszczanie po hartowaniu izotermicznym musi się odbywać wg specjalnie opracowanego schematu:

- a) nagrzanie do 560 ÷ 570°C i wygrzewanie przez 3 godz,
- b) chłodzenie izotermiczne w kąpeli solnej 280°C z wytrzymaniem przez 3 godz,
- c) chłodzenie w powietrzu,
- d) odpuszczanie 2 razy po 1 godz. w temperaturze 560 ÷ 570°C.

Punkt a) i b) mogą być z korzyścią powtórzone dwukrotnie. Istota tych zabiegów polega na tym, że przez dostatecznie długie wygrzewanie w temperaturze 560 ÷ 570°C udaje się spowodować wydzielanie z austenitu węglików stopowych; austenit ubożeje w składniki stopowe i przy następnym chłodzeniu rozpad jego odbywa się łatwiej.

W przypadku chłodzenia z temperatury 560 ÷ 570°C w powietrzu następuje przemiana austenitu szczątkowego w martenzyt, jak to ma miejsce przy odpuszczaniu. Jeżeli chłodzenie odbywa się wg p. b) izotermicznie w kąpeli solnej w temperaturze 260 ÷ 280°C, to austenit szczątkowy przemienia się na wtórny bainit, przy czym tworzenie się jego odbywa się analogicznie do tworzenia bainitu pierwotnego. W czasie odpuszczania wg p. d) dalsza ilość austenitu szczątkowego przemienia się w martenzyt i łącznie udaje się osiągnąć rozpad 80 do 90% austenitu.

Razem z hartowaniem izotermicznym zabiegi te trwają około 12 godzin.

Narzędzia obrabiane w ten sposób posiadają jeszcze mniejsze naprężenia i odkształcenia niż hartowane stopniowo, znacznie (4 do 6 razy) większą odporność na uderzenie i 2—3 razy większą trwałość ostrza niż hartowane w sposób zwykły.

P. K.

(Technische Rundschau nr 28/52, str. 9).

CIECIE PÓLFABRYKATU NA ODKUWKI WG ICH CIĘŻARU

Jako półfabrykat do wyrobu kutej części samochodów i traktorów używany bywa przeważnie materiał wałcowany o średnicy od 25 do 100 mm. Przy obliczaniu jego ilości, niezbędnej do wykonania danej części, bierze się zazwyczaj pod uwagę teoretyczne wymiary przekroju, nie uwzględniając faktu, że materiały wałcowane bywają dostarczane z pewnymi odchylkami wymiarowymi.

Jakim zmianom ulegają objętości półfabrykatu w zależności od wymiarów rzeczywistych, wykazuje tablica I.

TABLICA I

Średnice półfabrykatu d w mm	Objętość rzeczywista w % objętości teoretycznej		Odchyłki w mm według GOST 2590 — 51	
	przy $d - a$	przy $d + b$	a	b
30	95,0	103,4	0,75	0,5
40	96,0	102,5	0,75	0,5
50	96,0	102,4	1,0	0,6
60	96,4	102,3	1,1	0,7
70	96,6	102,0	1,1	0,7
80	96,7	102,0	1,3	0,8
90	97,0	101,8	1,3	0,8
100	97,3	101,0	1,7	0,8

Wynika z niej, że przy użyciu półfabrykatu o średnicy teoretycznej 100 mm, wykonanego z odchylką górną, wagowy nad-

miar materiału wynosi do 1,0%, a przy średnicy 30 mm — do 3,4%.

Tolerancje materiału walcowanego są tak ustalone, że i przy dużych odchyłkach otrzymuje się dobre odkuwki pod warunkiem, że matryce nie są zbyt silnie zużyte. Jeśli więc zamiast półfabrykatu wykonanego z odchyłką dolną użyjemy półfabrykatu wykonanego z odchyłką górną, to nadmiar wagowy półfabrykatu o średnicy teoretycznej 100 mm wyniesie wówczas 5,1%, a przy 30 mm — nawet 8,7% wg stosunku $\frac{d+b}{d-a} \cdot 100$.

Przyjmując, że strata materiału pod postacią zgorzeliny nie jest zależna od tolerancji, nadmiar ten przy kuciu w matrycach spowoduje powstawanie większych rąbków kuźniczych i utrudni sam proces kucia.

TABLICA II

Średnica półfabrykatu w mm	Ciężar półfabrykatu		Ciężar odkuwki		Ciężar rąbków		Ciężar zgorzeliny	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
30 — 1,0	1,413	100,0	1,017	72,0	0,368	26,0	0,028	2,0
30 ± 0,0	1,472	100,0	1,017	69,0	0,426	29,0	0,029	2,0
30 + 0,6	1,507	100,0	1,017	67,5	0,460	30,5	0,030	2,0

Uwaga: długość półfabrykatu 100 mm

Zestawienie w tablicy II wykazuje, że wydajność półfabrykatu o średnicy teoretycznej 50 mm zmniejsza się z 72% do 67,5% w zależności od tego, czy użyty zostanie materiał z odchyłką dolną, czy też z odchyłką górną. W podobnym stosunku zwiększa się również ciężar rąbków kuźniczych.

Powyższe przykłady dowodzą, że układ tolerancji GOST 2590 i 2591 d_{+b}^{-a} możemy rozumieć jako układ $d_{+c}^{-0,0}$, gdzie wielkość bezwzględna tolerancji $c = a + b$. Każda więc odchyłka do-

datnia w tym układzie prowadzi do nadmiaru materiału; nadmiar ten należy wykorzystać w jak największym stopniu w praktyce. Jeżeli np. przednia oś traktora kuta jest z pręta okrągłego o $\phi d = 65$ mm, to nawet przy dolnej odchyłce otrzymamy dobrą odkuwkę przy długości pręta $l_1 = 750$ mm. Jeśli natomiast będzie użyty pręt z odchyłką górną, to — jak wykazuje prosty rachunek — wystarczy długość $l_2 = 709$ mm, czyli o 41 mm mniejsza. Tak znaczne nawet skrócenie półfabrykatu jest w danym przypadku możliwe, ponieważ ulegnie on rozciągnięciu na całej prawie długości w czasie kucia.

Podobną oszczędność materiału można uzyskać i przy kuciu drogą spęczania (osadzania). W tym przypadku jednak należy unikać zbytniego skracania półfabrykatu; stosunek jego długości (wysokości) do średnicy nie powinien być mniejszy od jedności, gdyż cięcie tak krótkich kawałków na prasach jest niewygodne.

W niektórych wytwórniach samochodów w ZSRR stosowany już jest system odważania półfabrykatów. Nie jest on jednak szeroko rozpowszechniony i odnosi się wyłącznie do kucia przez osadzanie. Obecnie czynione są usiłowania, ażeby wprowadzić go na jak najszerszą skalę. Wymaga to ponownego przeliczenia norm zużycia metalu w oparciu nie o teoretyczne wymiary przekrojów półfabrykatów, lecz przy uwzględnieniu jego odchyłek dodatnich i ujemnych. Oddziały przygotowawcze wytwórni należy wyposażyć w tablice podające zależności długości od średnic półfabrykatów; półfabrykat należy ciąć uwzględniając jego średnicę rzeczywistą i zaprowadzić systematyczną kontrolę wagową.

Należy zdawać sobie sprawę, że kucie na gorąco w matrycach rozpowszechnia się coraz bardziej i każdy procent zaoszczędzonego metalu stanowi wiele tysięcy ton.

S. H.

(Awtomobilnaja i traktornaja promyslelnost, 6/53, str. 7).

Bibliografia

N. F. Bołchowitnow — METALIZNAWSTWO I OBRÓBKA CIEPLNA. Tłum. z ros. mgr inż. C. Niewiadomskiego. Format B5, stron 310, rysunków 221, tablic 45. PWT, Stalinogród, 1953. Cena zł 29.—

Książka zawiera osiem rozdziałów, z których pierwsze cztery obejmują teoretyczne podstawy metaloznawstwa: strukturę krystaliczną stali, naukę o deformacji plastycznej, teorię stopów, wykres stopów żelaza z węglem i zasady obróbki cieplnej stopów, w szczególności stali.

W rozdziałach V, VI i VII omówione zostały stopy konstrukcyjne i narzędziowe, stopy oraz stopy o szczególnych właściwościach fizycznych i chemicznych, żeliwo szare i ciągliwe. Stopy nieżelazne rozpatrzone zostały mniej szczegółowo z wyjątkiem stopów aluminium, magnezu i miedzi oraz stopów żelaznych, którym poświęcono więcej miejsca.

W rozdziale VIII i ostatnim Autor omawia wytrzymałość materiałów, podając jednocześnie różne sposoby jej zwiększenia, stojące do dyspozycji metalurgów i technologów dzięki osiągnięciom w zakresie metaloznawstwa. Każdy rozdział zaopatrzone jest w bardzo obszerną literaturę naukową i techniczną, związaną z zawartą w nim treścią. Poza tym na końcu książki umieszczono spis ważniejszych czasopism z dziedziny metaloznawstwa i obróbki cieplnej.

Wydanie pracy N. F. Bołchowitnowa w języku polskim udostępnia szerokiemu ogółowi inżynierów z niezwykłą umiejętnością zestawione i opracowane najważniejsze zagadnienia metaloznawstwa i obróbki cieplnej. Mimo niewielkiej objętości książki obejmuje całokształt obszernego tematu, przy zachowaniu wysokiego poziomu wykładu w oparciu o najnowsze zdobycze nauki.

Szczególnie zwięźle i jasno omawia Autor kinetykę przemiany austenitu, posługując się przy tym nową odmianą wykresów izotermicznych, poprawną przez uczonych radzieckich. Słusznie poświęcono stosunkowo dużo miejsca problemowi hartowności stali, wiążącemu się ściśle z powyższym tematem, a będącemu obecnie jednym z czołowych problemów metaloznawstwa.

Wśród wielu cennych i przystępnie podanych czytelnikowi wiadomości o stalach konstrukcyjnych na szczególną uwagę zasługują podrozdział „Stale niskostopowe” (str. 177), gdyż niektóre z wymienionych w nim gatunków zastępujących stwarzają możliwości dla dalszego postępu prowadzonego u nas i na całym świecie akcji oszczędzania metali deficytowych.

Również rozdziały o żeliwie i metalach nieżelaznych stanowią zbior trafiały dobrane, najważniejszych dla konstruktora wiadomości, które pozwolą mu zorientować się wśród tworzyw niedawno wprowadzonych do przemysłu.

Podkreślić należy przejrzysty układ i jasność wykładu, wynikające z głębokiej wiedzy i zdolności pedagogicznych Autora, który na podstawie niezwykle obszernej literatury i w oparciu o liczne badania własne potrafił stworzyć świetny i zwięzły podręcznik metaloznawstwa dla inżynierów konstruktorów.

Można by jedynie postawić zarzut, że Autor, omawiając hartowanie, nie wyjaśnił związku, jaki zachodzi między przebiegiem przemiany austenitu przy jego nieprzerwanym chłodzeniu i przebiegiem krzywych podawanych na wykresach przemiany izotermicznej. Takie wyjaśnienie pozwoliłoby czytelnikowi zrozumieć, że krzywe, przedstawiające szybkość, z jaką powinien stygnąć rdzeń, aby nie rozpoczęła się w nim przemiana

austenitu, nie muszą być — jak podano na rys. 67, 68 i 69 — styczne do krzywej początku przemiany izotermicznej, a mogą ją przecinać.

Poza tym do usterek książki w przekładzie polskim należy umieszczenie w tekście cech stali wg projektu PN, które w międzyczasie uległy zmianie.

Na zakończenie należy zaznaczyć, że dzięki doskonałemu tłumaczeniu i redakcji przekład polski ściśle i jasno oddzwiera treść oryginału, przy czym słownictwo techniczne na ogół jest poprawne.

Również układ typograficzny, szata zewnętrzna i wykonanie techniczne są na wysokim poziomie.

Wszystkie wyżej wymienione zalety książki „Metaloznawstwo i obróbka cieplna” czynią z niej niezmiennie wartościową pozycję w literaturze metaloznawczej. Książka ta umożliwi niewątpliwie wielu polskim konstruktorom uzupełnienie i pogłębienie swych wiadomości.

Marian Kozłowski

OD REDAKCJI. Zgadając się na ogół z trafną i wnikliwą opinią recenzenta, zgłosiliśmy pewne zastrzeżenia dotyczące tłumaczenia i terminologii polskiej. Wymienimy kilka niedociągnięć rzucających się najbardziej w oczy.

Zakwestionowane przez recenzenta wykresy rys. 67, 68, 69 są błędne, ale tylko w tłumaczeniu polskim. Sprawa jest tak oczywista, że należy się tu doszukiwać tylko błędów kreslarskich.

Str. 250, 255, 256, 257 i inne Stopów aluminium i brązów berylowych nie „hartuje się” i nie „odpuszcza” tylko *przesycha* i *poddaje starzeniu* (patrz norma PN/H-01200 z 1951 r.). Nazwa *hartowanie* jest nielogiczna, ponieważ po tym zabiegu stop nie zwiększa twardości albo tylko nieznacznie. Przed ogłoszeniem normy PN/H-01200 była stosowana raczej nazwa *przechładzanie*. W języku rosyjskim wyraz *zakalivat* stosuje się wprawdzie zarówno do stali, jak i stopów aluminium, ale nie ma on w źródłosłowie pojęcia utwardzania, podobnie jak francuskie *tremper*. Analogicznie przedstawia się sprawa z „odpuszczaniem” stopów aluminium i brązów berylowych, po którym to zabiegu twardość i wytrzymałość rośnie.

Str. 104 „Odpuszczanie przy niskich temperaturach (stabilizowanie, odprężanie)”. Nazwy zabiegu w nawiasie, dopisane w tłumaczeniu, są błędne, ponieważ odpuszczanie, stabilizowanie i odprężanie są to różne zabiegi i to zarówno pod względem zakresu stosowania, jak i celu oraz temperatury. Zabieg odpuszczania niskiego (150–250°C) odnosi się wyłącznie do stali hartowanych, podczas gdy stabilizowanie (100–170°C) odnosi się także i do żeliwa. Stabilizowanie narzędzi stosuje się po szlifowaniu niezależnie od uprzednio dokonanego niskiego odpuszczania. Odprężanie jako zabieg (400–650°C) stosuje się po obróbce plastycznej na gorąco i na zimno, po spawaniu, po nawęglaniu itd., ale nie po hartowaniu. Zjawisko odprężania zachodzi zresztą także i przy wysokim odpuszczaniu.

Str. 24. „Zdrowienie (Kristallerholung, crystal recovery)” jest procesem... W języku polskim zjawisko to określa się jako *nawrót*, a zabieg mający na celu wywołanie nawrotu (nagrzewanie poniżej temperatury rekryształizacji) nosi nazwę *wyżarzanie odprężające*. Wyraz „zdrowienie” wydaje się nieodpowiedni, ponieważ nasuwa mniemanie, że metal zgnieciony jest „chory”, co nawet pod przenośnią nie jest trafne.

Z żałobnej karty

Dnia 18 października 1953 roku zmarł w Warszawie inż. Wacław Moszyński, członek-korespondent Polskiej Akademii Nauk, profesor zwyczajny Politechniki Warszawskiej, doktor nauk technicznych.

Prof. W. Moszyński urodził się 12 sierpnia 1892 roku w Warszawie. Po ukończeniu gimnazjum im. Chrzanowskiego w Warszawie, udaje się na wyższe studia do Francji, gdzie w latach 1914—1915 uzyskuje dyplom inżyniera mechanika i elektryka w Instytucie Elektrotechniki i Mechaniki Stosowanej Wydziału Przyrodniczego Uniwersytetu w Nancy.

Po ukończeniu studiów wraca do kraju i pracuje zawodowo w Borystawiu, Królewskiej Hucie i Poznaniu, gdzie ponadto prowadzi wykłady Obróbki Metali w Państwowej Wyższej Szkole Budowy Maszyn. W roku 1930 przenosi się do Warszawy, pracując kolejno w Państwowej Wytwórni Aparatów Telegraficznych i Telefonicznych, w Ministerstwie Poczty i Telegrafów, w Instytucie Technicznym Uzbrojenia i wreszcie — od roku 1938 — jako profesor zwyczajny Katedry Części Maszyn Politechniki Warszawskiej. Na stanowisku tym prof. W. Moszyński pracował do ostatnich chwil swego życia jako kierownik katedry zespołowej, obejmującej wszystkie wydziały mechaniczne Politechniki Warszawskiej.

Uderzająca różnorodność dziedzin techniki, w jakich pracował i jakimi zajmował się prof. Moszyński, rzuca szczególne światło na niezwykle uzdolnienia Zmarłego; dzięki tym uzdolnieniom prof. Moszyński zdołał uzyskać wyróżniające osiągnięcia na każdym z zajmowanych stanowisk i w każdej dziedzinie techniki, która stała się przedmiotem Jego zainteresowań.

Prof. W. Moszyński należał do rzędu wybitnych naukowców zarówno w skali krajowej, jak i międzynarodowej. Jego wielka czterotomowa praca pt. „Wykład elementów maszyn” i ostatnio wydana „Wytrzymałość zmęczeniowa części maszyn” — to dzieła stanowiące szczytowe osiągnięcia polskiej nauki o podstawach konstrukcji, a jednocześnie jedną z najcenniejszych publikacji naukowych w światowej literaturze technicznej.

Za prace te, jak również za całokształt działalności naukowej, uzyskał prof. Moszyński w roku 1951 Nagrodę Państwową.

Prof. Moszyński był pionierem w zakresie naukowego opracowania zagadnień normalizacji, zwłaszcza w dziedzinie tolerancji i pasowań (należy podkreślić, iż w tej dziedzinie Zmarły był autorytetem uznawanym na całym świecie), rysunku technicznego i części maszyn.

Polskie piśmiennictwo techniczne traci w prof. Moszyńskim jednego ze swych wybitnych współtwórców. W niezliczonych publikacjach książkowych, referatach i artykułach zamieszczanych w czasopiśmie technicznych poruszał znakomity uczony najbardziej żywotne zagadnienia techniczne, wypełniając liczne luki i braki polskiej publicystyki naukowo-technicznej.

Charakterystyczną cechą sposobu ujęcia problemów technicznych przez prof. Moszyńskiego jest Jego konsekwentna walka z recepturą, łatwizną i szablonowością na rzecz naukowego, praktycznego i prawdziwie głębokiego opracowania.

W publikacjach swych prof. Moszyński umiał wiązać zdobyte nauki z potrzebami praktyki, dzięki czemu stworzył szereg dzieł, stanowiących niezmiernie cenny materiał źródłowy dla opracowań innych autorów. Za wybitne osiągnięcia na polu polskiego piśmiennictwa technicznego otrzymał Profesor w roku 1952 Nagrodę Państwowych Wydawnictw Technicznych.

Zarówno w swej działalności fachowej, jak i dydaktycznej, Zmarły był przykładem doskonałego wiązania nauki z praktyką i z nauczaniem. Utalentowany pedagog nie tylko umiał wzbogacić każdy swój wykład żywą, nową treścią własnych osiągnięć naukowych, lecz z niestychaną wnikliwością pracował nad stałym doskonaleniem metod przekazywania swej bogatej wiedzy studiującej młodzieży. Przez pracownię Profesora przeszło z górą dwa tysiące studentów — dziś w większości już inżynierów pracujących w polskim przemyśle maszynowym.

Prof. Moszyński ma ogromny dorobek i zasługi na polu polskiego słownictwa technicznego. On to przecież nieomal samodzielnie opracował całe bogate, trwałe i z polskiego pnia wydające się słownictwo w zakresie części maszyn, pasowań, tolerancji i maszynowego rysunku technicznego.

Niespotykana była pracowitość prof. Moszyńskiego, o której świadczy tempo i ogrom jego pracy. Swoją głęboką wiedzą i uczynnością i troskliwością budził podziw i szacunek.

Prof. Moszyński odszedł w pełni sił. Nauka polska poniosła niepowetowaną stratę, uczelnia straciła czołowego profesora, a studenci — świetnego wykładowcę.

Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich traci wraz ze śmiercią prof. Moszyńskiego wybitnego członka, a redakcja „Przeglądu Mechanicznego” bliskiego, stałego i czołowego autora.

Cześć Jego pamięci!

*
*
*

Pogrzeb prof. Moszyńskiego odbył się dnia 23 października 1953 r. na cmentarzu Bródnowskim w Warszawie. Nad grobem przemawiali m. in.: w imieniu Polskiej Akademii Nauk — prof. B. Stefanowski; w imieniu Politechniki Warszawskiej — Rektor prof. J. Bukowski; w imieniu Rady Wydziału — prof. I. Brach.

Świeży grób Wielkiego Uczzonego pokryty licznymi wieńcami od Polskiej Akademii Nauk, od Politechniki Warszawskiej, od Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Mechaników Polskich, od Państwowych Wydawnictw Technicznych i od kolegów Zmarłego.

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 ZAGÓRSKI, mgr inż. EDWARD ZMIHORSKI

Redaktor Naczelny: prof. mgr inż. MARIAN WAKALSKI

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

Sekretarz redakcji: JULIA KULINICZ

Redaktor techniczny: JÓZEF IZYCKI

Problem oszczędzania metali w pracach Instytutu

Metalizacja natryskowa

Metalizacja natryskowa jest jednym z technicznych sposobów nakładania powłoki metalowej na powierzchnię różnych materiałów. Metalizowanie natryskowe polega na tym, że roztopiony metal pod działaniem strumienia sprężonego powietrza (ewentualnie gazów obojętnych) zostaje rozpylony na bardzo drobne cząstki wielkości paru mikronów, które w postaci plastycznej padają na specjalnie przygotowaną powierzchnię i, łącząc się z nią mechanicznie, tworzą warstwę pokrycia *).

Technologię metalizacji natryskowej, zgodnie z Zarządzeniem Przewodniczącego PKPG z dnia 30 stycznia 50 r. opracowuje i rozpowszechnia w kraju Zakład Metalizacji Natryskowej z siedzibą w Warszawie, wchodzący w skład Instytutu Metaloznawstwa i Aparatury Naukowo-Laboratoryjnej.

Jak wykazały prace badawcze przeprowadzane w Zakładzie Metalizacji Natryskowej, metalizacja za pomocą rozpylania, w odróżnieniu od innych sposobów nakładania warstw metalowych, ma następujące dodatnie właściwości:

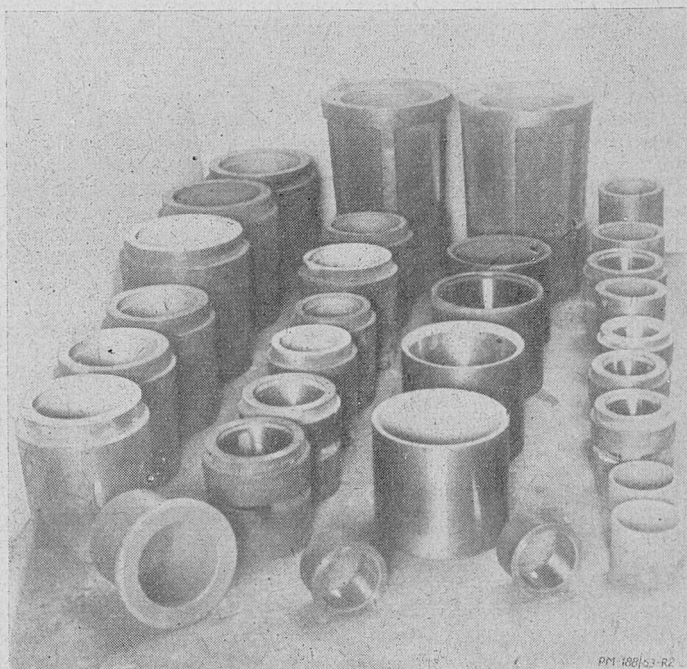
1) nakładanie warstw metalowych wykonuje się za pomocą lekkiego i stosunkowo prostego aparatu; proces ten nie wymaga zastosowania urządzeń skomplikowanych i kosztownych;

2) przenośne aparaty (pistolety) do metalizowania natryskowego pozwalają bez trudności nakładać pokrycia na konstrukcje dowolnej wielkości i kształtu;

3) proces metalizowania natryskowego jest technologicznie prosty i polega wyłącznie na przygotowaniu powierzchni przedmiotu, nałożeniu na nią warstwy metalu i w miarę potrzeby na obróbkę ręczną lub mechaniczną;

4) przy metalizowaniu natryskowym można nakładać warstwy dowolnego metalu, stopu, bimetalu o temperaturze topnienia do 3000°C aparatem elektrycznym, a do 1800°C aparatem acetylenowo-tlenowym;

5) metalizowanie nie wymaga nagrzewania powierzchni przedmiotu do nakładania powłoki, sam proces zaś prawidłowo wykonany powoduje nagrzewanie powierzchni do temperatury nie wyższej niż 80°C. Ta niska temperatura nagrzania powierz-



Rys. 2. Panewki bimetalowe wykonane natryskiem (Zakład Metalizacji Natryskowej).

7) warstwa natryskana posiada mały współczynnik tarcia w obecności smaru oraz wykazuje dużą odporność na ścieranie;

8) metalizowaniu natryskowemu poddawać można nie tylko przedmioty z różnych metali, lecz także z różnych materiałów niemetalowych, np. z betonu, gipsu, szkła, ceramiki, drewna, tkanin, papieru itp.

Obok wymienionych dodatnich właściwości metalizacja natryskowa ma również i właściwości ujemne, z których najważniejsze są:

1) podczas procesu rozpylania zachodzą zmiany struktury metalu użytego do metalizowania (druły, proszki);

2) zmniejszenie wytrzymałości mechanicznej warstwy natryskanej w porównaniu do właściwości tego samego metalu w zwykłej postaci;

3) stosunkowo niewielka siła wiązania warstwy nałożonej z powierzchnią natryskowaną (podstawą);

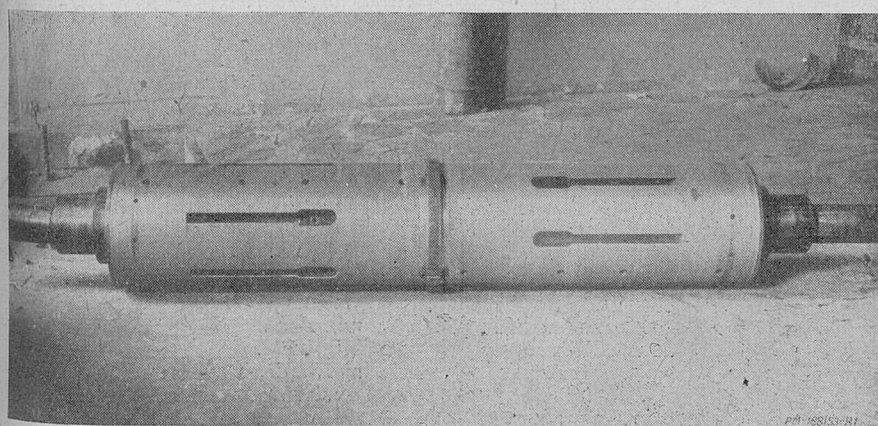
4) porowatość warstwy i obecność w niej tlenków;

5) istnienie znacznych strat metalu przy rozpylaniu.

Pomimo tych ujemnych stron dodatnie właściwości metalizacji natryskowej określają jej wyjątkową uniwersalność, polegającą na różnorodności dziedzin i możliwości zastosowania do różnych celów technologicznych.

W obecnych warunkach techniczno-ekonomicznych zastosowanie metalizacji natryskowej posiada olbrzymie znaczenie dla oszczędnościowej gospodarki metalami. W tym celu metalizacja natryskowa powinna być szeroko stosowana:

- 1) do regeneracji zużytych części maszyn;
- 2) do naprawy wad wymiarowych obróbki mechanicznej;



Rys. 1. Walec maszyny drukarskiej przygotowany gwintowaniem do metalizowania natryskowego (Zakład Metalizacji Natryskowej).

chini przedmiotu nie stwarza żadnej obawy miejscowego przegrzania i możliwości powstania naprężeń wewnętrznych, powodujących odkształcenia, nie wywołuje żadnych zmian strukturalnych w częściach metalizowanych i nie pociąga za sobą zmian w ich właściwościach mechanicznych;

6) grubość warstwy natryskanej wynosić może zależnie od potrzeby od 0,03 mm do dowolnej praktycznej;

* J. Łapiński: „Metalizacja natryskowa” cz. I i II wyd. PWT. 1952.

- 3) do naprawy wielu usterek w odlewach;
- 4) do wykonywania bimetalowych łożysk ślizgowych;
- 5) do uszlachetniania powierzchni czarnej czopów wałów itp. części w celu zastosowania tańszych tworzyw;
- 6) do uodporniania części maszyn na korozję (pompy, aparatura chemiczna itp.) w celu zastosowania tworzyw tanich;
- 7) do nadawania ogniotrwałości stalom zwykłym za pomocą dyfundowania warstw aluminiowych w celu zastąpienia specjalnych stali stopowych.

W przeciągu krótkiego na ogół czasu swego istnienia Zakład Metalizacji Natryskowej opracował technologię regeneracji zużytych części wszelkich obrabiarek, turbin parowych i wodnych, różnych pomp, sprężarek turbinowych i tłokowych, maszyn parowych, maszyn papierniczych, maszyn drukarskich (rys. 1), samochodów, samolotów i in. Szereg zakładów stosuje już z dużym powodzeniem metalizację natryskową do regeneracji zużytych części maszyn, osiągając od 90 do 99 procent oszczędności metali (nie mówiąc o oszczędności na robociznie i obrabiarkach) w zależności od wielkości i wagi części w porównaniu z dotychczasową metodą — wymiany zużytych części na nowe. Tak np. dla jednej z kopalń na Górnym Śląsku regenerowano 3-tonowy wał ze stali stopowej sprężarki turbinowej, o wydajności 20 000 m³/godz., zwiększając jego średnicę na całej

czterometrowej długości. Zużyto na ten cel tylko 80 kg drutu stalowego.

Dla jednej z elektrowni na Dolnym Śląsku regenerowano wymiarowo dwa tłoki brązowe pompy kondensatorowej, każdy o wadze 238 kg. Na regenerację każdego z nich zużyto zaledwie 14 kg drutu brązowego. Na regenerację czopów wałów młynów węglowych zużyto po 1,5 kg drutu stalowego na każdy wał.

Podobne efekty otrzymywano w oszczędzaniu metali przy prawie wad wymiarowych obróbki mechanicznej i wad odlewów w przemyśle obrabiarkowym, okrętowym itd.

Należy zaznaczyć, że metalowe warstwy natryskane, dzięki swym specyficznym właściwościom wchłaniania smaru (do 10% swej objętości) są 2÷3 razy odporniejsze na ścieranie od metali stalych.

Opracowana przez Zakład Metalizacji Natryskowej metoda wykonania natryskiem bimetalowych łożysk ślizgowych przez zastosowanie korpusów żeliwnych lub stalowych, pokrytych cienką przeciwierną warstwą tworzywa, daje w zależności od wymiarów łożyska od 90 do 95% oszczędności materiałów łożyskowych (rys. 2).

Przeprowadzane prace badawcze wskazują na coraz szersze możliwości oszczędzania metali często drogich i deficytowych przez zastosowanie w przemyśle metalizacji natryskowej do celów produkcyjnych.

J. Łapiński

Powłoki ochronne

W zakresie oszczędzania metali zwłaszcza deficytowych, jak nikiel, ołów, miedź oraz w zakresie racjonalnego ich użycia Instytut prowadzi szereg prac. Jedną grupą prac obejmuje powłoki galwaniczne. Metoda galwaniczna pozwala do wielu celów stosować tanie tworzywo np. zwykłą stal węglową, nadając jej cechy trwałości równe lub nawet przewyższające stale szlachetne. Dzięki tej metodzie można uzyskać pokrycie powierzchni dużej ilości wyrobów, zużywając stosunkowo małą ilość cennego metalu.

Nalożone powłoki odznaczają się wysoką odpornością chemiczną, gdyż wydzielony elektrochemicznie metal stanowi najczystszy jego postać. Obok posiadanych cennych zalet chemicznych i mechanicznych powłoki galwaniczne dają estetyczne wykończenie wyrobów. Prócz tego metoda galwaniczna umożliwia regenerowanie zużytych wyrobów, np. części maszyn, narzędzi, sprawdzianów itd., co pozwala na zmniejszenie ilości części zapasowych i zaoszczędzenie materiału na nowe wyroby.

Z ciekawszych prac w tym zakresie, prowadzonych w Instytucie, należy wymienić chromowanie techniczne i chromowanie porowate.

Na odcinku chromowania technicznego opanowano technikę procesów, zbadano wpływ poszczególnych parametrów, jak skład elektrolitu, temperaturę, warunki prądowe, sposób zawieszania przedmiotów itd. W wyniku przeprowadzonych doświadczeń nad różnymi typami wyrobów opracowano instrukcję roboczą dla chromowania narzędzi tnących i tłoczących, sprawdzianów i regeneracji części maszyn.

Oдноśnie chromowania porowatego prace Instytutu są już na ukończeniu. Opanowano technikę otrzymywania powłok o strukturze siatkowej, które nasycone olejem zachowują smarność przez bardzo długi czas. Dzięki temu ścieralność części maszyn zmniejsza się kilkakrotnie.

Chromowanie porowate zastosowane do pierścieni cylindrów samochodowych i motocyklowych pozwala przedłużyć ich okres używalności prawie 4-krotnie. Jeszcze większe oszczędności, bo 8–10-krotne, przynosi chromowanie porowate części parowozowych, jak czopy kulis, suwak rozrządu, kamienie kulis itd.

Drugim poważnym zagadnieniem było eliminowanie niklu i zastąpienie go innymi pokryciami galwanicznymi łatwo dostępnymi. Instytut opracował metodę chromowania na podkładzie cynkowym. Galwanicznie odłożony cynk chroni skutecznie stal przed korozją atmosferyczną. Aby zabezpieczyć go przed mechanicznym zniszczeniem — jest to bowiem pokrycie stosunkowo miękkie — pokrywa się je dodatkowo powłoką chromową,

bardzo odporną na ścieralność. Próby laboratoryjne zostały przeniesione do przemysłu na półtechnikę.

W zakresie walki z odpadkami zajęto się sprawą regeneracji elektrolitów. Opracowano jonitową metodę odzyskiwania tak cennych metali jak nikiel i chrom z popłuczek galwanizacyjnych oraz metodę chemiczną przeróbki zużytych kapieli chromowych i niklowych.

W dziedzinie tworzyw zastępczych opracowano sposób budowy wanien do wytrawiania, zbiorników magazynowych do kwasów i innych urządzeń kwasoodpornych z ceramiki kwasoodpornej, eliminując w ten sposób takie deficytowe tworzywa, jak ołów i stale kwasoodporne. Surowce i półfabrykaty potrzebne do budowy tego typu urządzeń są w kraju w wysokim gatunku i w dużych ilościach.

Obok ceramiki kwasoodpornej drugim ciekawym tworzywem, które może znaleźć zastosowanie jest winidur. Materiał ten jest już produkowany w kraju w postaci płyt, folii, rur, prętów oraz różnych części, jak wentyle, krany, kształtki itd. Winidur dla wielu celów może być materiałem równoważeniowym w porównaniu z metalem, a dla takiego przemysłu, jak chemiczny, spożywczy, tekstylny i elektrotechniczny wartości jego przewyższają metal.

Wyroby winidurów są bezwonne i absolutnie obojętne pod względem fizjologicznym oraz posiadają wielką odporność na wodę i chemikalia. Winidur odznacza się korzystnymi właściwościami mechanicznymi i wytrzymałościowymi (na ciśnienie, gniecie, uderzenie), daje się spawać przy użyciu identycznych sposobów, jakie stosuje się przy spawaniu metali; różnica polega tylko na tym, że w miejsce płomienia gazowego, używanego przy spawaniu autogenicznym, stosuje się prąd gorącego powietrza o temp. około 230°. Jako materiał pomocniczy do spawania służą druty spawalnicze z winiduru.

Folie i płyty winidurów można łatwo łączyć z sobą również przez sklekanie. Można je naklejać na metale, drewno i ceramikę. Wyroby winidurów dają się łatwo obrabiać przez toczenie, frezowanie, wiercenie, pilowanie, wytłaczanie i wyciskanie. W Instytucie winidur został zastosowany do wyłożenia aparatów do badań korozyjnych.

Zagadnienia te nie obejmują wszystkich prac, jednakże zarówno badania obecnie prowadzone jak też zaplanowane na najbliższą przyszłość uwzględniają w szerokim zakresie problem oszczędzania metali.

N. Planeta

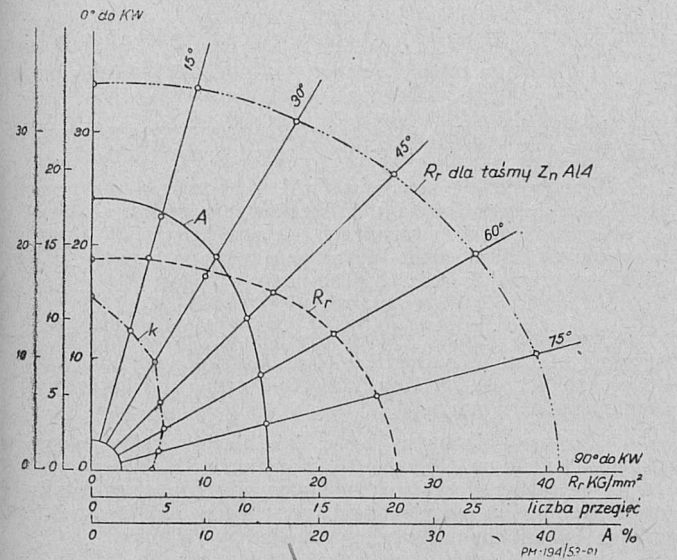
Ocena tłoczliwości blach cynkowych jako tworzywa zastępczego

W ubiegłym dwudziestolecu cynk stał się jednym z najpopularniejszych materiałów zastępczych we wszystkich niemal dziedzinach wytwórczości. Dla gospodarki krajowej, wobec niedoborów innych metali nieżelaznych i bogactwa złóż cynkowych, zastąpienie tych metali deficytowych — głównie miedzi, mosiądzu i aluminium — tanim, rodzimym cynkiem posiada szczególną wagę.

Mimo wielkich możliwości użycia blach cynkowych na wyroby tłoczone, zwłaszcza w przemyśle elektrotechnicznym, radiowym, galanteryjnym, zatawarskim, armaturowym i w wielu innych dziedzinach, do obecnej chwili ten tani i niekiedy doskonały materiał zastępczy nie jest dostatecznie wyzyskany. W związku z tym w ramach prac wykonywanych w Instytucie Obróbki Plastycznej przeprowadzono doświadczenia, mające na celu określenie możliwości i warunków tłoczenia cynku, oraz zastąpienia nim metali deficytowych, stosowanych dotąd na wyroby tłoczone.

Do prób tłoczenia użyto blachy cynkowe Zn 98,6 Raf. o grubości 0,5 mm, 1 mm i 1,5 mm o składzie chemicznym, zgodnym z normą PN/H-82200. Przeprowadzone próby rozciągania i próby technologiczne przeginalnia świadczą o wyraźnej anizotropowości blach, zależnej od kierunku walcowania. Na rys. 1 przedstawiono wyniki prób rozciągania i wielokrotnego przeginalnia próbek, wyciętych z blach pod różnymi kątami do kierunku walcowania.

Zgodnie z przypuszczeniami wyniki uzyskane z wstępnych prób *Erichsena*, rozciągania i przeginalnia, okazały się niewystarczające do prawidłowej oceny zdolności blach cynkowych do głębokiego tłoczenia. Dlatego wykonano na specjalnie skonstruowanym tłoczniku (patrz Biuletyn Inform. IOP Nr 1, Przegl. Mech. Nr 4, kw. 53) próby miseczkowania w warunkach zbliżonych do przemysłowych. Tłocznik ten założono na 10-tonową tłoczkę hydrauliczną firmy „Blell“ o maksymalnej szybkości stempla 2,2 m/min.



Rys. 1. Wpływ kierunku walcowania na wytrzymałość (R_r), wydłużenie (A), i liczbę przegięć (k) blach Zn i wytrzymałość taśmy (R_r) Zn Al 4

W przyjętej próbie miseczkowania głębokotłoczność blachy oznacza się przez ustalenie współczynnika $m_1 = \frac{d}{D}$ lub

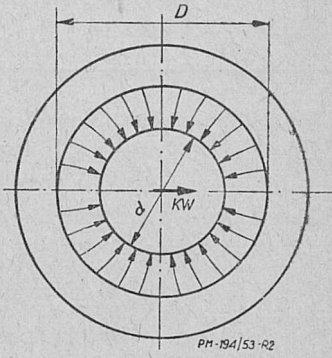
$$m_n = \frac{d_n}{d_{n-1}}$$
 w przypadku prób wielociągowych.

We wzorach oznaczają: m — współczynnik ciągnięcia, d — średnica wewnętrzna miseczki, D — średnica krawężka wyjściowego, przy której nie następuje pęknięcie miseczki, n — liczba

ciągów. Zdolność do głębokiego tłoczenia określa odwrotność tego współczynnika $\beta = \frac{1}{m}$.

Wyniki prób miseczkowania i wytłaczania wielostopniowego pozwołyły na ustalenie najdogodniejszych warunków tłoczenia, a ponadto dały pewne wytyczne do konstrukcji narzędzi i prowadzenia procesu wytłaczania.

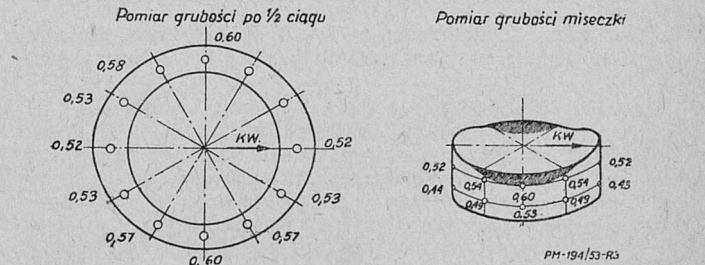
Po wykonaniu pierwszych prób miseczkowania zauważono tworzenie się wyraźnych szczytów na dwóch przeciwnych brzegach miseczki, rozmieszczonych w kierunku walcowania blach. Niekiedy powstawały szczyty wskutek wygładzenia w pierścieniu ciągowym śladów, które zresztą najczęściej doprowadzały do zerwania dna miseczki. Główną przyczyną występowania szczytów przy miseczkowaniu jest jednak skłonność materiału do silniejszego wydłużania się w kierunku walcowania. Wskutek silnej anizotropowości heksagonalnego cynku, elementy krawężka przesuwają się w czasie przetłaczania nie wzdłuż promieni, lecz w sposób widoczny na rys. 2. Wskutek tego już po przetłoczeniu półmiseczki kolnier posiada kształt elipsy, a grubości ścianki zmieniają się, przyjmując najniższe wartości po stronie wskazanej kierunkiem walcowania, najwyższe zaś w kierunku do niego prostopadłym (rys. 3).



Rys. 2. Przebieg odkształceń przy tłoczeniu miseczki z blachy cynkowej.

Poza tym wytłoczki podlegają wyraźnej owalizacji; i tak na przykład wymiary miseczek tłoczonych stemplem o średn. 40 mm z blachy 0,5 mm wynoszą: w kierunku walcowania 39,5 mm, w kierunku prostopadłym do k. w. 40,5 mm. Miseczki te tłoczono, stosując szczelinę ciągową $s = (1,0 \div 1,2) g$ (g — grubość blachy) przy współczynniku ciągnięcia $m_1 = 0,615$.

Wąskie szczeliny ciągowe wpływają na zmniejszenie różnic grubości ścianki miseczki, wskutek silniejszego wyciągania części ścianek zgrubiających się w trakcie przeformowania. Umożliwiają one jednocześnie uzyskanie większej użytecznej wysokości miseczki.



Rys. 3. Różnice grubości ścianki miseczki z blachy cynkowej.

Szerokie szczeliny ciągowe, a szczególnie szczelina $s = 1,4 g$, wpływają na obniżenie zdolności do ciągnięcia i pogorszenie produktu (większe różnice grubości ścianek, większe szczyty, fałdy, zawinięcia).

Doświadczalnie wyznaczono optymalne wartości docisku dla wszystkich trzech grubości tłoczonych blach:

dla blachy 0,5 mm	wynosił on	$p = 30 \div 50$ kG/cm ²
" " 1,0 mm	" "	$p = 14 \div 16$ kG/cm ²
" " 1,5 mm	" "	$p = 12 \div 14$ kG/cm ²

Miseczki z blachy 0,5 mm posiadały na szczytach ślady fałd, których na stosowanych narzędziach nie dało się uniknąć, nawet przy największych dopuszczalnych dociskach.

Odpowiednie wartości zaokrągleń przejściowych pierścienia ciążowego i stempla wyznaczono z wzorów:

dla stempla $r_s = 2,5 (1 + g)$

dla pierścienia ciążowego $r = 4 g$

We wszystkich przypadkach współczynnik ciągnięcia określono, zmieniając do próby miseczkowania średnice krążków wyjściowych. Krążki i wytłoczki smarowano olejem maszynowym lub wazeliną techniczną. Wyniki prób zestawiono w tabeli.

Współczynniki ciągnięcia m_1 dla blach cynkowych 0,5; 1,0 i 1,5 mm przy wymiarach stempli $\varnothing 30$ i $\varnothing 40$ mm

Grubość blachy g mm	Współczynnik ciągnięcia m_1		Wymiary narzędzi i warunki prób
	średn. stempla 30 mm	średn. stempla 40 mm	
0,5	0,612	0,615	$s = (1,0 \div 1,2) g$ mm $r_s = 2,5 (1 + g)$ mm $r_p = 4 g$ $v = 2,2$ m/min $t = 20 \pm 4^\circ C$
1,0	0,612	0,615	
1,5	—	0,615	

Ponadto ustalono stopień anizotropowości z wzoru

$$\alpha = \frac{h_{max} - h_{min}}{h_{max}} \cdot 100\%$$

Dla miseczki z blachy o grubości 0,5 mm wynosił on

$$\alpha = \frac{19,1 - 16,6}{19,1} \cdot 100 = 13,1\%$$

W drugim ciągu zastosowano szczeliny ciążowe 0,7 g, 1,05 g i 1,2 g. Miseczki ciągnięte narzędziami ze szczeliną $s = 0,7 g$ były gładkie i wyższe niż przy narzędziach z pozostałymi wielkościami szczelin.

Miseczki z blachy 0,5 mm, z których nie dało się usunąć fałd, uległy po drugim ciągu i przy odpowiednio małej szczelinie, zupełnemu wygładzeniu. Przy szczelinie 1,2 g nie zawsze nastąpiło wygładzenie fałd, pozostałych po pierwszym ciągu. Najlepsze wyniki uzyskano przy szczelinie 1,05 g.

Próby drugiego ciągu wykonano z dociskiem i bez. Zastosowanie dociskacza powodowało formowanie się szczytów w kierunku prostopadłym do szczytów po pierwszym ciągu (a więc do kierunku walcowania). Przy ciągnięciu bez docisku istniejące w pierwotnej miseczce szczyty uległy zwiększeniu, co obniżyło użyteczną wysokość wytłoczki. Skłonność do formowania się szczytów maleje wraz ze wzrostem grubości blachy.

Współczynnik ciągnięcia $m_2 = 0,750$ określono, zmieniając średnice stempla przy zachowaniu następujących warunków:

- grubość blachy $g = 0,5$ i $1,0$ mm
- średnica miseczki po pierwszym ciągu 40 mm
- szczeliny ciążowe $s = 1,05 g$ i $1,2 g$
- promień stempla $r_s = 2,5 (1 + g)$ mm
- promień pierścienia $r_p = 4 g$ mm
- prędkość stempla $v = 2,2$ m/min.
- temperatura prób $t = 20 \pm 4^\circ C$.

Trzeci ciąg wykonano, stosując promienie zaokrągleń przejściowych, jak przy ciągu drugim oraz szczelinę $s = 1,2 g$. (Pozostałe warunki zachowano bez zmian). Najlepsze wytłoczki uzyskano przy współczynniku ciągnięcia $m_3 = 0,795$.

W czasie ciągnięcia nie stosowano docisku, używając jedynie tulei do centrycznego ustawienia miseczek. Kolejne trzy ciągi wykonywano bez międzyoperacyjnej obróbki cieplnej.

W czwartym ciągu dodatkowo wyniki uzyskano dopiero po zastosowaniu zmniejszania w temp. $1000^\circ C$ w czasie 15 do 30 min. Nagrzewanie wytłoczek dokonywano we wrzącej wodzie. Optymalny współczynnik ciągnięcia $m_4 = 0,800$ określono w tych samych warunkach ciągnięcia, jak przy ciągu trzecim, oraz przy takiej samej szczelinie i promieniach przejściowych.

Próby tłoczenia stopów cynku ZnAl 4

na ciepło

W celu polepszenia warunków ciągnięcia i współczynnika ciągnięcia zastosowano metodę tłoczenia nagrzanym stemplem i pierścieniem ciążowym. Odpowiednio skonstruowany pierścień ciążowy zaopatrzony został w oporowy element grzejny o mocy 250 W, nagrzewający pierścień do temperatury około $190^\circ C$. Stempel w zastosowanym urządzeniu przejmował ciepło pośrednio od pierścienia ciążowego i dociskowego, nagrzewanego podobnie jak pierścienia ciążowego.

Temperaturę narzędzi regulowano włączonym w obwód opornikiem. Przed wykonaniem próby miseczkowania krążki wyjściowe wyżarzano i jednocześnie nagrzewano do próby w suszarce laboratoryjnej.

Próby miseczkowania krążków o grubości 1,0 i 1,5 mm stemplem o średnicy 40 mm (promienie $r_s = 2,5 (1 + g)$; $r_p = 4 g$; szczelina $s = 1,2 g$) podgrzanym wraz z pierścieniem do temp. $150^\circ C$, dały najniższy współczynnik ciągnięcia $m_1 = 0,610$ (krążki wyjściowe wyżarzano w temp. $250^\circ C$ w czasie 2 godz.).

W próbach miseczkowania na ciepło krążków o grubości 2 mm wyżarzonych wstępnie w temp. $200^\circ C$ w czasie 2 godz., narzędziami nagrzanymi do temp. $150^\circ C$, osiągnięto współczynnik ciągnięcia $m_1 = 0,530$.

Należy zauważyć, że w zakresie temperatur $150^\circ \div 300^\circ C$ wyżarzanie wstępne w temp. $200^\circ C$ dało najlepsze wyniki. Podwyższenie temperatury żarzenia oraz zwiększanie czasu daje wyniki niekorzystne.

Wnioski

1. Blachy cynkowe cienkie o grubości ponad 0,5 mm mogą być z powodzeniem zastosowane na wyroby tłoczone, przy czym należy stosować następujące współczynniki ciągnięcia:

- dla ciągu miseczkowania 0,62 $\div$ 0,65
- dla ciągów następnych 0,75 $\div$ 0,80

Siła docisku w ciągu miseczkowania powinna leżeć w granicach 10 $\div$ 50 kG/cm² w zależności od grubości blachy.

2. Blachy cienkie ze stopu ZnAl 4 tłoczą się doskonale na ciepło, przy czym dla ciągu miseczkowania można stosować — przy odpowiednich warunkach — współczynniki ciągnięcia w granicach 0,53 do 0,61. Wyżarzanie wstępne krążków w temp. $200^\circ C$ w czasie 2 godz. bardzo podnosi własności plastyczne stopu.

3. Zarówno krążki wyjściowe, jak wytłoczki należy przed operacją starannie natłuścić olejem maszynowym lub wazeliną zmieszaną z grafitem. Należy zwrócić uwagę na staranne utrzymanie gładkości narzędzi.

4. Zarówno blachy cynkowe, jak blachy ZnAl 4 mogą być z powodzeniem zastosowane jako materiały zastępcze na cały szereg wyrobów tłoczonych, wykonywanych z aluminium, miedzi i ich stopów, wszędzie tam, gdzie własności fizyczne i chemiczne cynku odpowiadają stawianym wymaganiom.

W oparciu o uzyskane wyniki rozpracowano procesy technologiczne i narzędzia dla szeregu produktów przemysłu elektrotechnicznego i radiowego. Do tej pory wyroby te były wykonywane z metali deficytowych.

Z. Rusinek i Z. Wiśniewski

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

- 52* 621.983:621.986 27
Pessl H. J.; Hauttmann H. H.: **Pierwsze próby wyciskania stali na zimno**. „Early experiments in the cold extrusion of steel”. Metal Progr., t. 64, Nr 1, lip. 53, s. 97; A4, 6 str., 3 rys., 7 wykr., 1 tabl. — Autorzy przeprowadzali w Niemczech w latach 1936—40 doświadczenia badania nad technologią wyciskania stali na zimno. Posiadają oni w tej dziedzinie duże doświadczenie. W artykule omówiono krótko pierwsze próby wyciskania stali na zimno oraz sklasyfikowano poszczególne metody wyciskania współbieżnego i przeciwbieżnego. Szczegółowo omówiono wpływ smarów i stanu powierzchni (badano sześć typów smarów) na rozkład nacisku stempla w czasie wyciskania (krzywe nacisk — skok stempla) oraz wpływ fosfatyzacji na przebieg wyciskania. Porównano wyniki uzyskane przy fosforowaniu powierzchni i pokrywaniu jej miedzią i cynkiem. Wyznaczono wzrost oporu wyciskania wraz ze wzrostem zawartości węgla w wyciskanej stali.
- 53* 621.983:621.986 27
Fischer H.: **Wyciskanie stali na zimno**. „The cold extrusion of steel”. Sheet Metal Ind., t. 30, Nr 314, czerw. 53, s. 447; A4, 17 str., 5 fot., 11 rys., 12 wykr., 5 tabl. — Doświadczenia niemieckiego i amerykańskiego przemysłu w dziedzinie wyciskania stali na zimno. Główne zasady procesu i jego parametry technologiczne. Jakość własności stali stosowanych do wyciskania: charakterystyki i własności specjalne. Konstrukcja narzędzi, stosowane na nie materiały i ich żywotność. Stosowane do wyciskania stali maszyny (niemiecki przemysł stosuje jedynie prasy mechaniczne specjalne). Referat zamyka dyskusja.
- 54* 621.983:621.986:621.979 27
Crane E. V.: **Wyciskanie stali na zimno i zastosowanie pras hydraulicznych**. „The cold extrusion of steel and the use of hydraulic presses”. Sheet Metal Ind., t. 30, Nr 314, czerw. 53, s. 464; A4, 12 str., 14 fot., 13 rys., 1 wykr., 5 mikrogr., 2 tabl. — Produkcja szeregu wyrobów stalowych metodą wyciskania na zimno. Przykłady lusek stalowych i pocisków armatnich i moździerzowych, butli stalowych i zębatego kółka do rozrusznika samochodowego. Zastosowanie pras hydraulicznych i mechanicznych, ich charakterystyki i porównanie. Materiały stosowane w USA do wyciskania oraz ich obróbka przygotowawcza (powierzchniowa).
- 55* 621.983.3:621.986 27
Prozorow L. W.: **Wyciskanie na zimno cienkościennych wyrobów**. „Chłodnoje wydawlenije tonkostiennych izdelij”. Nowyje issledowanija w Oblasti Kuźnicznoj Technologii, Maszgriz, 1950, s. 111; D, A5, 38 str., 7 fot., 8 rys., 18 wykr., 3 mikrogr., 5 tabl., 3 poz. bibl. — Wyniki prac CNITMASZ nad techniką wyciskania metali na prasach. Wyciskano mieszki o różnych kształtach i w różnych warunkach, metodą przeciwbieżną do kierunku ruchu stempla. Określono parametry procesu: siła wyciskania, rozkład i przebieg odkształceń metalu, wpływ grubości ścianki, kształtu narzędzia, szybkości odkształcenia, wysokości mieszki i smarowania na siłę na stemple. Próby przeprowadzono na prasie mimośrodowej 100 t, na próbkach aluminiowych, mosiężnych, miedzianych i stalowych. Przedyskutowano teoretyczne wzory Unksowa, Gubkina i Siebela na siłę wyciskania i omówiono wyniki badań.
- 56* 621.981.216 27
Hölzer C.: **Urządzenie do formowania taśm na zimno**. „Oborudowanie dla chłodnoje formowki połosowo materiala”. Prikl. Miecz Maszinostr., t. 2, Nr 1, 1953, s. 114; B5, 5 str., 4 fot., 4 rys. — Sposoby walcowania z taśmą i przeciągania przez ciągadła walcowe długich profili i rurek w produkcji masowej. Pokazano metody wyrobu rur z szwem podłużnym na specjalnej walcarece oraz walcowanie rur walcami wewnętrznymi i zewnętrznymi. Opisana metoda znalazła zastosowanie przy produkcji koł rowerowych. Omówiono konstrukcje ciągadeł walcowych i warunki technologiczne ciągnięcia.
- 57* 621.983:621.986:621.979 27
Massey T. F.: **Prasy do wyciskania stali na zimno**. „The relative merits of presses for the cold extrusion of steel”. Sheet Metal Ind., t. 30, Nr 314, czerw. 53, s. 479; A4, 11 str., 1 fot., 1 rys. — Wymagania stawiane prasom używanym do wyciskania stali na zimno odróżniają te prasy od zwykłych pras do głębokiego tłoczenia. Powinny one spełniać następujące warunki: znaczna szybkość suwu, dokładne prowadzenie stempla, kilkakrotnie (w stosunku do zwykłych pras) zwiększona sztywność, silniejszy napęd i mechanizm ruchu. Ogólnie prasy stosowane do wyciskania dzieli się na: hydrauliczne i mechaniczne, przy czym w USA stosowane są jedne i drugie, w Niemczech natomiast jedynie prasy mechaniczne. Omówiono zalety i wady obu typów pras i odpowiedni ich wybór dla różnych prac; podano szczegóły budowy specjalnej prasy mechanicznej 2000 ton firmy Wilkins i Mitchell.
- 58* 621.983:621.986:621.979 27
Johansen E. K.: **Prasy mechaniczne do wyciskania stali na zimno**. „Mechanical press equipment for cold extrusion of steel”. Sheet Metal Ind., t. 30, Nr 314, czerw. 53, s. 476; A4, 3 str., 1 fot., 1 rys. — Prasy do wyciskania na zimno muszą się odznaczać szczególnie dużą szybkością i posiadać większą niż zwykłe prasy szybkość przesuwu stempla, dobre prowadzenie, bez możliwości wychylenia się stempla oraz dużą energię suwu roboczego. Dlatego do wyciskania stosuje się zwykle prasy specjalne. Podano przykład użycia zwykłej prasy mechanicznej Clearinga o wzmocnionym napędzie do wyciskania lusek rakietowych.
- 59* 621.974.42 27
Klimow I. B.: **Graficzne metody obliczania młotów parowo-powietrznych**. „Nomogramy k razzczotu parowozdusznich sztampowocznych młotow”. Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 6, czerw. 52, s. 34; A4, 8 str., 1 rys., 3 wykr., 10 tabl., 2 poz. bibl. — Tablice i nomogramy do wyznaczania parametrów (współcz. napelnienia — rozszerzalności itp.) występujących przy obliczaniu młotów parowo-powietrznych. Parametry te wyrażone są za pomocą dość skomplikowanych funkcji i wyznaczenie ich drogą rachunkową napotykaloby na duże trudności.
- 60* 621.975:621.983.4:623.451 27
Hron H. G.: **Ciężkie prasy kuźnicze do produkcji stalowych lusek armatnich**. „Large mechanical press for the production of steel cartridge cases”. Machinery (Lond.), t. 82, Nr 2111, maj 53, s. 799; B5, 6,5 str., 11 fot. — Produkcja stalowych lusek pocisków do haubic 105 mm; materiał: stal SAE 1030 wyżarzona na cementyt kulkowy, krążek wyjściowy 73/8 cala średnicy, 0,515 cala grubości. Cykl produkcyjny obejmuje mieszczkowanie i jednocześnie wstępne spęcenie oraz trzy ciągi. Mieszczkowanie wykonuje się na mechanicznej prasie kołanowej 4000 ton.
- 61* 621.975.21-822 27
Cohan A. S.: **Budowa wielkich pras dla przemysłu lotniczego przechodzi ze stadium projektowania w stadium wykonania**. „Air force heavy press program moves from planning board into fabrication”. J. Metals, t. 5, Nr 5, maj 53, s. 624; A4, 3 str., 7 fot., 1 tabl. — Budowa ośmiu olbrzymich pras kuźniczych (25 do 50 tys. ton) do wykonywania odkuwek ze stopów lekkich dla przemysłu lotniczego USA.
- 62 621.983.32 27
Konstrukcja i zastosowanie wielooperacyjnych pras I. W. K. „The construction and applications of I. W. K. transfer presses”. Machinery (Lond.), t. 83, Nr 2122, lip. 53, s. 117; B5, 4 str., 8 fot. — Omówienie wielooperacyjnych pras Industrie-Werke-Karlsruhe o naciskach 10 do 200 ton z napędem dolnym. Prasy te znajdują zastosowanie przy masowej produkcji niewielkich wyrobów tłoczonych z blachy. Podano kilka przykładów ich wyrobów: ciśnieniowe butelki gazowe, osłony zaworków kulowych, osłony potencjometrów radiowych, prostokątne puszki bezpiecznikowe i reflektory.
- 63* 621.944.3-233.2 27
Lemm H. P.: **Walce oporowe i ich łożyskowanie**. „Les cylindres d'appui et leurs paliers”. Rev. Metall., Extraits, t. 50 bis, Nr 7, lip. 53, s. 270; A4, 3 str., 4-rys., 1 tabl., 6 poz. bibl. — Streszczenie z czasopisma Stahl u. Eisen, t. 70, Nr 11, maj 50, s. 452. Klasyfikacja i konstrukcje walców oporowych nowoczesnych walcarek i ich łożyskowanie.
- 64 621.73.034:621.733.4 27
Rohrmann A.: **Wykonywanie matryc przez odkuwanie w foremnikach**. Cz. I. „Die sinking by drop forging. Pt. I”. Steel Process., t. 38, Nr 8, sier. 52, s. 375; A4, 7 str., 1 fot., 8 rys., 1 tabl. — Osiągnięcia niemieckiego przemysłu kuźniczego

go w dziedzinie wykonywania matryc przez odkucie matrycowe. Technika ta znalazła pełne powodzenie w Niemczech i w USA. Posiada ona szereg bardzo poważnych zalet i daje duże oszczędności na robociznie, kosztach produkcyjnych i materiale, a ponadto umożliwia wykonanie matryc o znacznie zwiększonej żywotności. W cz. I omówiono zasadę odkuwania matryc roboczych lub ich wkładki w foremnikach wykonanych mechanicznie albo przez wycięcie matrycą wzorcową. Ponadto omówiono zagadnienie konstrukcji foremników i wkładek oraz ich opraw, kształt wkładek i sposoby ich mocowania w oprawach przy pomocy kołków na skurcz. Zalety połączeń skurczowych, trudności obróbki oraz tolerancje pasowania i wykonania.

65 621.73.034:621.733.4 27
Rohrmann A.: **Wykonywanie matryc przez odkucie w foremnikach. Cz. II.** „Die sinking by drop forging. Pt. II”. Steel Process., t. 38, Nr 10, październik 52, s. 503; A4, 7 str., 10 fot., 6 rys., 1 mikrogr. — Osiągnięcia niemieckiego przemysłu kuźniczego w dziedzinie odkuwania matryc w matrycach. W cz. II omówiono zagadnienie nagrzewania materiału do kucia i technikę samego odkuwania, obróbkę cieplną odkutych matryc i stosowane stale chromowe na matryce wzorcowe, foremniki „negatywne”, oprawy oraz matryce robocze, a ponadto wykańczającą obróbkę mechaniczną powierzchni podstawy i powierzchni bocznych.

66 621.73.034:621.733.4 27
Rohrmann A.: **Wykonywanie matryc przez odkucie w foremnikach. Cz. III.** „Die sinking by drop forging. Pt. III”. Steel Process., t. 38, Nr 11, list. 52, s. 561; A4, 8,5 str., 5 fot., 11 rys., 1 wykr., 3 makrogr. — Osiągnięcia niemieckiego przemysłu kuźniczego w dziedzinie odkuwania matryc w matrycach. W cz. III omówiono technikę odkuwania matryc roboczych, metody mocowania wkładek w oprawach (połączenia skurczowe, kołkowe i klinowe), normalizację podstawowych wymiarów wkładek i opraw, zalety metody, oszczędności uzyskane przez jej wprowadzenie, polepszenie własności i żywotności matryc oraz wyposażenie narzędziowe i maszynowe kuźni specjalizującej się w produkcji matryc metodą kucia.

67* 621.946 27
Boehn F.: **Podwyższenie sprawności ciągarek przez wprowadzenie ciągłej zmiany szybkości.** „Augmentation du rendement dans l'étrépage des ronds par réglage de vitesse continu”. Rev. Métall., Extraits, t. 50 bis, Nr 7, lip. 53, s. 268; A4, 1,5 str., 2 wykr., 1 tabl. — Streszczenie z czasopisma Stahl u. Eisen, t. 72, lip. 52, s. 797. Na podstawie analizy czasów i obserwacji doświadczalnych poczynionych przy ciągnięciu prętów na cięgarnie 15-tonowej, z 4-stopniową regulacją prędkości i regulacją ciągłą stwierdzono, że przy różnych przeciąganych średnicach prętów prawidłowo wyzyskanie sprawności maszyny daje jedynie przekładnia bezstopniowa. Określono wpływ średnicy pręta na dopuszczalną prędkość przeciągania.

68* 621.981.11 27
Rennie I. P.: **Wybór promienia zaokrąglenia wyginaka przy gięciu swobodnym.** „Wybor radiusa zakręglania puansona pri swobodnej gibkie”. Wiestn. Maszinostr., t. 33, Nr 5, maj 53, s. 35; A4, 6 str., 6 rys., 1 wykr., 4 tabl., 3 poz. bibl. — Gięcie swobodne jest to gięcie, jakie zachodzi przy obciążeniu belki swobodnie podpartej siłą skupioną. Podano teorię gięcia kształtowego w matrycach o profilu V. Określono zależność kształtu wyginanego produktu od kąta i promienia zaokrąglenia wyginaka oraz od rozwartości kąta profilu V.

69* 621.981.23 27
Michilin I. I.: **Produkcja giętych części przewodów rurowych w warunkach fabrycznych.** „Izgotowienie gnutych czastiej truboprowodow w zawodskich uslowiach”. Wiestn. Maszinostr., t. 33, Nr 5, maj 53, s. 41; A4, 2 str., 1 fot., 1 rys., 1 wykr., 3 poz. bibl. — Praktyczne wskazówki odnośnie wykonywania giętych elementów rurowych (kolana, odgałęzienia itp.). Opisano konstrukcję prasy służącej do ich wykinania oraz przykłady wykonanych fabrykatów.

70* 621.73.034:669.7.018:621.975.21-822 27
Produkcja ciężkich odkuwek matrycowych ze stopów lekkich. „The production of large light alloy die forgings”. Metallurgia, t. 47, Nr 82, kw. 53, s. 199; A4, 2,5 str., 3 fot. — Nowoczesny przemysł lotniczy wymaga produkowania coraz większych odkuwek na ciężkich prasach kuźniczych. Pociąga to za sobą budowę superciężkich pras do 50000 ton. Szczegółowiej omówiono budowę i pracę prasy hydraulicznej (12000 t.) firmy Loewy zainstalowanej w zakł. High Duty Alloy w Anglii.

71* 621.946.174:669.5 27
Tulenkov K. I., Sokolow N. W.: **Ciągnięcie stalowych ocynkowanych drutów.** „Woloczenie stalnoj ocinkowannoj prowoloki”. Metalurgizdat, Moskwa 1953; D, A5, 76 str., 13 fot., 9 rys.,

19 wykr., 2 mikrogr., 23 tabl., 26 poz. bibl. — Szczegółowo omówiono nowy technologiczny proces produkcji drutów ocynkowanych przez ciągnięcie z ocynkowanej walcówki. Omówiono poszczególne stadia produkcji drutu ocynkowanego wg opisanej metody. Opisano wyniki teoretycznych i praktycznych doświadczeń z ocynkowaniem walcówki i ciągnięciem jej na drut, omówiono zalety nowej metody i wskazano podstawy do wprowadzenia procesu do produkcji przemysłowej.

72* 621.961:621.983 27
Wołosatow W. A.: **Bezodpadowe i małooodpadowe wykrawanie blach.** „Biesotchodnaja i malootchodnaja sztampowka listowych dietalej”. Maszizg, Moskwa 1953; D, A5, 76 str., 2 fot., 59 rys., 17 tabl., 21 poz. bibl. — W przemyśle produkującym wyroby wykrawane i tłoczone jednym z głównych zagadnień jest odpad wykrawany przy wykrawaniu z taśm i blach. Racjonalne projektowanie i rozmieszczenie na taśmie wykrawanych elementów może dać bardzo duże oszczędności materiałowe. W związku z tym opracowano metody bezodpadowego lub małooodpadowego wykrawania; w niniejszej pracy przedstawiono główne założenia tej metody, jej podstawy technologiczne, podstawy konstruowania wykrawanych elementów z uwzględnieniem założeń oszczędności materiału oraz omówiono konstrukcję wykrojników do obróbki bezodpadowej.

73* 621.983.3 27
Dickinson T. A.: **Nowy proces formowania obniża drgania i koszty narzędzi.** „New forming process reduces vibration and tooling costs”. Steel Process., t. 39, Nr 6, czerw. 53, s. 283; A4, 3 str., 4 fot., 1 rys. — Opisana metoda głębokiego tłoczenia blach, określona mianem Formall, jest odmianą procesu tłoczenia w gumie. Do formowania używa się specjalnych narzędzi zaopatrzonych w amortyzatory gumowe i olejowe. Stempel może być wykonany z twardego drewna, plastików lub odlewów ze stopów łatwo topliwych. Całość zmontowana jest na młocie spadowym. Formowanie więc należy do typu procesów uderowych. Odnacza się on niskimi kosztami nakładowymi, tanimi narzędziami i wysoką jakością produktów.

74* 621.961:621.965 27
Wsiewołodow N. S.: **Racjonalne przykrywanie blach.** „Racionalny razkroj listowych metallov”. KOJZ, Moskwa, 1952; D, A5, 31 str., 5 rys., 11 tabl. — Metody ekonomicznego podziału arkuszy blach stalowych, aluminiowych i mosiężnych z uwzględnieniem przeznaczenia fabrykatów. Analiza podziału blachy w produkcji naczyń cynkowanych, urządzeń oświetleniowych, podkładek, uszczelnień oraz innych wyrobów wykrawanych i tłoczonych.

75* 621.983.3:621.226.2 27
Unksow E. P., Bagatow B. W.: **Wykonanie łopatek turbinowych metodą wyciskania.** „Izgotowlenie zagotowok turbinnych lopatok sposobom wydawliwanija”. Nowyje Issledowanija w Oblasti Kuzniecnoj Technologii, Maszizg, 1950, s. 183; A5, 12 str., 3 fot., 7 rys., 2 tabl. — Produkcja łopatek turbinowych (wykonywanych zwykle w niewielkich seriach) wyłącznie na obrabianych skrawających jest droga i związana z wielkimi stratami materiału. Odkuwanie matrycowe lub walcowanie półproduktów z dodatkami na obróbkę nie rozwiązuje odpowiednio odpadów materiałowych. W wyniku badań z 4 typami łopatek opracowano metodę wyciskania półproduktów wyjściowych na gorąco na zwykłych prasach lub kuźniarkach. Metoda posiada szereg cennych zalet, a przede wszystkim podnosi jakość łopatek. Opisano szczegółowo technologię wykonania i narzędzia.

76* 669.22-427:621.771.4:621.946.1 27
Carter F. M.: **Produkcja srebrnego drutu.** „Fabrication of silver wire”. Wire a. W. Prod., t. 28, Nr 6, czerw. 53, s. 579; A4, 3 str., 4 fot. — Ogólny opis przemysłowych metod produkcji drutu srebrnego wysokiej jakości o małych i bardzo małych średnicach. Omówiono szczegółowo technologię walcowania prętów, ciągnięcia i obróbki cieplnej.

77 621.984.8:621.944.93 27
Walcowane stalowe koła wagonowe. „Rolled steel wheels”. Iron a. Steel, t. 26, Nr 1, stycz. 53, s. 11; A4, 6 str., 7 fot., 1 rys. — Zakłady Taylor Bros. Co. wybudowały całkowicie zmechanizowaną kuźnię produkującą koła wagonowe. Nagrzewanie kęsów odbywa się w obrotowym piecu gazowym, po czym po usunięciu zgorzeliiny strumieniami wody pod ciśnieniem kęsy zostają przekute i przebite pod prasami, następnie walcowane na specjalnej maszynie kuźniczej, walcującej na okrągło i ostatecznie uformowane pod prasą kalibrującą. Cały cykl i podawanie wraz z transportem jest zautomatyzowane. Opisano dokładnie rozplanowanie fabryki, urządzenia i przebieg produkcji.

78* 621.946:621.771.727 27
Haas C.: **Produkcja sprężyn włosowych do zegarów.** „Manufacture of coil springs for watches”. Wire Ind., t. 20, Nr 234, czerw. 53, s. 601; A4, 1 str. — Omówienie trudności związanych

z produkcją włosów zegarowych ze stopu Nivarox. Stop ten topiony jest w próżni, następnie walcowany, ciągnięty na średnicę 0,3 do 0,8 mm. Wytwórcy zegarków przeciągają ten drut przez ciągadła diamentowe na średnicę do 0,02 mm, po czym zwałcowują na płasko. Taśmę taką należy walcować w tolerancjach grubości 0,001 mm. Ciągnięcie, walcowanie i dalsza obróbka wymagają niezmierniej dokładności. Omówiono krótko metody próby włosków. Artykuł jest tłumaczeniem z Die Uhr, 1952, t. 6, s. 26.

79* 669-427:621.798 27
Andrews A. H.: **Pakowanie drutu i produktów z drutu.** „Packaging of wire and wire products”. Wire a. W. Prod., t. 28, Nr 6, czerw. 53, s. 527; A4, 3 str., 10 fot. — Kęgi drutu lub wyroby z drutu ulegają łatwo zniszczeniu przez rdzę lub działanie mechaniczne. Ochrona gotowego wrobu przed zniszczeniem zależy od staranności opakowania. Omówiono właściwe metody pakowania wyrobów i drutu w kręgach oraz najwłaściwsze do tego materiały i opakowania metalowe, drewniane i teksturowe.

80 621.974—216 27
Hammond R.: **Fundamenty pod maszyny.** „Machine foundations”. Iron a. Steel, t. 26, Nr 2, luty 53, s. 51; A4, 5 str., 4 fot., 3 rys. — Silne drgania fundamentów młotów kuzniczych powodują przenoszenie się uderzeń na grunt i ściany budynku, jednocześnie jednak wywierają bardzo niszczący wpływ na sam młot. Omówiono krytycznie kilka przykładów fundamentowania młotów i ich drgania oraz częstotliwości własne, po czym szczegółowo opisano nowoczesne fundamentowanie 8-tonowego młota zaprojektowane przez J. Crocketta. Specjalna konstrukcja z betonu strunowego i elementów amortyzujących daje wszechstronną kontrolę odkształceń i drgań.

81 621.73.034:621—233.13 27
Zautomatyzowana kuźnia produkująca wały korbowe. „A continuous crankshaft forging plant”. Machinery (Lond.), t. 82, Nr 2112, maj 53, s. 861; B5, 4 str., 6 fot., 1 rys. — Automatyczna produkcja wałów korbowych w kuźni Chrysler Corp. Cykl produkcyjny obejmuje: wstępne nagrzanie bloku, odciepcie, na wymiar, nagrzanie w piecu karuzelowym, usunięcie zgorzeliny metodą hydrauliczną, wstępne uformowanie na walcierce kuzniczej, kucie pod prasami, obróbkę cieplną i końcową. Transport i manipulacja są całkowicie niemal zautomatyzowane.

82* 621.983:621.986:621.893:621.794.6 27
Holden H. A.: **Powłoki fosforanowe dla ułatwienia wyciskania na zimno.** „Phosphate coatings for assisting cold extrusion”. Sheet Metal Ind., t. 30, Nr 314, czerw. 53, s. 502; A4, 11 str., 2 fot., 2 rys., 1 wykr., 6 mikrogr., 5 tabl., 36 poz. bibl. — W procesie wyciskania stali na zimno występują olbrzymie siły jednostkowe i bardzo duże przeformowania. Pociąga to za sobą konieczność jak najdoskonalszego smarowania powierzchni kształtowanego materiału. Bez poważnego obniżenia tarcia materiału o narzędzie, albo nie dałoby się w ogóle wycisnąć miseczki, albo też nastąpiłoby zbyt szybkie zniszczenie narzędzi. Jako podkład pod smar stosuje się fosforanowanie, które z w/w względów stało się nierozłącznie związane z procesami wyciskania stali na zimno. Omówiono obszernie zagadnienia związane z podstawami i techniką fosfatacji oraz jej wpływ na wyniki wyciskania.

83* 621.97.07:621.794.6 27
Gray A. G.: **Powłoki fosforanowe ułatwiają obróbkę powierzchniową i plastyczną metali.** „Phosphate coatings benefit metal finishing and working”. Metal Progr., t. 63, Nr 4, kw. 53, s. 106; A4, 4 str., 7 fot., 1 rys., 2 tabl. — Zastosowanie powłok fosforanowych i bonderów celem opóźnienia skutków korozji, wytwarzania powłoki izolacyjnej na metalach i ułatwienia obróbki plastycznej.

84 621.73.034 27
Hood H. C.: **Kucie udarowe — Nowy rewolucyjny proces kuzniczy.** „Impacting — A revolutionary new forging process”. Steel Process., t. 38, Nr 11, list. 52, s. 553; A4, 3,5 str., 3 fot., 5 rys. — Opis techniki kucia opracowanej przez Chambersberg Eng. Co. określonej mianem „Impacting”. Metoda charakteryzuje się użyciem poziomego młota dwubajakowego, przy czym oba bi-jaki poruszane są przeciwniebieżnie pracującymi cylindrami parowymi. Odkuwanie matrycowe na nowych maszynach daje doskonałe wyniki. Metoda posiada szereg zalet: wymaga zużycia mniejszej niż zwykle energii, znacznie redukuje uderzenia i drgania, daje mniejsze zużycie foremników, lepszy rozkład energii i odkształceń materiału oraz oszczędności na robociznie. Nadaje się ona do całkowitego zautomatyzowania. Podano przykład zastosowania dwóch „Impactorów” do odkuwania łopatek turbiny. Urządzenie jest zaopatrzone w indukcyjny aparat nagrzewający, transporter i automatyczny podajnik osłonięty i pracujący w atmosferze ochronnej oraz urządzenie okrawające.

85* 621.97.078:621.735.32 27
Billigmann J.: **Badania nad kryterium oceny zdolności do odkształcenia stali przy spęczaniu udarowym.** „Recherches sur les critères de l'aptitude à la déformation par frappe à froid.” Rev. Metall. Extraits, t. 50 bis, Nr 5, maj 53, s. 190; A4, 2 str., 1 wykr., 6 mikrogr. — Ocena odkształcalności stali przy spęczaniu na zimno na podstawie jej struktury i wielkości prze-ważenia w próbie rozciągania. Wysoka zdolność do odkształcenia wiąże się w stali z dużym przewężeniem i strukturą cementytu kulkowego.

86* 621.983.3:539.388.24 27
Kostron H.: **Przyczynki do technologicznej mechaniki głębokiego tłoczenia.** „Contribution à la mécanique technologique de l'emboutissage profond”. Rev. Metall. Extraits, t. 50 bis, Nr 4, kw. 53, s. 139; A4, 6,5 str., 1 rys., 15 wykr. — Analiza granicznych odkształceń i naprężeń występujących przy głębokim tłoczeniu blach. Rozkład naprężeń w miseczce. Głębokość tłoczenia i wielkość przewężenia ścianek. Teoretyczna ocena głęboko-tłoczności blachy na podstawie jej własności jakościowych. Graniczne stopnie przeformowań (Artykuł stanowi streszczenie pracy publ. w Arch. Eisenhüttenw., t. 22, 1951, s. 205).

87* 669.276:669.286:669.294:669.296:621.97.07:621.771 27
Simpson A. G., Berry B. E.: **Produkcja, przeróbka i zastosowanie blach molibdenowych, wolframowych, tantalowych i cyrkonowych.** „The production, fabrication and application of molybden, tungsten, tantalum, and zirconium sheet”. Sheet Metal Ind., t. 30, Nr 313, maj 53, s. 397; A4, 9 str., 6 fot., 2 tabl., 10 poz. bibl. — Produkcja blach z wyżej wymienionych metali jest poważnie utrudniona wskutek silnej korozji w gorących gazach i spadku ciągliwości przy przeróbce na gorąco. W Anglii zaczęto je produkować i przerabiać na skalę przemysłową dopiero w ostatnich latach. Wszystkie te metale można łatwo kształtować plastycznie na zimno: tłoczyć, przeciągać itp. Znajdują one szereg zastosowań w specjalnych gałęziach wytwórczości.

88* 669.14.018.254 27
Wybór właściwych stali matrycowych i narzędziowych. „Selection of the proper die and tool steels”. Mod. Industr. Press, t. 14, Nr 8, paźdz. 52, s. 6; A4, 3 str., 6 fot. — Ogólna klasyfikacja stali na narzędzia tłocznice: stale niskostopowe do hartowania w wodzie, niskostopowe do hartowania w oleju, śred-niostopowe do hartowania w powietrzu i wysokostopowe. Po-nadto ważną pozycję zajmują wkładki z węglików spiekanych. Omówiono własności stali z poszczególnych w/w grup, ich za-stosowanie, wyzyskanie oraz żywotność. Szczegółowo omówi-o pracę narzędzi ze spiekanych węglików wolframu carboly. Rozwój stali narzędziowych i stali specjalnych z wkładkami przyczynia się stale do udoskonalenia i przyspieszenia produkcji.

89* 621.735.3:539.383 27
Szołman L. A.: **Doświadczalne badanie spęczania na zimno i na gorąco.** „Eksperymentalne issledowanie chłodno i gorąco osadki”. Nowyje issledowanija w Obsłasti kuzniecnoji Tiechnologii, Maszgiz, 1950, s. 39; D, A5, 71 str., 8 fot., 9 rys., 58 wykr., 11 tabl., 18 poz. bibl. — Doświadczalne określenie technologicz-nych parametrów spęczania próbek cylindrycznych i prostokąt-nych ścisanych plastycznie między płaskimi płytami. Badania przeprowadzono zarówno w warunkach spęczania na zimno, jak i na gorąco. Szczególną uwagę poświęcono doświadczalnemu wy-znaczaniu przebiegu wzmocnienia w procesie zgniotu.

90* 569.383:621.735.3 27
Unksow E. P.: **Naprężania i siły przy spęczaniu metalu płaskimi płytami.** „Napriazhenija i usilija pri osadkie mietalla pod płoskimi plitami”. Nowyje Issledowanija w obsłasti Kuzniecnoji Tiechnologii, Maszgiz, 1950, s. 5; D, A5, 33 str., 5 fot., 4 rys., 8 wykr., 8 poz. bibl. — Analiza sił, naprężeń i odkształceń me-talu ścisane go plastycznie między płaskimi płytami. Omówiono szczegółowo kilka metod analitycznego wyznaczania sił spęca-nia oraz przeprowadzono badania doświadczalne mające na celu określenie słuszności wyłożonych metod analitycznych. W wy-niku badań opracowano dokładniejszą metodę analizy, bardziej zgodną z warunkami rzeczywistymi.

91 539.389.2 27
Mott N. F.: **Odształcenie metali. Mechanizm wzmocnienia po zgniotcie.** „Deformation of metals. The mechanism of work hardening”. Iron a. Steel, t. 26, Nr 1, stycz. 53, s. 24; A4, 4,5 str., 9 rys., 1 tabl. — Głównym elementem odkształcenia ciał stałych jest poślizg z powstaniem dyslokacji. Prof. Mott wy-jaśnił na podstawie najnowszych badań i hipotez mechanizm odkształcenia plastycznego i powstania dyslokacji oraz wakatów w nieidealnej siatce krystalicznej oraz ich udział w zjawisku wzmocnienia.

- 92* 669.14.018.26 27
Wilson D. V.: **Metalurgiczne własności stali do wyciskania na zimno.** „Metallurgical requirements of steels for cold extrusion”. Sheet Metal Ind., t. 30, Nr 314, czerw. 53, s. 513; A4, 9,5 str., 2 fot., 2 rys., 11 wykr., 3 mikrogr., 2 tabl., 15 poz. bibl. — Wyciskanie na zimno wymaga, że względu na szczególnie ciężkie warunki występujące w tym procesie, bardzo starannego doboru formowanych materiałów. Główne zastosowanie wyciskania pozostaje ciągle w dziedzinie produkcji stalowych łusek i pocisków. Wszystkie materiały stalowe muszą być do wyciskania starannie przygotowane i obrobione cieplnie i powierzchniowo (fosfatyzacja, smary). Omówiono szereg stosowanych stali oraz podano przegląd doświadczeń opublikowanych w literaturze technicznej. Wpływ jakości stali na przebieg wyciskania i zachowanie się materiału w czasie procesu. Własności mechaniczne i strukturalne wyciśniętych produktów.
- 93* 669.14.018.26:620.191.3 27
Walter R. J.: **Jakość powierzchni stalowych blach głębokotłocznych.** „Deep drawing steel sheet surface quality”. J. Metals, t. 5, Nr 5, maj 53, s. 630; A4, 1 str. — Wymagania jakościowe stawiane powierzchni blach stalowych głębokotłocznych, uspokojonych, zawierających aluminium. Najczęstsze wady i możliwości ich usunięcia.
- 94* 621.984.5 27
Lenz D.: **Nowy proces blędkiego tłoczenia na gorąco.** „Examen d'un nouveau procédé d'emboutissage profond à chaud”. Rev. Métall., Extraits, t. 50 bis, Nr 5, maj 53, s. 181; A4, 8,5 str., 1 rys., 11 wykr., 2 tabl. — Analiza procesu głębokiego ciągnięcia na gorąco, charakteryzującego się tym, że stempel i pierścień ciągowy chłodzone są wodą, przez co część materiału zachowuje wyższą wytrzymałość, natomiast płyta i dociskacz nagrzane są do temp. kilkuset stopni, wskutek czego brzeg krążka ulega zmiekczeniu. Szczegółowo omówiono rozkład naprężeń i odkształceń w funkcji temperatury poszczególnych stref oraz przebieg prób tłoczenia nową metodą.
- 95* 621.73.034 27
Snook H. W.: **Złożony proces tłoczenia pod młotami.** „Kombinirowanny proces sztapowki pod młotem”. Prikl. Mech. Maszinostr., t. 2, Nr 1, 1953, s. 119; B5, 5 str., 8 fot. — Metoda wytłaczania części wykonywanych dotąd z kilku tłoczonych elementów i następnie łączonych przez spawanie lub nitowanie. W kilku przykładach przedstawiono otrzymanie trudnych kształtów przez wstępne wyoblanie, a następnie przetłoczenie udarowe pod młotem. Omówiono ogólne zalety tego procesu.
- 96 621.983.3 27
Chung S. Y., Swift H. W.: **Miseczki cylindryczne.** „Cylindrical shells”. Iron a. Steel, t. 26, Nr 2, luty 53, s. 63; A4, 4 str., 5 rys., 1 wykr., 2 tabl. — Wyniki i omówienie doświadczalnych prób drugiego ciągu miseczek tłoczonych z blach mosiężnych, stalowych (głębokotłoczonych) i aluminiowych miękkich i półtwardych. Porównano próby ciągnięcia bezpośredniego (zwykłego) z dociskaczem w pierścieniach cylindrycznych i stożkowych (z dociskaczem i bez dociskacza) oraz próby 2 ciągu z przewijaniem. Omówiono warunki prób, konstrukcję i wymiary narzędzi oraz wpływ poszczególnych czynników na wyniki ciągnięcia.
- 97* 621.771.3:621.946 27
Billigmann J.: **Najmniejsze wielkości serii oplacające instalowanie maszyn specjalnych w przemyśle druciarskim.** „Les grands de séries économiques pour l'installation de machines spéciales dans les industries travaillant le fil”. Rev. Métall., Extraits, t. 50 bis, Nr 7, lip 53, s. 269; A4 0,5 str., 1 wykr. — Streszczenie z czasopisma Stahl u. Eisen, t. 72, lip 52, s. 833. Warunkiem zainstalowania specjalnych maszyn produkcyjnych winna być analiza opłacalności inwestycji przy danej serii produkcyjnej. Podano analizę tego zagadnienia i kilka danych przykładowych.
- 98* 621.974.4 27
Szczegół W. F.: **Praca młotów parowo-powietrznych.** „Rabota paro-wozdušnykh molotov”. Maszgin, Moskwa 1953, D. A5, 253 str., 10 fot., 98 rys., 117 wykr., 23 poz. bibl. — Wielki rozwój technologii kuzniczej spowodował w ZSRR przeprowadzenie szeroko zakrojonych prac badawczych w zakresie technologii i maszyn kuzniczych. W w/w książce, na podstawie wielkiej liczby materiałów doświadczalnych i szczegółowych dociekań teoretycznych zanalizowano robocze procesy młotów parowo-powietrznych, pracę różnych typów stawideł i urządzeń rozrząd-
- czych oraz metody badania młotów parowo-powietrznych. Między innymi dużo uwagi poświęcono nowoczesnym młotom bezszabotowym. Doświadczenia określono wpływ poszczególnych parametrów zapalenia i rozrządu na pracę młota i stwierdzono, że przez odpowiedni dobór parametrów i zmianę kinetycznych charakterystyk mechanizmów rozrządowych można znacznie podwyższyć energię udarową i szybkość młotów oraz zredukować liczbę wybrakowanych odkuwek. W pracy zużytkowano m. in. doświadczenia przeprowadzone w Instytucie CNIITMASZ.
- 99* 621.97.07:621.892.5:621.946.15 27
Perry A. L.: **Smarowanie przy obróbce metali.** „Lubrication in metal working”. Metallurgia, t. 48, Nr 285, lip 53, s. 3; A4, 7 str., 9 wykr., 4 tabl. — Typy jakości i własności smarów najczęściej stosowanych przy obróbce plastycznej i wiórowej. Zastosowania tych smarów przy różnych operacjach obróbki metali. Badanie i sprawdzanie jakości smarów.
- 100* 621.982.32 27
Normalizacja praktyki warsztatowej w narzędziowni. „Standard die shop practice”. Tooling a. Prod., t. 19, Nr 3, czerw. 53, s. 66; A4, 2,5 str., 14 rys. — Zbiór przepisów dla pracowników narzędziowni wykonujących tłoczniaki i wykrojniki; przepisy te ułatwiają poważnie prawidłowe wykonanie narzędzi.
- 101* 621.9.02-47 27
Venninger K.: **Narzędzia do wykonania pierścieni przewijanych.** „Werkzeuge zur Herstellung gebördelter Ringe”. Werkstatt u. Betrieb, t. 86, Nr 2, luty 53, s. 80; A4, 1 str., 3 rys. — Metoda równoczesnego wycinania i wstępnego zaginania za pomocą dwóch narzędzi bez uprzedniego dziurkowania i końcowego przewijania. Warunkiem gładkości obrzeża otworu jest pewna określona twardość materiału.
- 102* 621.9.02:621.316.5 27
Zibold K.: **Wycinak i zawijak łącznika kontaktowego.** „Schnitt- und Rollwerkzeug für ein Kontaktverbindungsstück”. Werkstatt u. Betrieb, t. 86, Nr 2, luty 53, s. 79; A4, 1 str., 4 rys. — Nowa metoda w mechanice precyzyjnej polegająca na wykonaniu łącznika w dwóch oddzielnych operacjach: wycinania i zawijania. Naprzemianległe rozmieszczenie wykrojów pozwala na racjonalne wykorzystanie materiału taśmownika.
- 103* 669.14.018.233:621.735.32 27
Zotjew A. I.: **Wybór stali do spęszczania na zimno części samochodowych i traktorowych.** „Wybor stali dla chłodnojdny wysadki awtomobilnyh i traktornyh detaliej”. Awtom. Promyszl., Nr 2, stycz. 53, A4, 5 str., 8 fot., 2 rys., 9 tabl. — Tok badań przy doborze stali na wyroby wykonywane sposobem spęszczania na zimno, w wyniku których ustalono konieczność podziału wyrobów na grupy w zależności od stopnia przeformowania materiału. W wypadku produkcji śrub, gdzie wymagany jest wysoki stopień przeformowania, najodpowiedniejsza jest stal bezkrzemowa, uspokojona glinem. Zanieczyszczenia stali niespokojnej na skutek likwidacji nie mogą przekraczać 40% ogólnej powierzchni materiału wyjściowego.
- 104* 621.983.32:623.451 27
Dwustronna tłoczarka pozioma przyspiesza produkcję łusek. „Double and horizontal press expedites shell manufacture”. Steel Process, t. 39, Nr 2, luty 53, s. 36; A4, 5 fot. — Potokowa produkcja 90 mm łusek armatnich na specjalnych tłoczkach poziomych Clearinga. Tłoczarki te zostały ostatnio skonstruowane i posiadają cały szereg zalet, którymi przewyższają prasy normalne. Tłoczarki poziome pracują na dwie strony. Opisano produkcję łusek na tych tłoczkach. Całkowity proces obejmuje dwie operacje misieczkowania, cztery ciągi oraz uformowanie szyjki. Szyjkowanie dokonuje się na prasie pionowej 2000 t.
- 105 621.774.353.38:621.771.42 27
Metoda wyciskania na gorąco stalowych rur i prętów. „A hot extrusion process for the production of steel tubes and rods”. Machinery, t. 82, Nr 2095, stycz. 53, s. 64; A4, 4 str., 3 fot., 3 rys. — Przy wykonywaniu prętów i rur w zakł. Babcock i Wilcox USA zastosowano nową metodę wyciskania stali charakteryzującą się m. in. tym, że jako środek smarujący stosuje się szkło. Daje ono poważną poprawę żywotności narzędzi i chroni te ostatnie od ciepła przechodzącego od obrabianego materiału oraz poważnie obniża tarcia między materiałem a narzędziem. Metodą Ugine — Sejournet można wyciskać rury i pręty ze stali węglowych i stopowych. Podano opis szczegółów zastosowania warsztatowej metody.

Warunki prenumeraty czasopism technicznych na rok 1954

Administracja Czasopism Technicznych Naczelnej Organizacji Technicznej Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Wydawnictwa Komunikacyjne i Filmowa Agencja Wydawnicza wprowadzają następujące warunki prenumeraty czasopism technicznych na rok 1954.

L p.	Nazwa czasopisma	A b o n a m e n t					
		Opłata normalna			Opłata ulgowa		
		roczna	półroczna	kwartalna	roczna	półroczna	kwartalna
1	2	3	4	5	6	7	8

CZASOPISMA NAUKOWO-TECHNICZNE

1. Architektura	180,—	90,—	45,—	90,—	45,—	22,50
2. Budownictwo Przemysłowe	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
3. Gazeta Cukrownicza	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
4. Gaz, Woda i Techn. Sanit.	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
5. Gospodarka Wodna	96,—	48,—	24,—	54,—	27,—	13,50
6. Gospodarka Ciepła (dwumiesięcznik)	48,—	24,—	—	—	—	—
7. Inżynieria i Budownictwo	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
8. Materiały Budowlane	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
9. Odzież	54,—	27,—	13,50	—	—	—
10. Ochrona Pracy	72,—	36,—	18,—	—	—	—
11. Poligrafika (dwumiesięcznik)	36,—	18,—	—	18,—	9,—	—
12. Przegląd Budowlany	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
13. Przegląd Elektrotechn.	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
14. Przegląd Geodezyjny	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
15. Przegląd Mechaniczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
16. Przegląd Papierniczy	60,—	30,—	15,—	36,—	18,—	9,—
17. Przegląd Skórzany	60,—	30,—	15,—	36,—	18,—	9,—
18. Przegląd Spawalnictwa	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
19. Przemysł Chemiczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
20. Przegląd Techniczny	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
21. Przegląd Telekomunik.	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
22. Przemysł Drzewny	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
23. Przemysł Rolny i Spoż.	90,—	45,—	22,50	54,—	27,—	13,50
24. Przemysł Włókienniczy	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
25. Szkło i Ceramika	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
26. Technika Lotnicza (dwumiesięcznik)	54,—	27,—	—	36,—	18,—	—
27. Technika Motoryzacyjna	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
28. Cement, Wapno, Gips	54,—	27,—	13,50	36,—	18,—	9,—
29. Drogownictwo	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
30. Energetyka (dwumiesięcznik)	72,—	36,—	—	36,—	18,—	—
31. Hutnik	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
32. Nafta	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—
33. Przegląd Górniczy	108,—	54,—	27,—	54,—	27,—	13,50
34. Przegląd Odlewnictwa	72,—	36,—	18,—	36,—	18,—	9,—

CZASOPISMA POPULARNO-TECHNICZNE

35. Chemik	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
36. Horyzonty Techniki	86,—	18,—	9,—	—	—	—
37. Mechanik	108,—	54,—	27,—	36,—	18,—	9,—
38. Motoryzacja	60,—	30,—	15,—	18,—	9,—	4,50
39. Techniki Przem. Spożywc.	36,—	18,—	9,—	—	—	—
40. Gospodarka Węglowa	36,—	18,—	9,—	—	—	—
41. Wiadomości Elektrotechn.	36,—	18,—	9,—	18,—	9,—	4,50
42. Wiadomości Telekomunik.	36,—	18,—	9,—	18,—	9,—	4,50
43. Wiadomości Górnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
44. Wiadomości Hutnicze	54,—	27,—	13,50	18,—	9,—	4,50
45. Włókiennictwo	36,—	18,—	9,—	—	—	—
46. Kinotechnika	36,—	18,—	9,—	—	—	—

Przy czasopiśmie: „Techniki Przemysłu Spożywczego”, „Horyzonty Techniki”, „Włókiennictwo”, „Odzież”, „Ochrona Pracy”, „Gospodarka Ciepła”, „Gospodarka Węglowa” i „Kinotechnika” — ze względu na niskie ceny obowiązują tylko prenumerata normalna.

PRENUMERATA NORMALNA

Zgłoszenia na prenumeratę normalną na rok 1954 przyjmują wyłączone urzędy pocztowe oraz listonosze miejscy i wiejscy.

Termin zgłaszania prenumeraty normalnej na okres kwartalny, półroczny lub roczny upływa z datą 10 każdego miesiąca poprzedzającego okres prenumeraty.

PRENUMERATA ULGOWA

A. CZASOPISMA NAUKOWO-TECHNICZNE

Z prenumeraty ulgowej czasopism naukowo-technicznych na rok 1954 korzystać mogą jedynie:

- 1) członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych zrzeszonych w NOT
- 2) członkowie Klubów Techniki i Racjonalizacji
- 3) studenci szkół wyższych

B. CZASOPISMA POPULARNO-TECHNICZNE

Z prenumeraty ulgowej czasopism popularno-technicznych na rok 1954 korzystać mogą:

- 1) członkowie stowarzyszeń naukowo-technicznych
- 2) członkowie Klubów Techniki i Racjonalizacji
- 3) studenci szkół wyższych
- 4) uczniowie szkół zawodowych.

Sposób zamawiania prenumeraty ulgowej.

Zamówienia na prenumeratę ulgową powinny być sporządzane zbiorowo — nie imiennie, lecz ilościowo — na każdy tytuł czasopisma oddzielnie, nie mniej niż 5 egzemplarzy każdego tytułu.

Zamówienia te łącznie z należnością przyjmować będą koła zakładowe, a od członków nie zrzeszonych w kołach — oddziały stowarzyszeń naukowo-technicznych, przekazując je w odpowiednich terminach bezpośrednio do PPK „Ruch” w Warszawie, Stalagrodzie lub w Łodzi, w zależności od miejsca wychodzenia czasopisma.

Analogiczny tryb postępowania obowiązuje studentów i uczniów szkół zawodowych z tym, iż na uczelniach prenumeratę przyjmować będą koła naukowe uczelni, a w szkołach zawodowych — dyrekcja szkół.

Termin składania zgłoszeń na prenumeratę ulgową.

Nieprzekraczalny termin przekazania zamówień i należności do PPK „Ruch” na I kwartał 1954 r. przez koła zakładowe, oddziały stowarzyszeń naukowo-technicznych, koła naukowe uczelni i dyrekcje szkół — upływa 1 grudnia 1953 r. (obowiązuje data stempla pocztowego).

Zamówienia na następne kwartały 1954 r. należy zgłaszać w terminach:

- II kwartał — do 1 marca 1954 r.
- III „ — „ 1 czerwca 1954 r.
- IV „ — „ 1 września 1954 r.

Należność za prenumeratę zbiorową, ulgową lub normalną dla czasopism nie mających ceny ulgowej należy wpłacać na następujące konta:

dla czasopism poz. od 1 do 8
 „ 10 „ 15
 „ 18 „ 23
 „ 25 „ 27, 29, 36, 37, 38, 39, 41,
 42 i 46

PPK „Ruch”, Warszawa, Centralna Ekspedycja, ul. Srebrna 12 konto PKO Nr I-14000/110;

dla czasopism poz. 9, 16, 17, 24 i 45 Oddział PPK „Ruch” w Łodzi, konto PKO nr VII-9907/110

dla czasopism poz. 26 i od 30 do 35 oraz poz. 40, 43 i 44, Oddział PPK „Ruch” Stalagrod, konto PKO nr III-12763/110.

Cena zł 9

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

Chodkowski S.: **Metalurgia żelaza w zarysie.** 1953, s. 359, zł 35.50 (w oprawie).

Cwiek Z.: **Cięcie i spawanie metali pod wodą.** 1953, s. 74, zł 5.90

Elastomery i plastomery. Tom II. Chemia i technologia. Praca zbiorowa pod redakcją R. Houwnika, Tłum. z ang. zespół. 1953, s. 530, zł 52.— (w oprawie)

Griegoriew P. N., Maksimowski N. P.: **Elementy i konstrukcje żużlobetonowe.** Tłum. z ros. A. Rubera. 1953, s. 108, zł 7.30

Holtorp J.: **Bezpieczeństwo pracy przy obsłudze żeliwiaków.** 1953, s. 52, zł 3.50

Iwiański A. W.: **Konstrukcje żelbetowe.** Tłum. z ros. W. Lenkiewicz. Komentarzami opatrzył J. Minc. 1953, s. 479, zł 29.70 (w oprawie)

Kluz T.: **Obliczanie belek ciągłych.** Metoda pręseł ciągłych i reakcji wtórnych. 1953, s. 166, zł 58.— (w oprawie)

Kotarski Z.: **Płyty i pustaki wiórkowo-cementowe.** 1953, s. 74, zł 5.20

Lebiediew M. N., Zmijenko S. M., Markowicz M.P.: **Roboty budowlane.** 1953, Tłum. z ros. W. Fiszer i E. Janke. 1953, s. 489, zł 26.40

Łosikow B. W., Łukaszewicz I. P.: **Towaroznawstwo naftowe.** Tłum. z ros. Z. Łodziński. 1953, s. 334, zł 37.90

Mackiewicz S.: **Gwintowniki. Konstrukcja.** 1953, s. 68, zł 5.80

Majewski A.: **Zamek w Pieskowej Skale.** Teka konserwatorska. Zeszyt 2. Ministerstwo Kultury i Sztuki. Zarząd Ochrony i Konserwacji Zabytków. 1953, s. 98, zł 50.—

Mazanek T., Splewiński J.: **Obsługa hali odlewniczej w stalowni.** 1953, s. 76 zł 5.—

Mechanik. **Poradnik techniczny.** Tom II. Część 4 — Elementy maszyn. Wyd. 3. b. Praca zbiorowa. 1953, s. 742, zł 85.50 —(w oprawie)

Mechanik. **Poradnik techniczny.** Tom IV. Część 2 — Pompy, sprężarki i maszyny chłodnicze. Wyd. 3. Praca zbiorowa. 1953, s. 671, zł 54.— (w oprawie)

Michajłow W. W.: **Projektowanie aparatów elektrycznych wysokiego napięcia.** Tłum. z ros. J. Elbaum i P. Głowacki. 1953, s. 240, zł 10.20

Mistur L.: **Spawanie żeliwa.** 1953, s. 132, zł 8.30

Modliński W.: **Mycie części maszyn.** 1953, s. 34, zł 2.50

Nowakowski W.: **Metody oczyszczania wody zasilającej kotły parowe.** Wyd. 2 uzup. 1953, s. 192, zł 13.60

Ochęduszek S.: **Teoria maszyn cieplnych.** Część I. 1953, s. 372, zł 64.— (wraz z atlasem „Tablice”) (w oprawie)

Oldakowski H.: **Budowa i obsługa sprzętu pożarniczego.** Podręcznik szkoleniowy. 1953, s. 396, zł 19.50 (w oprawie)

Pflier P. M.: **Pomiary elektryczne wielkości mechanicznych.** Tłum. z niem. J. Plebański i K. Szpotański. 1953, s. 264, zł 25.50 (w oprawie)

Pierewałow W. I.: **Technologia materiałów ogniotrwałych.** Tłum. z ros. zespół. 1953, s. 508, zł 52.— (w oprawie)

Sacharow I. W.: **Technologia produkcji aparatów elektrycznych.** Tłum. z ros. zespół. 1953, s. 319, zł 19.10

Tolloczek B.: **Kotły parowe.** Tom I. Zeszyt 4. 1953, s. 93, zł 10.—

Walentyńowicz B., Zmigrodzki W.: **Aparaty elektryczne niskiego napięcia.** Wyd. 2. 1953, s. 392, zł 13.—

Zillich-Stiegler B.: **Zarys statyki wykreślnej i wytrzymałości materiałów.** Tłum. i uzup. z niem. W. Strzelecki. 1953. s. 237, zł 24.— (w oprawie)

Zwiększenie wydajności maszyn przedziałniczych. Praca zbiorowa. Tłum. z ros. T. Kostecki. 1953, s. 46, zł 3.50

Książki wydane poprzednio

Bielow M. W., Kartaszew I. P.: **Mechanizacja pracochłonnych operacji.** Tłum. z ros. W. Natanson. 1953. s. 32, zł 1.50

Bogdanow S. G.: **Metaloznawstwo i obróbka cieplna stali.** Tłum. z ros. W. Chitruk. 1953, s. 260, zł 20.— (w oprawie)

Bolchowitinow N. F.: **Metaloznawstwo i obróbka cieplna.** Tłum. z ros. C. Niewiadomski. 1953, s. 310, zł 29.— (w oprawie)

Bruins D. H.: **Obrabiarki do metali.** Tłum. z niem. T. Pietrzkiewicz. 1953 s. 305, zł 19.— (w oprawie) Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ.

Cynowanie galwaniczne. Tłum. z ang. K. Tarnowski. 1953, s. 32, zł 2.50

Dobrowolski J.: **Polerowanie elektrolityczne.** 1953, s. 96, zł 11.—

Dobrzański T.: **Rysunek techniczny.** Wyd. 4 uzup. 1953, s. 168, zł 9.—

Klimienko K. I.: **Sposoby podniesienia wydajności pracy w przemyśle maszynowym ZSRR.** Tłum. z ros. E. Koch. 1953, s. 172, zł 10.90

Kowalczyk S.: **Tolerancje pasowania w budowie maszyn.** 1953. s. 128 zł 12.50 (w oprawie)

Łukaszek J.: **Poradnik tokarza-metalowca.** 1953, s. 316, zł 25.20 (w oprawie)

Mackiewicz S.: **Narzynki. Konstrukcje.** 1953, s. 68, zł 5.—

Moszyński W.: **Wytrzymałość zmęczeniowa części maszynowych.** 1953, s. 280, zł 24.60 (w oprawie)

Szczukariew B. A.: **Metody potokowe w produkcji wielkoseryjnej.** Tłum. z ros. Kamiński. 1953, s. 151, zł 14.10

Tuszyński J.: **Szlifowanie bezkłowe.** 1953, s. 110, zł 5.60

Wolk R.: **Planowanie zużycia narzędzi.** 1953. s. 200, zł 21.30 (w oprawie)

Zochowski M. K.: **Pomiary ciśnień.** 1953. s. 220, zł 13.80

Do nabycia w księgarniach technicznych „DOMU KSIĄŻKI”
i u kolporterów zakładowych



Z a w i a d o m i e n i e

Administracja Czasopism Technicznych NOT zawiadamia, że są do nabycia następujące zeszyty „Przeglądu Mechanicznego” z lat ubiegłych:

Rok wyd.	Numery	Cena 1-go numeru
1947	1 — 6	po 0,90 zł
1949	12	„ 0,90 „
1950	7 — 12	„ 1,45 „
1951	5, 6, 9 — 12	„ 1,20 „
1952	2 — 12	„ 9,00 „

Zamówienia należy kierować na adres: Naczelna Organizacja Techniczna, Wydział Upowszechnienia, Warszawa, ul. Czackiego 3/5.
Do każdej przesyłki dolicza się porto.