

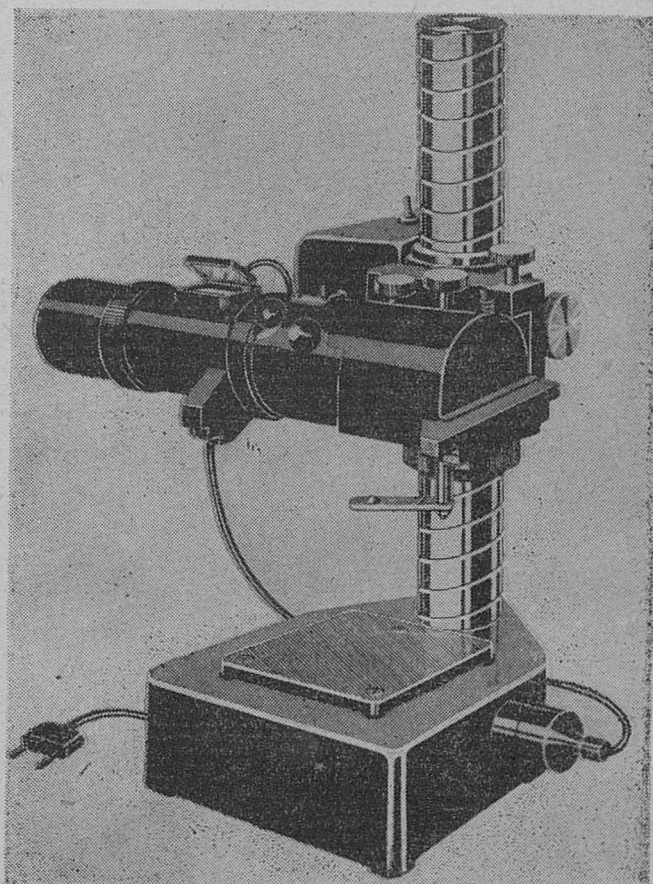
MECHANIK

MIESIĘCZNIK TECHNICZNY

II Kongres
Inżynierów i Techników Polskich
Wrzesień 1952 r. – Katowice
Inżynierowie i Technicy
w szeregach Narodowego Frontu walki
o Pokój i Socjalizm

Nr 7-8

LIPIEC – SIERPIEŃ
1952



Poligraf IZP-17 (produkcji radzieckiej) do badania
gładkości powierzchni



WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

TREŚĆ 7-8 ZESZYTU

Od Manifestu PKWN do Konstytucji PRL („Osiem lat niepodległości“)	289
Program działalności SIMP w roku 1952/53	291
I. ARTYKUŁY GŁÓWNE	
Inż.-mech. Andrzej Sadowski „Przemysłowe metody kontroli gładkości powierzchni“	293
Inż.-mech. Jerzy Mierzejewski „Cel i sposoby pomiaru sił skrawania“	293
„Urządzenie do tłumienia drgań tokarki“. K.P.	304
Inż.-mech. Andrzej Ankiewicz „Uwagi o konstruowaniu przeciagaczy do otworów“	305
Inż.-mech. Kazimierz Albiński „Elektroiskrowe ulepszanie ostrzy narzędzi skrawających“	309
Zbigniew Kościółek „Zasady konstruowania uchwytów z masą plastyczną“	313
Inż.-mech. Jan Jarocki „Nowoczesna technika kuźnicza“	317
Inż.-mech. Kazimierz Bostacki „Smarowanie młotów parowo-powietrznych i sprężarkowych“	323
Inż. Janusz Dobrowolski „Polerowanie elektrolityczne“	328
Inż.-mech. Paweł Kosieradzki „Obróbka cieplna wysoko chromowych stali narzędziowych“	332
Inż.-mech. Lesław Łowczyński „Pomiary na uniwersalnym mikroskopie pomiarowym produkcji radzieckiej UIM21“	336
Mgr Stanisław Bąk „Co mechanik powinien wiedzieć o optyce geometrycznej“	341
Inż. Marian Chrzanowski „Ultradźwięki i ich zastosowanie w przemyśle metalowym“	346
II. RACJONALIZACJA	
„Wytaczanie tematyki racjonalizatorskiej“. H. Ch.	351
„Zabezpieczenie przed wypadnięciem blach z kleszczy dźwigu“	352
„Pomiar luzu międzyzębnego w kołach zębatych“	352
„Imadło uruchamiane pedałem“	352
„Sercówka dwuramienna“	352
„Rozwalcowywanie gniazd zaworów“	353
„Sprawdzenie położenia osi przekładni kątowych“	353
„Sprawdzanie bicia pierścieni łożysk tocznych“	354
„Narzędzie do czyszczenia i wyrównywania krawędzi blach po cięciu palnikiem acetylenowym“	354
„Nastawianie noża w wytaczadle“	354
„Przyrządy do pomiaru kąta natarcia gwintowników i narzynek“	355
III. SKRZYNIKA TECHNICZNA	356
IV. BIBLIOGRAFIA	357

Wydawca: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA, Warszawa, ul. Czackiego 3/5.

KOMITET REDAKCYJNY: inż.-mech. Tadeusz DOBRZAŃSKI, inż.-mech. Władysław GWIAZDOWSKI, inż.-mech. Paweł KOSIERADZKI, inż.-mech. Stanisław KUNSTETTER, inż.-mech. Zdzisław MARCINIAK, inż.-mech. Zbigniew MUZYŃSKI, inż.-mech. Jan OBALSKI, inż.-mech. Kazimierz OCHĘDUSZKO.

Redaktor naczelny inż.-mech. Hellodor CHMIELEWSKI. Z-ca redaktora naczelnego inż.-mech. Wiesław GRABOWSKI
Sekretarz redakcji Henryka PIŁATOWICZ. Redaktor Techniczny Czesław PIEKARSKI.

Redakcja przyjmuje codziennie od godz. 8 do 15.

Adres Redakcji: Warszawa, Czackiego 3/5, tel. 8.95.10 do 15.

Prenumerata roczna: normalna — 108 zł, ulgowa — 36 zł. PKO nr konta I-10877/110. Cena zeszytu pojedynczego zł 9.—

M E C H A N I K

A 14035
MIESIĘCZNIK TECHNICZNY

ORGAN

STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

REDAKCJA: WARSZAWA, ULICA CZACKIEGO 3/5

ADMINISTRACJA: WARSZAWA, ULICA CZACKIEGO 3/5

OD MANIFESTU PKWN DO KONSTYTUCJI POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

Po raz ósmy obchodzimy dziś uroczyste dzień wyzwolenia Polski spod jarzma hitlerowskiego, dzień wskrzeszenia Polski jako państwa demokracji ludowej.

Osiem lat temu, kiedy w ślad za zwycięskim pochodem wojsk wyzwoleniczych odzyskiwał kraj nasz niepodległość, stawał przed nami obraz straszliwych ruin i zgliszcz, zniszczonych i spalonych miast i wsi, rozbitych fabryk i warsztatów — obraz zniszczeń wojennych, jakich nie знаła dotąd historia, obraz cierpień i męczeństwa narodu nie zapisanych dotąd nigdy przez dzieje.

Wtedy to historyczny Manifest Lipcowy wyznaczył drogi odbudowy naszego kraju i drogi rozwoju naszego narodu. Przez osiem lat szliśmy tymi drogami.

W ciągu ośmiu tych lat przedzierzgnęliśmy się z zacofanego, zabiedzonego społeczeństwa rządzonego przez kapitalistów w naród odrodzony, pomnażający swe twórcze siły i stwarzający najpomyślniejsze warunki dalszego rozwoju państwa, jako kraju zwycięskiego socjalizmu. Każdy dzień przynosi nam przybytek sił materialnych i twórczych.

Dziś z uczuciem dumy patrzymy na wyniki osiągnięte w ciągu ośmiu lat twardej pracy i ofiarnych wysiłków mas pracujących: robotników, chłopów i inteligencji twórczej.

Zgodnie z wolą narodu Polska weszła na drogę budownictwa socjalistycznego. Zręby konstytucyjne zawarte w Manifestie Lipcowym przedzierzgnęły się we wspaniałą, przedyskutowaną i zaoprobowaną przez cały naród KONSTYTUCJĘ POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ. Wypełniwszy zwycięsko i przedterminowo Trzyletni Plan Odbudowy Kraju i realizując z powodzeniem 6-letni Plan Budowy Podstaw Socjalizmu nie tylko odbudowaliśmy zniszczone miasta i wsie, nie tylko odbudowaliśmy przedwojenny przemysł, lecz zrobiliśmy siedmiomilowy krok na drodze do uprzemysłowienia kraju i przedzierzgnięcia Polski z kraju rolniczego w kraj przemysłowo rolniczy.

Wstąpiliśmy w okres decydujący o pomyślnej realizacji naszego Planu 6-letniego. Jest to okres, w którym sprawa uprzemysłowienia i gospodarczej przebudowy Polski, sprawa oparcia jej sił wytwórczych na bazie nowoczesnej techniki — zgodnie z założeniami Planu 6-letniego koncentruje w sobie szereg najważniejszych i trudnych zagadnień.

Mamy już poza sobą prawie dwa i pół rokurealizacji Planu 6-letniego. Jakie są wyniki tego okresu?

W roku 1950 i 1951, jak również i w rokubieżącym produkcja naszego przemysłu socjalistycznego wzrasta znacznie szybciej, niż to przewidywał Plan 6-letni.

Tak więc w oparciu o ofiarną pracę naszej klasy robotniczej i wszechstronną pomoc Związku Radzieckiego znacznie przekroczyliśmy poziom produkcji przemysłu socjalistycznego w stosunku do założeń Planu 6-letniego i w roku 1952 osiągamy faktycznie produkcję przewidzianą przez Plan 6-letni dla roku 1953.

Takie tempo wzrostu nie może być oczywiście porównywane z żadnym z krajów kapitalistycznych, które nigdy nawet w najpomyślniejszych okresach rozwoju podobnego tempa nie osią-

gały. Możemy natomiast porównywać wysokość tempa wzrostu z ZSRR i krajami demokracji ludowej, przy czym należy stwierdzić, że tempo naszego wzrostu jak dotychczas nie przynosi nam ujmy.

Dzięki szybkiemu rozwojowi przemysłu socjalistycznego już w roku bieżącym wskaźnik wzrostu produkcji przemysłu wielkiego i średniego, jeżeli chodzi o wartość globalną, przekroczy przeszło trzykrotnie poziom przedwojenny, a w przeliczeniu na jednego mieszkańca w roku bieżącym osiągamy poziom przeszło czterokrotnie wyższy niż w okresie przedwojennym.

W ubiegłym okresie zdołaliśmy uruchomić i rozwinąć szereg nie znanych dotąd w Polsce gałęzi produkcji, mających poważne znaczenie dla umocnienia niepodległości i suwerenności kraju i jego obronności. Rozwinął się w Polsce przemysł samochodowy, który produkuje już w bieżącym roku około 10.000 samochodów, powstał i rozwija się przełamując trudności początkowego okresu przemysł okrętowy, znacznie rozszerzył swą działalność przemysł budowy maszyn, produkując coraz większe ilości tak potrzebnych i deficytowych urządzeń dla hutnictwa, szereg typów ciężkich obrabiarek, nowe typy maszyn rolniczych, ciągników itp., co podnosi samowystarczalność i niezależność gospodarczą kraju od dostaw zagranicznych i co czyni z Polski jeden z bardziej uprzemysłowionych krajów Europy.

Nie ulega więc wątpliwości, że w zakresie socjalistycznego uprzemysłowienia kraju bilans ubiegłego okresu jest dodatni, że na drodze uprzemysłowienia został zrobiony poważny krok naprzód.

Nie ulega wątpliwości, że wszelka niewiara w możliwości wykonania Planu 6-letniego została pobita przez dotychczasowy zdecydowany, zwarty, ofiarny wysiłek polskich mas pracujących.

W całym naszym kraju wre twórcza praca. Jesteśmy dopiero w trzecim roku wielkiego Planu 6-letniego, czeka nas jeszcze wielka praca i wielki wysiłek i niejedna jeszcze trudność do pokonania. Otwierają się jednak przed nami widoczne już dla każdego bliskie, wielkie i radosne perspektywy mocnej, wysokouprzemysłowanej, kulturalnej, bogatej i szczęśliwej Polski. Każdy miesiąc naszej pracy nadrabia lata przedwojennego wiekowego zacołania i zaniedbania. Każdy rok naszej pracy nadrabia dziesięciolecie. Rozumie to każdy Polak i stąd ta olbrzymia aktywność całego narodu, robotników, chłopów i inteligencji w walce o realizację Planu 6-letniego. W tej walce uczestniczą wszyscy: mężczyźni i kobiety, starzy i młodzi. Właśnie kulminacyjnym punktem tegorocznego obchodu Święta Odrodzenia obok uchwalenia nowej, wielkopomnej, socjalistycznej Konstytucji przez Sejm Ustawodawczy jest potężny, 200-tysięczny ZŁOT MŁODYCH PRZODOWNIKÓW BUDOWNICZYCH POLSKI LUDOWEJ. Młodzież bowiem dzięki warunkom stworzonym przez Odrodzoną Polskę coraz silniej zwiiera swe szeregi wokół Rządu i Partii w narodowym froncie walki o pokój i realizację zadań Planu 6-letniego. Świadczy o tym masowy udział młodzieży w akcji zobowiązań produkcyjnych, w akcji wykonywania ponad planowej produkcji, w zwiększeniu wydajności pracy i oszczędności.

W tej walce o wykonanie zadań Planu 6-letniego wykuwa się patriotyczna jedność naszego narodu. Nie ulega żadnej wątpliwości, że ta jedność będzie się coraz bardziej wzmacniała i krzepła, zwłaszcza w obliczu agresywnej polityki państw zachodnich i odbudowy militarizmu Niemiec Zachodnich.

Nie mogą nas zrażać i nie zrażą chwilowe, przemijające trudności towarzyszące temu wielkiemu tempu rozwojowi gospodarczego kraju. Nie wolno nam przed nimi cofać się, ani zakłócać prawidłowego rytmu pracy.

Radosna pewność, że pokój i siła naszej Ojczyzny rośnie w naszych rękach i od nas samych zależy, pozwoli nam konsekwentnie łamać wszelkie trudności, opory i przeszkody, a fakt, że razem z nami w tej pracy pokojowej idą wszystkie pokój miłujące kraje z potężnym Związkiem Radzieckim na czele, daje nam poczucie pewności, że wrogi imperializm nie poważy się naruszyć naszych granic państwowych.

Bilans ośmiolecia utwierdza nas w tym przekonaniu!

Walcząc o wzrost naszej siły gospodarczej i obronnej, o wzrost kultury i dobrobytu mas pracujących — utrwalamy sprawę pokoju!

PROGRAM DZIAŁALNOŚCI SIMP W ROKU 1952/53

Trzeci rok Planu 6-letniego jest przełomowym okresem w walce o postęp techniczny, o nową technologię, o wykonanie wielkich inwestycji gruntujących rozwój sił gospodarczych Polski Ludowej i stanowiących pozytywny wkład naszego społeczeństwa w dzieło utrwalenia pokoju.

Plan działalności SIMP zsynchronizowany z tendencjami polityki państwowej koncentruje się na odcinku przemysłu budowy maszyn.

W programie prac na rok 1952/53 Stowarzyszenie kładzie nacisk na uaktywnienie swych członków, ściśle powiązanie ich z działalnością organizacji partyjnych i związkowych, klubami i brygadami racjonalizatorskimi, ze szkolnictwem zawodowym, nauką i przemysłem, wprowadzenie nowej techniki do zakładów pracy oraz prowadzenie szkolenia kadr technicznych.

Inżynierowie i technicy zorganizowani w SIMP muszą w pracy stowarzyszeniowej powiązać się ściśle z zakładami produkcyjnymi i tam wspólnie z załogami rozwiązywać aktualne zagadnienia techniczne, muszą brać aktywny udział w pracach brygad robotniczo-inżynierskich oraz w klubach techniki i racjonalizacji. Podejmowanie zespołowych i indywidualnych zobowiązań produkcyjnych w zakresie postępu technicznego winno stać się obowiązkiem aktywnego inżyniersko-technicznego w każdym zakładzie pracy. W tym zakresie członkowie Stowarzyszenia świecić winni budującym przykładem i pociągać za sobą całą załogę fabryczną.

Zdobycie władzy przez polski lud pracujący i głębokie przeobrażenia społeczno-polityczne narodu stworzyły fundamenty nowego ustroju społecznego w Polsce, dającego nieograniczone pole działania dla inżynierów i techników oraz rozległego rozwoju nauk technicznych. Powołana do życia Polska Akademia Nauk stanowi centralny ośrodek kształtujący kierunki rozwojowe nauki w Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej dla dobra i siły Ojczyzny i pokoju światowego.

Wielki twórczy wysiłek klasy robotniczej znalazł swój wyraz w projekcie Konstytucji Rzeczypospolitej Ludowej. Projekt Konstytucji stanowi urzeczywistnienie dążeń szeregu postępowych pokoleń techników i inżynierów. My, technicy, możemy być dumni z tej Konstytucji, ponieważ gruntuje ona dalszy rozwój techniki i gospodarki narodowej.

Art. 14 projektu postanawia: „Praca jest prawem, obowiązkiem i sprawą honoru każdego obywatela. Pracą swoją, przestrzeganiem dyscypliny pracy, współzawodnictwem pracy i doskonaleniem jej metod, lud pracujący miast i wsi wzmacnia siłę i potęgę Ojczyzny, podnosi dobrobyt narodu i przyspiesza całkowite urzeczywistnienie ustroju socjalistycznego”.

Polska klasa robotnicza, a wraz z nią inteligencja techniczna, będąc dziś gospodarzem swego kraju wie, że to ona kształtuje oblicze swego Państwa, że na niej spoczywa odpowiedzialność za dalszy rozwój narodu, za ustanowienie form państwowych oraz praw i obowiązków obywatelskich, które zabezpieczają wolność, siłę i rozwój naszej Ojczyzny.

Simpowcy muszą być łącznikiem pomiędzy nauką a warsztatami produkcyjnymi. Naszym obowiązkiem jest upowszechnianie zdobyczy nauki i nowych metod pracy, osiągnięć racjonalizatorów i przodowników pracy. Wzorem dla naszej działalności jest Związek Radziecki, gdzie nie istnieje podział między teorią i jej praktycznym zastosowaniem.

W programie prac na rok 1952/53 Stowarzyszenie kładzie specjalny nacisk:

1) na odcinku szkolenia kadr technicznych — na zorganizowanie szeregu konferencji naukowo-technicznych i kursów.

2) na odcinku prac organizacyjnych — na podniesienie ogólnej dyscypliny organizacyjnej przez szersze wciągnięcie członków do pracy w komisjach głównych i oddziałowych.

Na czołowym miejscu wśród zagadnień podjętych przez SIMP jest walka o postęp techniczny. Dla koordynacji i kierowania poczynaniami w tej dziedzinie reaktywowana została Komisja Postępu Technicznego przy Zarządzie Głównym SIMP.

Naszym celem będzie uaktywnienie prac Komisji Postępu Technicznego. Wytoczne Komisji będą wyznaczać zadania dla kół i sekcji fachowych, określać tematykę konferencji naukowo-technicznych, kursów fachowych, akcji odczytowej oraz wydawniczej w zakresie popularyzowania wiedzy technicznej wśród najszerszych rzesz pracowników przemysłu metalowo-przetwórczego.

Prace Komisji będą głównym motorem działalności SIMP w roku 1952/53.

W zakresie prac związanych z postępowaniem technicznym SIMP planuje:

a) konferencje naukowo-techniczne, b) kursy fachowe, c) kursy dokształcające na stopień inżyniera-mechanika, d) akcję odczytową.

Tematyka i celowość organizowanych przez Stowarzyszenie konferencji naukowo-technicznych, mających charakter narad roboczych omawiających określone zagadnienia techniczne najbardziej istotne dla przemysłu budowy maszyn, została ustalona w porozumieniu z Ministerstwem Przemysłu Maszynowego. SIMP oprze konferencje naukowo-techniczne na współpracy personelu inżyniersko-technicznego zakładów produkcyjnych, naukowców, instytutów badawczych i racjonalizatorów.

W najbliższym czasie projektowane jest zorganizowanie następujących konferencji naukowych:

1) Konferencji w sprawie projektowania zakładów przemysłowych. Konferencję organizuje Oddział Warszawski SIMP.

2) Konferencji w sprawie elektrycznych metod obróbki metali. Konferencja zostanie zorganizowana przez SIMP i SEP, przy udziale naukowców i pracowników instytutów badawczych i racjonalizatorów tych dziedzin obróbki. Oprócz tego SIMP zorganizuje kursy celem przeszkolenia inżynierów i technologów i wprowadzenia tą drogą elektrycznych metod obróbki metali do naszego przemysłu.

3) Konferencji w sprawie unowocześnienia obróbki metali skrawaniem. Konferencję zorganizuje SIMP wraz z Wydziałem Technologicznym Politechniki Warszawskiej i Instytutem Narzędzi i Obróbki Skrawaniem. Konferencja ogólnokrajowa zostanie poprzedzona przez narady fachowe z zakresu poszczególnych dziedzin obróbki skrawaniem. Oddziały SIMP odbędą narady naukowo-techniczne według zainteresowań terenowych skupisk przemysłowych.

Oddziały terenowe SIMP opracują w roku bieżącym następujące tematy:

Zagadnienia narzędzi skrawających, geometrii ostrza, szybkościowego skrawania oraz związane z gładkością powierzchni — Oddział Krakowski.

Zagadnienia obróbki plastycznej, pras, młotów, formowników do przeróbki na zimno i gorąco — Oddział Katowice.

Zagadnienia spawania gazowego i elektrycznego, urządzeń spawalniczych, kontroli procesów spawania — Oddziały Gliwice i Wrocław.

Zagadnienie powłok ochronnych — Oddział Gliwice.

Zagadnienia metalizacji — Oddział Warszawa.

Zagadnienie organizacji produkcji, planowania operatywnego, planowania montażu wyrobów złożonych — Oddział Poznań.

Zagadnienia konstrukcji dźwigów, przenośników, podnośników i urządzeń do transportu bliskiego — Oddział Gdańsk.

Zgodnie z tą tematyką oddziały i koła terenowe będą organizować wstępne terenowe konferencje oraz prowadzić kursy fachowe, odczyty, wiązać swą pracę z zakładowymi klubami racjonalizacji i techniki, wprowadzać postęp techniczny dla przyspieszenia wykonania Planu 6-letniego.

4) Konferencji metaloznawczej. Ze względu na projektowane szerokie ujęcie zagadnień metaloznawczych w trzech grupach: a) nowe materiały, b) nowoczesna technologia przeróbki metali, c) współczesne metody przemysłowe i laboratoryjne — konferencja będzie organizowana przy współpracy Stowarzyszenia Odlewników Polskich i Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Hutnictwa.

SIMP projektuje przeprowadzenie następujących kursów fachowych:

1) Kurs obróbki cieplnej (poziom wyższy) — organizują oddziały: Łódzki, Wrocławski, Poznański. Planuje się przeszkolenie 120 słuchaczy w zakresie teoretycznym i praktycznym w pracowniach wyższych uczelni technicznych.

2) Kurs technologiczny dla konstruktorów konstrukcji spawanych, przeznaczony dla technologów zakładowych — organizują Oddziały Warszawski i Gliwice przy współudziale Min. Przemysłu Maszynowego.

3) Kurs pomiarów temperatur w zakresie urządzeń przemysłowych, przeznaczony dla technologów zakładów przemysłu metalowo-przetwórczego — organizuje Oddział Warszawski przy współudziale Instytutu Metaloznawstwa i Aparatury. Planuje się przeszkolenie 50 słuchaczy. Kurs obejmie wykłady i ćwiczenia prowadzone w oparciu o specjalny skrypt.

4) Kurs szybkościowego skrawania dla ok. 30 pra-

cowników Działu Głównego Technologa — zorganizuje Oddział Krakowski w III kwartale 1952 r.

5) Kurs technicznego normowania pracy dla 50 słuchaczy — organizuje Oddział Warszawski.

6) Kurs omawiający nowoczesną technologię dla ok. 100 głównych technologów i głównych inżynierów zakładów zorganizuje Oddział Warszawski SIMP.

7) Kurs poligrafii. Kurs ma na celu wprowadzenie do naszego przemysłu metody pozwalającej na szybkie i dokładne oznaczenie ilościowego i jakościowego składu różnych materiałów. Ze względu na zupełny brak literatury fachowej z tej dziedziny w języku polskim został opracowany i będzie wydany specjalny skrypt. Na kilku turnusach tego kursu przeszkoleni będą pracownicy laboratoryjni zakładów przemysłu metalowego oraz zakładów naukowych.

8) Kurs pomiarów warsztatowych dla techników pomiarowych.

Kursy dla kandydatów na stopień inżyniera. W bieżącym roku zostanie zakończony drugi turnus kursu korespondencyjnego dla kandydatów na stopień inżyniera i rozpoczęty we wrześniu br. trzeci turnus. W kursie tym będzie uczestniczyło 500 kandydatów, zgrupowanych w 15 terenowych ośrodkach konsultacyjnych.

W ramach akcji odczytowej na rok bieżący planujemy:

1) ok. 20 referatów o poziomie naukowym, przeznaczonych dla pracowników instytutów naukowych i wyższych uczelni, wprowadzających ich w nowe zagadnienia, które należy opracować pod względem naukowym.

2) Referaty opracowane centralnie w planowanej akcji odczytowej, przeznaczone dla inżynierów i techników zatrudnionych w produkcji — ok. 100 odczytów.

3) Referaty mające na celu popularyzację ważnych zagadnień technologicznych zaznajamiające pracowników zakładów przemysłowych z nowymi metodami pracy — ok. 80 odczytów.

4) Referaty dla klubów postępu i racjonalizacji.

5) Akcja odczytowa z okazji Miesiąca Pogłębienia Przyjaźni Polsko-Radzieckiej obejmie odczyty o technice radzieckiej i jej przodujących pracownikach.

6) Odczyty dotyczące automatyzacji i kontroli jakości materiału, produkcji i odbioru oraz metrologii i mechaniki precyzyjnej — opracuje Sekcja Mechaniki Precyzyjnej.

Komisja Odczytowa celem właściwego wykorzystania dorobku Stowarzyszenia na tym odcinku postanowiła zbroszować referaty w zeszyty, stanowiące cykle odczytowe. Komisja odczytowa SIMP zaplanowała na rok 1952 zorganizowanie ogółem 370 odczytów. Referaty te będą miały charakter różnorodny, przystosowany do aktualnych zagadnień produkcyjnych.

Stowarzyszenie nasze prowadzić będzie akcję wydawniczą poprzez branżowe czasopisma techniczne, mobilizację i pomoc Kolegów w pracach autorskich w zakresie broszur na temat nowych metod produkcji i organizacji produkcji oraz instrukcji obsługi nowych urządzeń technicznych, mających na celu bezpośrednie zaznajomienie wykonawcy-warsztatowca z postępem technicznym.

Inż.-mech. ANDRZEJ SADOWSKI

PRZEMYSŁOWE METODY KONTROLI GŁADKOŚCI POWIERZCHNI

Artykuł omawia podstawowe metody oraz przyrządy i inne środki miernicze służące do kontroli gładkości powierzchni. Poruszone problemy badania gładkości powierzchni są niezmiernie ważne dla wprowadzenia do przemysłu nowoczesnych metod oceny jakości obrabianych przedmiotów.

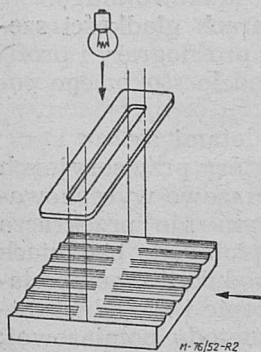
Najprostszym sposobem wyznaczania profilu powierzchni dla określenia stopnia jej chropowatości jest wykonanie szlif, czyli przekroju powierzchni w płaszczyźnie do niej prostopadłej lub skośnej¹⁾. Płaszczyznę szlif, poleruje się i następnie obserwuje pod mikroskopem (rys. 1), przeprowadzając pomiar tak wyznaczanego profilu.



Rys. 1. Profil powierzchni szlifowanej uzyskany metodą skośnego szlif.

Metoda ta, wprawdzie prosta i nadzwyczaj dokładna, nie może być zastosowana w przemysłowych pomiarach gładkości, gdyż badany przedmiot ulega zniszczeniu wskutek konieczności dokonania szlif.

Można jednak określić lub wyznaczyć profil powierzchni bez zniszczenia przedmiotu, korzystając ze specjalnych aparatów mierniczych: gładkościomierzy optycznych, profilografów i profilometrów. Pierwsze z nich odwzorowują



Rys. 2. Zasada przekrojów świetlnych.

rys. 2. Płaska wiązka światła rzucona na powierzchnię w sposób wskazany na rysunku wyznacza profil nierówności. Niezniekształcony obraz tego profilu można by obserwować patrząc wzdłuż badanej powierzchni, o ile nie

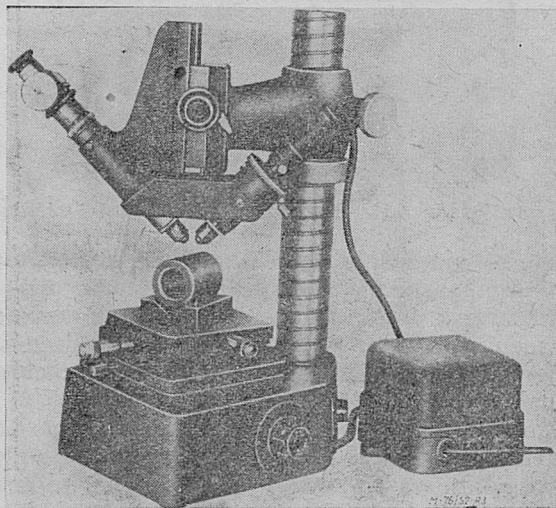
profil bezstykowo przy pomocy przekroju płaszczyzną świetlną lub na zasadzie odwzorowania nierówności powierzchni cieniem; w drugich wznoszenie się i obniżanie ostrza igielki przesuwającej się po badanej powierzchni jest odpowiednio powiększane i utrwalane w postaci wykresu t.zw. *profilogramu*.

Zasadę przekrojów świetlnych przedstawia

¹⁾ Metoda szlifów skośnych opracowana przez Dia-czenkę wymaga zeszlifowania powierzchni uprzednio pokrytej twardą powłoką galwaniczną, na przykład chromem, w płaszczyźnie przecinającej się z badaną powierzchnią pod bardzo małym kątem, wynoszącym 0,5 do 2 stopni, co powoduje podwyższenie obserwowanego profilu.

przysłoniłyby go nierówności leżące między śladem świetlnym a okiem. Unikamy tego przeprowadzając obserwację nie stycznie do powierzchni a pod pewnym określonym kątem wzniesienia oka nad badaną powierzchnią.

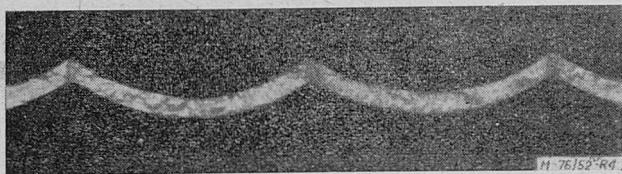
Zbudowany na tej samej zasadzie podwójny mikroskop *Linnika* (rys. 3) posiada oświetlacz skierowany pod kątem 45° względem badanej powierzchni i mikroskop obserwacyjny ustawiony również pod takim samym kątem. W rezultacie obserwowany profil posiada wysokość 1,41 razy większą od rzeczywistej wysokości chropowatości. Wygląd profilu wyznaczonego przy pomocy podwójnego mikroskopu *Linnika* podaje rys. 4.



Rys. 3. Podwójny mikroskop *Linnika* typ. MIS-11.

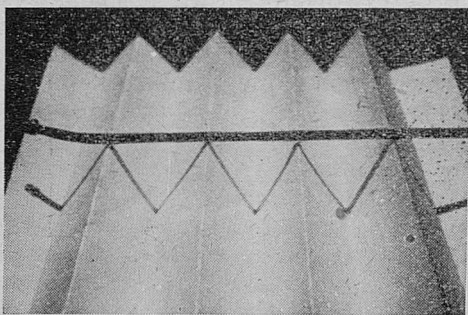
Podwójny mikroskop *Linnika*, model MIS-11 (rys. 3) jest gładkościomierzem raczej laboratoryjnym, nie przystosowanym do pomiaru gładkości powierzchni większych przedmiotów i służy do badania powierzchni płaskich oraz wałków. Zaletą gładkościomierza jest duża dokładność odwzorowania profilu i stosunkowo małe błędy odczytów dokonywanych za pośrednictwem okulara mikrometrycznego. Błędy te przy wysokości chropowatości $H = 1,5$ mikrona nie przekraczają $5 \div 8\%$, malejąc do 2% dla nierówności większych.

Odwzorowanie profilu cieniem zostało zastosowane w gładkościomierzu polskiej konstrukcji opatentowanym w 1938 roku przez inż. W. Biernawskiego. Zasadę odwzorowania cieniem tłumaczy rys. 5. Prosty pręt przyłożony do grzbietów nierówności rzuca na nie cień, który układa się na nierównościach powierzchni do-



Rys. 4. Profil powierzchni toczonej odwzorowanej metodą przekrojów świetlnych.

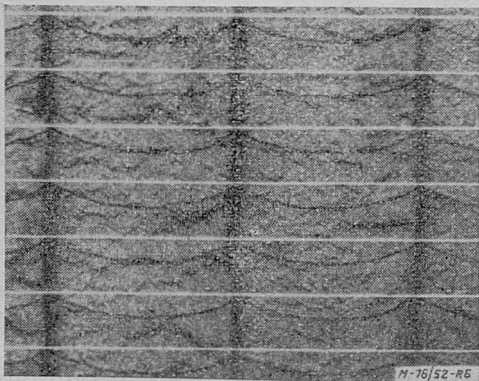
kładnie odwzorowując ich profil. W metodzie opracowanej przez inż. W. Biernawskiego, a nazwanej *metodą wielokrotnych przekrojów cieniem* wykorzystano fizyczne prawa załamania się i całkowitego odbicia światła na granicy dwu przezroczystych ośrodków: szkło—powietrze, dla uzyskania szeregu równoległych profili nierówności odwzorowanych cieniem rysiek naciętych na szklanej płytce przyłożonej do badanej powierzchni. Przez mikroskop obserw-



Rys. 5. Zasada odwzorowywania nierówności cieniem.

je się równocześnie (rys. 6), ciemne profile nierówności, jasne równoległe ryski wyznaczające płaszczyzny przekrojów cieniem i stanowiące zarazem podziałkę dla określenia powiększenia obserwowanego obrazu oraz samą powierzchnię w całym polu widzenia mikroskopu.

Możliwość obserwacji powierzchni podczas pomiaru jej chropowatości jest poważną zaletą głębościomierza WB—4, (rys. 7), przy czym konstrukcja tego głębościomierza umożliwia stosowanie go zarówno w warunkach laboratoryjnych jak też warsztatowych. Można nim mierzyć gładkość powierzchni płaskich i wałków bez względu na ich wymiary, przy czym przyjęta



Rys. 6. Powierzchnia obserwowana głębościomierzem WB-4.

metoda pomiaru zapewnia dokładność odwzorowania profilu bez jego podwyższania, jak to ma miejsce w podwójnym mikroskopie *Linnika*.



Rys. 7. Gładkościomierz Biernawskiego typ WB-4.

Do pomiaru powierzchni o wysokości chropowatości poniżej 5 mikronów zastosował *Linnik* metodę interferencyjną, znaną i szeroko stosowaną w dokładnych pomiarach długości i błędów kształtu. Budowane obecnie na tej zasadzie *mikrointerferometry Linnika IZK—46* i *Szelejewa MII—1* są jednak gładkościomierzami raczej laboratoryjnymi o ograniczonym zakresie stosowności, gdyż powierzchnie mierzone muszą posiadać dobre własności refleksyjne (polysk), a sam pomiar trwa stosunkowo długo.

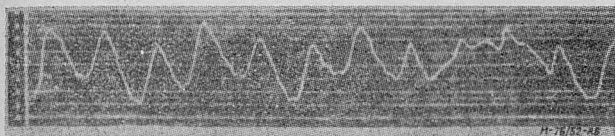
W przemysłowych pomiarach gładkości szerokie zastosowanie znalazły profilografy i profilometry budowane na zasadzie *stykowego pomiaru profilów*.

Ich niezaprzeczalnymi zaletami są:

a) krótki czas pomiaru, który przy seryjnych badaniach gładkości i jednorazowo wycechowanym przyrządzie mierniczym nie przekracza kilku sekund. Przy kontrolnych badaniach przedmiotów w masowej produkcji czas pomiaru posiada zasadnicze znaczenie i niejednokrotnie rozstrzyga o wyborze metody pomiarowej;

b) szybkie i tanie utrwalanie wyników pomiaru. Profilogram daje możliwość powtórnej kontroli i analizy uprzednio przeprowadzonych badań, posiada zatem duże znaczenie dokumentacyjne. W zależności od typu profilografu, profilogram bywa wykonywany metodą fotograficzną (rys. 8) lub jako zapis atramentem na skalowanej taśmie papierowej (rys. 9), przy czym drugi sposób jest oczywiście znacznie tańszy i szybszy;

c) duże powiększenie i niezależność powiększeń pionowych od poziomych. Powiększenia pionowe profilu dochodzą do 40 000 przy możliwości ich regulacji w szerokim zakresie. Zazwyczaj są one kilkanaście do kilkadziesiątkrot-

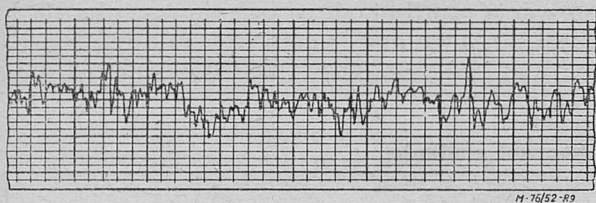


Rys. 8. Profilogram uzyskany metodą fotograficzną. Pomiar profilografem Ammona.

nie wyższe od poziomych, wskutek czego wykres profilu powierzchni jest znacznie podwyższony. Jest to niezbędne, zwłaszcza przy dużych powiększeniach, ze względu na długość wykresu.

W przemysłowej kontroli gładkości wykreślne utrwalanie wyników pomiaru najczęściej nie jest konieczne, a podwyższa koszt produkcji, stąd większe zastosowanie znajdują prostsze w obsłudze profilometry. Zaletą profilometrów jest możliwość bezpośredniego odczytywania wartości H_{sk} lub H_p .

Prócz profilometrów bezpośrednie wskazania H_{sk} lub H_p dają również profilografy wyposażone w dodatkowe elektryczne urządzenia wskaźnikowe. W tym przypadku odczytywanie odbywa się niezależnie od wykresu.



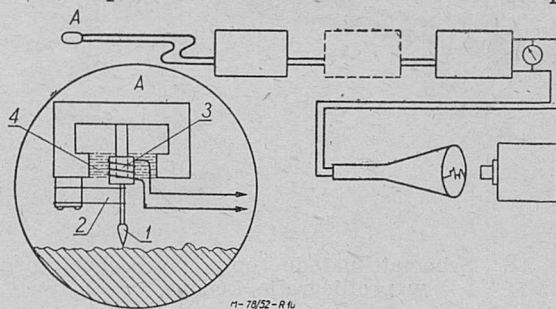
Rys. 9. Zapis profilogramu atramentem. Pomiar wykonany profilografem „Talsurf”.

Wartość użytkową profilografów i profilometrów zmniejszają błędy pomiarowe, wynikłe z metody stykowego odwzorowania, a mianowicie — z konieczności stosowania ostrza mierniczego o określonym promieniu zaokrąglenia, wynoszącym od 1,5–15 mikronów. Wyższe wartości promienia zaokrąglenia są przyczyną geometrycznych błędów odwzorowania, powodujących niegodność kształtu profilogramu z profilem, według którego został on zarejestrowany. Małe promienie zaokrąglenia, zmniejszając pole styku ostrza z badaną powierzchnią, powodują wzrost nacisku powierzchniowego dochodzącego, a nawet przekraczającego 100 kG/mm².

W rezultacie drobne nierówności na drodze ostrza mierniczego zostają przez nie zniszczone, zatem nie zarejestrowane, a przy materiałach bardziej miękkich ostrze wyraźnie zarysowuje powierzchnię.

Wspomniane wady stykowego badania gładkości powodują stosunkowo niską dokładność pomiaru profilografami i profilometrami. Tak na przykład typowo warsztatowy profilometr Abbotta, szeroko stosowany w przemysłowej kontroli gładkości w USA i krajach Europy zachodniej, według badań przeprowadzonych w Anglii przez Schlesingera, daje 20% różnice w odczytaniach przeprowadzanych w jednakowych warunkach i na tej samej drodze. Zasadę

działania profilometru Abbotta podaje rys. 10. Na trzpieniu pomiarowym zakończonym ostrzem mierniczym 1 znajduje się cewka 3. Płaskie sprężynki 2, łączące trzpień z głowicą umożliwiają pionowe przemieszczenia przy unoszeniu się i opadaniu ostrza na nierównościach po-



Rys. 10. Schemat działania profilometru Abbotta.

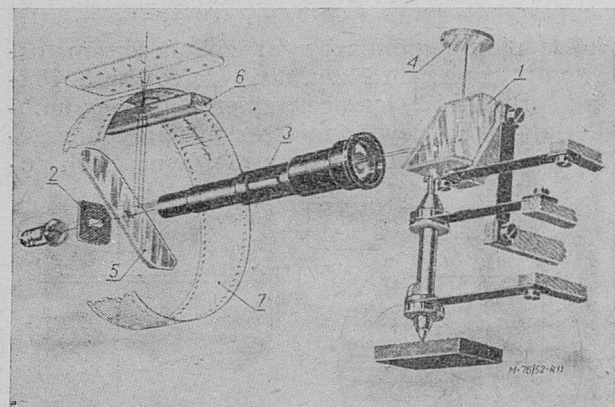
wierzchni, po której przesuwają się ręcznie głowicę. Wskutek ruchów cewki 3 w polu magnetycznym 4 wzbudza się siła elektromotoryczna w jej uzwojeniach, przy czym siła ta jest proporcjonalna do składowej pionowej szybkości trzpienia. Aby przyrząd wskazujący dawał wskazania proporcjonalne nie do szybkości, a do pionowych przemieszczeń ostrza mierniczego, przeprowadza się w obwodzie wzmacniacza całkowanie według czasu, przy czym przyrząd rejestrujący jest tak wyskalowany, że daje bezpośrednio wielkość H_{sk} w mikrocalach²⁾.

Zasadę elektrycznego przenoszenia i rejestrowania ruchów ostrza mierniczego przyjęto we wszystkich profilometrach i licznych profilografach. Tak na przykład w opisanym powyżej profilometrze Abbotta oraz w profilometrach Kisielowa typ KW4, czy Tudorowskiego „Bartu”, przyjęto zasadę elektrodynamicznego przenoszenia ruchów ostrza; w profilografie Brusha i profilometrze Baruna wykorzystano w tym samym celu zjawiska piezoelektryczne.

Calkowicie odmienną zasadą przenoszenia ruchów ostrza mierniczego na profilogram cechuje się profilograf Lewina. Posiada on układ przeniesienia optyczno-mechaniczny; schemat tego układu przedstawia rys. 11. Pionowe ruchy ostrza mierniczego powodują skracanie pryzmatycznego zwierciadła 1, a tym samym wychyłanie strumienia światła rzucanego z oświetlacza 2 poprzez teleobiektyw 3 i zwierciadło 4. Strumień świetlny powraca do teleobiektywu 3 i po odbiciu od zwierciadła 5 skupiony przez cylindryczną soczewkę 6 pada w postaci ruchomego punktu świetlnego na przesuwającą się wstęgę błony filmowej 7, rejestrującej profilogram w powiększeniach: pionowym 500–5000-krotnym i poziomym 25- lub 50-krotnym.

Profilograf Lewina IZP-17 (rys. 12) jest przyrządem dokładnym, umożliwiającym badania laboratoryjne oraz pomiary w warunkach warsztatowych, bezpośrednio na obrabiarce; służy on do badania gładkości powierzchni płaskich

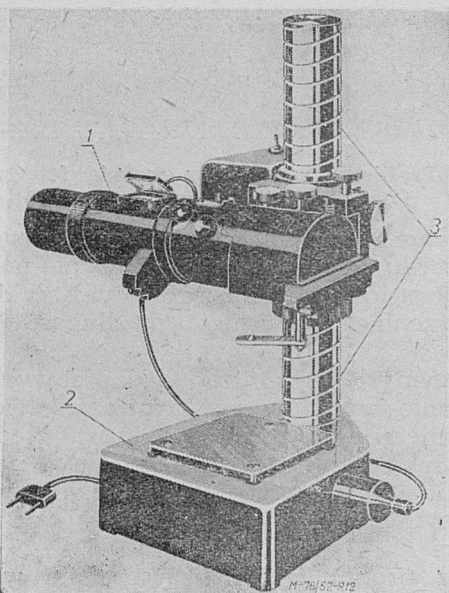
²⁾ Jeden mikrocal = 10⁻⁶ cala ≈ 1/40 mikrona.



Rys. 11. Schemat układu optyczno-mechanicznego w profilografie Lewina.

oraz wałków. Mały nacisk mierniczy ostrza na badaną powierzchnię umożliwia pomiar nie tylko przedmiotów metalowych lecz również mas plastycznych, powłok lakierowych itp. Do pomiarów gładkości w otworach o średnicy większej od 20 mm służy podobnej konstrukcji profilograf IZP-21. Profilografy Lewina umożliwiają również bezpośrednie odczytywanie wartości H_{sr} lub H .

Przeniesienie optyczno-mechaniczne posiada również typowo warsztatowy profilograf



Rys. 12. Profilograf Lewina typ IZP-17.

Ammona (profilogram utrwalałany metodą fotograficzną oraz bezpośrednia mikroskopowa obserwacja profilu i odczytywanie wartości H_{sr}), lecz stosunkowo duży nacisk ostrza mierniczego ogranicza jego zastosowanie do badania po-

TABLICA I.
Zakresy miernicze środków kontroli gładkości

$H_{sr} \mu$ (mikronów)	0,06	0,12	0,25	0,50	0,80	1,6	3,2	6,3	10	20	40	63	125	200
Mikrointerferometr IZK-46														
Podwójny mikroskop MIS-11														
Gładkościomierz WB-4														
Profilograf Lewina IZP-17														
Profilograf Lewina IZP-21														
Profilograf Ammona														
Profilograf „Talysurf“														
Profilograf Bruscha BL-103														
Wzorce gładkości powierzchni — ocena komparatorowa														
Wzorce gładkości powierzchni — ocena bezpośrednia														
Profilometr Abbotta, model Q														
Profilometr Kisielewa KW-4														
Profilometr Tudorowskiego														
Profilometr Baruna														
$H_{sk} \mu$ (mikronów)	0,012	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100

wierzchni przedmiotów stalowych lub wykonywanych z innych równie twardych materiałów.

W tablicy I zestawiono zakresy zastosowania, w zależności od stopnia gładkości, profilografów i gładkościomierzy optycznych oraz podano zakresy stosowania wzorców gładkości powierzchni. Te ostatnie należy uznać za najbardziej racjonalną i typową dla warsztatu metodę kontroli gładkości powierzchni.

Ocena gładkości powierzchni przy pomocy wzorców polega na wzrokowym porównaniu badanej powierzchni z wzorcową lub też na porównaniu wrażeń doznawanych przy przesuwaniu paznokcia lub blaszki z miękkiego metalu (rys. 14) po obu badanych powierzchniach przy szybkości przesuwania około 4-5 centymetrów na sekundę.

Dokładność oceny gładkości przy stosowaniu

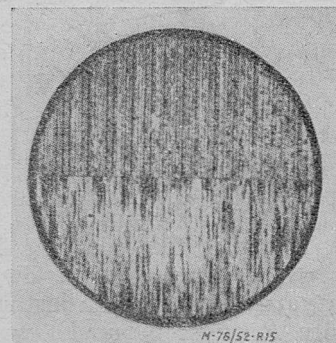
wzorców zależy w dużym stopniu od zdolności i wprawy oceniającego. Prawdliwość oceny wymaga wykonywania sprawdzianów z materiałów możliwie zbliżonych do materiału badanych przedmiotów (stal-stal, żeliwo-żeliwo) przy stosowaniu tej samej metody obróbki i zbliżonych warunków obróbki dla powierzchni badanych i wzorcowych.

Z tych przyczyn bezsprzecznie najlepszymi wzorcami gładkości powierzchni będą wzorcowe przedmioty wybrane z produkcji normalnej lub też wykonane specjalnie.

Zakres stosowania

wzorców gładkości można rozszerzyć na powierzchnie bardziej gładkie, stosując komparatory optyczne umożliwiające równoczesną obserwację powierzchni wzorcowej i badanej przy 40÷80-krotnym powiększeniu (rys. 15).

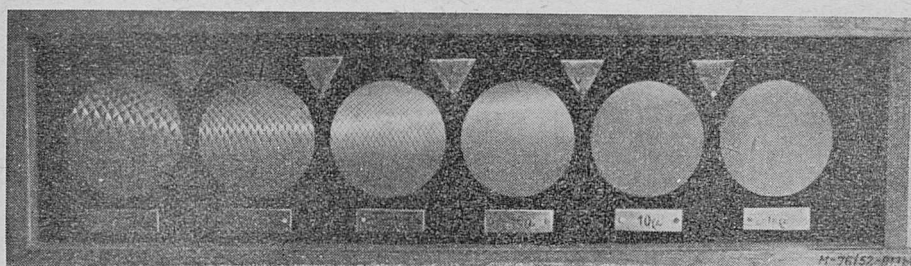
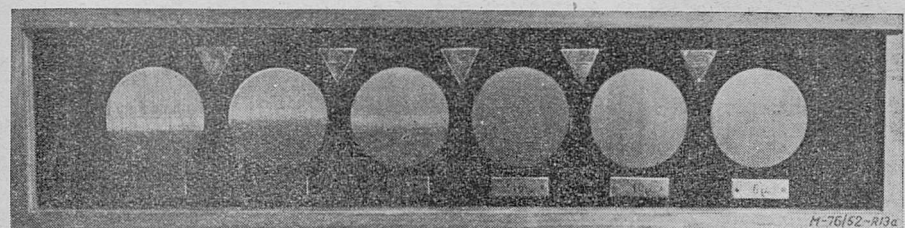
Rys. 15. Równoczesna obserwacja i porównanie powierzchni badanej z wzorcową komparatorem optycznym



Dla bardzo gładkich polerowanych powierzchni można również stosować metodę oceny na podstawie zwierciadlanego odbicia kontrastowo wykonanej szachownicy (rys. 16).

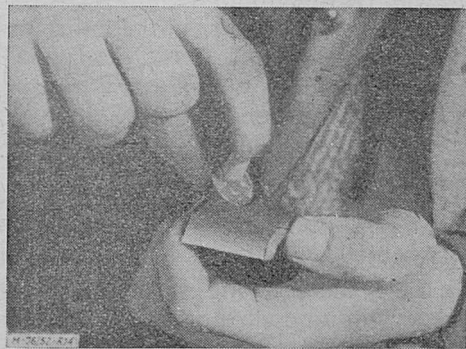
Metoda ta jednak jest raczej sprawdzianem połysku, zatem zdolności refleksyjnych powierzchni, niż gładkości.

W normalnych warunkach produkcyjnych całkowicie wystarczającym wyposażeniem zakładu pracy w środki kontroli gładkości są odpowiednio dobrane komplety wzorców gładkości powierzchni oraz gładkościomierz optyczny

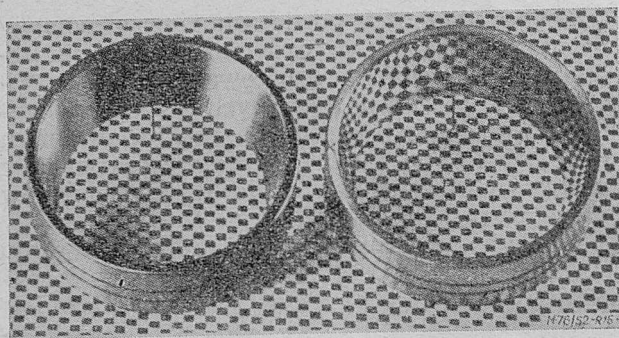


Rys. 13. Wzorce gładkości powierzchni wykonane w Instytucie Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem; a — stalowe wzorce gładkości powierzchni struganych; b — stalowe wzorce gładkości powierzchni frezowanych czołowo.

Wzorce gładkości (rys. 13), prócz ich zastosowania przy kontroli selekcyjnej oraz przy kontroli dokonywanej przez wykonawcę bezpośrednio na stanowisku pracy, oddać mogą znaczne usługi przy przeszkalaniu personelu w zakresie klasyfikacji gładkości według kryteriów wymiarowych wypierających obecnie dotychczasowe znakowanie gładkości jednym, dwoma lub trzema trójkątami. Wzorce gładkości mogą stanowić również poważne ułatwienie dla konstruktorów przy doborze właściwej gładkości powierzchni i przy jednoznacznym dla niego i dla wykonawcy sprecyzowaniu wymagań gładkościowych.



Rys. 14. Dotykowo-przesuwna metoda oceny gładkości przy pomocy wzorców. Sposób posługiwania się blaszką lub monetą.



Rys. 16. Zastosowanie kontrastowej szachownicy i wzorca dla oceny stopnia połysku powierzchni.

typu MIS-11 lub WB-4 dla sprawdzania wzorców i dokładnych pomiarów wysokości chropowatości większych od 1÷2 mikrony.

Pożądanym uzupełnieniem wyposażenia byłyby profilometry dla brakarskiej kontroli masowej produkcji oraz profilograf IZP-17 dla pomiarów dokładnych. Do pomiarów powierzchni bardzo gładkich o wysokości chropowatości uniemożliwiającej zastosowanie wymienionych środków mierniczych służyć może mikrointerferometr Linnika lub Szelajewa.

Przytoczone przykładowo minimalne wyposażenie w środki kontroli gładkości nie będzie oczywiście wystarczające w przypadkach wymagających stosowania specjalnej aparatury, czy środków mierniczych — na przykład dla pomiaru gładkości otworów, powierzchni trudno dostępnych, kulek o małych średnicach itp.

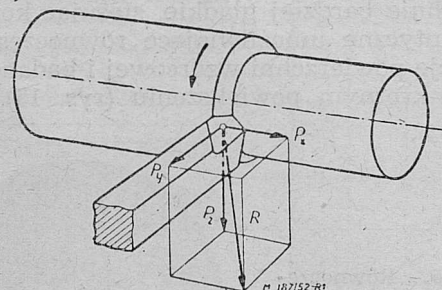
Inż.-mech. JERZY MIERZEJEWSKI

CEL I SPOSOBY POMIARU SIŁ SKRAWANIA

W artykule omówiono główne metody doświadczalnego wyznaczania oporów skrawania oraz naświetlono ich znaczenie praktyczne w dziedzinie projektowania obrabiarek i narzędzi oraz racjonalnej eksploatacji tych podstawowych środków produkcji.

1. Uwagi wstępne

Aby oddzielić wiór z warstwy skrawanego materiału, należy wywrzeć odpowiednie siły na ostrze narzędzia. Siły te nazywamy *siłami* (lub *oporami*) *skrawania*.



Rys. 1. Rozkład sił przy toczeniu.

W czasie toczenia (rys. 1) nóż jest obciążony oporem skrawania R . Zwykle dla celów praktycznych konieczna jest znajomość składowych sił R występujących w określonych kierunkach, a mianowicie:

- składowej pionowej P_z — stycznej do przedmiotu toczonego; składową tę nazywamy *siłą obwodową*;
- składowej poziomej P_x — równoległej do kierunku ruchu posuwowego (*siła posuwowa*);
- składowej poziomej P_y — prostopadłej do osi obrabianego przedmiotu (*siła promieniowa*).

Największą z tych sił jest siła P_z , która musi być pokonana przez moment obrotowy, występujący na wrzecionie tokarki.

Wielkość tej siły zależy od wielu czynników, jak rodzaju materiału obrabianego, przekroju wióra, kształtu geometrycznego ostrza, itp.

Dla określonego materiału obrabianego i określonych warunków skrawania siłę P_z wyznacza się z zależności

$$P_z = F \cdot k_s \text{ kG}$$

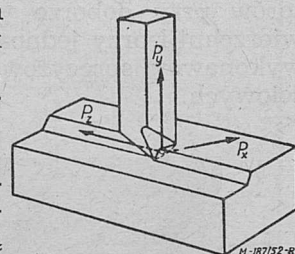
przy czym: $F \text{ mm}^2$ jest przekrojem wióra (warstwy skrawanej), a $k_s \text{ kG/mm}^2$ — t. zw. *oporem właściwym skrawania*.

Analogicznie jak przy toczeniu, określa się właściwy opór skrawania k_s przy innych metodach obróbki skrawaniem.

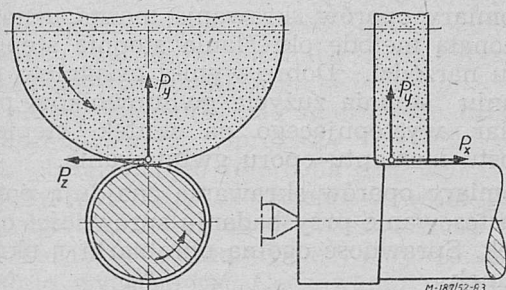
Rozkład sił podobny jak przy toczeniu występuje i przy innych metodach obróbki, jak np.: struganie (rys. 2), czy też szlifowanie wałków (rys. 3).

W czasie frezowania przekroje wiorów skrawane przez poszczególne ostrza (zęby) freza są zmienne, a więc zmienne są też opory skrawania. Określa się zwykle średni opór frezowania oraz średni opór właściwy frezowania.

W przypadku wiercenia występuje obciążenie wiertła przedstawione na rys. 4. Na skutek oporów występujących podczas wiercenia jest wiertło skręcane momentem M i ściskane siłą poosiową P_z . Gwintownik w czasie swojej pracy (rys. 5) jest zasadniczo obciążony jedynie momentem M .

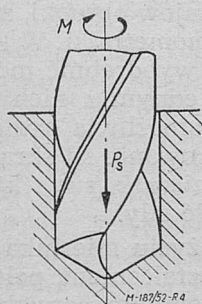


Rys. 2. Rozkład sił przy struganiu.

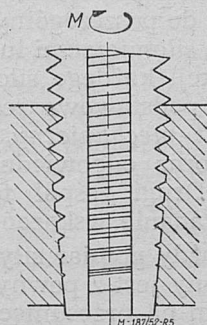


Rys. 3. Rozkład sił przy szlifowaniu wałków.

Usiłowania zmierzające do określenia wyłącznie na drodze teoretycznej zależności między oporem właściwym skrawania i cechami mechanicznymi obrabianego materiału, jak dotąd nie dały przydatnych dla praktyki wyników. Jako jedyna więc droga wyznaczania oporów skrawania pozostaje doświadczalne ich określanie przez bezpośrednie mierzenie ich przy ustalonych warunkach skrawania. Jak wiadomo, opór właściwy skrawania zależy od bardzo wielu różnych czynników. Powoduje to konieczność przeprowadzania wielkiej ilości pomiarów, mających na celu wyznaczenie wpływu poszczególnych czynników na zmiany oporów skrawania.



Rys. 4. Rozkład sił przy wierceniu.



Rys. 5. Rozkład sił przy gwintowaniu.

Pomiary oporów skrawania dokonuje się przy użyciu specjalnie do tego celu zbudowanych siłomierzy (dynamometrów). Ze względu na odmienne warunki występujące przy różnych rodzajach skrawania, musimy stosować siłomierze odmiennej konstrukcji dla toczenia, wiercenia, frezowania itp. Wyniki dokonanych badań ujmuje się w odpowiednie wzory empiryczne, wykresy lub nomogramy, dzięki którym możliwe jest wyznaczenie oporów dla danych warunków skrawania. Przy opracowywaniu wykresów i wzorów starano się o nadanie im formy szczególnie prostej i przystępnej, rezygnując niekiedy z dużej dokładności, częstokroć koniecznej w praktycznym zastosowaniu. Wzorami empirycznymi, wykresami i nomogramami opracowanymi na podstawie doświadczeń, objęto opory skrawania wszystkich ważniejszych rodzajów obróbki skrawaniem.

Wśród wzorów określających siłę obwodową P_z przy toczeniu, szeroko stosowany jest wzór empiryczny, w postaci:

$$P_z = K \cdot g^a \cdot p^b$$

gdzie: K — jest to wielkość stała, zależna od materiału obrabianego,
 g — głębokość skrawania,
 p — posuw,
 a i b — odpowiednie wykładniki potęgowe.

Ciągły postęp na odcinku metod obróbki skrawaniem (np. skrawanie narzędziami o ujemnych kątach natarcia) stwarza konieczność przeprowadzania coraz to nowych badań nad oporami skrawania przy uwzględnieniu wpływu różnych dodatkowych czynników, jak np. szybkość skrawania, na wielkość tych oporów.

2. Znaczenie praktyczne pomiarów oporów skrawania

Określanie sił, występujących podczas skrawania, jest niezbędnie potrzebne dla konstrukcji środków wtwarzania, jak obrabiarek, narzędzi itp., a ponadto dla właściwego i racjonalnego ich wykorzystywania.

W szczególności znajomość oporów skrawania jest bezpośrednio potrzebna dla właściwego projektowania obrabiarek oraz właściwej ich eksploatacji.

Znając bowiem obwodową siłę skrawania P_z , szybkość skrawania v m/min oraz sprawność obrabiarki η , określić możemy moc N silnika napędowego obrabiarki:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 75 \cdot \eta} \text{ KM lub } N = \frac{P_z \cdot v}{60 \cdot 102 \cdot \eta} \text{ kW}$$

W przypadku obrabiarki o określonej mocy silnika napędowego znajomość siły P_z pozwala wyznaczyć szybkość skrawania przy spełnieniu pełnego wykorzystania mocy. Jak wiadomo, wykorzystanie podczas pracy pełnej mocy obrabiarki jest podstawowym warunkiem racjonalnej eksploatacji obrabiarek. Dla łatwego określenia warunków skrawania, przy których następuje właściwe wykorzystanie mocy, opracowano wygodne dla celów praktycznych tablice¹⁾, wykresy, nomogramy lub nawet specjalne suwaki logarytmiczne.

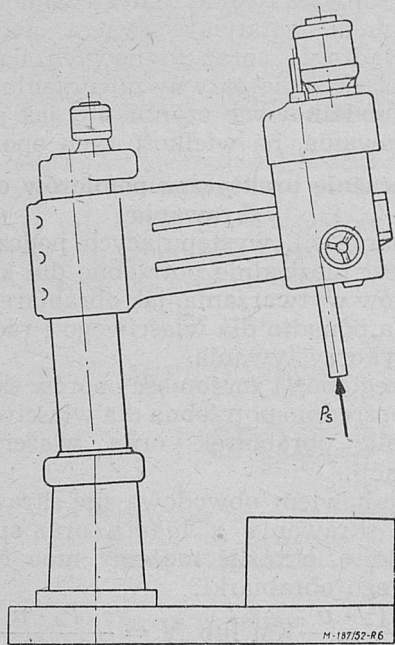
Znajomość wielkości i rozkładu sił, występujących podczas skrawania, jest niezbędnie potrzebna konstruktorowi obrabiarek dla obliczeń wytrzymałościowych i sztywności poszczególnych elementów i mechanizmów obrabiarek. Z obliczeń tego typu wymienić można obliczenia wytrzymałości łożysk kół zębatych, prowadnic czy też obliczenia ugięć wrzeciona.

Jako przykład obliczania sztywności, gdzie znajomość oporów skrawania jest niezbędna, wymienić można obliczenie odkształcenia wiertarki promieniowej (rys. 6), obciążonej siłą posuwową P_s . Odkształcenie takie jest dopuszczalne bowiem tylko w określonych granicach, gdyż powoduje niedokładność obróbki.

Opory skrawania interesują nie tylko konstruktora obrabiarek, ale również i konstrukto-

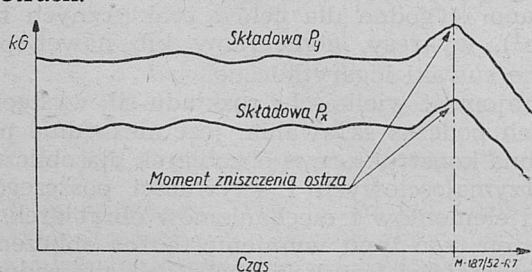
¹⁾ Np. znane wydawnictwo Ministerstwa Stankostrojenia ZSRR — „Rieżymy skorostnogo riezania mietalłow” itp.

ra narzędzi, gdzie często o pracy narzędzia decyduje jego wytrzymałość. Do narzędzi silnie obciążonych i narażonych na złamanie należą przede wszystkim gwintowniki, przeciągacze i wiertła. Kształty i przekroje tych narzędzi powinny być tak dobrane, by siły czy momenty skrawania nie spowodowały ich uszkodzenia.



Rys. 6. Odkształcenia w wiertarce promieniowej pod działaniem siły P_s .

Dalszym zastosowaniem siłomierzy jest ich przydatność dla określania stopnia stopienia narzędzi. W praktyce np. często wyznaczamy moment, w którym należy ostrzyć przeciągacze — obserwując siłę przeciągania na zainstalowanych na przeciągarkach hydraulicznych manometrach.



Rys. 7. Wykres oporów skrawania w chwili spalania ostrza.

Przeprowadzając badania nad trwałością ostrza noży tokarskich, zauważył *Schlesinger*, że w okresie poprzedzającym zniszczenie (spalenie) noża następuje gwałtowny wzrost oporu skrawania (rys. 7). Najwyraźniej nagły jest wzrost składowych poziomych oporów skrawania: promieniowej i poosiowej. Jest on procentowo parokrotnie większy od procentowego wzrostu siły obwodowej. Konieczne jest jednak przy tych badaniach użycie siłomierza tokarskiego, przystosowanego do pomiaru trzech składowych.

Pomiary oporów skrawania można uznać za doskonałą metodę określania stopnia stopienia wielu narzędzi. Dobre wyniki osiągnięto przy badaniu stopnia zużycia gwintowników przez pomiar występującego na skutek stopienia, wzrostu momentu oporu gwintowania.

Pomiary oporów skrawania znajdują ponadto zastosowanie przy badaniu sprawności obrabiarek. Sprawność ogólną obrabiarki η określa stosunek.

$$\eta = \frac{N_u}{N_w}$$

gdzie N_u jest mocą użyteczną, potrzebną dla skrawania, a N_w — mocą na wale silnika elektrycznego, obliczoną ze wskazań watomierzy, włączonych w przewody doprowadzające prąd do napędowego silnika elektrycznego, z uwzględnieniem sprawności silnika. Na moc użyteczną N_u składają się: moc skrawania i moc posuwowa skrawania. Znając warunki skrawania oraz siły skrawania, określoną z pomiarów siłomierzem, obliczyć można N_u , a zatem i sprawność ogólną obrabiarki.

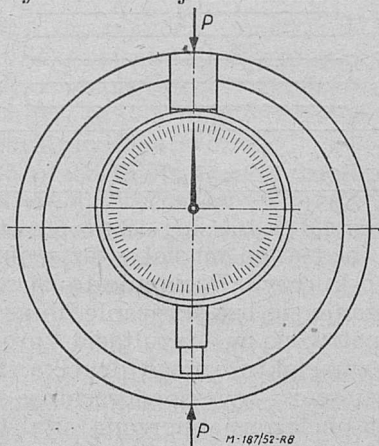
3. Mierniki sił

Pomiarów oporu skrawania dokonuje się przy użyciu odpowiednich przyrządów, przystosowanych do poszczególnych rodzajów obróbki, zwanych *siłomierzami* lub *dynamometrami*. W konstrukcji każdego siłomierza wyodrębnić można dwa podstawowe zespoły. Jednym z nich jest *układ mechaniczny*, który umożliwia rozłożenie oraz odpowiednie skierowanie sił skrawania. Drugi zespół to — *miernik siły*, który ma zadanie wskazać wielkość siły.

Każdy pomiar siły przy użyciu miernika połączony jest z pewnym odkształceniem, polegającym na przesunięciu wzajemnym narzędzia i obrabianego przedmiotu. Odkształcenie to, w przypadku gdy jest duże w stosunku do normalnych ugięć narzędzia i części obrabiarki, wypacza właściwy proces obróbki oraz powoduje drgania, a więc jest niepożądane. Warunek zachowania małych ugięć miernika, przy jednoczesnym utrzymaniu dostatecznej dokładności pomiarowej, spowodowała konieczność stosowania w pewnych przypadkach bardzo złożonych metod pomiarowych. Zmiany oporów skrawania występujące np. przy frezowaniu zachodzą z dużą szybkością i dlatego wymagamy od mierników siły małej ich bezwładności, aby zmiany te mogły być uchwycone. Mierniki siły, które są wbudowane w siłomierze, powinny posiadać jak najmniejsze wymiary. Dla spełnienia tych warunków zastosowano wiele, często bardzo pomysłowych metod pomiarowych, opierających się na różnych prawach fizycznych. W dalszym ciągu zostaną omówione bardziej znane mierniki siły stosowane w pomiarach oporów skrawania.

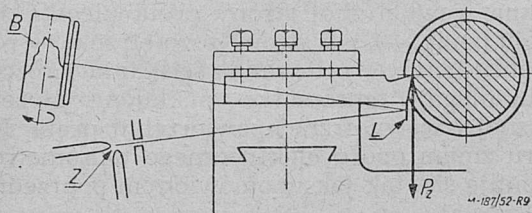
Mierniki o działaniu mechanicznym należą do najprostszych urządzeń do pomiaru sił. Działanie ich polega na pomiarze małych ugięć ele-

mentu sprężystego, obciążonego mierzoną siłą. Pomiaru ugięcia elementu dokonuje się zwykle za pomocą czujników mechanicznych. Rys. 8 przedstawia *dynamometr pierścieniowy*, który może służyć jako przykład miernika o działaniu mechanicznym. Sprężysty pierścień na skutek obciążenia go mierzoną siłą ugina się. Osadzony wewnątrz pierścienia czujnik mierzy to ugięcie. Celem określenia wielkości siły ze wskazań czujnika należy dynamometr uprzednio wycechować. Cechowaniu podlegają zresztą wszystkie rodzaje mierników.



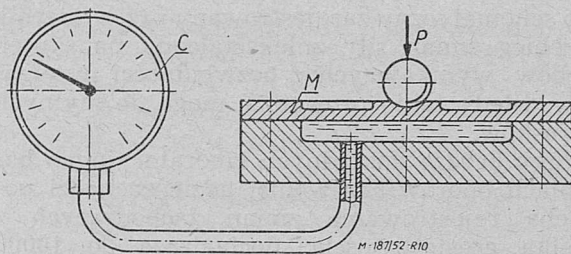
Rys. 8. Dynamometr mechaniczny.

Istnieje wiele rodzajów mierników mechanicznych o działaniu podobnym do omówionego. Różnią się one od siebie kształtem elementu sprężystego oraz sposobem pomiaru ugięć. W niektórych rozwiązaniach mierników mechanicznych istnieje możliwość rejestrowania zmian siły w sposób ciągły, przez dokonywanie zapisu za pomocą odpowiednich aparatów samopiszących.



Rys. 9. Siłomierz mechaniczno-optyczny.

Rys. 9 przedstawia siłomierz do pomiaru siły obwodowej P_z — podczas toczenia, działający na zasadzie mechaniczno-optycznej. Promień świetlny, wychodzący z lampy łukowej Z, odbija się od lusterka L sztywno złączonego z nożem i pada na papier fotograficzny, umieszczony na obracającym się bębnie B. Ugięcia noża, powstałe pod wpływem oporu skrawania, powodują zmianę kierunku promienia świetlnego, a zatem i zmianę miejsca padania jego na papier. Ponieważ bęben B posiada dodatkowo ruch obrotowy ze stałą prędkością, a więc papier przesuwają się w kierunku prostopadłym do wychylenia promienia świetlnego, powstaje na nim wykres zmian oporu skrawania w funkcji czasu.

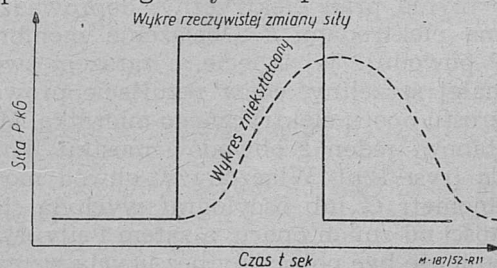


Rys. 10. Hydrauliczny miernik siły.

Większość mierników mechanicznych cechują duże ugięcia, dochodzące do 300 μ przy ich pełnym obciążeniu. Właściwość ta ogranicza poważnie ich zastosowanie w pomiarach oporów skrawania. Przy stosowaniu mierników mechanicznych konieczne jest umieszczanie przyrządów pomiarowych w bezpośrednim ich sąsiedztwie, co stanowi również ich poważną wadę. Mierniki mechaniczne cechuje jednak duża prostota i to jest powodem, że znajdują one zastosowanie w prostych siłomierzach do badań oporów skrawania w warunkach warsztatowych.

Mierniki o działaniu hydraulicznym były stosowane od dawna w badaniach oporów skrawania. Zasadę działania miernika hydraulicznego przedstawia rys. 10. Na skutek obciążenia siłą P następuje ugięcie stalowej membrany M , zamykającej płaskie naczynie, całkowicie napełnione cieczą (najczęściej gliceryną). Zachodząca na skutek ugięcia membrany zmiana objętości komory naczynia powoduje wzrost ciśnienia cieczy. Złączony przewodem rurowym z miernikiem manometr C mierzy zmiany ciśnienia cieczy, a więc i zmiany siły obciążającej miernik. W niektórych rozwiązaniach mierników hydraulicznych stosuje się manometry o wskazówkach, zaopatrzonych w odpowiednie piórka, kreślące na przesuwającym się papierze wykresy zmian oporu skrawania. Duża bezwładność manometrów wskazówkowych oraz mała sztywność mierników hydraulicznych nie pozwala na stosowanie tej metody do dokładnych badań oporów skrawania. Mimo tych wad mierniki hydrauliczne były do niedawna, ze względu na prostotę i małe wymiary, często stosowane w konstrukcjach różnych siłomierzy. Ostatnio są one zastępowane korzystniej działającymi miernikami elektrycznymi.

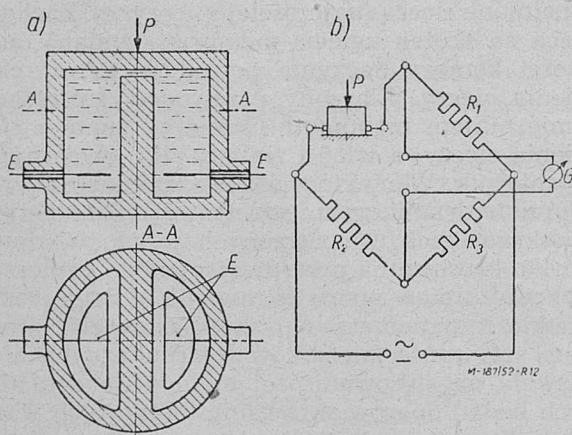
Mierniki o działaniu elektrycznym cechują się tym, że dokonywanie pomiarów pozbawione jest błędów, wynikających z bezwładności urządzenia pomiarowego. Rys. 11 przedstawia w spo-



Rys. 11. Zniekształcenia rzeczywistego przebiegu zmian siły na skutek bezwładności przyrządu.

sób schematyczny zarejestrowany przez miernik przebieg zmian siły zniekształcony na skutek błędów wynikających z bezwładności przyrządów. Błędy takie prowadzić mogą do mylnych wniosków.

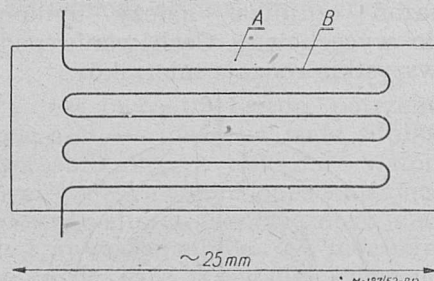
Przy bardzo dokładnych laboratoryjnych badaniach oporów skrawania, gdzie zachodzi potrzeba rejestrowania zmian zachodzących z wielką częstotliwością, dochodzącą do 10000 okresów na sekundę, jedynie mierniki elektryczne oraz elektryczne urządzenia rejestracyjne są w stanie odtworzyć wiernie zachodzące zmiany siły. Dalszą zaletą mierników elektrycznych jest możliwość przenoszenia wyników pomiarów na odległość, do oddalonego od właściwego siłomierza stanowiska pomiarowego, do którego uzyskujemy łatwy dostęp i które nie jest narażone na szkodliwe wstrząsy i możliwości uszkodzenia. Metody elektryczne dają szerokie możliwości stosowania różnych zakresów pomiarowych. Zastosowanie wzmacniaczy z lampami elektronowymi umożliwia te jeszcze znacznie rozszerza. Zaletą ta jest ważna przy pomiarach oporów skrawania, których wielkość waha się w szerokich granicach. Elektryczne urządzenia do pomiarów oporów skrawania mają jednak tę wadę, że sama aparatura pomiarowa jest wysoce złożona i kosztowna.



Rys. 12. a — elektrolityczny miernik siły; b — schemat mostka Wheatstone'a.

Rys. 12a przedstawia elektrolityczny miernik siły pomysłu prof. Opitza i Wallichsa. Wykorzystano tu zjawisko zmiany oporności elektrycznej elektrolitu. Małe zamknięte naczynie jest całkowicie wypełniona elektrolitem, przez który płynie prąd elektryczny, doprowadzony dwiema elektrodami E. Obciążenie membrany siłą P powoduje jej ugięcie, a zarazem zwężenie małej szczeliny, co w rezultacie prowadzi do wzrostu oporu elektrycznego miernika. Miernik stanowi jeden z obwodów mostku Wheatstone'a (rys. 12b). Włączony w obwód mostka galwanometr G lub oscylograf wychyla się w zależności od zmian oporu, a zatem i siły. Miernik ten może być połączony bez użycia wzmacniacza z oscylografem lusterkowym, co stanowi dużą jego zaletę.

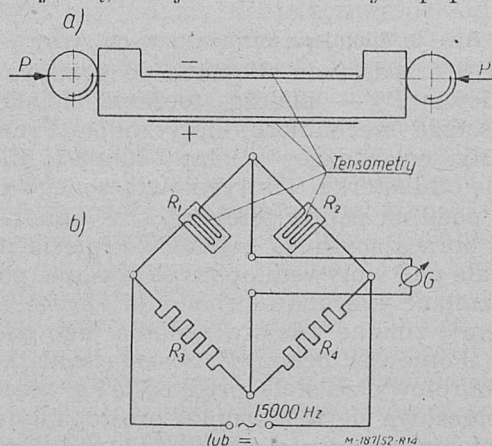
Rys. 13 przedstawia schemat tensometru elektrooporowego, który ostatnio znajduje zastosowanie w budowie mierników siły do pomiarów oporów skrawania. Pomiędzy dwiema warstwami bibułki lub cienkiego celuloиду A znajduje się wklejony węzowo ułożony cienki drucik B. Jeśli tensometr ten zostanie mocno złączony przez przyklejenie go specjalnym klejem, z ulegającym sprężystym odkształceniom



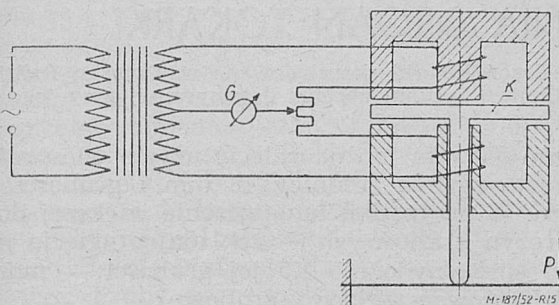
Rys. 13. Tensometr elektrooporowy.

podłożem, będzie on musiał wraz z nim wydłużać się lub kurczyć. Pociągnie to za sobą z kolei wydłużanie się lub skracanie długości drucika tensometru, co w rezultacie prowadzi do zmian oporu elektrycznego drucika. Podłożem tensometru może być powierzchnia elementu, który jest obciążony mierzoną siłą. Odkształcenia tego elementu, a zatem i zmiana oporu elektrycznego tensometru zależy od wielkości siły wywołującej odkształcenia, którą można wyznaczyć drogą pomiaru zmiany oporu.

Małe wymiary tensometrów elektrooporowych pozwalają na budowanie bardzo prostych i małych mierników siły. Miernik siły konstrukcji inż. W. Chrzanowskiego, przedstawiony schematycznie na rys. 14a, jest zbudowany w postaci pręta o przekroju prostokątnym. Jeżeli pręt ten ściskamy mimośrodowo siłą P, wówczas włókna wewnętrznej strony pręta ulegają ścisnieniu (znak —), zaś strony zewnętrznej — rozciąganiu (znak +). Również ścisnieniu i rozciąganiu ulegają tensometry naklejone na zewnętrznej i wewnętrznej powierzchni pręta. Pomiaru zmian oporu elektrycznego tensometrów dokonuje się, tak jak w omówionym poprzednio



Rys. 14. a — miernik siły z tensometrami elektrooporowymi; b — układ mostka Wheatstone'a w zastosowaniu do mierników tensometrycznych.



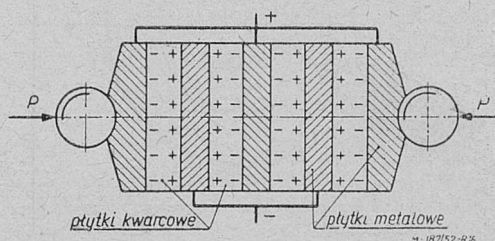
Rys. 15. Elektromagnetyczny miernik siły.

mierniku, za pomocą mostka Wheatstone'a (rys. 14b). Do rejestracji ciągłej zmian siły obciążającej miernik przy użyciu oscylografów konieczne jest przy tej metodzie stosowanie złożonej aparatury elektrycznej.

Rys. 15 przedstawia zasadę działania *miernika elektromagnetycznego*, którego wskazania są uzyskiwane na zasadzie zmiany indukcji magnetycznej. Kotwica *K* opiera się na uginającym się pod wpływem obciążenia *P* elemencie sprężystym. Może nim być np. nóż tokarski, uginający się pod wpływem działania na niego siły skrawania, jak to ma miejsce w siłomierzu tokarskim konstrukcji *prof. W. Biernowskiego*. Ugięcia elementu sprężystego powodują przesunięcie kotwicy ku dołowi. Skutkiem tego zwiększa się szczelina górna, a zmniejsza dolna. Różnica wielkości szczeliny powoduje zmianę oporów strumieni magnetycznych, co wpływa na zmianę natężenia prądów zmiennych płynących w symetrycznych gałęziach obwodu elektrycznego. Włączony w obwód galvanometr *G* lub oscylograf rejestruje te zmiany. Omówiony miernik jest właściwie dokładnym czujnikiem, a sama metoda analogiczna do działania mierników mechanicznych.

Miernik piezoelektryczny (rys. 16), pomysłu japońskich badaczy *Okochi i Okoshi*, zbudowany jest ze stosu płytek kwarcowych. Prostopadłościennie płytki wycina się z kryształu kwarcu

tak, by ich krawędzie były odpowiednio skierowane względem osi krystalograficznych. Na skutek ściskania lub rozciągania takich płytek powstają na jednej z ich ścianek ładunki elektryczne dodatnie, a na drugiej ujemne, przy czym wielkość ładunku jest proporcjonalna do siły ściskającej lub rozciągającej. Drogą pomiaru elektrycznego indukowanych ładunków wyznaczyć można w ten sposób siłę obciążającą stos płytek kwarcowych. Miernik piezoelektryczny wymaga stosowania odpowiednich wzmacniaczy, gdyż różnica potencjałów na ściankach płytek jest bardzo mała. Pomiar sił metodą piezoelektryczną są praktycznie pozabawione błędów wynikających z bezwładności. Ugięcia miernika piezoelektrycznego pod działaniem siły są niesłychanie małe i wynoszą około 5μ przy największych wartościach obciążenia. Metoda piezoelektryczna nadaje się do badań oporów skrawania w warunkach laboratoryjnych.



Rys. 16. Piezoelektryczny miernik siły.

W zakończeniu omówienia mierników elektrycznych należy podać metodę pomiaru oporów skrawania, polegającą na określaniu oporów z *pomiaru mocy* napędowego silnika elektrycznego. Ta najstarsza metoda pomiarowa sił skrawania posiada wielką zaletę, którą jest prostota jej stosowania, ale jednocześnie posiada wiele wad, czyniących ją nieprzydatną do dokładniejszych badań.

(c.d.n)

Ważne dla zakładów przemysłowych, urzędów, instytutów, biur projektowych, i uczelni technicznych

Zwracamy uwagę na możliwość zaopatrywania bibliotek naukowo-technicznych oraz całego personelu w książki techniczne przez wprowadzenie na terenie Zakładu kolportażu zakładowego.

Główne zasady kolportażu zakładowego

1. Wybrany przez Radę Miejscową kandydat na kolportera, zgłasza się do najbliższej księgarni „Domu Książki” i zawiera umowę kolporterską.
 2. Kolporter zakładowy pobiera z księgarni książki o wartości łącznej do 1000 zł — sprzedaje je na terenie swego zakładu oraz rozlicza się raz w miesiącu z księgarnią.
 3. Za pracę swoją kolporter otrzymuje 10% prowizji od sprzedanych książek.
- Zastosowanie kolportażu zakładowego zapewni stałą i sprawną dostawę książki technicznej.

Państwowe Wydawnictwa Techniczne

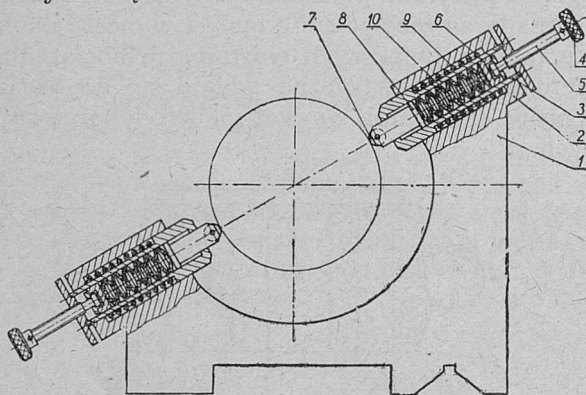
URZĄDZENIE DO TŁUMIENIA DRGAŃ TOKARKI

Artykuł omawia urządzenie do tłumienia drgań tokarki skonstruowane w Związku Radzieckim. Podane są rysunki konstrukcyjne urządzenia i rysunki obróbki dokonywanej przy jego zastosowaniu.

We współczesnej technice wytwarzania coraz większą uwagę zwraca się na drgania występujące podczas pracy obrabiarek.

W zależności od przyczyny powodującej drgania, istnieją różne sposoby walki z nimi. Jednym z ważniejszych sposobów zwalczania drgań są specjalne do tego celu budowane urządzenia, których zadaniem jest tłumienie drgań.

Opisane w artykule urządzenie do tłumienia drgań jest skonstruowane z myślą zwiększenia sztywności układu „obrabiaarka-przedmiot obrabiany-narzędzie”.



Rys. 1. Zasada działania przyrządu do tłumienia drgań.

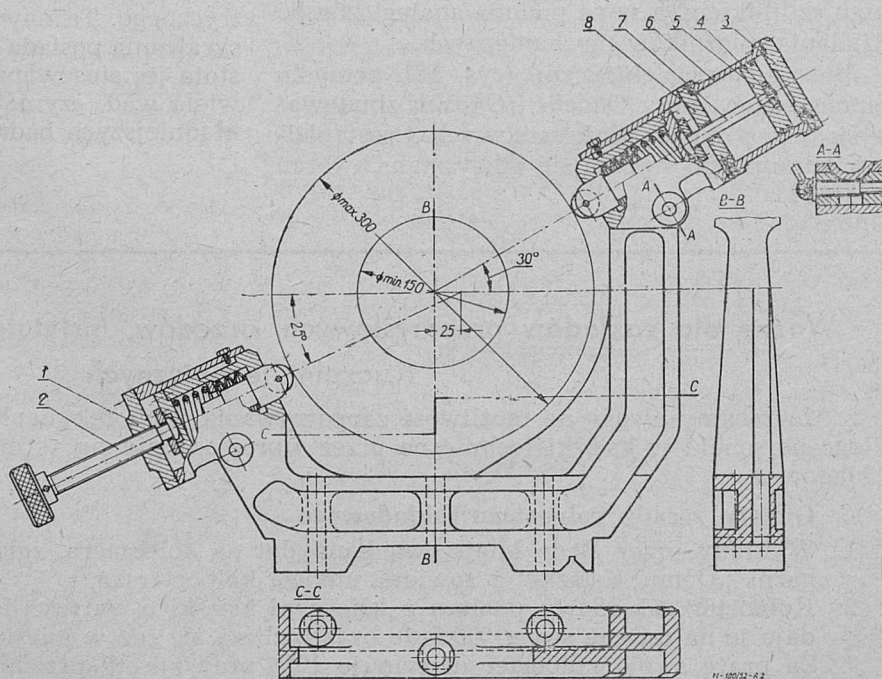
Zasada konstrukcji i sposób działania tego przyrządu pokazana jest na rys. 1. Przyrząd składa się z żeliwnego korpusu 1 (żeliwo lepiej tłumi drgania od stali), przystosowanego do zamocowywania go na prowadnicach tokarki lub na suporcie, w zależności od tego czy urządzenie ma być nieruchome, czy też przesuwać się razem z suportem. Korpus zakończony jest u góry dwiema głowicami 2, w których znajdują się przesuwne tuleje 3, opierające się na silnych śrubowych sprężynach 9. We wnętrzu tulei znajdują się zakończone rolkami trzpienie 8 i obsady 6, pomiędzy którymi umieszczone są pakiety krążkowych sprężyn 10.

Ilość pakietów i sprężyn w pakietach, a także grubość sprężyn i ich średnice zależą od wymiarów obrabiarki. Należy dążyć do tego, aby ilość sprężyn krążkowych była możliwie duża ze względu na zwiększenie sztywności urządzenia; np. dla tokarki o wielkości przelotu nad łoż-

em 300 mm można zalecić użycie 40 sprężyn krążkowych o średnicy 40 mm i grubości 0,5 mm. W przypadku umieszczenia większej ilości sprężyn krążkowych — zakładając ugięcie jednej sprężyny około 1,5 jej grubości — można nie stosować sprężyny śrubowej.

Ugięcie pakietu sprężyn krążkowych pod naciskiem 50 kG winno wynosić około 0,5 mm. W przypadku gdy bicie przedmiotu jest duże i sprężyny krążkowe dochodzą do oporu, obciążenie przenosi sprężyna śrubowa, która powinna być co najmniej dwukrotnie silniejsza od zespołu sprężyn krążkowych. Na końcach trzpieni 8 umieszczone są rolki zapewniające tarcie toczne pomiędzy przedmiotem obrabianym, a dociskającym trzpieniem. Do przestawiania trzpienia na żadaną odległość (przestawienia można dokonywać w pewnych określonych granicach) służy śruba 5 zakończona radełkowanym łbem 4.

Przedmiot obrabiany podpierany jest rolkami w płaszczyźnie przechodzącej przez oś przedmiotu i nachylonej do poziomu pod kątem 30° ; kąt ten zapewnia w praktyce najbardziej korzystne tłumienie drgań oraz umożliwia wygodny dostęp i obserwację przedmiotu obrabianego. Należy również nadmienić, że celem stosowania przyrządu na tokarkach o większym przelocie nad prowadnicami można stosować odejmovne podstawki. W opisanym przyrządzie można z powodzeniem zastąpić śrubę służącą do przesuwania trzpienia z rolkami urządzeniem pneumatycznym.



Rys. 2. Przyrząd do tłumienia drgań. Prawa strona rysunku przedstawia urządzenie pneumatyczne, które można zastosować zamiast urządzenia z śrubą i nakrętką pokazanego w lewej części rysunku.

Na rys. 2 pokazano przyrząd, w którym zamiast przesuwającej śruby 2, zamocowanej w pokrywie 1, zastosowano do odsuwania i dosuwania toczących się po przedmiocie rolek urządzenie pneumatyczne. Urządzenie takie składa się z cylindra 6, tłoka 5, pokrywy cylindra 3, nakrętki 4, trzpienia 7 i podstawy 8, którą mocuje się do korpusu przyrządu. W podstawie i pokrywie cylindra znajdują się otwory dla doprowadzenia i odprowadzenia sprężonego powietrza. Próby pracy opisanego przyrządu do

TABLICA I.

Praca	Praca bez urz. do tłumienia drgań	Praca z urządzeniem do tłumienia drgań
Posuw p mm/obr	0,61	1,68
głębokość skrawania g mm	3,5	3,5
szybkość skrawania v m/min	28,3	59
kąt przystawienia α	90°	30°
pomocniczy kąt przystawienia α_1	20°	20°
kąt natarcia γ	10°	—5°
kąt przyłożenia α	8°	8°
kąt pochylenia głównej krawędzi tnącej λ	0°	0°
promień zaokrąglenia wierzchołka noża r mm	1	1

tłumienia drgań przeprowadzono w laboratorium CNITMASZ, gdzie osiągnięto bardzo dobre wyniki pracy. Tablica I ilustruje wyniki przeprowadzonych badań.

W czasie prób obrabiano wałek stalowy o średnicy 150 mm i długości 2600 mm, którego twardość po obróbce cieplnej wynosiła $H_B = 300$. Próbę przeprowadzono na tokarce o przełocie nadłożem 300 mm. Bicie wałka dochodziło do 5 mm. Pomimo tak dużego bicia praca przyrządu przebiegała sprawnie.

Dzięki temu, że usunięto drgania, można było podwyższyć warunki skrawania i w wyniku skrócić czas obróbki 5,7-krotnie. Przy zgrubnej obróbce bez zastosowania przyrządu występowały intensywne drgania, co powodowało niszczenie noży z nakładkami z węglików spiekanych.

Również przy obróbce wykończającej stosując urządzenie do tłumienia drgań osiągnięto dobre wyniki, tak że na powierzchni przedmiotu obrabianego nie zaobserwowano śladów drgań.

Na podstawie artykułu „Frikcyjny wibrogasiciel”, „Stanki i instrument” zeszyt 1/52 opracował K.P.

Inż.-mech. ANDRZEJ ANKIEWICZ

UWAGI O KONSTRUOWANIU PRZECIĄGACZY DO OTWORÓW

Artykuł omawia konstrukcję przeciągaczy do otworów określonej długości pod kątem widzenia gładkości otworu obrabianego i osiągnięcia możliwie małej długości narzędzia.

Wstęp

Tematy związane z obróbką przeciąganiem i konstruowaniem przeciągaczy były po wojnie kilkakrotnie poruszane na łamach czasopism¹⁾ oraz doczekały się obszerniejszej publikacji książkowej²⁾. Również powojenna literatura zagraniczna podjęła zagadnienie przeciągaczy³⁾, wysuwając, wraz z coraz większym zasięgiem obróbki przeciąganiem, zagadnienia ekonomiczne.

W związku z coraz szerszym stosowaniem tych kosztownych narzędzi w naszym przemyśle wydaje się celowe zaznajomienie zarówno konstruktorów jak i użytkowników przeciągaczy z podstawami racjonalnego ich projektowania.

Aby uzyskać możliwie dużą ekonomię przy przeciąganiu należy przy projektowaniu przeciągaczy starać się ograniczyć ich długość do

możliwego minimum. Takie rozwiązanie bowiem z jednej strony skraca czas przeciągania, z drugiej zaś zmniejsza koszt wykonania samego narzędzia.

W artykule przedstawione zostaną warunki, przy których, zapewniając uzyskanie dostatecznej gładkości przeciąganego otworu, osiągniemy możliwie małą całkowitą długość przeciągacza.

Na wstępie podzielimy zagadnienie na dwa zasadnicze przypadki:

- a) projektowanie przeciągaczy dla jednej określonej długości otworu przeciąganego,
- b) projektowanie przeciągaczy dla pewnego zakresu długości, który można obsłużyć jednym przeciągaczem lub zespołem przeciągaczy.

W niniejszym artykule ograniczymy się do omówienia jedynie pierwszego przypadku.

1. Całkowita długość przeciągacza do otworów

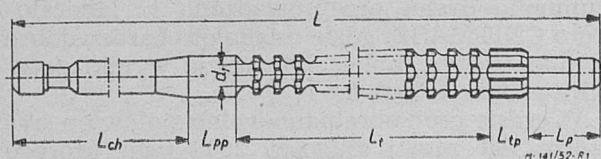
Przeciągacz do otworów (rys. 1). składa się z następujących części:

- a — chwytu,
- b — prowadzenia przedniego,
- c — części tnącej obejmującej zęby zdzierające, wykańczające i zapasowe,
- d — prowadzenia tylnego,

¹⁾ Inż. Wł. Stypułkowski „O przeciąganiu” Mechanik zeszyt 6/47; J. Miracki „Przeciąganie — ekonomiczna obróbka skrawaniem”. „Mechanik” zeszyt 4—5/48; J. Miracki „Przeciągarki pionowe”. „Mechanik” zeszyt 10—11/48.

²⁾ J. Miracki „Przeciąganie” Warszawa 1950 wyd. PWT.

³⁾ np. B. E. Jeremín „Protjagiwanje” Moskwa 1950 wyd. Maszgiz.



Rys. 1. Przeciągacz do otworów

e — podparcia tylnego (dla cięższych przeciągaczy lub przeciągaczy używanych na przeciągarkach pionowych).

Całkowita długość przeciągacza jest więc równa:

$$L = L_{ch} + L_{pp} + L_t + L_{tp} + L_p$$

przy czym:

$$L \leq L_{max}$$

gdzie L_{max} jest maksymalną długością przeciągacza, dopuszczalną ze względów technologicznych.

W szczególności na ograniczenie długości ma wpływ:

a) głębokość tygli pieców do hartowania przeciągaczy (w warunkach krajowych maksymalna długość przeciągaczy nie może z tego względu przekroczyć długości 1000÷1200 mm).

b) smukłość przeciągacza (stosunek $\frac{L}{d_1}$, gdzie d_1 jest najmniejszą średnicą przeciągacza — (patrz rys. 1), która ze względu na szlifowanie przeciągacza nie powinna być zbyt duża:

$$\frac{L}{d_1} \leq 70$$

Długości: chwytu L_{ch} , przedniego prowadzenia L_{pp} , tylnego prowadzenia L_{tp} i tylnego podparcia L_p zależne są bezpośrednio bądź od wymiarów otworu przeciąganego, bądź też od wymiarów uchwytów zamocowujących i podpierających przeciągacz i w większości przypadków ujęte są normami państwowymi lub zakładowymi. Konstruktor obliczający więc nowy przeciągacz nie ma wpływu na te długości, a całą uwagę celem zmniejszenia długości przeciągacza, zwrócić musi na długość części tnącej L_t .

Najmniejszą długość części tnącej uzyskamy w przypadku, gdy przeciągacz będzie pracował z możliwie dużą wydajnością to zn. gdy całkowita grubość G warstwy skrawanej przez wszystkie, będące równocześnie w pracy zęby przeciągacza, będzie największa.

Łączną grubość skrawanej warstwy obliczyć możemy ze wzoru:

$$G = g \cdot n \quad [1]$$

gdzie:

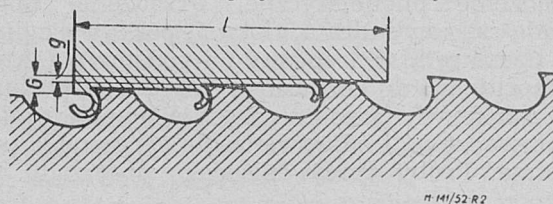
g — grubość warstwy skrawanej przez jeden ząb,
 n — ilość zębów równocześnie pracujących na długości l otworu przeciąganego (rys. 2).

Ilość pracujących jednocześnie zębów jest zmienna: waha się ona od wielkości maksymalnej n_{max} do minimalnego $n_{min} = n_{max} - 1$. W związku z tym również podobnym wahaniom

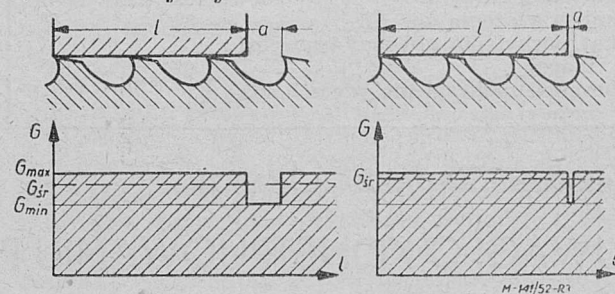
podlega grubość warstwy G :

$$G_{min} = g(n_{max} - 1) < G_{sr} < G_{max} = g \cdot n_{max}$$

Wprowadzona wartość G_{sr} średniej grubości warstwy skrawanej jest wartością obliczeniową

Rys. 2. Łączna grubość warstwy skrawanej G dla określonej liczby zębów w pracy.

wą i może być różna dla tych samych wartości G_{max} i G_{min} w zależności od wielkości drogi a (rys. 3), koniecznej dla ponownego uzyskania maksymalnej ilości zębów jednocześnie w pracy. Widzimy, że średnia grubość warstwy skrawanej rośnie razem ze zmniejszaniem wielkości a , co obrazuje rys. 3.

Rys. 3. Zmienność średniej grubości warstwy skrawanej G_{sr} przy tej samej liczbie zębów w pracy.

Obliczenie najekonomiczniej pracującego (najkrótszego) przeciągacza sprowadza się zatem do ustalenia dla danych warunków przeciągania takich wymiarów jego uzębienia (podziałki i grubości g warstwy skrawanej przez jeden ząb), przy której uzyskamy możliwie dużą grubość G_{sr} warstwy skrawanej.

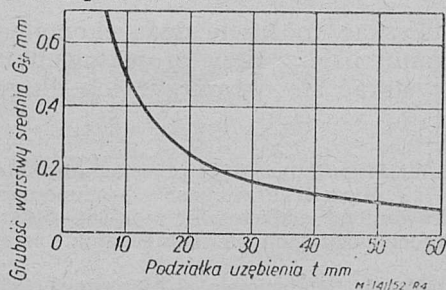
Średnią grubość warstwy skrawanej obliczyć można ze wzoru

$$G_{sr} = \frac{l}{t} \cdot g \quad [2]$$

gdzie:

t — podziałka uzębienia
 l — długość przeciąganego otworu.

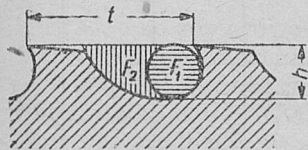
Przykład: dany jest otwór długości $l = 100$ mm. Przyjmujemy, że grubość skrawana przez jeden ząb wynosi 0,05 mm. Wykonać wykres zmienności G_{sr} w zależności od podziałki.

Rys. 4. Wykres zależności średniej grubości warstwy G_{sr} od wielkości podziałki (przy założeniu $l = 100$ mm i $g = 0,05$ mm).

Jak widzimy z wykresu (rys. 4), aby uzyskać możliwie duże G_{sr} należy dążyć do obrania możliwie małej podziałki. Minimalna długość podziałki jest jednak ograniczona koniecznością zapewnienia dostatecznej ilości miejsca na wiór.

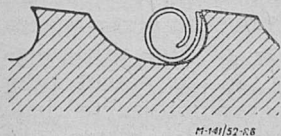
2. Obliczenie podziałki i wysokości zębów

Rozpatrując zarys zęba przeciągacza (rys. 5) widzimy, że wielkość podziałki t związana jest z wysokością zęba h . Wysokość zaś zęba zależy od rodzaju i ilości wiórów, które mogą zebrać się w luce międzyzębnej w czasie przeciągania. Ta ilość wiórów zależy z kolei od długości l otworu przeciąganego i grubości g warstwy skrawanej przez jeden ząb.

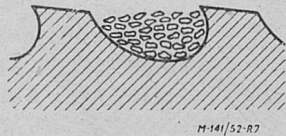


Rys. 5. Zarys zęba przeciągacza.

Rozróżniamy dwa rodzaje wiórów: wiory ciągłe (zwinęte w spirale; rys. 6) i wiory odpryskowe (rys. 7). Wiór ciągły wypełnia tylko część objętości luki, odpowiadającą w przybliżeniu



Rys. 6. Wiór ciągły



Rys. 7. Wiór odpryskowy.

powierzchni F_1 (rys. 5), wiór odpryskowy natomiast wypełnia również powierzchnię F_2 . W przeciętnych warunkach pole F_2 wynosi ok. 45% pola F_1 . Dla tak dobranych wielkości pól F_1 i F_2 najmniejsza wielkość podziałki t , gwarantująca dostateczną wytrzymałość zęba wynosi:

$$t = 2,75 \cdot h \quad [3]$$

Podłużny przekrój warstwy skrawanej wynosi:

TABLICA I

Współczynnik k wzrostu objętości wióra przy przeciąganiu w zależności od grubości wióra i materiału obrabianego (wg Jeremina)

Grubość wióra g mm	Materiał obrabiany											
	Stal								żeliwo	żeliwo ciągliwe	Brąz	Mo- siądz
	*0035	0045	24.1.40	245.12.160	2.1.140	2.12.210	2.1.15	N000110				
	**T35	T46	TR3	NCL	NC6	NC11	CC1	N11				
0,100	2,10	2,45	2,25	2,20	2,28	1,93	2,60	2,00	2,00	2,48	2,15	2,08
0,095	2,11	2,46	2,26	2,22	2,30	1,95	2,61	2,02	2,02	2,49	2,17	2,08
0,090	2,12	2,47	2,27	2,25	2,31	2,00	2,62	2,03	2,05	2,52	2,19	2,08
0,085	2,13	2,48	2,28	2,27	2,33	2,02	2,64	2,04	2,08	2,55	2,22	2,08
0,080	2,15	2,52	2,31	2,30	2,35	2,03	2,66	2,07	2,12	2,60	2,24	2,08
0,075	2,17	2,53	2,33	2,34	2,38	2,06	2,68	2,09	2,15	2,66	2,27	2,09
0,070	2,20	2,57	2,36	2,38	2,42	2,08	2,72	2,13	2,20	2,72	2,31	2,12
0,065	2,23	2,60	2,38	2,42	2,45	2,12	2,75	2,17	2,24	2,80	2,34	2,13
0,060	2,27	2,63	2,43	2,47	2,49	2,15	2,80	2,22	2,30	2,88	2,38	2,15
0,055	2,33	2,68	2,47	2,52	2,54	2,20	2,85	2,28	2,37	2,98	2,43	2,18
0,050	2,38	2,75	2,52	2,58	2,60	2,25	2,92	2,36	2,45	3,08	2,50	2,22
0,045	2,43	2,82	2,58	2,65	2,68	2,32	2,98	2,45	2,55	3,18	2,56	2,27
0,040	2,50	2,92	2,63	2,75	2,79	2,43	3,10	2,59	2,68	3,33	2,65	2,35
0,035	2,58	3,02	2,72	2,95	2,93	2,52	3,22	2,72	2,83	3,47	2,75	2,43
0,030	2,70	3,17	2,82	3,25	3,20	2,67	3,37	2,90	3,13	3,67	2,92	2,57
0,025	2,85	3,32	2,92	3,75	3,58	2,92	3,62	3,13	3,47	3,87	3,18	2,74
0,020	3,20	3,70	3,10	4,50	4,50	3,50	4,00	3,82	4,50	4,50	3,90	3,00

*) Oznaczenie stali wg PN. **) Cechy hutnicze stali.

$$F = g \cdot l$$

Wprowadzamy stosunek zwiększenia objętości wióra k , który dla materiałów ciągliwych wynosi:

$$k_1 = \frac{F_1}{F}$$

$$\text{a dla kruchych: } k_2 = \frac{F_1 + F_2}{F}$$

Podstawiając wartości pól w zależności od wysokości zęba dochodzimy do wzorów:

$$k_1 = \frac{\pi \cdot h_1^2}{4 g \cdot l} \quad \text{i} \quad k_2 = \frac{1,45 \cdot \pi \cdot h_2^2}{4 g \cdot l}$$

skąd wysokości zębów będą:

$$h_1 = \sqrt{\frac{4 g \cdot k_1 \cdot l}{\pi}} = 1,13 \sqrt{g \cdot k_1 \cdot l} \quad [4]$$

$$h_2 = \sqrt{\frac{4 g \cdot k_2 \cdot l}{1,45 \pi}} = 0,94 \sqrt{g \cdot k_2 \cdot l} \quad [5]$$

Ze względu na to, że w przypadku obróbki materiałów ciągliwych stosujemy rowki dzielące wiór (rys. 8), które powodują zwiększenie w środku grubości wióra (rys. 9) do podwójnej grubości, wzór [4] przyjmuje postać:

$$h_1 = 1,13 \sqrt{2 g \cdot k_1 \cdot l} = 1,59 \sqrt{g \cdot k_1 \cdot l} \quad [6]$$

Ogólnie wzory powyższe można sformułować:

$$h = A \cdot \sqrt{g \cdot k \cdot l} \quad [7]$$

$$t = 2,75 \cdot A \cdot \sqrt{g \cdot k \cdot l} \quad [8]$$

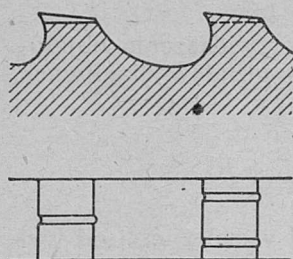
gdzie: A — współczynnik, którego wartości wynoszą:

0,94 — dla żeliwa,

1,13 — dla stali (zęby przeciągacza bez rowków dzielących wiór),

1,59 — dla stali (zęby przeciągacza z rowkami dzielącymi),

k — współczynnik, którego wartości związane są z grubościami warstwy



Rys. 8. Rowki dzielące wiór.

ra się w tablicy I dla grubości warstwy skrawanej $g = 2g$.

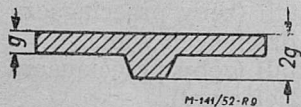
3. Wpływ grubości warstwy skrawanej przez jeden ząb na średnią grubość warstwy skrawanej

Podstawiając wartość podziałki t w funkcji grubości warstwy skrawanej przez jeden ząb (wzór [8]) do wzoru [2] na średnią grubość warstwy skrawanej przez wszystkie zęby będące równocześnie w pracy, dochodzimy do wzoru ujmującego wartość G_{sr} w funkcji grubości warstwy g :

$$G_{sr} = \frac{1}{2,75 \cdot A} \sqrt{\frac{g \cdot l}{k}} \quad [9]$$

Przykład: Dany jest otwór o długości $l = 100$ mm; materiał przedmiotu 0045; zęby przeciągacza z rowkami dzielącymi wiór.

Współczynnik $A = 1,59$. Wykonać wykres zmienności średniej grubości warstwy skrawanej G_{sr} (rys. 10).

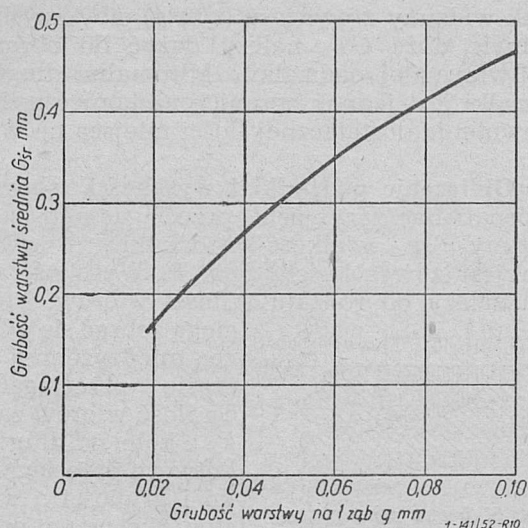


Rys. 9. Przekrój wióra skrawanego zębem z rowkiem dzielącym.

Jak widzimy z wykresu (rys. 10), aby uzyskać wartość średniej grubości warstwy skrawanej, należy przyjmować możliwie największą grubość warstwy skrawanej przez jeden ząb.

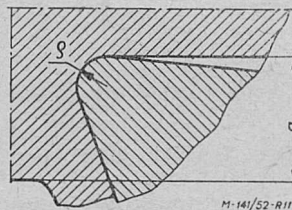
4. Grubość warstwy skrawanej przez ząb przeciągacza

Grubość warstwy g jaka może być skrawana przez jeden ząb przeciągacza posiada określone



Rys. 10. Wykres zależności średniej grubości warstwy G_{sr} od grubości warstwy na jeden ząb g (przy założeniu $l = 100$ mm, materiał przedmiotu — stal 0045, współczynnik $A = 1,59$).

minimum i maksimum. Jeżeli rozpatrzmy pod dużym powiększeniem ostrze zęba przeciągacza (rys. 11) to przekonamy się, że nawet przy najstaranniejszym jego zaostreniu ostrze jest zaokrąglone niewielkim promieniem ρ . Wg danych z literatury⁴⁾ wielkość promienia ρ wynosi ok. 0,01 mm.



Rys. 11. Promień zaokrąglenia ostrza.

Aby ostrze przeciągacza skrawało, a nie zginało materiał, minimalna grubość warstwy skrawanej musi być równa lub większa od $0,015 \div 0,02$ mm. Górne wartości grubości warstwy skrawanej (tablica II) zależą od rodzaju otworu przeciąganego i ograniczone są trwałością ostrza, która przy tak kosztownych narzędziach musi być wysoka, oraz w wielu przypadkach wymaganą gładkością otrzymywanej powierzchni.

⁴⁾ G. N. Titow „Proczność” metali i narzędzi — Moskwa, 1947:

TABLICA II
Wartości grubości warstwy skrawanej przez jeden ząb przeciągacza w zależności od materiału i rodzaju otworu przeciąganego
(wg „Rieźmy rieżania metali i narzędzi — Maszgis, Moskwa 1950)

Obrabiany materiał	Własności mechaniczne		Rodzaj przeciągacza	
	Twardość H_B	Wytrzymałość na rozciąganie R_r , KG/mm ²	do otworów cylindrycznych	do otworów wielorówkowych
			grubość warstwy g mm	
Stal węglowa konstrukcyjna	do 200	do 70	0,02 ÷ 0,03	0,04 ÷ 0,06
	200 ÷ 300	70 ÷ 80	0,02 ÷ 0,05	0,04 ÷ 0,08
	ponad 300	ponad 80	0,02 ÷ 0,03	0,03 ÷ 0,05
Stal stopowa konstrukcyjna	do 200	do 70	0,02 ÷ 0,03	0,03 ÷ 0,05
	200 ÷ 300	70 ÷ 80	0,02 ÷ 0,04	0,04 ÷ 0,06
	ponad 300	ponad 80	0,02 ÷ 0,03	0,03 ÷ 0,05
Żeliwa	200	—	0,04 ÷ 0,08	0,06 ÷ 0,10
	200	—	0,03 ÷ 0,06	0,04 ÷ 0,08

Inż.-mech. KAZIMIERZ ALBIŃSKI

ELEKTROISKROWE ULEPSZANIE OSTRZY NARZĘDZI SKRAWAJĄCYCH

Artykuł we wstępie podaje klasyfikację i nazwy elektroerozyjnych metod obróbki metali. W dalszej części omawia najnowsze zastosowanie jednej z tych metod, a mianowicie ulepszanie ostrzy narzędzi skrawających przez pokrywanie ich cienką warstwą węglików metali, a w innych przypadkach warstwą grafitu.

Wstęp

Prace nad zastosowaniem wyładowań elektroiskrowych do obróbki metali prowadzone były w Związku Radzieckim przez inż. N. I. Łazarenko i Kand. B. R. Łazarenko już w roku 1935. W r. 1943 ogłosili oni opracowaną metodę elektroiskrowej obróbki metali, polegającą na erozji elektrycznej pod wpływem wyładowań iskrowych¹⁾.

W latach późniejszych opracowane zostały w ZSRR dalsze sposoby obróbki metali, polegające na bezpośrednim wykorzystaniu prądu elektrycznego, a mianowicie sposób anodowo-mechaniczny oraz oporowy.

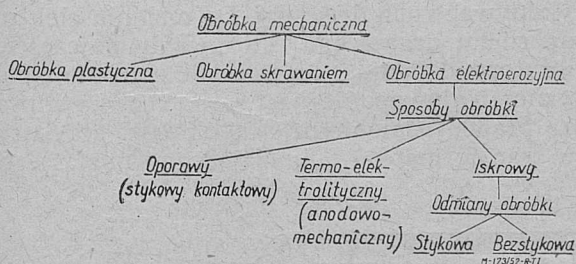
W krajowych instytutach badawczych są prowadzone prace badawcze, zmierzające do zastosowania i wprowadzenia tych sposobów obróbki metali do zakładów przemysłowych. Ponieważ do tej pory posługiwano się różnymi nazwami na określenie poszczególnych sposobów tej nowej dziedziny obróbki, należało stworzyć właściwą nomenklaturę.

W każdym z tych sposobów w mniejszym lub większym stopniu, oprócz innych czynników mających wpływ na proces obróbki, występuje czynnik mechaniczny i erozja elektryczna. Proponuje się więc wspólną nazwę dla wszystkich sposobów obróbka elektroerozyjna, którą traktuje się jako jeden z działów obróbki mechanicznej.

Tablica I podaje proponowany schemat podziału obróbki elektroerozyjnej na sposoby i odmiany.

TABLICA I.

Schemat podziału obróbki elektroerozyjnej jako jednej z gałęzi obróbki mechanicznej.



Uwaga: terminy podane w nawiasach spotykane były poprzednio w polskiej literaturze technicznej.

¹⁾ Erozją elektryczną nazywamy kierunkowe wyrzucanie cząstek metalu z elektrod pod wpływem wyładowań iskrowych zachodzących pomiędzy tymi elektrodami.

Obróbka elektroerozyjna znalazła już szerokie zastosowanie w obróbce metali, zwłaszcza stali hartowanej i spiekanych węglików metali.

Sposób oporowy stosuje się do ostrzenia noży tokarskich z płytkami ze spiekanych węglików metali i do cięcia spieków.

Sposób termo-elektrolityczny stosuje się do ostrzenia narzędzi z płytkami ze spieków oraz ze stali szybko tnącej, do cięcia stali, spieków jak również znajduje zastosowanie do obróbki elementów maszyn. Najszersze zastosowanie znalazł sposób iskrowy, którym oprócz ostrzenia narzędzi z płytkami ze spieków i cięcia metali, wykonywać można wszelkiego kształtu otwory w stali hartowanej i w spiekanych węglkach jak również wytwarzać wykrojniki i matryce oraz ulepszać ostrza narzędzi skrawających i elementy maszyn, pracujące na ścieranie.

Dzięki zastosowaniu obróbki elektroerozyjnej można z łatwością ostrzyć narzędzia z płytkami ze spieków, przez co zaoszczędza się deficytowego materiału, jakim jest karborund używany do wyrobu ściernic.

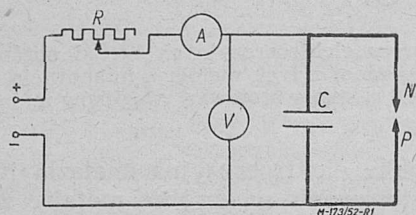
Niemniej duże znaczenie ma elektroiskrowe ulepszanie spiekanych węglnikami lub grafitem ostrzy narzędzi skrawających ze stali szybko tnącej, w celu powiększenia okresu trwałości ostrzy.

Omówieniu tego ostatniego zagadnienia poświęcony został niniejszy artykuł.

1. Zasada ulepszania ostrzy narzędzi

Do ulepszania ostrzy narzędzi skrawających stosuje się stykową odmianę sposobu iskrowego. Schemat obwodu elektrycznego urządzenia przedstawia rys. 1. Obwód całkowity składa się z dwóch części: obwodu ładującego i obwodu wyładowań (zaznaczonego grubą linią), które zasilane są prądem stałym. W chwili włączenia prądu, którego natężenie regulowane jest opornikiem R, zaczyna ładować się bateria kondensatorów C. Elektroda N posiada ruch drgający o określonej częstotliwości. W chwili stykania się elektrody N z elektrodą P następuje między nimi wyładowanie iskrowe. Ponieważ czas wyładowania jest bardzo krótki — rzędu 10^{-5} ÷ 10^{-7} sek, a czas styku elektrod jest znacznie dłuższy (np. przy ruchu drgającym o 100 okresach/sek. wyniesie $0,5 \cdot 10^{-2}$ sek.) przez dalszy czas trwania styku prąd przepływa przez miej-

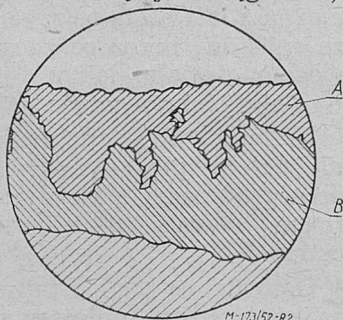
scie styku kondensatorów. Po przerwaniu styku kondensatory zaczynają natychmiast ładować się ponownie, co zabezpiecza przed powstaniem łuku. Ilość wyładowań iskrowych zależna jest więc od częstotliwości zetknięć elektrod.



Rys. 1. Schemat obwodu elektrycznego urządzenia do obróbki sposobem iskrowym.

W czasie wyładowania iskrowego, któremu towarzyszy wysoka temperatura przekraczająca nawet $10\,000^{\circ}\text{C}$, następuje zjawisko erozji elektrycznej. Częstki metalu na skutek olbrzymiej gęstości prądu w miejscu wyładowania, jak też wysokiej temperatury, zostają wyrzucone w formie wybuchu w kierunku przeciwnej elektrody. Przy odmianie stykowej cząsteczki elektrody narzędzia dyfundują w warstwę podpowierzchniową materiału ulepszanego, jak również występuje zjawisko mikrosparowania cząsteczek elektrody z materiałem ulepszanym, przez co otrzymuje się warstewkę A nałożoną na powierzchni ulepszanej (rys. 2; w przypadku zastosowania elektrody narzędzia ze spiekanych węglików metali — warstewkę tych węglików).

Rys. 2. Przekrój poprzeczny próbki ulepszonej iskrowo spiekany węglikiem S1; A — warstwa nałożona, B — strefa przejściowa (powiększenie ~ 600 razy).

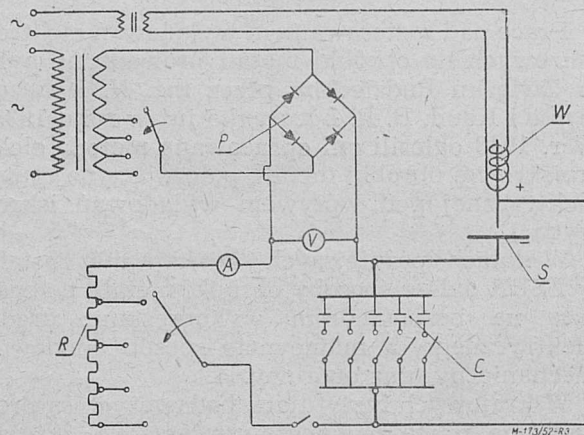


Oprócz warstewki nałożonej widoczna jest pod nią strefa przejściowa B zmieniona na skutek działania ciepłego w czasie wyładowań iskrowych, wykazująca częściowe odpuszczenie stali, jak również dyfuzję ziarn węglików. Ponieważ ulepszanie iskrowe odbywa się w atmosferze powietrza, można przypuszczać, że w czasie ulepszania następuje częściowe naazotowanie warstwy powierzchniowej. Grubość warstwy nałożonej i strefy przejściowej zależna jest od warunków elektrycznych i materiału elektrod.

2. Urządzenie do ulepszania elektroiskrowego

Urządzenie do ulepszania ostrzy narzędzi skrawających (rys. 3) składa się z prostownika P, opornika regulacyjnego R, baterii kondensatorów C, wibratora W, stolika S, woltomierza V i amperomierza A oraz przewodów. Ulepszanie może przebiegać przy napięciu niskim $40 \div 50$ V, lub przy napięciu $110 \div 160$ V. Jako źród-

ło prądu stałego stosuje się prostownik selenowy o mocy $800 \div 1000$ W. Opornik służący do regulacji natężenia prądu ładowania powinien posiadać stopniową regulację wartości oporu. Regulacja prądu ładowania powinna odbywać się w zakresie od $0,5$ do 3 A przy napięciu 110 do 160 V. W przypadku stosowania napięcia niższego ($40 \div 50$ V) regulacja natężenia prądu winna odbywać się w granicach 1 do 6 A, a nawet do 8 A. Bateria kondensatorów powinna być włączona równolegle w obwód.

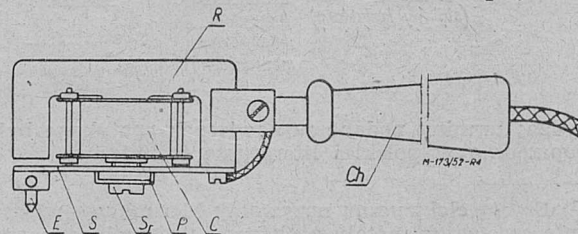


Rys. 3. Schemat obwodu elektrycznego urządzenia do ulepszania sposobem iskrowym.

Gdy napięcie w obwodzie ładowania jest wyższe ($110 \div 160$ V) należy zastosować baterię kondensatorów o łącznej pojemności do $250 \mu\text{F}$. Wartość pojemności do $400 \mu\text{F}$ należy zastosować w przypadku gdy napięcie w obwodzie ładowania wynosi 40 do 50 V. Pojemność winna być regulowana stopniowo w granicach podanych wartości. Dogodnie jest stosować następujące wartości stopni pojemności: $5, 5, 10, 10, 20, 20, 30, 50, 50, 100, 100 \mu\text{F}$. Włączanie i wyłączanie poszczególnych stopni powinno odbywać się za pomocą wyłączników na prąd $15 \div 25$ A.

W urządzeniach do ulepszania ostrzy narzędzi skrawających winny być stosowane kondensatory na napięcie pracy $250 \div 300$ V i napięcie próbne $500 \div 600$ V.

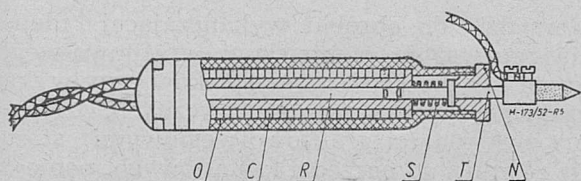
Do ulepszania stosuje się odmianę stykową sposobu iskrowego, a więc elektroda powinna wykonywać ruch drgający. Do nadania elektrodzie ruchu drgającego stosuje się najczęściej wibratory, działające na zasadzie elektromagnetycznej. Najwygodniej jest zasilac cewkę wibratora prądem zmiennym o 50 okr./sek, przy użyciu transformatora obniżającego napięcie do



Rys. 4. Wibrator z rdzeniem z blach transformatorowych.

wartości 24 V. Elektroda zamocowana na jednym końcu sprężyny wykonuje ruch drgający o częstotliwości 100 okr./sek.

Rys. 4 przedstawia wibrator, który okazał się praktyczny w użyciu. Składa się on z rdzenia R , wykonanego z blach transformatorowych, z cewki C nawiniętej drutem miedzianym emaliowanym o przekroju 0,2 mm, sprężyny S zakończonej uchwytem do zamocowania elektrody E oraz uchwyty ręcznego Ch . Śruba Sr i przesuwana podkładka P służą do regulacji amplitudy ruchu drgającego sprężyny.



Rys. 5. Wibrator z rdzeniem stałym.

Wykonywane są też wibratory o rdzeniu stałym. Wibrator taki (rys. 5) składa się z oprawy O , cewki C , rdzenia R , sprężyny S , trzcienia T oraz nakrętki regulacyjnej N .

Stolik, na którym umieszcza się przedmioty ulepszone, wykonuje się z blachy miedzianej. Do stolika podłącza się ujemny biegun prądu. Woltomierz i amperomierz stosowane w obwodzie ładowania powinny posiadać następujący zakres pomiaru: woltomierz $0 \div 160 \div 180$ V, amperomierz $0 \div 10$ A.

Przewody w obwodzie ładowania stosuje się o przekroju $1,5 \text{ mm}^2$, w obwodzie wyładowania o minimalnym przekroju 6 mm^2 .

Urządzenia do ulepszenia sposobem iskrowym, a zwłaszcza urządzenia pracujące przy napięciu wyższym niż 42 V, powinny odpowiadać warunkom bezpieczeństwa pracy. Pracowników obsługujących to urządzenie należy dokładnie zaznajomić z odpowiednią instrukcją.

3. Dobór warunków pracy

Gładkość powierzchni ulepszonej, grubość strefy przejściowej, jak również grubość warstwy nałożonej zależą od:

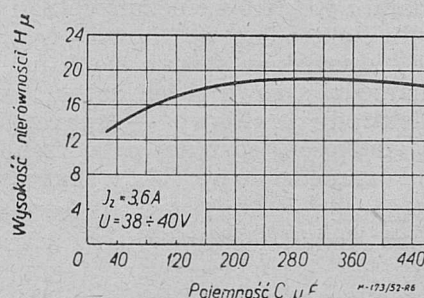
- 1) warunków elektrycznych i mechanicznych ulepszenia,
- 2) materiału i kształtu elektrody,
- 3) materiału przedmiotu ulepszanego.

Do warunków elektrycznych zalicza się: wielkość natężenia prądu i napięcia w obwodzie ładowania oraz wartość włączonej pojemności.

Natężenie prądu w obwodzie ładowania należy dobrać odpowiednio do wartości pojemności. Przy natężeniu dużym w stosunku do pojemności, wyładowania iskrowe przechodzą w łukowe, przy natężeniu małym (dużym oporze w obwodzie ładowania) w stosunku do pojemności, rośnie czas ładowania kondensatorów, co jest ważne przy odmianie bezstykowej, ponieważ zmniejsza się ilość wyładowań. W odmianie

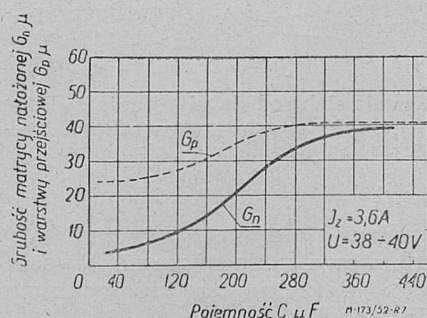
stykowej czas ładowania kondensatorów (czas pomiędzy dwoma kolejnymi zetknięciami elektrod) jest duży, dlatego natężenie nie ma wpływu na ilość wyładowań. Wysokości nierówności powierzchni, jak też grubość warstwy i strefy zmienionej, zależą w pewnym stopniu od natężenia prądu w obwodzie ładowania. Przy dużym natężeniu w czasie trwania styku po wyładowaniu kondensatorów przepływa prąd o dużej gęstości, powodując nagrzewanie miejsca styku, a nawet możliwość, punktowych wytopień.

Napięcie i pojemność mają duży wpływ na wydajność ulepszenia i gładkość powierzchni ulepszonej. Wraz ze wzrostem pojemności jak i napięcia rośnie energia kondensatorów i tym samym energia wyładowania, a w wyniku zwiększa się erozja elektryczna. Ze wzrostem pojemności pogarsza się gładkość powierzchni ulepszonej i zmienia się grubość warstwy nałożonej (rys. 6 i 7). Podobnie wpływa powiększenie napięcia.



Rys. 6. Zależność wysokości nierówności H od pojemności C przy natężeniu prądu roboczego $I \approx 1,2$ A i napięciu $U = 38 \div 40$ V.

Do ulepszenia stosuje się pojemność w granicach $2 \div 400 \mu\text{F}$ oraz napięcia w granicach $20 \div 160$ V.



Rys. 7. Zależność grubości G_g warstwy nałożonej oraz grubości G_p strefy przejściowej od pojemności C przy natężeniu prądu roboczego $I \approx 1,2$ A i napięciu $U = 38 \div 40$ V.

Na proces ulepszenia mają wpływ również warunki mechaniczne, do których należy częstotliwość i amplituda drgań elektrody. Od częstotliwości zależna jest ilość zetknięć elektrod, a więc ilość wyładowań i wydajność. Dobór warunków mechanicznych jest ściśle związany z warunkami elektrycznymi.

TABLICA II

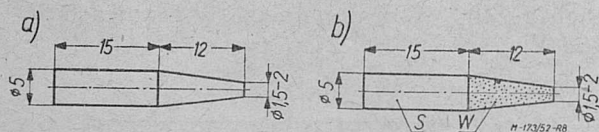
Warunki elektryczne zalecane przy ulepszaniu ostrzy narzędzi skrawających.

Rodzaj ulepszenia	materiał elektrody	napięcie V	natężenie prądu zwarcia A	pojemność kondensatorów μF
ulepszanie zgrubne	spiekane węgliki	110 ÷ 160 40 ÷ 60	1,5 ÷ 2,5 4 ÷ 8	120 ÷ 250 250 ÷ 400
ulepszanie wykończające	grafit węgiel	80 ÷ 110 40 ÷ 50	1 ÷ 2 1 ÷ 2,5	30 ÷ 90 100 ÷ 250
	spiekane węgliki	30 ÷ 50	1,5 ÷ 2,5	20 ÷ 60

4. Materiał i kształt elektrody

Własności fizyko-chemiczne materiału elektrody mają wpływ na proces ulepszenia i na własności warstwy ulepszonej. Od materiału elektrody zależy wielkość erozji, a tym samym ilość materiału przeniesionego na powierzchnię ulepszoną; od niego też zależna jest twardość i odporność na ścieranie warstwy nałożonej. Dobre wyniki otrzymuje się przy ulepszaniu elektrodami z węglików spiekanych S2 i S1 oraz ulepszaniu elektrodami grafitowo-węglowymi. Elektrody ze spieków stosuje się do ulepszenia ostrzy narzędzi skrawających do obróbki zgrubnej; elektrody grafitowe — ze względu na większą gładkość ulepszonej powierzchni — do ulepszenia narzędzi do obróbki wykańczającej.

Na gładkość powierzchni ulepszonej duży wpływ ma kształt elektrody. Gdy zakończenie elektrody jest ostre, nierówności powierzchni po ulepszeniu są znacznie większe. Elektroda powinna mieć kształt jak na rys. 8. Własności fizyko-chemiczne materiału ulepszanego mają wpływ na własności i grubość strefy przejściowej.



Rys. 8. Kształt elektrod do ulepszenia sposobem iskrowym, a — elektroda grafitowo-węglowa, b — elektroda ze spiekanych węglików W, przylutowana do drutu stalowego S.

Powierzchnia ulepszana powinna być oczyszczona z tlenków i zanieczyszczeń. Wysokości nierówności powierzchni przed ulepszeniem nie powinny być wyższe jak $6 \div 8 \mu$.

5. Zastosowania

Ulepszanie iskrowe stosuje się przede wszystkim do ostrzy narzędzi skrawających do obróbki metali. Poza tym znajduje ono coraz szersze zastosowanie do ulepszenia narzędzi do obróbki drewna, do wykrojników, tłoczników oraz lemieszów plugów rolniczych.

Narzędzia do zgrubnej obróbki metali ulepszają się przeważnie spiekanymi węglkami metali przy zgrubnych warunkach elektrycznych.

Narzędzia do obróbki wykańczającej ulepszają się przeważnie elektrodami grafitowo-węglowymi lub elektrodami ze spieków przy wykańczających warunkach elektrycznych. Ulepszanie elektrodami grafitowo-węglowymi stosuje się również do narzędzi kształtowych, ponieważ nie zmienia ono wymiarów. Powierzchnie ulepszone spiekanymi węglkami przy zgrubnych warunkach elektrycznych mają nierówności powierzchni ok. 20μ , grubość warstwy nałożonej jest w granicach 35 do 60μ . Narzędzia ulepszone w tych warunkach można dogłodzić na tarczach żeliwnych za pomocą past z węglikiem boru. Dogłodzić należy ostrożnie, aby zmniejszyć jedynie nierówności powierzchni, możliwie mało obniżając grubość warstwy nałożonej. Orientacyjne wartości napięcia, natężenia prądu i pojemności podaje tabl. II. Prąd zwarcia mierzy się w czasie zwarcia elektrody z przedmiotem ulepszanym.

Ostrza narzędzi skrawających powinny być ulepszone tylko w miejscach najbardziej narażonych na ścieranie, to znaczy część powierzchni przyłożenia oraz część powierzchni natarcia, na którą naciera wiór i wreszcie krawędź skrawająca.

Trwałość ostrzy narzędzi ulepszanych spiekanymi węglkami jest znacznie wyższa od trwałości narzędzi ze stali szybko tnącej nie ulepszanych iskrowo. Największy wzrost trwałości otrzymuje się przy skrawaniu zgrubnym stali o większej wytrzymałości i stali stopowych. Dane te nie są jeszcze ściśle ustalone, trwałość ostrzy bowiem nie we wszystkich przypadkach wzrasta jednakowo. Wzrost trwałości zależy w znacznym stopniu od odpowiedniego doboru warunków ulepszenia oraz od rodzaju i warunków skrawania; ogólnie wzrost trwałości ostrzy narzędzi powlekanych iskrowo wynosi do 300%.

LITERATURA

1. E. Ulicki „Elektryczne metody obrabotki w przemyśle i eksploatacji instrumentów”. Moskwa, 1950.
2. M. N. Ulitin „Elektroiskrowa obrabotka metalow”, Moskwa, 1950.
3. W. M. Baranow i G. L. Perfiliew „Elektroiskrowa obrabotka metali” (tłumaczenie), Warszawa, 1950.
4. W. P. Smirnow „Elektroiskrowoje uprocznienije rezuszczich instrumentow” — „Awtomobilnaja i traktornaja promyslnost” zeszyt 12/50.

ZBIGNIEW KOŚCIOŁEK

ZASADY KONSTRUOWANIA UCHWYTÓW Z MASĄ PLASTYCZNĄ

Obliczenia uchwytów z masą plastyczną prowadzą się do określenia promieniowego odkształcenia sprężystej tulei cienkościennej, doboru grubości ścianki roboczej tej tulei i znalezienia siły zacisku przedmiotu obrabianego w uchwycie.

1. Obliczenie odkształcenia promieniowego tulei

Głównym zadaniem konstruktora przy obliczaniu uchwytu z masą plastyczną jest wyznaczenie największego dopuszczalnego odkształcenia sprężystego tulejki cienkościennej pod wpływem wywierania na jej ścianki ciśnienia.

Wiadomo, że w walcu cienkościnnym będącym pod ciśnieniem p występują naprężenia:

$$\text{wzdłużne} \quad \sigma_1 = \frac{p \cdot D}{2h}$$

$$\text{poprzeczne} \quad \sigma_2 = \frac{p \cdot D}{4h}$$

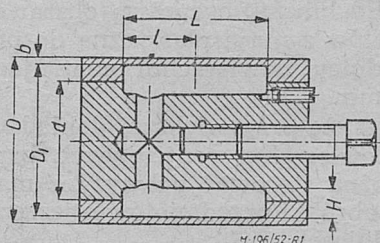
a odkształcenie promieniowe wywołane ciśnieniem p wynosi

$$\Delta D = \frac{p \cdot D^2}{2E \cdot h} (1 - 0,5 \mu) \quad [1]$$

gdzie: D — średnica zewnętrzna walca,
 h — grubość ścianki walca,
 E — moduł sprężystości wzdłużnej,
 μ — współczynnik Poissona.

Wzór [1] jest słuszny jedynie wówczas, gdy końce cylindra nie wywierają żadnego wpływu na promieniowe odkształcenie tulejki. Jeżeli końce tulejki wykonane są w postaci sztywnych kołnierzy (rys. 1), to musimy zastosować znany w teorii sprężystości naczyń cienkościennych wzór:

$$\Delta D = \frac{p \cdot D^2}{2E \cdot b} [1 - \varphi(x)] \quad [2]$$



Rys. 1. Schemat uchwytu z masą plastyczną.

Na rys. 2 pokazany jest wykres funkcji $\varphi(x)$. Bezwymiarowa wielkość x wyraża się wzorem

$$x = 1,81 \frac{l}{\sqrt{D \cdot b}} \quad [3]$$

gdzie l — odległość od początku tulei cienkościennej od rozpatrywanego przekroju.

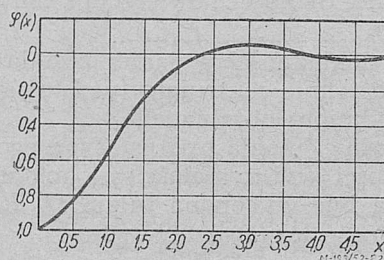
Jeśli długość roboczą tulei cienkościennej oznaczmy przez L (rys. 1) to w krańcowych punktach otrzymamy dla $l = 0$, $x = 0$, a dla

$$l = L, \quad x = 1,81 \frac{L}{\sqrt{D \cdot b}}$$

Z wykresu (rys. 2) widać, że dla $x \geq 2,35$ wartość funkcji $\varphi(x)$ równa jest zero. Wstawiając do równania [3] $x = 2,35$ i rozwiązując równanie względem L otrzymamy

$$L = 2,62 D \sqrt{\frac{b}{D}}$$

Wpływ sztywnych końców nie będzie więc występował dopiero powyżej tej wartości L .



Rys. 2. Wykres funkcji $\varphi(x)$.

Największe odkształcenia promieniowe tulei występują w połowie długości L . Podstawiając

do wzoru [3] $l = \frac{L}{2}$ otrzymamy

$$x = 0,905 \frac{L}{\sqrt{D \cdot b}}$$

Wstawiając z kolei założone wartości liczbowe L , D i h obliczamy x , a następnie znajdujemy z wykresu na rys. 2 wartość funkcji $\varphi(x)$ i podstawiamy ją do wzoru [2].

W poprzednich rozważaniach nie uwzględniliśmy działania ciśnienia na pierścieniowe dno tulei ograniczone średnicami D i d . W rzeczywistości ciśnienie hydrostatyczne panujące wewnątrz tulei działa na pole tego pierścienia z siłą

$$P = \frac{\pi}{4} p (D_1^2 - d^2) \text{ kG},$$

a naprężenie rozciągające w ściankach tulei

$$\sigma_2 = \frac{P}{4D \cdot b} (D_1^2 - d^2) \text{ kG/cm}^2.$$

Średnicę wewnętrzną tulei przyjmuje się zwykle równą $0,7 \div 0,9 D$. Uwzględniając wpływ ciśnienia na pierścienie dna tulei cienkościennej otrzymamy następujące wzory obliczeniowe na ΔD :
dla $d = 0,7 D$

$$\Delta D = 0,462 \frac{p \cdot D^2}{E \cdot b} \left[1 - \varphi\left(x = \frac{L}{2}\right) \right] \quad [4a]$$

a dla $d = 0,9 D$

$$\Delta D = 0,484 \frac{p \cdot D^2}{E \cdot b} \left[1 - \varphi \left(x = \frac{L}{2} \right) \right] \quad [4b]$$

Jeśli będziemy zwiększać ciśnienie w tulei to naprężenia te mogą przekroczyć granicę plastyczności materiału, z którego tuleja została wykonana. Tak więc ze względów wytrzymałościowych musi być spełniony warunek:

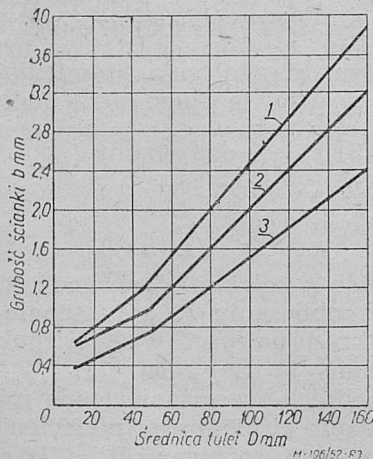
$$\Delta D_{\max} = \frac{Q_r}{k \cdot E} D \quad [5]$$

gdzie k jest współczynnikiem bezpieczeństwa przyjmowanym zwykle w granicach $1,2 \div 1,5$ a więc $\Delta D < \Delta D_{\max}$

2. Wybór grubości ścianki tulei

Chcąc określić grubość ścianki tulei należy zwrócić uwagę na następujące ważne momenty:

- 1) stosunek długości powierzchni centrującej do średnicy,
- 2) klasę dokładności w jakiej została wykonana powierzchnia centrująca (podstawa obróbkowa) przedmiotu obrabianego,
- 3) wielkość ciśnienia hydrostatycznego,
- 4) własności wytrzymałościowe materiału, z którego ma być wykonana tuleja (Q_r , R_r i E),
- 5) sztywność korpusu uchwytu.



Rys. 3. Wykres grubości ścianki w zależności od średnicy tulei sprężystej 1 — dla $L \geq 0,5 D$, 2 — dla $L = (0,25 \div 0,5) D$, 3 — dla $L = (0,125 \div 0,25) D$.

Z wykresów podanych na rys. 3 można w sposób prosty i szybki dobrać odpowiednie grubości b ścianki dla tulejek o średnicy $10 \div 150$ mm, w zależności od wzajemnego stosunku L do D .

Grubość ścianki tulejki o średnicy ponad 150 mm oblicza się z następującego wzoru:

$$b = 0,475 \frac{k \cdot p \cdot D}{Q_r} \left[1 - \varphi \left(x = \frac{L}{2} \right) \right] \quad [6]$$

W przypadku długich tulei, gdy $\varphi \left(x = \frac{L}{2} \right) = 0$

otrzymujemy
$$b = 0,475 \frac{k \cdot p \cdot D}{Q_r} \quad [7]$$

W tablicy I podano typowe gatunki stali konstrukcyjnych stosowanych do wyrobu rozprężnych tulejek cienkościennej.

3. Obliczanie siły zacisku przedmiotu w uchwycie z masą plastyczną

Powierzchnie centrujące tulej cienkościennej wykonuje się w klasie $g7$ ($G7$). Przedmioty obrabiane powinny mieć otwory centrujące (podstawy obróbkowe) wykonane w klasach $H7$ ($h7$), $H8$ ($h8$), a przy dużych średnicach $H9$ ($h9$). Po umieszczeniu przedmiotu na tulei (lub w niej) otrzymujemy więc pasowanie obrotowe ciasne. Gdy zaczniemy rozprężać tuleję, pokrecając tłoczek, luz między przedmiotem a cienkościnną tuleją zmniejszy się do zera; dalsze wkręcanie tłoczka spowoduje wzrost ciśnienia w komorze uchwytu i zaciśnięcie przedmiotu.

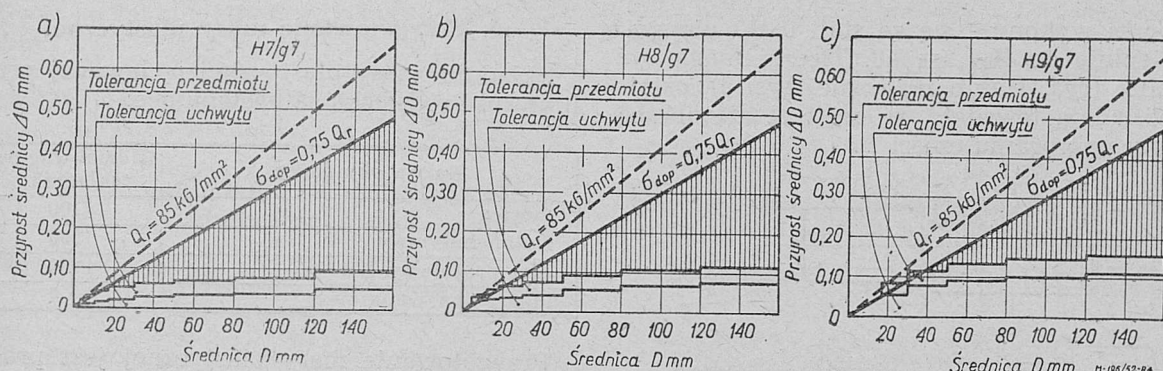
Wykresy przedstawione na rys. 4 pozwalają na zorientowanie się, jaki wcisk można osiągnąć w zależności od średnicy tulei sprężystej i klasy dokładności wykonania tulei oraz przedmiotu obrabianego. Na wykresach umieszczono sumy pól tolerancji otworu przedmiotu i powierzchni centrującej tulei uchwytu. Na wszystkich wykresach podano pola tolerancji średnicy tulei cienkościennej wykonanej w klasie $g7$.

Jeśli powierzchnia centrująca przedmiotu wykonana jest w klasie 7 ($H7$ lub $h7$), to można w uchwytach z masą plastyczną mocować przedmioty już od średnicy 12 mm (rys. 4a). Przy wykonaniu podstawy obróbkowej przedmiotu w klasie 8 ($H8$ lub $h8$) średnica tulei w uchwycie musi wynosić co najmniej 22 mm, a wykonanie powierzchni centrującej przedmiotu w klasie 9 ($H9$ lub $h9$) ogranicza obszar stosowania uchwytów z masą plastyczną do przedmiotów o średnicy powierzchni centrujących powyżej 40 mm.

Jasne jest, że przy większej dokładności wykonania powierzchni centrujących przedmiotu i tulei można stosować uchwyt z masą plastyczną do obróbki przedmiotów o jeszcze mniejszych średnicach.

TABLICA I

Gatunek stali wg norm radzieckich	znak stali wg PN o przybliżonym składzie chemicznym	moduł sprężystości E kG/cm ²	współczynnik Poissona μ	granica sprężystości δ_s kG/cm ²	granica plastyczności Q_r kG/cm ²	wydłużenie A_{10} %
18XHBA	12.4.15	$2,04 \cdot 10^6$	0,29	11000	9500	$4,65 \cdot 10^{-3}$
12XH3A	12.3.15	$2,04 \cdot 10^6$	0,29	9500	7000	$3,43 \cdot 10^{-3}$
CT45	0045	$2,1 \cdot 10^6$	0,29	7000	4000	$1,96 \cdot 10^{-3}$



Rys. 4. Zakres stosowalności uchwytów z masą plastyczną w zależności od dokładności wykonania powierzchni centrujących.

Pole położone między prostymi dopuszczalnych odkształceń sprężystych (rys. 4a, b, c) i schodkową linią największego luzu między powierzchniami centrującymi uchwytu i przedmiotu obrazuje wielkość wcisku.

Spróbujmy określić siłę potrzebną do zaciśnięcia przedmiotu na tulei.

Moment wywołany siłą skrawania P_z wyniesie

$$M_s = P_z \cdot \frac{D_p}{2} \text{ kGcm}$$

Moment ten musi być zrównoważony przez moment odpowiadający sile zacisku przedmiotu w uchwycie.

Siłę zacisku P i ciśnienie p można przedstawić wzorami

$$P = 2,05 \pi \cdot E \cdot b \cdot \mu \sqrt{\frac{b}{D}} (\Delta D - W) \text{ kG} \quad [8a]$$

$$i \cdot p = \frac{2,1 E \cdot b}{D} (\Delta D - W) \text{ kG/cm}^2 \quad [8b]$$

gdzie: E kG/cm² — moduł sprężystości materiału tulei sprężystej,

μ — współczynnik tarcia przyjmowany zwykle 0,18 ÷ 0,22,

ΔD cm² — odkształcenie promieniowe tulei,

W cm² — maksymalny luz pasowania tulei z przedmiotem,

b cm² — grubość ścianki tulei,

D cm² — średnica nominalna powierzchni centrującej.

Moment siły zacisku wyniesie

$$M_p = P \cdot \frac{D}{2} \text{ kG/cm}$$

$$\text{a więc} \quad P > P_z \frac{D_p}{D} \text{ kG} \quad [9]$$

gdzie: P_z kG — siła obwodowa skrawania,
 D_{zp} cm — średnica toczenia przedmiotu.

4. Określenie wymiarów tłoczka i komory roboczej uchwytu

Podczas przesuwania się tłoczka w korpusie (rys. 5) pewna objętość masy plastycznej wyciśniętej przez tłoczek zajmie nowe położenie wskutek odkształcenia się tulei sprężystej. Przy-

równując do siebie objętość masy plastycznej wyciśniętej przez tłoczek i objętość przyrostu komory otrzymamy:

$$\frac{\pi \cdot d_o^2}{4} h \cdot i = \pi \cdot D \frac{\Delta D}{2} L, \quad [10]$$

przy czym:

d_o — średnica tłoczka,

h — skok linii śrubowej gwintu,

i — ilość wykonanych obrotów.

Równanie [10] jest słuszne jedynie w przypadku masy plastycznej nieściśliwej. W rzeczywistości masa plastyczna jest ściśliwa, a ponadto — co ma największe znaczenie — zanieczyszczona pęcherzykami powietrza. Doświadczenia wykazały, że ilość pęcherzyków osiąga 0,1 ÷ 0,3% ogólnej objętości masy plastycznej w komorze roboczej.

W wyniku przesunięcia tłoczka wyciśnięta objętość masy powinna kompensować nie tylko przyrost objętości komory roboczej, lecz również zmniejszenie objętości masy na skutek działania ciśnienia hydrostatycznego na pęcherzyki powietrza.

Określając początkową objętość zajmowaną przez pęcherzyki powietrza jako $c \cdot v_0$ i zaniedbując ją przy ciśnieniu roboczym możemy napisać, że droga tłoczka

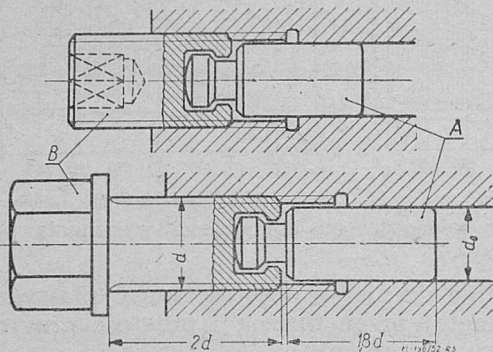
$$s = i \cdot h = \frac{2D \cdot \Delta D \cdot L + \frac{4}{\pi} c \cdot v_0}{d_o^2} \quad [11]$$

gdzie v_0 jest objętością komory roboczej cylindra; współczynnik c wynosi praktycznie 0,001 ÷ 0,003.

Z równania [11] wynika, że ilość obrotów tłoczka jest proporcjonalna do objętości komory uchwytu. Zmniejszając ilość obrotów, skracamy czas pomocniczy zamocowania przedmiotu na tulei rozprężonej. Dlatego też projektując uchwyt z masą plastyczną należy dążyć do tego, aby komora robocza była w miarę możliwości mała. Trzeba jednak zwrócić uwagę na to, że przy małej wielkości wymiaru H (rys. 1) występują trudności przy napełnianiu komory roboczej masą plastyczną. Stwierdzono doświadczalnie, że najwłaściwsza wysokość H wynosi

$$H = 2 \sqrt[3]{D} \quad [12]$$

Tłoczki wykonuje się ze stali 0,045 ulepszonej cieplnie do $H_{Rc} = 40$. Tłoczki mogą być jednolite (rys. 1) lub rozłączne (rys. 5), ostatnie posiadają tę zaletę, że część A nie obraca się przy pokręcaniu części B.



Rys. 5. Tłoczek rozłączny.

Na rys. 5 pokazano tłoczek rozłączny wraz z wymiarami poszczególnych elementów. Średnicę tłoczka d_0 oblicza się z wzoru

$$d_0 = (1,2 \div 1,8) \sqrt{D} \text{ mm} \quad [13]$$

Określmy siłę potrzebną przy wkręcaniu tłoczka. Moment na kluczu, którym wkręcamy tłoczek wyniesie

$$P_r \cdot R = \frac{\pi \cdot d_0^2 \cdot p \cdot d_p \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \rho')}{8\eta} \text{ kGcm}$$

gdzie: P_r kG — siła pracownika,

R cm — ramię klucza,

d_0 cm — średnica tłoczka,

p kG/cm² — ciśnienie hydrostatyczne w komorze roboczej,

d_p cm — średnica podziałowa gwintu tłoczka,

γ — kąt pochylenia linii śrubowej gwintu,

ρ' — pozorny kąt tarcia,

η — współczynnik sprawności.

Kąt γ zmienia się minimalnie przy gwintach od $M10 \times 1,5$ do $18 \times 1,5$, najczęściej stosowanych w tych uchwytach, możemy więc przyjąć średnią wartość $2^\circ 50'$. Pozorny kąt tarcia przyjmujemy $\rho' = 11^\circ$, w rezultacie

$$\operatorname{tg}(\gamma + \rho') \approx 0,25$$

Z wystarczającą dokładnością możemy założyć, że $d_p = d_0$ i wówczas siła jaką należy przyłożyć do rękojści klucza wyniesie

$$P_r = \frac{\pi \cdot d_0^3 \cdot p}{32\eta \cdot R} \text{ kG} \quad [14]$$

Współczynnik sprawności η waha się od 0,4 do 0,9 i zależy od następujących czynników:

- 1) ilości pęcherzyków powietrza w masie plastycznej,
- 2) kształtu komory roboczej uchwytu i kanałów doprowadzających,
- 3) jakości masy plastycznej.

Przy działaniu bezpośrednim (tłoczek umieszczony w komorze roboczej) współczynnik sprawności jest wysoki, jeśli zaś w konstrukcji przewidziane są kanały doprowadzające — wartość tego współczynnika obniża się znacznie.

5. Przygotowanie masy plastycznej

Składniki masy plastycznej podawanej przez literaturę radziecką są następujące:

Nazwa składnika	Udział wagowy składnika
żywica	100
ftalan butylowy	290
olej próżniowy BM—4	100
stearynian wapniowy	4

Przygotowanie masy plastycznej jest proste i możliwe do wykonania w każdym zakładzie przemysłowym.

Masa plastyczna składa się z żywicy otrzymanej z chlorku winylu i plastifikatora ftalanu butylowego. Stabilizatorem mieszanek jest stearynian wapniowy. Proces sporządzania masy plastycznej jest następujący: odpowiednie ilości oleju próżniowego i ftalanu butylowego miesza się dokładnie w mieszarce. Następnie postępuje się analogicznie z żywicą i stearynianem wapniowym i wlewa się do mieszanki wykonanej uprzednio i miesza. Następnie wyłączwszy mieszarkę pozostawia się masę 24 godz. w temperaturze pokojowej.

Napełnianie komór roboczych uchwytów odbywa się po podgrzaniu masy plastycznej do $150 \div 160^\circ\text{C}$. Nagrzewanie masy (w ilości 4–6 l) należy przeprowadzać w kąpeli glicerynowej, aby uniknąć redukcji żywicy, cały czas mieszając ją.

W pierwszym okresie podgrzewania masa barwy jasnoszarej przejdzie z postaci rzadkiej w gęstą i uzyska barwę żółtobrazową. Masa plastyczna jest wówczas dobra do użytku, gdy przybierze barwę jasnobrazową. Należy zaznaczyć, że przy nagrzewaniu masy plastycznej wydzielają się trujące gazy, dlatego zaleca się podgrzewać masę plastyczną w pomieszczeniach posiadających odpowiednią instalację wyciągową.

Przy częstym użyciu masa plastyczna traci swe właściwości sprężyste. Masę można regenerować mieszając ją z dokładnie przygotowaną mieszaną ftalanu butylowego z olejem próżniowym.

Cieężar właściwy masy plastycznej wynosi 1,08.

6. Ogólne wytyczne projektowania i używania uchwytów z masą plastyczną

W licznych przypadkach masa z komory roboczej wycieka poprzez nieszczelności między zwojami gwintu tłoczka i korpusu uchwytu. Powodem tego jest zbyt wielki luz (0,03 mm lub więcej). Należy więc nacinać gwint dokładnie. Aby masa plastyczna nie wyciekała w miejscach połączenia tulei cienkościennej z korpusem uchwytu należy stosować pasowanie lekko wciskane ($H7/k6$).

W razie zużycia się powierzchni centrującej tulei cienkościennej należy wymienić ją i prze-

szlifować po zalaniu komory roboczej masą plastyczną.

Po wykonaniu uchwytu sprawdza się go na szczelność, wypełnienie komory roboczej i maksymalny przyrost średnicy.

7. Przykład obliczenia uchwytu z masą plastyczną

Dane wyjściowe:

średnica centrująca przedmiotu obrabianego $D_1 = 50$ H7
 średnica centrująca tulei uchwytu $D = 50$ g7
 długość robocza tulei sprężystej $L = 45$ mm
 granica plastyczności materiału tulei $Q_r = 85$ kG/mm
 średnica toczenia przedmiotu $D_p = 100$ mm
 Określmy dopuszczalne maksymalne odkształcenie promieniowe wg wzoru [5]

$$\Delta D_{\max} = \frac{85 \cdot 50}{1,2 \cdot 2,04 \cdot 10^4} = 0,174 \text{ mm}$$

Ponieważ $L > \frac{D}{2}$ z wykresu na rys. 3a znajdujemy grubość ścianki tulei, która dla $D = 50$ wynosi

$$b = 1,2 \text{ mm}$$

Ciśnienie, jakie można otrzymać w komorze roboczej wyniesie

$$p = Q_r \cdot \frac{2b}{D} = 8500 \frac{2,4}{50} = 408 \text{ kG/cm}^2$$

Ciśnienie potrzebne do zamocowania przedmiotu oblicza się ze wzoru

$$p = 2,1 \frac{E \cdot b}{D} (\Delta D_{\max} - W)$$

$$D = 50 \text{ g7} = 50 \begin{smallmatrix} -0,1 \\ -0,4 \end{smallmatrix} \quad D_1 = 50 \text{ H7} = 50 \begin{smallmatrix} +0,03 \end{smallmatrix}$$

$$W = 0,03 + 0,04 = 0,07$$

a więc

$$p = \frac{2,1 \cdot 2,04 \cdot 10^4 \cdot 1,2}{50} (0,175 - 0,07) = 108 \text{ kG/cm}^2$$

Z kolei należy obliczyć wielkość x i znaleźć wartość $\varphi(x)$:

$$x = 0,905 \frac{L}{\sqrt{Db}} = 0,905 \frac{40}{\sqrt{50 \cdot 12}} = 4,7$$

a więc $\varphi(x) = 0$ (rys. 2). Przyjmując $d = 0,7 D$

$$\Delta D = 0,462 \frac{p \cdot D^2}{E \cdot b} = 0,462 \frac{2 \cdot 50^2}{2,04 \cdot 10^4 \cdot 1,2} = 0,09 \text{ mm}$$

Obliczymy teraz siłę zacisku przedmiotu na uchwycie ze wzoru [8a] przyjmując $\mu = 0,2$.

$$P = 2,05 \pi \cdot 2,04 \cdot 10^4 \cdot 1,2 \cdot 0,2 \sqrt{\frac{1,2}{50}} (0,175 - 0,07) = 515 \text{ kG}$$

Z drugiej strony $P > P_z \frac{D_p}{D}$, zakładając więc P_z

$$= 200 \text{ kG} \text{ otrzymujemy } P > 200 \frac{100}{50} = 400 \text{ kG}$$

Średnicę tłoczka i wymiar H (rys. 1) określa się z wzorów [13] i [12]

$$d_o = 1,5 \sqrt{D} = 1,5 \sqrt{50} = 12 \text{ mm}$$

$$H = 2 \sqrt[3]{D} = 2 \sqrt[3]{50} = 7,5 \text{ mm}$$

Siła potrzebna do pokręcenia przy $\eta = 0,8$ i $L_1 = 200$ mm wyniesie

$$P_r = \frac{\pi \cdot d_o^3 \cdot p}{32 \eta \cdot R} = \frac{\pi \cdot 1,2^3 \cdot 1,08}{32 \cdot 0,8 \cdot 200} = 1,15 \text{ kG}$$

Na zakończenie obliczymy wielkość, na jaką należy wkręcić tłoczek do komory uchwytu:

$$\text{objętość } v_o = \frac{\pi}{4} [D^2 - (D - 2H)^2] L =$$

$$= \frac{\pi}{4} [50^2 - (50 - 15)^2] 45 = 57\,000 \text{ mm}^3$$

zakładając $c = 0,003$

$$s = \frac{2\Delta D \cdot D \cdot L + \frac{4}{\pi} c \cdot v_o}{d_o^2} =$$

$$\frac{2 \cdot 0,09 \cdot 50 \cdot 45 + \frac{4}{\pi} 0,003 \cdot 57\,000}{12^2} = 4,35 \text{ mm}$$

Inż.-mech. JAN JAROCKI

Mechanik 1952/7-8

NOWOCZESNA TECHNIKA KUŹNICZA

Wzrost produkcji odkuwek matrycowanych — drogą unowocześnienia technologii produkcji przemysłu metalowego. Materiały na odkuwki matrycowane. Opis procesów i urządzeń do ich produkcji: urządzenia i maszyny do cięcia, nagrzewania i oczyszczania materiału ze zgorzeliny; chłodzenie odkuwek; maszyny kuzienne; kalibrowanie i oczyszczanie odkuwek. Wyrób matryc.

W związku z rozbudową przemysłu, a w szczególności przemysłu motoryzacyjnego, sprawa rozwoju kuźnictwa matrycowego stała się zagadnieniem o pierwszorzędym znaczeniu. Ilość kuźni matrycowych w Polsce jest dotychczas bardzo mała, a zapotrzebowanie na odkuwki wzrasta bardzo szybko. Kuźnie nasze nie są dotychczas przygotowane do wytwarzania dużych ilości odkuwek odpowiadających wysokim wymaganiom technicznym. Zbudowanie kuźni matrycowej jest zadaniem o wiele trudniejszym, niż zbudowanie innego warsztatu i to tak ze względu na trudności uzyskania specjalnych i urządzeń, jak również ze względu na brak fa-

chowców, których w tej dziedzinie jest niezwykle mało.

Celem osiągnięcia postawionych zadań kuźnie nasze muszą dokonać poważnego kroku na drodze postępu technicznego, wprowadzając szereg nowych metod technologicznych, maszyn i urządzeń. Niniejszy artykuł daje przegląd nowoczesnych metod w dziedzinie kuźnictwa, których rozwój w krajach wysoce uprzemysłowionych przyczynił się do osiągnięcia wysokiej jakości odkuwek oraz znacznego obniżenia kosztów wytwarzania. Należy jednak pamiętać, że czynnikiem decydującym o technologii kucia jest wielkość serii. Wiele z omówionych metod

może być stosowanych jedynie przy produkcji masowej lub wielkoseryjnej.

1. Materiały i ich cięcie

Kuźnie krajowe, jak i mniejsze kuźnie we wszystkich krajach uprzemysłowionych stosują w większości przypadków materiały wyjściowe w postaci kęsów lub kęsisk walcowanych. Przy produkcji masowej, zwłaszcza w przemyśle samochodowym, stosowane są często materiały walcowane o specjalnych profilach. Stosowanie takiego materiału ma na celu wyeliminowanie wstępnego kucia. Ponadto zaletą ich jest przedłużenie żywotności matryc, ponieważ zmniejsza się praca odkształcenia, wykonywana w matrycach. Materiały walcowane stosowane mogą być tylko przy produkcji masowej, ponieważ koszt wykonania specjalnych walców hutniczych jest bardzo wysoki. W najbliższych latach nie będą one u nas stosowane — poza nielicznymi przypadkami, gdyż wielkość produkcji nie osiągnie jeszcze odpowiedniego poziomu. Poszczególne kuźnie matrycowe mogą jednak w małym zakresie wykonywać profile walcowane na walcach kuziennych.

Na odkuwki bardzo odpowiedzialne stosuje się materiały kalibrowane lub obtaczane celem usunięcia śladów zgorzeliny walcowniczej i rdzy oraz ewentualnych rys, jakie mogły znajdować się na powierzchni materiału.

Ważnym zagadnieniem przy kuciu matrycowym jest cięcie materiału, gdyż chodzi tu o ilości rzędu kilku lub kilkunastu milionów sztuk rocznie. Do obcinania materiału używa się pił i łamaczy.

Na piłach muszą być przecinane materiały kute równolegle do przebiegu włókien kęsa, materiały przeznaczone na przedmioty, od których wymaga się powierzchni czołowych, jak np. koła zębate oraz stale wysoko-stopowe i węglowe o przekrojach ponad 150 mm.

Na łamaczach obcinać można materiały ze stali niskowęglowych na zimno, a ze stali stopowych i wysokowęglowych na gorąco.

Nowoczesne kuźnie stosują w szerokim zakresie cięcie na gorąco kęsów na łamaczach, przy czym przebieg pracy jest następujący:

Materiał wsuwa się do pieca, a następnie przesuwają przez piec przy pomocy transportera krokowego. Po wyjściu z pieca kęs dostaje się na transporter rolkowy, który podaje go do łamacza.

Stosowanie tej metody jest dość kłopotliwe ze względu na konieczność instalowania dużych pieców, ponieważ kęs jest cały nagrzewany jednocześnie.

W najnowszych kuźniach podgrzewanie kęsów rozwiązano zupełnie inaczej, a mianowicie nie nagrzewa się całych kęsów, lecz jedynie te ich miejsca, w których materiał będzie przecinany. Materiał nagrzewany jest indukcyjnie.

Sposób ten jest znacznie lepszy od poprzedniego, gdyż daje duże oszczędności energii, jak również zmniejsza powierzchnię obcinarni.

Inny sposób obcinania, zwłaszcza grubszych kęsów i kęsisk, polega na nacinaniu ich na głębokość 5 ÷ 15 mm przy pomocy palników do cięcia tlenem, po czym są one łamane na prasie lub łamaczu.

Nacinanie następuje na całej długości kęsa równocześnie. Ze względu na to, że materiałami w ten sposób obcinanymi są stale wysokowęglowe lub stopowe, następuje pewne miejscowe utwardzenie materiału.

Sposób ten ma tę zaletę, że podczas cięcia można przeprowadzić kontrolę złomu i łatwo stwierdzić wady materiałowe. Wadą jego jest duże zużycie tlenu.

Ostatnich dwóch sposobów obcinania materiału nie będzie można w najbliższym czasie stosować powszechnie, ze względu na brak urządzeń do grzania indukcyjnego oraz trudności w zaopatrzeniu w gazy sprężone.

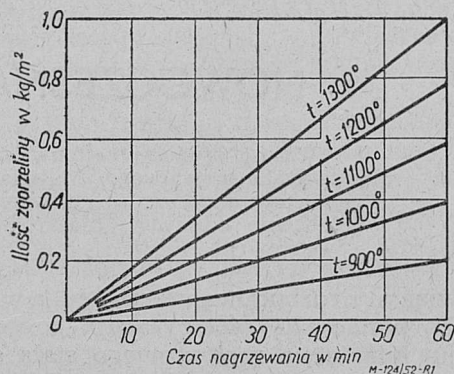
2. Nagrzewanie materiału

Właściwe nagrzewanie materiału przyczynia się do:

- 1) zwiększenia wydajności agregatów,
- 2) polepszenia jakości produkcji,
- 3) zmniejszenia naddatków na obróbkę.

Nagrzewanie materiału powinno odbywać się ściśle wg charakterystyki nagzewu, zależnej od przewodnictwa cieplnego w poszczególnych zakresach temperatur i od składu chemicznego materiału.

Nagrzewanie powinno trwać jak najkrócej, by zmniejszyć ilość wytwarzającej się zgorzeliny. Wpływ czasu i temperatury grzania na ilość tworzonej zgorzeliny przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Wpływ temperatury w czasie nagrzewania na ilość tworzącej się zgorzeliny.

Przetrzykiwanie materiału w piecu lub przedłużanie okresu nagrzewania powoduje:

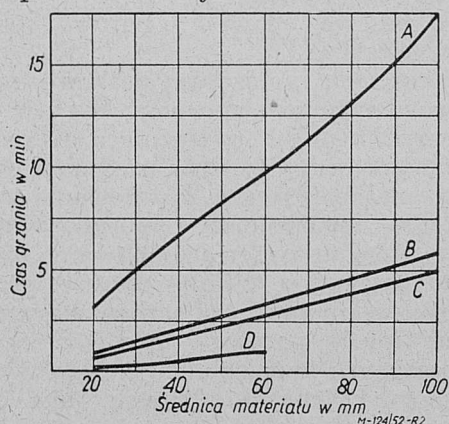
- 1) rozrost kryształów, które przy kuciu nie zostaną już tak rozdrobnione, jak po nagrzewaniu materiału we właściwym czasie,
- 2) przegrzanie materiału,
- 3) odwęglanie powierzchniowe,
- 4) powstawanie dużej ilości zgorzeliny.

Nowoczesne kuźnictwo matrycowe wymaga, aby materiał nagrany pozbawiony był w zupełności zgorzeliny, lub posiadał jej bardzo mało. Powodem tego jest stosowanie w coraz to szerszym zakresie pras kuziennych i kuźniarek. Materiały kute na prasach nie pozbawiają się nawet częściowo zgorzeliny, tak, jak to ma miejsce przy kuciu pod młotami, gdy młot kilkakrotnie uderza w materiał powodując odpadanie zgorzeliny. Przy kuciu na prasach cała ilość zgorzeliny znajdująca się na materiale zostaje weń wprasowana, ponieważ operacja prasowania wykonywana jest przy jednym ruchu suwaka.

Nowoczesne kuźnie matrycowe posiadają piece do nagrzewania materiału, spełniające wszystkie podane poprzednio warunki. Stosowane są następujące piece i urządzenia grzewcze:

- 1) piece na paliwo płynne i gazowe,
- 2) piece elektryczne,
- 3) urządzenia grzewcze elektryczne.

Zależność czasu nagrzewania od rodzaju urządzenia przedstawia rys. 2.



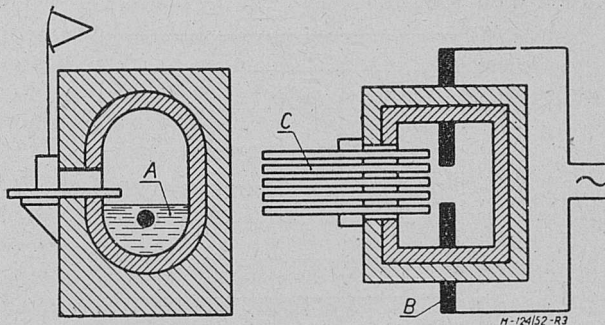
Rys. 2. Czas nagrzewania stali w zależności od średnicy materiału. A — w piecach komorowych, B — indukcyjnie — stal węglowa, C — indukcyjnie — stal stopowa, D — oporowo.

Piece komorowe ze stałym trzonem często spotykane w naszych zakładach, stosowane są jedynie przy produkcji małoseryjnej. Są one trudne do regulowania i materiał dostaje się od razu do wysokiej temperatury. Piece te pracują zasadniczo okresowo, toteż materiał może być łatwo przegrzany lub niedograny.

Do grzania stali wysokostopowych stosuje się piece dwukomorowe. W jednej komorze materiał podgrzewany jest do temperatury ok. 800°, w drugiej do temperatury kucia. Czas nagrzewania jest długi, a ilość powstającej zgorzeliny znaczna.

Elektryczne piece komorowe nagrzewające materiały do temperatury kucia dotychczas nie istniały, ze względu na trudności budowy pieców oporowych dla temperatur ponad 1000°C. Ostatnio zbudowano zagranicą elektryczny piec komorowy dla kuźni, w którym istnieje możliwość osiągnięcia temperatury do 1500°. Są to

piece, w których materiał jest nagrzewany kąpielą szklaną (rys. 3). Elektrody węglowe są całkowicie zanurzone w kąpeli. Piec ten jest prostej konstrukcji i tani w eksploatacji. Stosować można w nim dowolną atmosferę, poza tym nie posiada on żadnych kanałów dymowych. Prototyp takiego pieca jest obecnie wykonywany w jednej z kuźni krajowych.



Rys. 3. Piec elektryczny z kąpielą szklaną; max. temperatura 1500°C. A — kąpiel szklana, B — elektrody węglowe, C — nagrzewane pręty.

Przy produkcji wielkoseryjnej i masowej stosowane są piece automatyczne z ruchomym trzonem spełniające niemal wszystkie warunki, stawiane nowoczesnym piecom. Posiadają one następujące zalety:

- 1) nagrzewanie materiału odbywa się ściśle wg żądanej charakterystyki,
- 2) możliwość nagrzewania materiału z różnymi szybkościami,
- 3) automatyczna kontrola temperatur,
- 4) zmniejszona do minimum obsługa,

W nowoczesnych kuźniach już przed wojną, a przede wszystkim w czasie wojny, stosowano elektryczne grzanie materiałów przy użyciu następujących urządzeń:

- 1) kontaktowych (oporowych), 2) indukcyjnych, 3) elektrolitycznych.

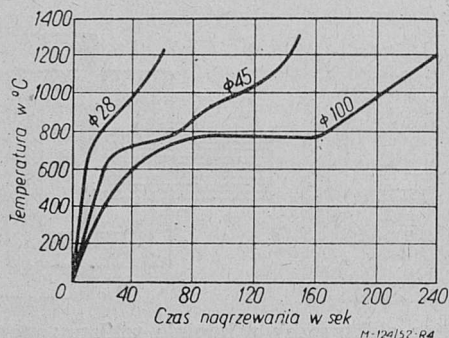
Nagrzewanie elektryczne posiada następujące zalety:

- 1) czas nagzewu jest ok. 10 razy krótszy, niż czas nagrzewania w piecach komorowych;
- 2) ze względu na krótki czas nagrzewania nie występuje zjawisko rozrostu ziaren;
- 3) materiał jest nagrzewany prawidłowo i dokładnie wg charakterystyki nagzewu;
- 4) ze względu na krótki czas nagzewu powstaje minimalna ilość zgorzeliny, a w pewnych przypadkach przy zastosowaniu atmosfery ochronnej zgorzelina może się wcale nie tworzyć;
- 5) materiał nagrany jest do jednakowej temperatury w całym przekroju;
- 6) uruchomienie elektrycznych urządzeń grzewczych nie wymaga żadnych przygotowań;
- 7) polepszenie warunków pracy robotnika;
- 8) stosunkowo małe zużycie energii na ogrzanie materiału do temperatury kucia (0,33 ÷ 0,65 kWh/kg).

Urządzenia kontaktowe. Materiały o średnicy do 50 mm nagrzewa się bezpośrednio przez przepływ prądu przy czym czas nagrzewania jest

krótszy niż przy grzaniu indukcyjnym, a koszt instalacji niższy. Na ogrzanie 1 kg stali do temperatury kucia zużycie energii wynosi 0,33 kWh.

Urządzenia indukcyjne. Stosuje się częstotliwość średnią lub niską. Istnieją urządzenia lampowe i generatorowe. Na ogrzanie 1 kg stali do temperatury kucia zużycie energii wynosi $0,5 \div 0,65$ kWh.



Rys. 4. Wykres temperatur przy grzaniu indukcyjnym.

W urządzeniach grzewczych kontaktowych i indukcyjnych nagrzewa się niemal wyłącznie materiały o stałym przekroju. Nagrzewanie materiałów o przekrojach zmiennych jest w zasadzie możliwe, lecz mało stosowane, ze względu na trudności wykonania urządzeń pomocniczych.

Urządzenia elektrolityczne. Materiały umieszcza się jako katodę w wannie napełnionej roztworem sody. Czas nagrzewu jest bardzo krótki, a grzanie nie powoduje wcale powstawania zgorzeliny. Sposobem tym nagrzewać można materiał o średnicy od 10 do 40 mm. Konstrukcja urządzenia jest prosta. Ogrzewanie następuje przy pomocy prądu stałego.

3. Oczyszczanie ze zgorzeliny

Materiały nagrzewane w piecach komorowych powinny być przed kuciem oczyszczone ze zgorzeliny, natomiast materiały nagrzewane elektrycznie i w atmosferze ochronnej mogą być przekuwane bezpośrednio po grzaniu.

W nowoczesnych kuźniach zgorzelina usuwana jest mechanicznie lub hydraulicznie. Oczyszczanie materiału ze zgorzeliny sposobem mechanicznym, przy pomocy wirujących szczotek, nie jest całkowite, dlatego też jest mało stosowane. Najbardziej rozpowszechniony w nowoczesnych kuźniach jest sposób usuwania zgorzeliny przy pomocy urządzenia hydraulicznego, działającego na następującej zasadzie:

Woda o ciśnieniu $50 \div 150$ atm uderza cienkimi strugami na nagrzaną powierzchnię, usuwając zgorzelinę działaniem dynamicznym i termicznym. Czas trwania oczyszczania wynosi $1,5 \div 3$ sekund. Jakość oczyszczania jest wysoka, a zgorzelina odpada w zupełności. Ostatnio przeprowadzane są próby usuwania zgorzeliny przy pomocy ultra-dźwięków.

4. Chłodzenie odkuwek

Niewłaściwe chłodzenie po matrycowaniu nagrzanego odkuwki powoduje powstawanie pęknięć, zwłaszcza odkuwek ze stali wysokowęglowych i stopowych.

W przypadku nierównomiernego stygnięcia odkuwki powstają naprężenia wewnętrzne, które mogą spowodować jej pęknięcia i skrzywienie. Odkuwki wykonane z materiału czułego na gwałtowną zmianę temperatury w kuźniach o prymitywnych urządzeniach umieszcza się w dołach lub skrzyniach izolacyjnych. W kuźniach nowoczesnych, o produkcji masowej, materiały przechodzą bezpośrednio po kuciu do specjalnych komór, w których stygną zgodnie z żadaną charakterystyką stygnięcia materiału, albo są bezpośrednio poddawane obróbce cieplnej.

5. Maszyny kuzienne

W większości kuźni matrycowych dominują dotychczas wszelkiego rodzaju młoty, które stopniowo wypierane są przez prasy i kuźniarki.

Obecnie stosowane są młoty: 1) tarciove (deskowe, pasowe, linowe), 2) parowe (spadowe i przeciwbieżne).

Młoty tarciove, najczęściej deskowe, są bardzo rozpowszechnione, nawet w krajach wysokoprzemysłowych, w kuźniach o produkcji mało i średnio seryjnej. Przy produkcji wielkoseryjnej i masowej szersze zastosowanie znajdują znacznie wydajniejsze **młoty parowo-powietrzne**, które są pełnowartościowymi, uniwersalnymi maszynami. **Młoty parowe przeciwbieżne** nie są młotami tak uniwersalnymi, jak normalne młoty parowe. Stosowane są one w nowoczesnych kuźniach jedynie do wykonywania pewnych rodzajów odkuwek, jak: piasty, wały korbowe itp., które to odkuwki obecnie produkowane są coraz częściej na prasach kuziennych.

Dużo uwagi poświęca się przy budowie nowych kuźni właściwemu wykonaniu **fundamentów** pod młoty. O ile w pobliżu kuźni znajdują się oddziały, posiadające precyzyjne maszyny lub urządzenia czułe na wstrząsy, stosuje się specjalne fundamenty tłumiące drgania. Fundamenty te są znacznie droższe w wykonaniu od fundamentów normalnych, jednakże dają w wielu przypadkach znaczne korzyści.

W krajach uprzemysłowanych młoty kuźni matrycowych napędzane są wyłącznie sprężonym powietrzem, które w stosunku do pary posiada następujące zalety:

- 1) znacznie niższy koszt eksploatacyjny,
- 2) możliwość natychmiastowego uruchomienia młotów,
- 3) brak wody kondensacyjnej i usunięcie strat, powstających w garnkach kondensacyjnych,
- 4) oszczędność na szczeliwie,
- 5) mniejsze zużycie materiałów izolacyjnych.

Napęd młotów przy użyciu pary może być uzasadniony jedynie w tym przypadku, gdy zakład wytwarza dużą ilość pary dla swej produkcji, a ilość pary potrzebna dla kuźni jest mała, lub o ile może być wykorzystana para np. z turbin przeciw-prężnych.

Przed kilkunasty laty starano się w różnych krajach pobijać rekordy przez wykonywanie coraz większych młotów matrycowych. W nowoczesnych kuźniach matrycowych nie stosuje się zasadniczo młotów ponad 10 ton. Miejsce młotów zajmują stopniowo wszelkiego rodzaju prasy. Są to prasy czysto mechaniczne i prasy szybkobieżne hydrauliczno-powietrzne. Co raz szersze zastosowanie znajdują kuźniarki.

Rozpowszechnienie się pras tłumaczyć należy ich wysoką wydajnością, dokładnością wykonania odkuwek oraz mniejszym zużyciem materiałów wyjściowych.

Z maszyn pomocniczych, przy produkcji małego i średnio seryjnego, stosowane są młoty do kucia wstępnego, najczęściej sprężarkowe. Wydajność tych młotów ze względu na to, że odkuwki są kute swobodnie, jest niewielka.

Przy produkcji wielkoseryjnej zamiast swobodnego kucia na młotach stosuje się bardzo wydajne szybkobieżne kowarki nie wymagające wykwalifikowanej obsługi.

Do wstępnego kucia nowoczesne kuźnie stosują w dość szerokim zakresie walce kuciennne, zastępujące w pewnych przypadkach lekkie młoty. Wydajność takich walców jest wysoka, gdyż jest 8 ÷ 10-krotnie większa niż młotów. Wykonywanie gotowych odkuwek na walcach jest racjonalne jedynie przy produkcji wielkoseryjnej. W nowoczesnych kuźniach stosowane są również walce o wałkach wiszących, kształtujących wstępnie materiał bezpośrednio przy młocie tak, że odkuwka może być wykonana przy jednym nagrzananiu.

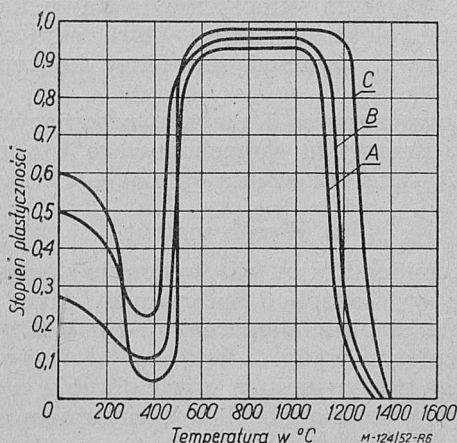
Na prasach do kucia zastosowano w wielu przypadkach metodę tłoczenia wypływowego takich przedmiotów, które dotychczas wykonywane były jedynie na młotach. Dzięki zastosowaniu tej metody produkcja wzrosła kilkakrotnie w porównaniu z produkcją na

młotach. Przykład tłoczenia wypływowego przedstawia rys. 5.

W kuźniach nowoczesnych wykonuje się obecnie koła zębate przez walcowanie na gorąco. Metoda ta stosowana jest tylko w produkcji masowej, ze względu na konieczność użycia specjalnych maszyn. Zaletą kół zębatych wykonanych tą metodą jest duża wytrzymałość, gdyż włókna nie są poprzecinane, jak to ma miejsce przy obróbce skrawaniem z półfabrykatów kutech. Wydajność maszyn do walcowania kół zębatych jest ok. 100 razy większa niż maszyn skrawających.

6. Kalibrowanie odkuwek

Przemysł motoryzacyjny i lotniczy stawia kuźniom wysokie wymagania co do dokładności wykonania odkuwek. W tym celu pewne odkuwki podlegają kalibrowaniu odnoszącemu się do niektórych lub wszystkich płaszczyzn przedmiotu. Tą drogą osiągnąć można dokładność do 0,05 mm.



Rys. 6. Wpływ temperatury na zmianę stopnia plastyczności. A — stal miękka, B — stal półtwarda, C — stal twarda.

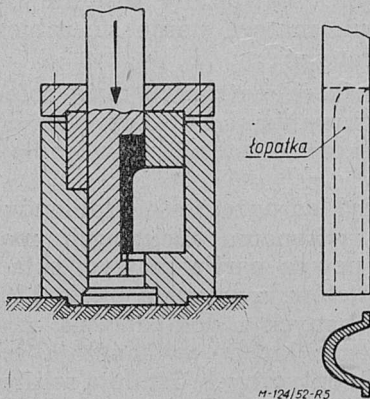
Operacje te wykonuje się na prasach kolanowych na zimno lub na gorąco, w temperaturach zapewniających dużą plastyczność materiału. Nie należy kalibrować w temperaturze 300 — 350°, ponieważ w tych granicach materiał jest mniej plastyczny niż w temperaturze otoczenia (rys. 6).

Kalibrowanie wykrywa ponadto wadliwe wykonanie odkuwki, gdyż w przypadku zanieczyszczonego materiału lub niewłaściwej obróbki cieplnej, powodującej powstawanie niewidocznych rys, odkuwka pęka w czasie kalibrowania.

7. Oczyszczanie odkuwek

Odkuwki po wyjściu z kuźni muszą być oczyszczone ze zgorzeli. Zabieg ten jest nieodzowny przed obróbką skrawaniem i przed kalibrowaniem.

Do oczyszczania stosuje się metodę mechaniczną — piaskowanie i chemiczną — trawienie. Nowoczesne kuźnie stosują piaskownice bębnowe, działające automatycznie, a dla odkuwek dużych — piaskownice ze sto-



Rys. 5. Wyrób łopatek turbinowych metodą tłoczenia wypływowego

łem obrotowym. W piaskownicach stosuje się jedynie piasek stalowy. Piaskowanie utwardza nieco powierzchniowo materiał i zmniejsza nieznacznie wymiary odkuwek. Ponieważ piaskowanie czyni rysy niewidocznymi, celem wykrycia ich odkuwkę należy wytrawić.

Trawienie jest najdoskonalszym sposobem oczyszczania odkuwek ze zgorzeliny; materiał trawiony nie ulega zmianom wymiarowym, a wszelkie rysy i pęknięcia są dobrze widoczne.

Nowoczesne trawialnie posiadają kąpiele ze stałą koncentracją kwasu, dzięki czemu czas trawienia jest krótki, wynosi bowiem $15 \div 20$ min. Urządzenie do stałej koncentracji kwasu usuwa z kąpeli kryształy siarczanu żelaza i uzupełnia zużyty kwas. Z tego powodu zużycie kwasu, który zostaje całkowicie wykorzystany jest o wiele mniejsze.

Przyspieszenie trawienia można uzyskać przez zainstalowanie urządzenia do poruszania koszami. Dalszym ulepszeniem trawienia jest trawienie elektrolityczne, które skraca czas trawienia i wymaga mniejszej koncentracji kwasu.

W nowoczesnych kuźniach, pracujących dla potrzeb przemysłu samochodowego, stosuje się automatyczne urządzenia do ciągłego trawienia.

8. Wyrób matryc

W kuźniach krajowych wykonuje się grawury matryc w blokach dostarczanych przez huty w stanie cieplnie ulepszonym. Sposób ten ma swoje zalety i wady. Zaletą jest to, że grawura nie ulega skrzywieniu w czasie obróbki cieplnej, wadą jest trudna obróbka skrawaniem bloku o $R_r = 120 \text{ kG/mm}^2$.

Kuźnie nowoczesne wykonują grawury w wyżarzanych blokach matrycowych, a następnie blok ulepszają cieplnie. Matryce tak wykonane posiadają większą żywotność, gdyż mogą być ulepszone do wyższej wytrzymałości, niż matryce ulepszone przed wykonaniem grawury.

Trudność ulepszania bloków matrycowych polega na tym, że czas obróbki bloku wynosi przeciętnie około 50 godzin, wobec czego hartowanie narzędziowe musi być stosunkowo duże.

W kuźniach do produkcji wielkoseryjnej i masowych te same matryce muszą być w ciągu roku wykonywane dziesiątki i setki razy.

Matryce małe i średnie wykonuje się w tym przypadku przez odkucie. Dają one ogromną oszczędność materiału i robocizny, ponadto są znacznie wytrzymalsze od matryc frezowanych, ponieważ włókna nie są poprzecinane. Wykonanie ich wymaga zaledwie 25% obróbki mechanicznej w porównaniu z matrycami frezowanymi.

Matryce kute wykonuje się przy pomocy patrycy. W wypadku, gdy chodzi o ilość matryc rzędu setek, wykonuje się pra-matrycę,

w której odkuwa się pra-patryce. Pra-patrycami wykonuje się matryce dla patryc, a patrycami wykuwa się poszczególne matryce do produkcji.

Grawury muszą mieć bardzo gładką powierzchnię (lustrzaną), aby zwiększyć żywotność matrycy. W tym celu stosuje się również chromowanie grawury, na skutek czego zmniejsza się współczynnik tarcia. Grubość warstwy chromu wynosi $0,01 \div 0,03 \text{ mm}$. Chromowanie stosowane jest przede wszystkim w matrycach na prasy i kuźniarki.

W nowoczesnych kuźniach stosuje się w szerokim zakresie wkładki z węglików spiekanych do matryc, pras i kuźniarek. Istnieją stopy spiekane, które posiadają ogromną wytrzymałość na obciążenia dynamiczne. Są to stopy wolframowo-kobaltowe, zawierające ponad 20% kobaltu. Żywotność tych matryc jest około 50 razy większa, niż matryc z najlepszych stali narzędziowych.

Matryce do produkcji małoseryjnej wykonywane w jednej sztuce obrabia się na frezarce sterowanej ręcznie.

Przy produkcji wielkoseryjnej matryce wykonuje się na frezarko-kopiarkach. Przy masowej produkcji mniejszych odkuwek stosuje się matryce kute.

Najbardziej rozpowszechnione są frezarki systemu Keller, sterowane elektrycznie, o wrzecionie poziomym. Frezarki wykonują grawurę z modelu. W kuźniach o produkcji masowej, często kilka wrzecion koparki wykonuje tę samą grawurę, wszystkie z jednego modelu.

Ostatnio, zamiast modelu normalnego, zastosowano do kierowania grupy maszyn taśmę, na której utrwalony jest kształt odkuwki. W ten sposób cała grupa maszyn obsługiwana jest przez jednego człowieka.

Obecnie czynione są próby zastosowania do wyrobu matryc metody elektro-erozyjnej. Pierwsze próby przeprowadzone zostały w jednej z kuźni krajowych. O ile metoda ta da realne wyniki, to problem wykonania matryc, jeden z najcięższych w kuźnictwie matrycowym, rozwiązany zostanie radykalnie, a wykonanie matryc stanie się zabiegiem stosunkowo łatwym.

Przy kuciu w matrycach dużą rolę odgrywa sprawa wykonania szablonów do kontroli odkuwek w czasie kucia i sprawdzania odkuwek zimnych.

Jako przykład dużej ilości szablonów koniecznych do wykonania niektórych matryc podamy, że pewna partia matryc, składająca się z 16 kompletów, wymagała około 1200 szablonów, wykonanych z dokładnością $\pm 0,01 \text{ mm}$.

Nowoczesne kuźnie wykańczają szablony na szlifierkach optycznych. Istnieją szlifierki, które kopiuja z rysunku wykonanego w dużej skali 50 : 1.

Inż.-mech. KAZIMIERZ BOSIACKI

SMAROWANIE MŁOTÓW PAROWO-POWIETRZNYCH I SPRĘŻARKOWYCH

Artykuł omawia zasadnicze rodzaje smarowania młotów parowo-powietrznych i sprężarkowych, a mianowicie: centralne smarowanie grup młotów, centralne smarowanie pojedynczego młota, punktowe smarowanie części trących młota. Podane są również rozwiązania konstrukcyjne stosowanych urządzeń oraz wskazówki dotyczące eksploatacji.

Wstęp

Niedostateczne smarowanie części trących młota powoduje znaczne ich zużycie, wskutek czego czas pracy takich części jak tulei cylindrowej, pierścieni, tłoka, stojaków, płyty podcylindrowej, prowadnic bijaka itp. znacznie obniża się, powodując konieczność przedwczesnego remontu młota.

Części młota których smarowanie jest konieczne, ze względu na charakter pracy dadzą się podzielić na:

a) części poruszające i trące się wzajemnie — tłok z pierścieniami tulei cylindra, bijak w prowadnicach, suwak i dławik w tulei, zawory, dźwignie układu sterowania w miejscach obrotu itp.

b) części o ograniczonym przesunięciu w miejscach ich połączeń — stojaki w szabocie z klinami do regulowania stojaków, płyta podcylindrowa na stojakach i cylinder na płycie podcylindrowej, prowadnice i kliny prowadnic w wybraniu stojaków, matryca w obsadzie matryc i obsada matryc w szabocie itp.

W młotach stosowane są trzy systemy smarowania:

- 1) centralne smarowanie grupy młotów,
- 2) centralne smarowanie pojedynczego młota,
- 3) punktowe smarowanie części trących młota.

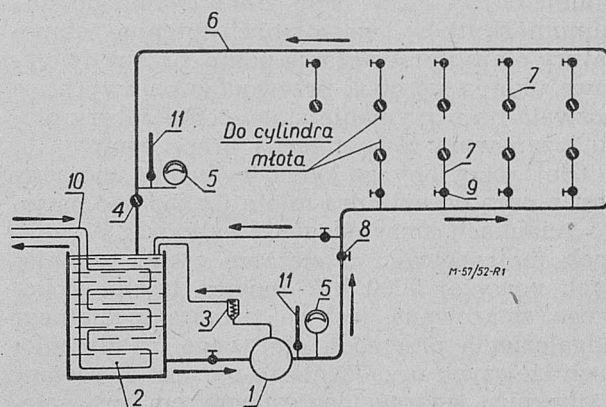
W dalszym ciągu omówimy każdy z tych systemów smarowania oraz układ i konstrukcję urządzeń do smarowania.

1. Centralne smarowanie grupy młotów

W nowoczesnych dużych kuźniach do kucia swobodnego i matrycowego wprowadzone zostało centralne smarowanie grupy młotów, jako najbardziej racjonalne ze względu na możliwość zastosowania już nie przyrządów do smarowania, lecz maszyn i urządzeń zaopatrzonych w dokładne przyrządy do pomiaru ciśnień w przewodach, umożliwiających kontrolowanie właściwego działania całego urządzenia centralnego smarowania. Centralny układ smarowania składa się zwykle z pomp, znajdujących się w osobnym pomieszczeniu oraz przewodów olejowych doprowadzających smar do każdego z młotów. Zazwyczaj stosowane są pompy zębate napędzane silnikiem elektrycznym. Spotykane są również pompy powietrzne parowe i inne urządzenia do wytwarzania ciśnienia w przewodzie olejowym.

Rys. 1 podaje schemat urządzenia centralnego smarowania grupy młotów w dużej kuźni.

Urządzenie to składa się z pompy zębatej 1 wysokiego ciśnienia, zbiornika oleju 2 o pojemności 500 kg, zaworu bezpieczeństwa 3, zaworu przelotowego 4, manometrów 5, głównego przewodu olejowego 6 o zamkniętym obiegu z odgałęzieniami do każdego młota. Pompa połączona jest głównym przewodem olejowym poprzez zawór 8. Ilość oleju doprowadzanego do każdego młota regulowana jest zaworami 9.



Rys. 1. Schemat centralnego smarowania grupy młotów.

Olej w zbiorniku jest nagrzewany do temperatury $70 \div 80^\circ$ za pomocą wężownicy 10, przez którą płynie para. Temperatura oleju kontrolowana jest termometrami 11, ustawionymi na głównym przewodzie olejowym przy wejściu do zbiornika i wyjściu z pompy. Kontrola temperatury oleju jest rzeczą nader doniosłą, ponieważ w zimie oraz w czasie świąt i przestojów olej może zastygnąć w rurociągu, co powoduje przerwanie smarowania młotów.

Pompa 1 jest napędzana od silnika elektrycznego o mocy 3 kW (1000 obr/min) i wytwarza nadciśnienie 40 at. Główny przewód olejowy wykonany z rur kotłowych (bez szwu) o wymiarach $33 \times 3,5$ mm przeprowadzony jest wokół ścian kuźni. Odgałęzienia do młotów wykonane są ze stalowych rur bez szwu 16×3 mm. Ciśnienie oleju w głównym przewodzie jest regulowane zaworem 4, umieszczonym w końcu przewodu i kontrolowane za pomocą manometrów 5, ustawionych na początku i końcu tego przewodu.

Odgałęzienia wpawane są do rurociągu doprowadzającego świeżą parę do młota w odległości $300 \div 350$ mm od zaworu dławiącego. Olej doprowadzony jest do przewodu parowego przez odgałęzienie (rys. 2), posiadające końcówkę — rozpylacz o średnicy $3 \div 5$ mm. Ciśnienie w

głównym przewodzie olejowym utrzymywane jest w granicach $10 \div 12$ atn, przy ciśnieniu $7 \div 9$ atn świeżej pary doprowadzanej do zaworu dławiącego młota. Ta nadwyżka ciśnienia zapewnia należyte dostarczenie i rozpylenie oleju w przewodach parowych wszystkich młotów.

W zimie, kiedy olej gęstnieje, dla uzyskania $10 \div 12$ at ciśnienia w końcu przewodu, ciśnienie tłoczenia pompy powinno wynosić co najmniej $22 \div 24$ at. W celu zmniejszenia do minimum skutków, wywołanych zmianą temperatury oleju i przeciążania pomp, przewody olejowe układa się obok przewodów parowych, co pozwala na utrzymanie stałej temperatury oleju i zapewnia równomierną pracę pomp.

Olej rozpylony za pomocą dyszy unoszony jest z parą do cylindra młota i osiadając na jego ściankach smaruje gładź cylindra. W młotach matrycowych o ciężarze części spadających powyżej 5000 kG dławica trzona tłokowego smarowana jest za pomocą specjalnego odgałęzienia przewodu olejowego. Przy młotach lżejszych urządzenie to nie jest stosowane i dławica smarowana jest smarem spływającym ze ścianek cylindra.

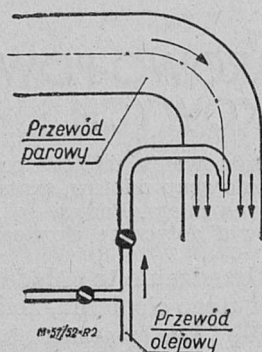
Odgałęzienia przewodu olejowego prowadzące do młota mogą być również doprowadzone nie bezpośrednio do punktów smarowania młota, lecz do rozdzielacza oleju ($6 \div 12$ punktowego), skąd olej jest rozprowadzany do poszczególnych punktów smarowania, jak przy centralnym smarowaniu jednego młota (patrz p. 2).

Przy uruchamianiu młota po kapitalnym remoncie lub uruchomieniu nowego młota ilość oleju należy zwiększyć na czas docierania się części trących. Należy również zwiększyć ilość smarów po długich przestojach młotów, ponieważ do chwili nagrzania się zimnych ścianek cylindra znaczna ilość pary ulega skropleniu, utrudniając smarowanie.

Zawory regulujące powinny być tak nastawione, żeby zapewniały dostarczanie oleju do smarowania młotów w ilościach podanych w tablicy I.

TABLICA I

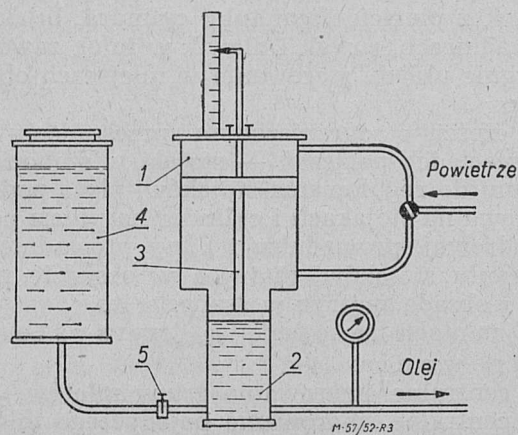
Ciężar spadających części młota w kG	Wydatek oleju w kg do smarowania tulei cylindra, suwaka i dławicy na 2 zmiany po 8 godz.	Wydatek oleju w kg na 1 tonę części spadających młota
900	$4,5 \div 5,0$	$5 \div 5,6$
1350	$5,6 \div 6,2$	$4,2 \div 4,6$
1800	$6,4 \div 7,2$	$3,6 \div 4$
2700	$7,0 \div 7,8$	$2,6 \div 2,9$
3600	$7,8 \div 9,1$	$2,2 \div 2,5$
5400	$10,8 \div 12,0$	$2,0 \div 2,2$



Rys. 2. Schemat urządzenia do rozpylania oleju w przewodzie parowym.

Jak widać z liczb podanych w tablicy, wydatek oleju na 1 tonę części spadających młota zmniejsza się znacznie wraz ze zwiększeniem ciężaru części spadających, obniżając koszty eksploatacji szczególnie na korzyść młotów ciężkich.

Centralny układ smarowania z pompą powietrzną tłokową podaje rys. 3. Układ ten pracuje całkowicie zadanawiająco w dużej kuźni jednego z Zakładów Budowy Maszyn ZSRR. Powietrzna pompa tłokowa (konstrukcji inż. I. I. Lerner) składa się z cylindra powietrznego 1, cylindra olejowego 2, tłoczyska 3 z dwoma tłokami, zbiornika na olej 4 i przewodów olejowych, zaopatrzonych w zawory. Pomiedzy zbiornikiem 4 i cylindrem 2 ustawiony jest zawór zwrotny 5. Cylinder powietrzny jest dwustronnego działania — przy ruchu w górę olej jest zasysany do cylindra olejowego 2, a przy ruchu w dół tłoczony do głównego przewodu olejowego.



Rys. 3. Schemat tłokowej pompy olejowej poruszanej sprężonym powietrzem.

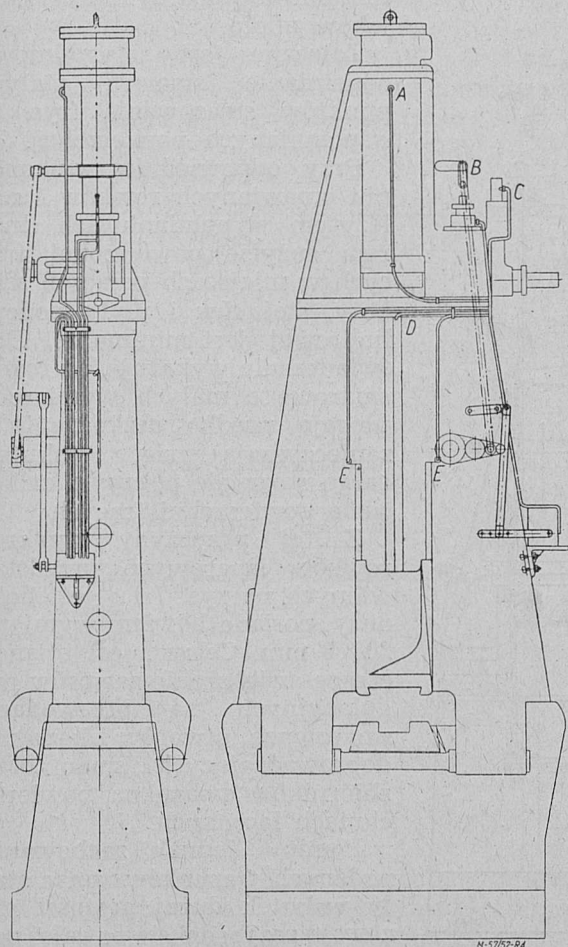
Średnice cylindrów powietrznego i olejowego dobierane są w ten sposób, ażeby ciśnienie oleju było większe o $3 \div 5$ atn od ciśnienia pary dolotowej, co zapewnia pokonanie oporów przepływu oleju do młota i należyte jego rozpylenie w rurze doprowadzającej parę (przed dławikiem).

Zaletą tego układu smarowania jest pewność pracy pompy powietrzno-olejowej, która jest maszyną wolnobieżną i może jedynie po zmianie skórzanych uszczelki pracować bez remontu przez dłuższy okres czasu.

2. Centralne smarowanie pojedynczego młota

Na rys. 4 podany jest schemat centralnego smarowania młota matrycowego. Pompa tłocząca olej jest ustawiona na wsporniku przykręconym do prawego stojaka młota. Olej za pomocą oddzielnych rurek doprowadzony jest od pompy do następujących punktów smarowania: A — cylinder młota, B — zawór suwakowy, C — dławik młota, D — dławica trzonu tłokowego, E — prowadnice bijaka.

Pozostałe części trące omówione na początku artykułu podlegają indywidualnemu smarowaniu, które omówimy dalej.



Rys. 4. Schemat smarowania młota matrycowego.

Rys. 5 podaje schemat układu smarowania młota matrycowego nieco odmiennej konstrukcji.

Pompka olejowa 5 ustawiona na tylnej stronie prawego stojaka napędzana jest za pomocą cięgna połączonego z dźwignią suwaka. Olej tłoczony przez pompkę doprowadzony zostaje przez rurkę 1 tylko do jednego punktu smarowania, a mianowicie do rury wlotowej świeżej pary przed dławikiem. Olej rozpylany w rurze wlotowej i porywany przez świeżą parę w postaci drobnych kropelek, przechodząc przez dławik i suwak trafia razem z parą do cylindra, smarując jego ścianki.

Smarownice 2 przeznaczone są do smarowania dźwigni i cięgien mechanizmów rozrządu pary.

Punkty 3 wskazują miejsca ręcznego smarowania powierzchni prowadnic i dźwigni szablastej. Przez 4 oznaczone są punkty smarowania smarem stałym powierzchni połączenia płyty podcylindrowej z cylindrem i stojakami oraz stojaków z szabotą.

Rys. 6 przedstawia całkowitą instalację pompy olejowej, umieszczonej na młocie. Pompa

zasilająca 3 ustawiona jest na wsporniku 1 przytwierdzonym do szaboty młota śrubami 2. Do wałka 4 pompy przymocowana jest dźwignia 5 połączona cięgnem 6 z dźwignią wahadłową 7, zamocowaną przegubowo w punkcie 8 do stojaka młota. Drugi koniec dźwigni 7 połączony jest przy pomocy cięgna 9 i łącznika 10 z dźwignią 12, służącą do sterowania rozrządu młota. Dźwignia 12 i wałek suwaka 11 poruszane są w czasie pracy młota przez dźwignie sterowania rozrządu pary lub powietrza. Do pompy 3 przymocowana jest rurka miedziana 13 podtrzymywana przez wspornik 16 przytwierdzony do stojaka młota. Rurka 13 dochodzi do zaworu zwrotnego 14 połączonego z przewodem parowym 15. Wałek 4 pompy wprowadzony jest w ruch w czasie pracy młota układem dźwigni 9, 7, 6, 5.

Doświadczenie wykazało, że pompy ustawione na młocie wskutek wstrząsów i wprowadzania w ruch pompy przez układ dźwigni ulegają częstym uszkodzeniom. Z tej przyczyny pompy olejowe ustawia się czasem na specjalnej konstrukcji ustawionej obok młota. Napęd pompy odbywa się w tym przypadku za pomocą linki stalowej o grubości 5-6 mm. Ustawienie pompy na oddzielnej konstrukcji nie daje jednak również gwarancji dobrego działania pompy wobec zmiennych napięć występujących w linie.

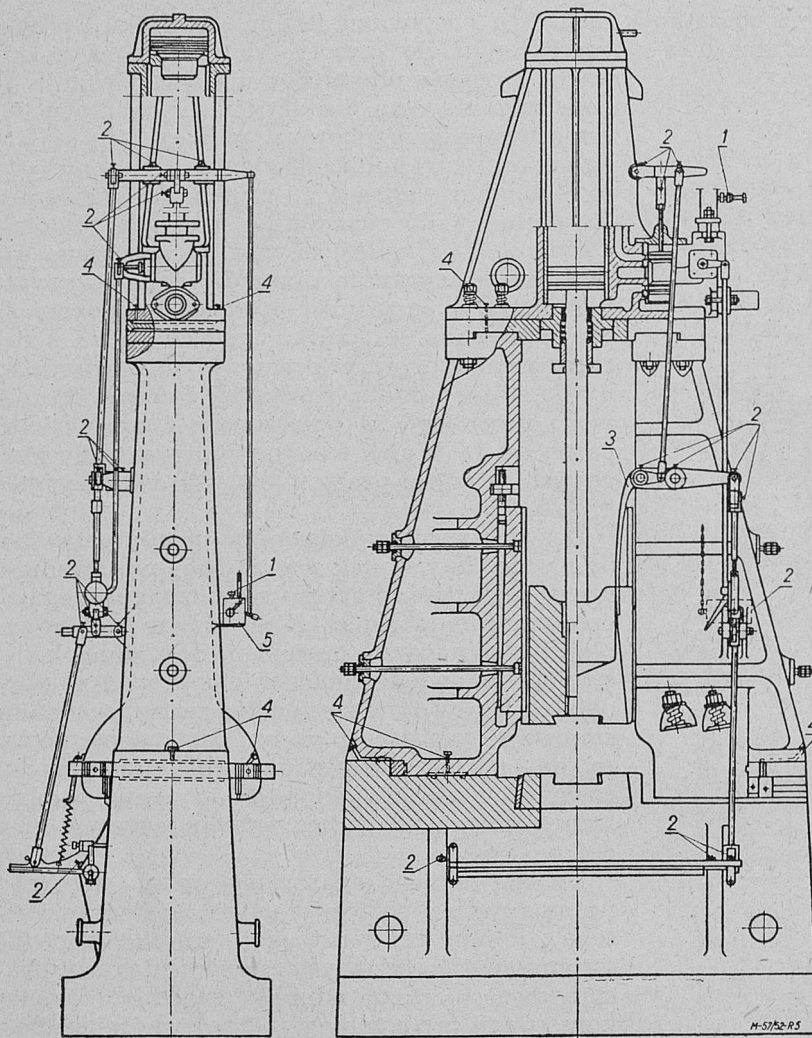
Do centralnego smarowania młota stosowane są również pompy olejowe systemu „Boscha”. Pompy tej konstrukcji, szeroko rozpowszechnione w przemyśle, wykazują wysoką sprawność i niezawodność działania. Zaletą konstrukcji tej pompy jest doprowadzenie oleju bezpośrednio od pompy do poszczególnych punktów smarowania młota bez potrzeby stosowania specjalnego rozdzielacza oleju.

3. Indywidualne smarowanie części trących młota

a) Smarowanie powierzchni oporowych młotów matrycowych

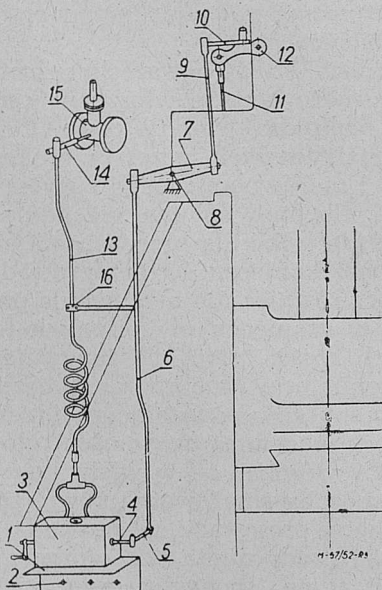
W kuźniach ZSRR powszechne zastosowanie znajduje smarowanie powierzchni oporowych stojaków, cylindra i płyty podcylindrowej w młotach matrycowych, przez co unika się nadmiernego i nierównomiernego zużycia tych powierzchni. Czynnikiem ten ma specjalnie doniosłe znaczenie nie tylko dla przedłużenia czasu pracy młota bez konieczności przeprowadzenia remontu, lecz również dla utrzymania przez dłuższy czas, w granicach przepisanych tolerancji, ruchomych części młota, co zapewnia centralne uderzenie przy kuciu oraz zabezpiecza od ujemnych skutków powstających przez przekoszenie się bijaka w prowadnicach młota.

Należy stwierdzić, że w wielu naszych kuźniach te sposoby smarowania powierzchni oporowych nie są stosowane, co prowadzi do skrócenia czasu pracy młota bez remontu i wadliwej pracy młota, powodującego zwiększenie braków.



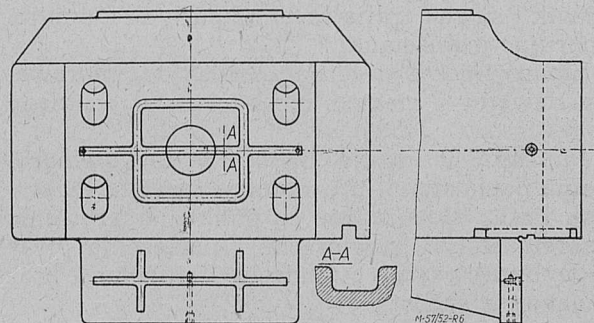
Rys. 5. Schemat smarowania młota matrycowego.

Na rys. 7 podane jest rozmieszczenie i wymiary rowków smarowych na powierzchniach oporowych stojaków młota od strony szaboty, a



Rys. 6 Schemat napędu i instalacji pompy olejowej.

tych przyczyn w dużych kuźniach przetwórczych coraz szerzej stosuje się smarowanie powierzchni oporowych młotów smarem płynnym za pomocą specjalnych smarownic. Rozmieszczenie rowków smarowych w stojaku młota smarowego smarem płynnym przedstawia rys. 8. W celu doprowadzenia oleju do powierzchni oporowych w dolnej części stojaków przewiercone są otwory o średnicy $20 \div 22$ mm trafiające na rowki smarowe umieszczone w powierzchni oporowej.



Rys. 7. Układ rowków smarowych na stojaku młota.

na rys. 8 na powierzchniach płyty podcylindrowej w miejscach jej połączeń z powierzchniami korpusu cylindra i stojaków młota.

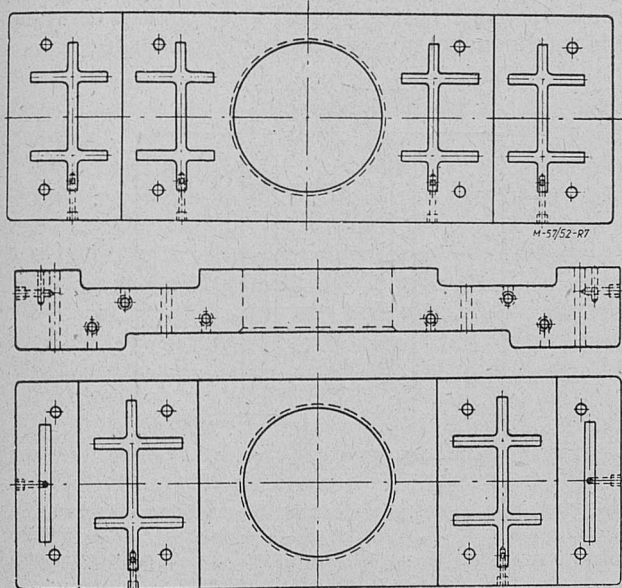
Zalecane jest cotygodniowe napełnianie smarem stałym punktów smarowania (rys. 5) wspomnianych powierzchni.

Przy odpowiednim wykonaniu omawianych rowków i należytem wypełnieniu ich smarem zużycie powierzchni trących w miejscach połączeń szaboty, stojaków i płyty podcylindrowej jest minimalne. Doświadczenie wykazuje, że rowki smarowe o małych wymiarach ulegają prędko uszkodzeniu i zanieczyszczają się, wskutek czego smar nie pokrywa całkowicie powierzchni trących.

Z tej przyczyny przekrój rowków smarowych przedstawionych na rys. 7 i 8 jest dość duży, posiada bowiem wymiary 20×8 mm. Celowe jest równocześnie zwiększenie zaworów regulacyjnych na przewodach smarowych, otworów i kanałów doprowadzających smar oraz zbiorników smaru na powierzchniach łączonych.

Pomimo jednak zachowania podanych warunków smar stały wskutek dużej gęstości nie zawsze rozchodzi się po całej powierzchni oporowej, nawet przy wstrząsach korpusu młota. Z

Do górnego końca otworu wprasowuje się i zaspawa cylindryczną metalową smarownicę z pokrywą. Napełnianie smarownic przeprowadza się 2 ÷ 3 razy dziennie. Przy wstrząsach korpusu w czasie pracy młota, olej prędko rozchodzi się po całej smarowanej powierzchni oporowej. Dużą zaletą smarowania płynnym smarem jest zmywanie przez płynący olej zgorzeliny z powierzchni oporowych i znaczne zmniejszenie przez to stopnia ich zużycia.

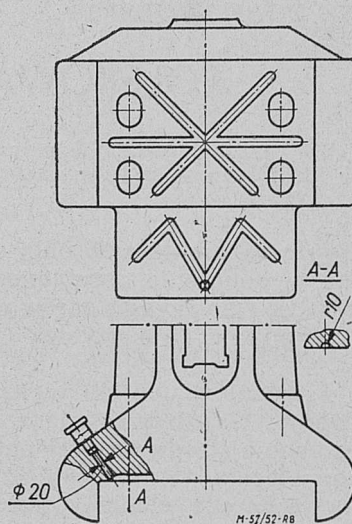


Rys. 8. Układ rowków smarowych w płycie podcylindrowej.

Smarowanie oporowych powierzchni cylindra, płyty podcylindrowej i górnych powierzchni stojaków przeprowadzamy w sposób podobny.

b) *Smarowanie pryzm przewodnic i prowadzenia dźwigni szablastej w bijaku młota*

Wobec nagrzewania się przewodnic wskutek promieniowania ciepła od odkuwek i nagrzanego bijaka smar długo nie utrzymuje się na pryzmach, mając tendencję do ściekania w dół. Przy mimośrodowych uderzeniach powstają znaczne siły rozpierające przewodnice, które powodują wyciskanie smaru i zgarnianie go w dół przez opuszczający się bijak.



Rys. 9. Układ rowków smarowych na stojaku smarowanym smarem płynnym.

Z tej przyczyny do smarowania pryzm przewodnic i prowadzenia dźwigni szablastej w bijaku należy stosować olej zawierający związki żywiczne o dużej gęstości i lepkości.

Smarowanie przewodnic (5 ÷ 6 razy w czasie 8 godz.) przeprowadzamy specjalnie przeznaczonym do tego celu pędzlem lub szczotką, pokrywając olejem obie powierzchnie pryzm na całej długości.

c) *Smarowanie przegubów mechanizmu sterowania młota*

Mechanizm sterowania nowoczesnych młotów składa się z układu ruchomych cięgien i dźwign, połączonych przegubowo za pomocą tulei i czopów. Ruchome przeguby smarowane są za pomocą smarownic napełnionych stałym smarem. Przy normalnej pracy młota smarowanie przegubów powinno odbywać się co najmniej 2 ÷ 3 razy na tydzień.

Dla zwiększenia trwałości zostały zastosowane w przegubach igiełkowe łożyska toczne, przy czym koszt ich wykonania został pokryty w ciągu 4 — 5 miesięcy, wskutek zmniejszenia wydatków na wykonanie i zamianę zużytych tulei i czopów.

INŻYNIEROWIE I TECHNICY

36 tysięcy absolwentów wyższych i średnich szkół technicznych kończy w roku bieżącym swe studia, aby jako młodzi inżynierowie i technicy stanąć w naszych szeregach do pracy produkcyjnej dla realizacji Planu 6-letniego.

Naszym obowiązkiem jest otoczyć ich serdeczną, koleżeńską opieką, dbać o właściwy przydział pracy, zapewniający pełne wykorzystanie ich wiadomości, możliwości stałego podnoszenia kwalifikacji dla jak najszybszego przejścia do pracy całkowicie samodzielnej.

Wciągajcie młode kadry techniczne do pracy w kołach zakładowych NOT i w stowarzyszeniach branżowych.

Inż. JANUSZ DOBROWOLSKI

POLEROWANIE ELEKTROLITYCZNE

Artkuł podaje w przystępnej formie podstawowe wiadomości o procesie polerowania elektrolitycznego, a więc: zasady procesu, technikę wykonywania, zalety i wady oraz zakres stosowania.

Podstawowym warunkiem obróbki dokładnej jest staranne wykończenie obrabianego przedmiotu. Otrzymuje się wówczas zarówno większą dokładność wymiarów oraz wyższą odporność na korozję.

Jednym z rodzajów obróbki wykańczającej jest polerowanie. Najbardziej znane i do niedawna powszechnie stosowane jest polerowanie mechaniczne, polegające na zbieraniu z powierzchni obrabianej bardzo cienkiej warstwy metalu rzędu kilku do kilkunastu mikronów za pomocą tarcia materiałami polerniczymi.

Operacja ta jest trudna i uciążliwa, wymaga zarówno wykonawcy o wysokich kwalifikacjach jak i długiego czasu obróbki. W związku z tym operacja ta stanowi dużą przeszkodę w produkcji seryjnej i masowej powodując t. zw. wąskie gardło produkcji. Usunąć je można tylko przez zwiększenie ilości stanowisk polerowniczych, co z kolei zwiększa koszty produkcji. Jeżeli dodamy do tego trudność polerowania przedmiotów o skomplikowanych kształtach oraz powstawanie na polerowanej powierzchni bezpostaciowej warstwy Beilby'ego¹⁾ mogącej być powodem złego przylegania warstw ochronnych, lub ułatwiającej korozję, oraz zacieranie się powierzchni niektórych metali, jak np. aluminium, ołowiu, to musimy przyznać, że proces ten pozostawia wiele do życzenia i powinien być zastąpiony innym, doskonalszym.

Nic więc dziwnego, że usilnie poszukiwano innego sposobu obróbki, któryby mógł chociaż częściowo zastąpić dotychczasowe polerowanie mechaniczne. Nowo opracowaną metodą jest polerowanie elektrolityczne.

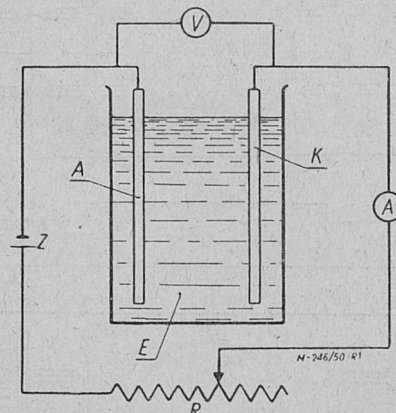
Pierwsze wzmianki o polerowaniu elektrolitycznym datują się od ubiegłego ćwierćwiecza. Od tego czasu proces ten ulegał ciągłym zmianom i ulepszeniom. Obecnie elektropolerowanie opracowano już dla wielu metali i jest ono stosowane na skalę przemysłową. Tak np. w Związku Radzieckim polerowanie elektrolityczne jest powszechnie stosowane w wielu gałęziach przemysłu.

1. Zasada procesu elektropolerowania

Polerowanie elektrolityczne jest zabiegiem elektrochemicznym wykonywanym w wannie napełnionej elektrolitem, przy czym przedmiot polerowany jest umieszczany jako anoda (rys. 1).

¹⁾ Warstwa Beilby'ego (nazwa pochodzi od nazwiska odkrywcy) jest to powierzchniowa warstwa metalu zniekształcona w wyniku rozdrobnienia kształtów metalu na skutek obróbki mechanicznej. W zależności od obróbki i rodzaju metalu jest ona różnej grubości — od dziesiątków do setek tysięcy atomów.

Proces elektrolitycznego polerowania metali dotychczas nie jest całkowicie zbadany. Nie istnieje również teoria, któraby wyjaśniła wszystkie zachodzące w tym procesie zjawiska.



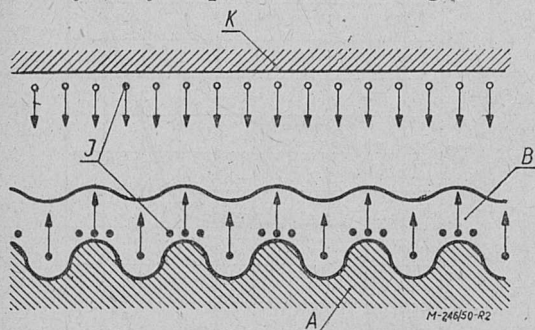
Rys. 1. Schemat urządzenia do elektropolerowania. A — anoda, K — katoda, E — elektrolit, Z — źródło prądu stałego, V — woltomierz, A — amperomierz, R — opór regulowany

Polerowanie elektrolityczne jest poniekąd procesem odwrotnym do elektrolitycznego powlekania. Istota tej metody polega na tym, że przedmiot przeznaczony do polerowania umieszcza się jako anodę w wannie z odpowiednio dobranym elektrolitem. Przy określonych warunkach gęstości prądu, temperatury i czasu trwania procesu, zachodzi anodowe rozpuszczanie wierzchołków chropowatości obrabianej powierzchni, przez co staje się ona gładka i połyskliwa.

W procesie elektrolitycznego polerowania tworzy się na powierzchni przedmiotu cienka ciągła błonka, powstała z produktów elektrolitu i soli rozpuszczonego metalu, odznaczająca się słabą przewodnością elektryczną. Błonka ta jest grubsza we wgłębieniach, a cieńsza i łatwo rozrywająca się na wierzchołkach chropowatości obrabianej powierzchni (rys. 2). Wgłębienia powierzchni na skutek zarówno grubszej błonki jak i silniejszej polaryzacji t. j. gromadzenia się jonów lub pęcherzyków gazowych w warstwie przyanodowej, stają się pasywne t. j. odporne na działanie prądu elektrycznego, wskutek czego rozpuszczają się tylko w bardzo niewielkim stopniu. W związku z tą pasywnością wgłębienia anody, niemal cały rozporządzalny prąd koncentruje się na atakowanie wierzchołków chropowatości anody, przez co następuje szybkie ich rozpuszczenie.

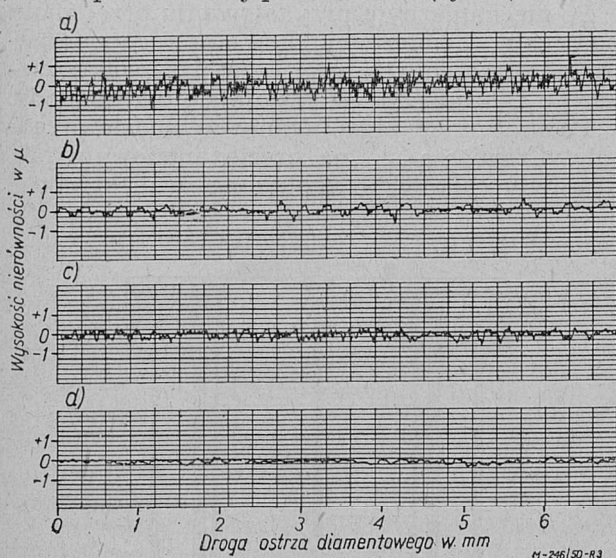
Jak widać w procesie elektrolitycznego polerowania anoda musi być jednocześnie dobrze

rozpuszczalna na wierzchołkach powierzchni i jak najmniej rozpuszczalna na wgłębieniach.



Rys. 2. Zasada elektrolitycznego polerowania. A — anoda, K — katoda, J — jony, B — błona anodowa.

Według innej teorii zjawiska elektrolitycznego polerowania zachodzą na skutek różnego ilościowo odrywania się atomów metalu. Atomy wierzchołków chropowatości powierzchni wymagają mniejszej energii na przejście do roztworu w postaci jonowej niż znajdujące się we wgłębieniach, zarówno dlatego, że są słabiej powiązane z sąsiednimi atomami jak i dlatego, że mają cieńszą warstwę przyanodową do przebicia. Tym sposobem wierzchołki chropowatości powierzchni ulegają szybszemu rozpuszczaniu od wgłębień, przy czym, jeżeli różnice między nimi są w granicach dopuszczalnych dla danego elektrolitu, nastąpi idealne niemal zrównanie elektropolerowanej powierzchni (rys. 3).

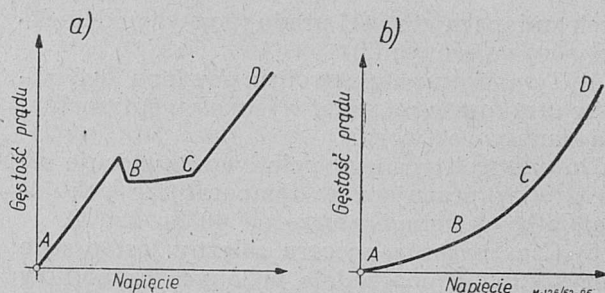


Rys. 3. Profilogramy powierzchni próbek ze stali KNRe (18—8) przed i po elektropolerowaniu uzyskane na profilogramie Bruscha. a — po szlifowaniu tarczą Nr 36, b — jak poprzednio oraz po dziesięciominutowym elektropolerowaniu w elektrolicie fosforowo-glicerynowo-siarkowym, c — po szlifowaniu tarczą Nr 46 i dotarciu przy pomocy proszku szmerglowego 00; d — jak poprzednio oraz po dziesięciominutowym elektropolerowaniu.

2. Parametry elektrolitycznego polerowania

Proces elektrolitycznego polerowania zależy od szeregu czynników, jak:

- 1) skład i koncentracja elektrolitu,
- 2) gęstość prądu,



Rys. 4. Krzywe elektropolerowania. a — krzywa polerowania: miedzi, kobaltu, cynku i ich stopów, b — krzywa polerowania: żelaza, aluminium, niklu, cyny, ołowiu i ich stopów.

- 3) różnica potencjałów na elektrodach,
- 4) temperatura elektrolitu,
- 5) czas trwania procesu,
- 6) intensywność mieszania elektrolitu.

1) *Elektrolity* można podzielić na dwie grupy:

a) elektrolity o małej oporności elektrycznej wymagające napięcia do 30 wolt i

b) elektrolity o dużej oporności elektrycznej; stosowane napięcie wynosi tutaj od 40 — 200 wolt.

Pierwsza grupa elektrolitów stosowana jest dla celów produkcji przemysłowej, druga natomiast w laboratoriach dla celów metalograficznych.

Ze względu na odmienne warunki prądowe (rys. 5) w poszczególnych elektrolitach dzieli się je na dwie grupy: w pierwszej polerować można miedź, kobalt, cynk i ich stopy, a w drugiej aluminium, cynk, żelazo, ołów, nikiel i ich stopy.

2) *Gęstość prądu* czyli natężenie prądu przypadające na jednostkę powierzchni przedmiotu polerowanego elektrolitycznie mierzy się — podobnie jak w procesach galwanotechnicznych — w A/dm² w warunkach przemysłowych i w A/cm² przy polerowaniu szlifów metalograficznych.

Elektrolityczne polerowanie przebiegać musi przy stosowaniu optymalnej w danym elektrolicie gęstości prądu. Stosując gęstość prądu niższą od optymalnej otrzymuje się na ogół powierzchnie trawione. Natomiast gęstość prądu wyższa od optymalnej może spowodować korozję punktową (t. zw. pitting).

3) *Różnica potencjałów na elektrodach* do elektrolitycznego polerowania zależna jest od oporności elektrycznej danego elektrolitu, przy czym przy kontroli elektrycznej procesu gęstością prądu napięcie ustala się każdorazowo w zależności od niej.

W przypadku stosowania elektrolitów, w których krzywa polerowania²⁾ przebiega według rysunku 4a, kontrola warunków elektrycznych procesu odbywa się według wskazań napięcia, które ulega znacznym zmianom przy niewidocz-

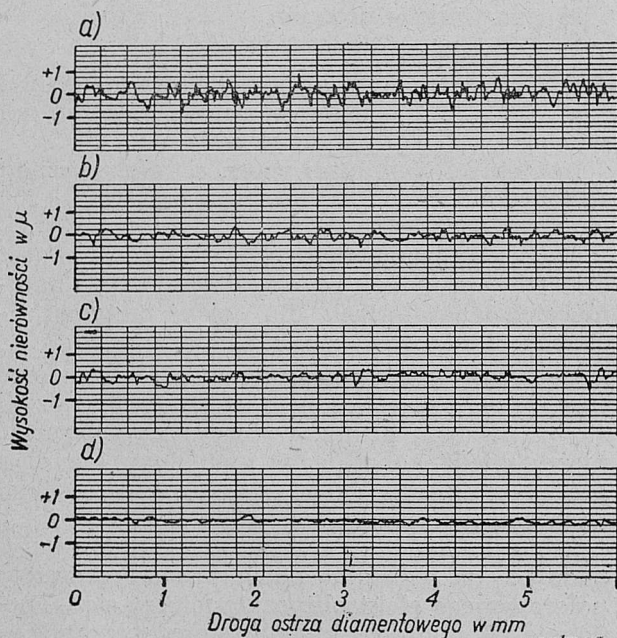
²⁾ Krzywa polerowania anodowego zwana również krzywą polaryzacji anodowej jest to krzywa zależności gęstości prądu od napięcia.

nych zmianach gęstości prądu (poziomy odcinek krzywej polerowania).

4) *Temperatura elektrolitu* powinna być zawsze utrzymana na stałej wysokości, optymalnej dla danego roztworu.

Do elektrolitycznego polerowania stosuje się elektrolity pracujące w temperaturze pokojowej, albo w temperaturze od 40 do 120°C.

5) *Czas trwania procesu* zależy przede wszystkim od poprzednio podanych czynników oraz od stanu powierzchni wyjściowej przedmiotów przygotowanych do elektrolitycznego polerowania. Im gładza jest powierzchnia przed zabiegiem elektropolerowania, tym w krótszym czasie osiąga się pożądaný stan powierzchni (rys. 5).



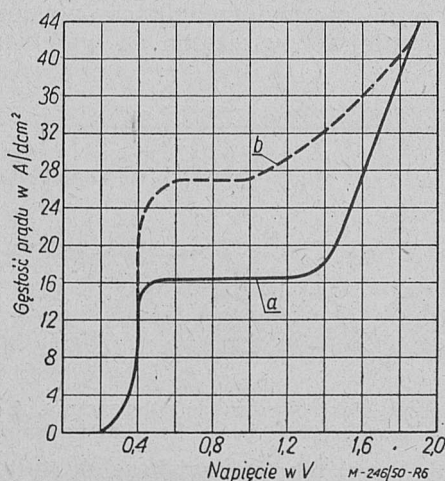
Rys. 5. Profilogramy powierzchni próbek ze stali KNRe (18—8) uzyskane na profilogramie Bruscha, a — po szlifowaniu tarczą nr 46; b — po szlifowaniu tarczą nr 60; c — jak a oraz po dziesięćminutowym elektropolerowaniu w elektrolicie fosforowo-glicerynowo-siarkowym; d — jak b oraz po dziesięćminutowym elektropolerowaniu w elektrolicie fosforowo-glicerynowo-siarkowym.

6) *Mieszanie elektrolitu* niekiedy utrudnia tworzenie się warstwy anodowej powstającej w tych samych warunkach procesu, lecz bez mieszania. Proces przebiega wówczas w dalszym ciągu, jeżeli zastosuje się wyższą gęstość prądu (rys. 6).

Niektóre natomiast elektrolity wymagają mieszania. W elektrolitach tych proces bez mieszania nie może zachodzić lub tworzą się różne defekty powierzchni, z których najczęstszym jest smugowatość powierzchni.

3. Technika wykonywania procesu

Elektrolityczne polerowanie przeprowadza się w wannach wykonanych z materiałów odpornych chemicznie na stosowane elektrolity. Mogą to być wanny z blach stalowych lub drewniane wykładane ołowiem, ze stali kwasoodpor-



Rys. 6. Wpływ mieszania elektrolitu na polaryzację anodową przy elektropolerowaniu miedzi w elektrolicie fosforowym a — bez mieszania, b — z mieszaniem.

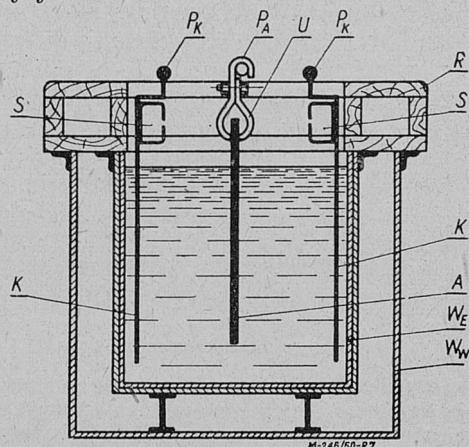
nej, kamionkowe i inne. Rys. 7 przedstawia wannę wyłożoną ołowiem.

Dla ochrony obsługi przed szkodliwymi dla zdrowia parami wydzielającymi się z wanien elektropolerskich zaopatruje się wanny w urządzenia wyciągowe (rys. 8).

Przedmioty przeznaczone do elektropolerowania muszą być starannie wykończone mechanicznie. Przedmioty tłoczone z blachy poleruje się elektrolitycznie zazwyczaj bez dodatkowej obróbki mechanicznej.

Po mechanicznym przygotowaniu przedmioty podlegają chemicznemu lub elektrochemicznemu odfuszczeniu, lub też — w przypadku większego zabrudzenia — stosuje się obie metody.

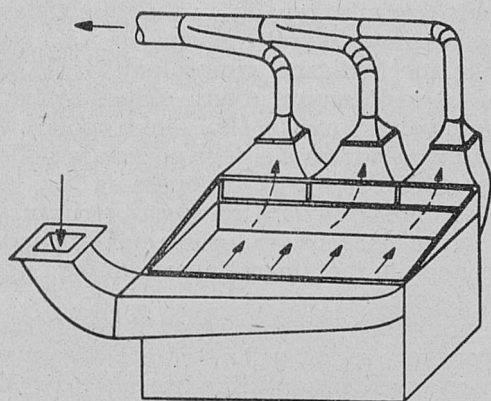
Po starannym przepłukaniu w wodzie przedmioty zawieszają się na pręcie anodowym tak, aby były całkowicie zanurzone w elektrolicie.



Rys. 7. Wanna do elektropolerowania wyłożona ołowiem, P_K — pręt katodowy, P_A — pręt anodowy, U — uchwyt anody, K — katoda, A — anoda, W_E — wanna na elektrolit z blachy stalowej wyłożony ołowiem, W_W — wanna na wodę, S — szczeliny wyciągu, R — rama drewniana.

Katody, w postaci płytek lub siatek drucianych, wykonane są z materiałów odpornych na chemiczne działanie elektrolitu.

Ze względu na to, że od katod zależy równomierny rozkład prądu na polerowanym przed-



M 246/50-R8

Rys. 8. Urządzenie wyciągowe szczelinowe z przedmuchem.

miocie, ważne jest w przypadku dokładnej obróbki, aby odległości między elektrodami były jednakowe.

Jako źródła prądu do polerowania elektrolitycznego używa się generatora prądu stałego 8—15 lub 15—30 V, 500—3000 A. Prostowniki selenowe lub kuprytowe o podobnej charakterystyce stosowane mogą być również z powodzeniem. W warunkach laboratoryjnych stosuje się zazwyczaj zasilanie prądem z prostownika o charakterystyce 75—100 V, 10—15 A lub niekiedy z akumulatora.

Po upływie przepisano czasu, który prze-ważnie zawiera się w granicach od 10 sek do 20 min przedmioty wyjmują się z wanny z elektrolitem i starannie przepłukuje w wannach z wodą. W warunkach przemysłowych przedmioty suszy się w podgrzanych trocinach.

W produkcji wielkoseryjnej lub masowej cały cykl elektropolerowania jest zazwyczaj zautomatyzowany.

4. Zalety i wady elektropolerowania

W porównaniu z polerowaniem mechanicznym elektropolerowanie wykazuje wiele cennych zalet, jak:

- 1) możliwość polerowania przedmiotów o dowolnych kształtach,
- 2) możliwość polerowania wewnętrznych powierzchni przedmiotów, np. rur, kolenek i.t.p.,
- 3) polepszenie przylegania warstw ochronnych nakładanych galwanicznie,
- 4) zwiększenie odporności materiału na korozję, dzięki brakowi warstwy *Beilby'ego*,
- 5) skrócenie czasu obróbki,
- 6) łatwość zastosowania do produkcji seryjnej i masowej,
- 7) uniezależnienie czasu obróbki od wielkości polerowanego przedmiotu,
- 8) zwiększenie zdolności odbijania światła.

Polerowanie elektrolityczne ma również wielkie znaczenie w dziedzinie badań struktury i własności metali, gdyż bardzo dobrze nadaje się do polerowania próbek do badań metalograficznych, zarówno na mikroskopach zwykłych

jak i elektronowych, gdyż na dobrze odpolerowanej próbce nie zauważa się rys nawet przy powiększeniu 2500 krotnym.

Polerowanie elektrolityczne posiada również szereg wad, jak:

- 1) ujawnianie śladów obróbki mechanicznej, co zmusza do staranniej przygotowania przedmiotów przeznaczonych do polerowania,
- 2) zbyt jaskrawe ujawnianie niemetalicznych wtrąceń i niejednorodności struktury oraz niejednorodnej obróbki cieplnej,
- 3) brak uniwersalnych elektrolitów do polerowania różnych metali.

5. Wpływ elektropolerowania na niektóre własności metali

Przedmioty polerowane elektrolitycznie wykazują wyższą wytrzymałość na zmęczenie i ścieralność niż przedmioty polerowane mechanicznie. Jest to wynikiem usunięcia względnie zmniejszenia i zaokrąglenia karbów przedmiotów. Elektropolerowana powierzchnia posiada znacznie większą gładkość od polerowanej mechanicznie, wskutek zaokrąglenia wszystkich za-rysowań i pęknięć.

Decydujący wpływ na odporność metalu na korozję posiada jego skład chemiczny i struktura. Nie mniej ważną rolę odgrywa stopień wykończenia powierzchni. Dzięki elektropolerowaniu metal pozbawiony jest warstwy *Beilby'ego*, która działa sprzyjająco na rozwój korozji. Poza tym powierzchnia pokrywa się pasywną błonką, przez co jest o wiele odporniejsza od polerowanej mechanicznie. Po elektropolerowaniu osiąga się zawsze podwyższenie korozyjnej odporności wskutek przedłużenia początkowego okresu korozji.

Porównując powierzchnie polerowane mechanicznie i elektrolitycznie, zauważa się różnice w ich blasku i zewnętrznym wyglądzie. Elektropolerowana powierzchnia miedzi według *Jacqueta* odbija 97% światła o długości fali $\lambda = 6000 \text{ \AA}$, a 60% światła o długości fali $\lambda = 5000 \text{ \AA}$. W tych samych warunkach powierzchnia mechanicznie polerowana odbija odpowiednio 88% i 46% światła. Szczególnie widoczne polepszenie własności optycznych obserwuje się na powierzchniach elektropolerowanego aluminium. Aluminium po mechanicznym polerowaniu odbija 75—80%, a po elektropolerowaniu 85—90% światła.

Elektropolerowanie wywiera również korzystny wpływ na przyleganie powłok galwanicznych. Powierzchnia pozbawiona warstwy *Beilby'ego* sprzyja bowiem molekularnemu zrastaniu się z naniesionym metalem.

Praktyka potwierdza celowość uprzedniego elektropolerowania przy pokrywaniu chromem, niklem, miedzią, antymonem, cynkiem, cyną. Takie pokrycia są mniej porowate, lepiej połączone, mają też lepszy wygląd zewnętrzny niż nakładane na powierzchnię polerowaną w sposób zwykły. Powierzchnia pod pokryciem nie-

koniecznie musi być elektropolerowana do połysku, jak to ma miejsce przy obróbce wykańczającej.

6. Zastosowanie elektropolerowania w metalografii

Jedną z najdawniejszych dziedzin elektropolerowania jest wykańczanie szlifów metalograficznych i ich obróbka celem ujawnienia struktury.

Elektropolerowanie stosuje się tutaj:

- 1) do polerowania szlifów przed ich trawieniem,
- 2) do trawienia,
- 3) do polerowania próbek mniej starannie przygotowanych mechanicznie przy szybkich analizach przemysłowych.

We wszystkich tych przypadkach elektropolerowanie podwyższa wydajność, przyspiesza pracę, daje lepsze szlify i w przypadkach stopów miękkich i lekkich okazuje się jedyną metodą umożliwiającą ukazanie rzeczywistej struktury metalu.

Przygotowanie próbek metalograficznych do polerowania polega na szlifowaniu zgrubnym na tarczach ściernych oraz na szlifowaniu płótnami szmerglowymi, przechodząc stopniowo na coraz drobniejsze. Im staranniejsze przygotowanie próbki, tym lepszy i w krótszym czasie uzyskiwany jest wynik elektropolerowania.

W większości przypadków zupełnie zadawala-
jące jakościowe wyniki osiąga się zakańczając
obróbkę mechaniczną szmerglem Nr 1. Odpo-
wiada to widocznym gołym okiem ryskom na
przygotowanej próbce. Po elektropolerowaniu
ryski te wygładzają się, lecz pozostają widoczne
gołym okiem. Pod mikroskopem są one niewi-
doczne i nie wpływają na obraz struktury. Ta
specyficzna własność polerowania jest nadzw-
yczaj cenna dla metalografii, potaniając i uprasz-
czając technikę pracy.

Do trawienia można używać tych samych
elektrolitów, co do polerowania, zmniejszając
jedynie gęstość prądu kilkadziesiąt razy. Można
stosować również elektrolity specjalne.

Elektropolerowanie umożliwiło badanie struk-
tury metali przy pomocy mikroskopu elektro-
nowego, co przy polerowaniu mechanicznym by-
łoby niemożliwe.

* * *

Jest kwestią bezsporną, że elektropolerowanie
ma przed sobą wielką przyszłość. Obecnie w do-
bie szybkiego rozwoju przemysłu i wprowadza-
nia nowoczesnych, bardziej ekonomicznych me-
tod obróbkowych, elektropolerowanie znajdzie
w naszym przemyśle niewątpliwie szerokie za-
stosowanie. W następnych zeszytach omówi-
my dokładniej ten proces zarówno w zastoso-
waniu do prac przemysłowych jak i metalograficz-
nych.

Inż.-mech. PAWEŁ KOSIERADZKI

OBRÓBKA CIEPLNA WYSOKO CHROMOWYCH STALI NARZĘDZIOWYCH

Artykuł omawia charakterystykę i zakres stosowania stali wysokochromowych oraz po-
daje dokładnie sposób przeprowadzania obróbki cieplnej tych stali.

1. Charakterystyka i zakres stosowania

Wysokochromowe stale narzędziowe opraco-
wane zostały w czasie pierwszej wojny świato-
wej jako zastępcze stali szybko tnących. W cha-
akterze tym nie zdały jednak egzaminu w
przemyśle; stwierdzono natomiast, że posiadają
one zalety kwalifikujące je do innych zasto-
sowań.

Obecnie wysokochromowe stale narzędziowe
o zawartości 1,5÷2,2% C i ok. 12% Cr stoso-
wane są na wykrojniki o złożonych kształtach
przeznaczone do produkcji masowej, szczerki
do walcowania gwintów na zimno, przeciągacze
do twardych drutów, noże do nożyc krążko-
wych itd.

Stale te odkształcają się mało przy hartowa-
niu oraz odznaczają się dużą odpornością na
ścieranie dzięki obecności w strukturze po za-
hartowaniu dużych ilości bardzo twardych wę-
glików chromu. Dzięki tym zaletom znalazły
one znaczne zastosowanie w wielu zakładach
przemysłowych.

Normy Polskie (PN/H-85023 z 1951 r. Stale
narzędziowe stopowe do pracy na zimno) prze-
widują 3 stale tego typu; ich skład chemiczny
podaje tablica I.

TABLICA I
Wysokostopowe chromowe stale narzędziowe

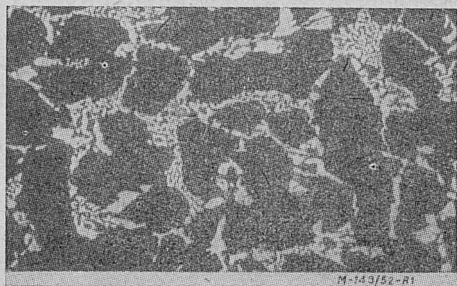
C e c h a	Skład chemiczny w %					
	C ok.	Mn ok.	Si ok.	Cr ok.	Mo ok.	V ok.
NCL	1,6	0,4	0,3	12,0	0,7	0,2
NCII	2,1	0,4	0,4	12,0	—	—
NCIO	1,7	0,4	0,4	12,0	—	—

Stal o mniejszej zawartości węgla (NC10) sto-
sowana jest na narzędzia, od których wymaga
się większej ciągliwości; stal o większej zawar-
tości węgla (NC11) jest natomiast bardziej od-
porna na ścieranie. Dodatek molibdenu i wana-
du (stal NCL) zwiększa odporność na ścieranie
oraz sprzyja samohartowności stali, t. k. że stal
tę przy hartowaniu można chłodzić powietrzem.

Stale wysokochromowe należą do typu stali ledeburytycznych¹⁾.

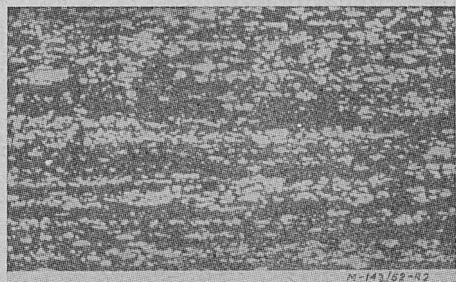
Występujące w strukturze węgliki chromu i żelaza wydzielają się w ogromnej większości w czasie krzepnięcia wlewka i muszą być następnie rozdrobnione i możliwie rozdzielone przez walcowanie lub kucie (rys. 1 i 2)²⁾.

Uzyskanie równomiernego rozdrobnienia i rozłożenia węglików jest sprawą trudną, a przy większych przekrojach — wręcz niemożliwą.



Rys. 1. Stal chromowa 2% C, 12% Cr po odlaniu. Widoczna siatka ledeburytu. Powiększenie $\times 200$. (wg F. Rapatza).

Im bliżej powierzchni pręta tym stopień rozdrobnienia węglików jest większy, natomiast w środku pręta o dużym przekroju wydzielania węglików mogą być grube i bardzo nierówne.

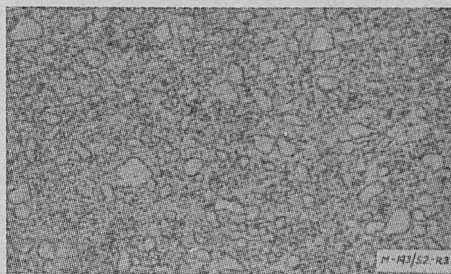


Rys. 2. Stal chromowa 2% C, 12% Cr po silnym przekuciu. Siatka ledeburytu rozbita i rozdrobniona. Powiększenie $\times 200$. (wg F. Rapatza).

Dlatego jako materiał wyjściowy powinno się stosować pręty o średnicy poniżej 100 mm. Przy większych wymiarach narzędzi, jako materiału wyjściowego należy używać krawców uzyskanych przez przekucie kawałków o trzykrotnie mniejszej średnicy.

¹⁾ W stopach żelazo-węgiel ledeburytem nazywamy składnik eutektyczny o zawartości ok. 4,3% C, który krzepnie ostatni przy temperaturze ok. 1145°C. Stopy, w których występuje ledeburyt należą do surówek lub żeliw. Eutektyka stali wysokochromowych nie jest oczywiście identyczna z eutektyką układu żelazo-węgiel (właściwym ledeburytem); stale te jednak mają ten sam charakter surówki jak i w stopach żelazo-węgiel i dlatego nazywamy je ledeburytycznymi.

²⁾ Uzyskanie rozdrobnienia węglików obróbką cieplną jest oczywiście niemożliwe, ponieważ przeprowadzenie do roztworu grubych wydzielen karbidycznych wymaga temperatur, przy których stal zaczyna się topić.



Rys. 3. Chromowa stal narzędziowa 1,8% C, 12% Cr w stanie wyżarzonym. Powiększenie $\times 400$ (wg K. H. Twele).

2. Obróbka cieplna

Struktura stali wysokochromowej w stanie wyżarzonym pokazana jest na rys. 3. Widoczne są w niej ziarna węglików różnej wielkości uzyskane przez rozbicie siatki ledeburytycznej. Celem zahartowania stali pewną część tych węglików należy przez podgrzanie przeprowadzić w roztwór stały. Węgliki stali wysokochromowych są jednak trudniej rozpuszczalne niż węgliki żelaza (cementyt) i aby uzyskać żądany stopień rozpuszczenia należy stosować wyższą temperaturę i dłuższy czas wygrzewania.

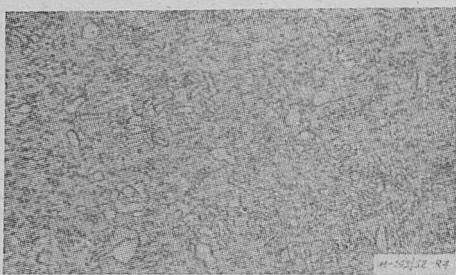
Podstawowym wymaganiem przy obróbce cieplnej stali wysokochromowych jest uzyskanie jak najmniejszych odkształceń hartowniczych. Ponieważ prostowanie po hartowaniu jest zabiegiem kosztownym i wymagającym wysokokwalifikowanych pracowników, więc dążenie do uzyskania jak najmniejszych odkształceń odgrywa dużą rolę przy opracowywaniu warunków obróbki cieplnej.

Wskutek dużej ilości składnika stopowego stale wysokochromowe odznaczają się małym przewodnictwem cieplnym, które jest dwukrotnie (a w temperaturze hartowania nawet trzykrotnie) mniejsze niż przewodnictwo zwykłej stali węglowej o zawartości 1,1% C. Celem uniknięcia znacznych naprężeń stosuje się więc podgrzewanie dwu- a nawet trzystopniowe, podobnie jak dla stali szybkoctnych.

Pierwsze podgrzewanie do temperatury 450 ÷ 550°C wykonywać najlepiej w ośrodku grzejącym wolniej, a więc w piecu z przymusowym obiegiem powietrza, np. tego samego typu, jaki stosuje się do odpuszczania.

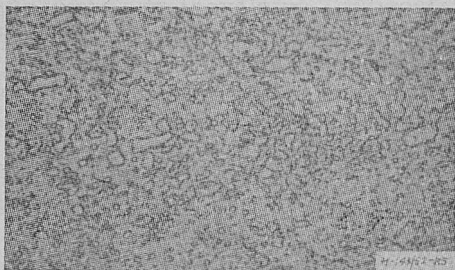
Drugie podgrzewanie do temperatury ok. 800°C można wykonywać albo w piecu komorowym albo w kąpeli solnej, po czym następuje dogrzewanie, najlepiej również w kąpeli solnej, do temperatury 950°C.

W temperaturze 950°C narzędzia wygrzewa się przynajmniej przez 20 minut celem rozpuszczenia jak największej ilości trudno rozpuszczalnych węglików. Wskutek wysokiej temperatury i długiego wygrzewania ilość i wielkość węglików zmniejszają się, większość ich jednak pozostaje nierozpuszczona. Nierozpuszczone węgliki hamują wzrost ziarna i zmniejszają niebezpieczeństwo przegrzania stali (rys. 4 i 5).



Rys. 4. Stal z rys. 3 po zahartowaniu; wygrzewanie — temp. 960°C, czas 20 min. Powiększenie $\times 400$. Widoczne nierozpuszczone węgliki, mniejsze tylko niż na rys. 3 (wg K. H. Twele).

Stopień rozpuszczania węglików wpływa na twardość uzyskiwaną po zahartowaniu (rys. 6). Temperatura poniżej 925°C powoduje, że w roztwór przechodzi za mała ilość węglików; martenzyt otrzymany po hartowaniu jest stosunkowo mało stopowy i twardość uzyskana jest niższa. Za wysoka temperatura (ponad 980°C) wywołuje również obniżenie twardości na skutek występowania znacznej ilości austenitu szczątkowego³⁾. Najwyższą twardość uzyskuje się przy nagrzewaniu w temperaturze 950 — 970°C.



Rys. 5. Stal z rys. 3 po zahartowaniu; wygrzewanie — temp. 960°C, czas 50 min. Powiększenie $\times 400$. Węgliki wykazują pewną skłonność do koagulacji, jednak pomimo długiego wygrzewania wzrost ziarna nie daje się jeszcze zaobserwować (wg K. H. Twele).

Jednakże temperatura rzędu ok. 950°C, niezbędna dla rozpuszczenia węglików, wywiera niekorzystny wpływ na odkształcenia hartownicze, im bowiem jest większa różnica mię-

³⁾ Austenit, jak wiadomo, jest to roztwór stały węgla lub składników stopowych w żelazie γ . Po zahartowaniu uzyskuje się w większości stali twardą strukturę martenzytyczną. Obok niej występuje jednak zawsze pewna ilość nieprzemienionego w martenzyt roztworu stałego, czyli tzw. austenit szczątkowy.

W stalach węglowych ilość austenitu szczątkowego jest niewielka, w stalach stopowych — im większa ilość składników stopowych, tym większa zazwyczaj ilość austenitu szczątkowego po hartowaniu.

Ponieważ struktura austenityczna jest ciągliwa i miękka, więc austenit szczątkowy obniża twardość stali po hartowaniu.

Przeprowadzenie austenitu szczątkowego w martenzyt dokonuje się przez odpuszczanie stali, jak to ma miejsce np. przy stalach szybko tnących. Odpuszczanie w pewnym zakresie podwyższa wówczas twardość stali. Znane są również sposoby przeprowadzenia austenitu szczątkowego w martenzyt przez tzw. obróbkę podzerową, tj. w temperaturach znacznie niższych 0°C.

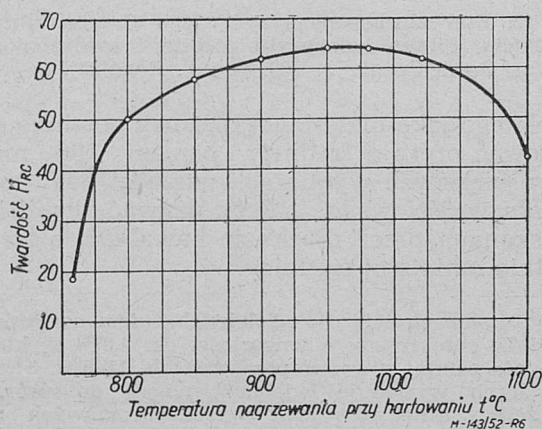
dzy temperaturami nagrzewania i kąpeli chłodzącej, tym większe powstają naprężenia, a więc i odkształcenia hartownicze. Dlatego po wygrzaniu stali w 950°C, obniża się jej temperaturę do ok. 800°C, po czym dopiero przenosi do kąpeli chłodzącej. Wykorzystujemy tu znane zjawisko histerezy przemiany alotropowej, polegające na tym, że przy nagrzewaniu przemiana zachodzi w wyższej temperaturze (A_{c3}) niż przy chłodzeniu (A_{r3}).

W zastosowaniu do omawianych stali chromowych przedstawia to się w ten sposób, że dla rozpuszczenia węglików potrzebna jest wysoka temperatura 950°C, następnie jednak szybkie obniżenie temperatury aż do ok. 780°C nie powoduje natychmiastowego wydzielania się rozpuszczonych węglików i stal zachowuje zdolność hartowania się przy następnym chłodzeniu. Temperaturę 800, a nie 780°C przyjmuje się dla pewności, że nastąpi zahartowanie.

Obniżenie temperatury w praktyce wykonuje się przez przeniesienie narzędzi z kąpeli wygrzewającej o temperaturze 950°C z powrotem do kąpeli podgrzewającej o temperaturze 800°C, po czym po przetrzymaniu w niej pewien czas celem obniżenia i wyrównania temperatury następuje chłodzenie hartownicze.

Chłodzenie przeprowadza się najczęściej w oleju (hartowanie zwykłe); jednak ze względu na odkształcenia hartownicze korzystniejsze jest hartowanie stopniowe⁴⁾.

Hartowanie stopniowe polega na nagrzaniu hartowanego przedmiotu do stanu austenitycznego, a następnie na chłodzeniu w kąpeli solnej nagrzanej do temperatury nieco wyższej od temperatury przemiany martenzytycznej, przetrzymaniu w tej temperaturze przez czas potrzebny dla wyrównania temperatury w całym przekroju i na dalszym chłodzeniu w powietrzu.



Rys. 6. Twardość H_{RC} stali chromowej (1,8% C, 12% Cr) w zależności od temperatury wygrzewania. Próbkki 60 $\times$ 60 $\times$ 60 mm; chłodzenie w oleju (wg K. H. Twele).

⁴⁾ Patrz artykuł autora „Hartowanie zwykłe, stopniowe i izotermiczne na tle wykresu izotermicznych przemian austenitu” — „Mechanik”, zeszyt 1—3/50.

Po wyjęciu z kąpeli chłodzącej stal jeszcze jest w stanie austenitycznym; przemiana martenzytyczna odbywa się już w czasie chłodzenia w powietrzu, a więc wolniej i w warunkach nie powodujących dużych naprężeń.

Skład kąpeli chłodzącej dobiera się zależnie od temperatury, w której ma pracować; w przypadku omawianych stali chromowych można stosować kąpiel o składzie:

Chlorek wapnia (CaCl_2)	— 48%
Chlorek baru (BaCl_2)	— 30%
Sól kuchenna (NaCl)	— 22%

Temperatura topnienia tej mieszaniny wynosi ok. 430°C , a w temperaturze o ok. 30° wyższej kąpiel nadaje się już do pracy. Temperaturę kąpeli dobiera się możliwie wysoką, taką jednak, aby nie następowało wyraźne obniżenie twardości.

Dla próbek omawianych stali o wymiarze $60 \times 60 \times 60$ mm, przetrzymanych w kąpeli chłodzącej 10 minut i następnie chłodzonych na powietrzu otrzymano następujące twardości (K. H. Twele):

przy 460°C	— 64,5	H_{RC}
„ 480°C	— 64,5	„
„ 500°C	— 64,3	„
„ 520°C	— 64,0	„
„ 540°C	— 63,2	„
„ 560°C	— 62,5	„
„ 580°C	— 59,0	„

Jako najodpowiedniejszą temperaturę przyjąć można $500 \div 520^\circ\text{C}$. Niższe są mniej wskazane jako bardzo zbliżone do temperatury topnienia kąpeli; wyższe — dają już wyraźne obniżenie twardości.

Pamiętać należy, że temperatura kąpeli po zanurzeniu chłodzonych przedmiotów podnosi się, co należy uwzględnić w razie niekorzystnego stosunku masy przedmiotów chłodzonych do masy kąpeli. W przypadku takim temperaturę kąpeli można przyjąć niższą, np. 480°C .

Po ochłodzeniu stali czy to w oleju czy w gorącej kąpeli, należy przeprowadzić normalne odpuszczanie w piecu z przymusowym obiegiem powietrza albo w kąpeli saletrzonej.

Temperatura odpuszczania wynosi zazwyczaj $425 \div 475^\circ\text{C}$. Wyższa temperatura powoduje już znaczne obniżenie twardości.

Narzędzia, od których wymagana jest duża dokładność i niezmiennność wymiarów, odpuszcza się w wyższej temperaturze $500 \div 520^\circ\text{C}$ powtarzając odpuszczanie 2–3 razy. Ma to na celu zmniejszenie ilości austenitu szcążkowego, który pozostawiony w stali przemienia się stopniowo w martenzyt powodując zmiany objętościowe (objętość właściwa austenitu jest mniejsza niż martenzytu). Po tego rodzaju odpuszczaniu twardość wynosi $55 \div 60 H_{RC}$.

Reasumując — obróbka cieplna stali narzędziowych wysokochromowych, mająca na celu uzyskanie jak najmniejszych odkształceń hartowniczych, ma następujący przebieg:

- 1) Podgrzewanie w piecu z przymusowym obiegiem powietrza do temperatury $450 \div 550^\circ\text{C}$.
- 2) Podgrzewanie w kąpeli solnej do temperatury ok. 800°C .
- 3) Dogrzewanie w kąpeli solnej do temperatury 950°C i wygrzewanie w ciągu minimum 20 minut.
- 4) Obniżenie temperatury do 800°C w kąpeli solnej.
- 5) Chłodzenie w kąpeli solnej nagrzanej do ok. 500°C w ciągu czasu potrzebnego na obniżenie i wyrównanie temperatury.
- 6) Wyjęcie z kąpeli chłodzącej solnej i chłodzenia na powietrzu.
- 7) Odpuszczanie jednorazowe w piecu z przymusowym obiegiem powietrza lub w kąpeli saletrzonej w temperaturze $425 \div 475^\circ\text{C}$, albo odpuszczanie 2–3-krotne w temperaturze $500 \div 520^\circ\text{C}$.

LITERATURA

Układ artykułu i niektóre dane zaczerpnięte są z pracy:

- K. H. Twele — „Über die Wärmebehandlung hochchromhaltiger Werkzeugstähle“, „Fertigungs Technik“ zeszyt 3/52,
 E. Houdremont „Sonderstahlkunde“, 1935,
 F. Rapatz „Die Edeltähle“, 1942,
 J. A. Geller i W. S. Babajew „Instrumentalnaja stal“ 1945 (rozdz. 6 i 7),
 N. F. Bolchowitinow „Mietalłowiedienje i tiermiczeskaja obrabotka“, 1947 (rozdz. V/35).

Walczmy o jak największą oszczędność surowców, materiałów, paliwa i energii elektrycznej.

Starajmy się jak najlepiej wykorzystać posiadane maszyny, narzędzia i urządzenia!

Obniżajmy stale koszty produkcji!

Inż.-mech. LESŁAW ŁOWCZYŃSKI

POMIARY NA UNIWERSALNYM MIKROSKOPIE POMIAROWYM PRODUKCJI RADZIECKIEJ UIM 21

Zakres zastosowań mikroskopu UIM21. Zasadnicze elementy konstrukcyjne. Zasady pomiarów. Opis szczegółowy przebiegu niektórych pomiarów. Błędy pomiarów oraz ustalanie i wprowadzanie poprawek. Konserwacja mikroskopu.

1. Charakterystyka ogólna

Uniwersalny mikroskop pomiarowy UIM 21 produkcji radzieckiej służy do pomiarów długości i kątów różnorodnych przedmiotów o wielkości w granicach 200×100 mm. Wielkości te określają skoki sań poprzecznych i podłużnych — zasadniczych elementów mikroskopu, na których mocowany jest przedmiot. Sanie poprzeczne i podłużne wyposażone są w mikroskopy odczytowe dla odczytywania przesunięcia sań. Działka elementarna skali mikroskopu wynosi 0,001 mm. Przedmiot mierzony obserwuje się przez mikroskop główny, wyposażony w głowicę okularową zaopatrzoną w skalę kątową przeznaczoną do pomiarów kątów. Jej skala może się obracać w granicach 360° , a elementarna działka skali wynosi $1'$ (jedna minuta kąta). Kolumnę, na której mocowany jest przesuwnik mikroskopu głównego można przechylać w granicach $\pm 12^\circ$.

Zasadniczymi metodami pomiarów są: metoda cieniowa i przekroju osiowego.

Metoda cieniowa polega na nastawieniu mikroskopu wg krawędzi cienia przy oświetleniu przedmiotu od dołu; przedmiot obserwowany przez mikroskop jest wówczas ciemny z ostro rysującymi się krawędziami na jasnym tle.

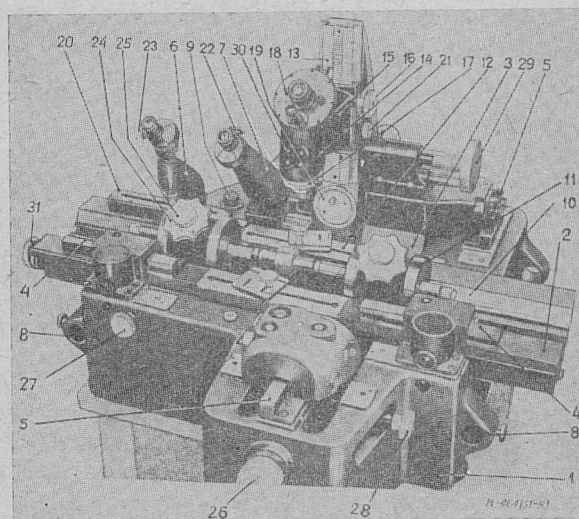
Metoda przekroju osiowego polega na stosowaniu nożyków pomiarowych dostawianych z obu stron przedmiotu mierzony w jego osi. Mikroskop główny ustawia się w tej metodzie wg ryski na nożu. Pomiary wykonuje się w temperaturze 20°C z odchyleniem w granicach $\pm 3^\circ\text{C}$.

2. Budowa mikroskopu

Budowa mikroskopu pokazana jest na rys. 1 i 2. Korpus 1 mikroskopu stoi na trzech wykręcanych nóżkach 32. Przez wykręcanie uzyskuje się poziome ustawienie mikroskopu, sprawdzane przez poziomnicę kołową 9. Do przenoszenia mikroskopu służą ucha 8, w które wkłada się drążki stalowe.

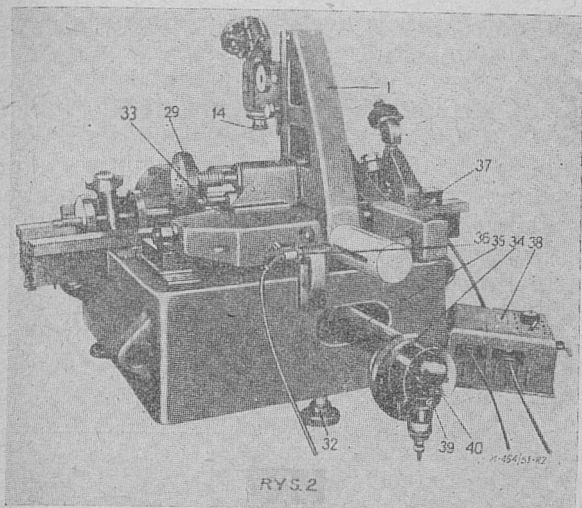
Korpus mikroskopu dźwiga sanie krzyżowe: podłużne 2 i poprzeczne 3. Sanie podłużne przesuwają się na rolkach po zahartowanych polerowanych prowadnicach 4. Sanie wyposażone są w płaski szklany stół, do którego mocuje się przedmiot mierzony przy pomocy łap lub listwy dociskowej, oraz w kły cylindryczne, umieszczone we wspornikach 11 przesuwanych po

prowadnicach 10, w których można umieszczać przedmioty posiadające nakielki. Wsporniki unieruchamia się przez zakręcenie śrub 24 z główką w kształcie gwiazdy. Kły unieruchamia się śrubą 25 z moletowanym łbem. Płaski stół z rowkiem teowym 12 służy do mocowania uchwytów noży pomiarowych. Do dokładnego przesuwania sanek podłużnych służy moletowany pierścień 31. Wielkość tego przesunięcia z dokładnością do 0,001 mm obserwujemy na skali 20 przez mikroskop odczytowy 6. Do unieruchomienia sanek podłużnych służy śruba 27, zaś dla sanek poprzecznych śruba 28. Do dokładnego przesuwania sanek poprzecznych służy pierścień 26. W celu pomiaru tego przesunięcia posługujemy się mikroskopem odczytowym 7.



Rys. 1. Mikroskop pomiarowy UIM-21, widok z przodu.

Sanie poprzeczne dźwigają kolumnę 13, na której zawieszony jest główny mikroskop 14 wraz z przeznaczoną do pomiarów kątów głowicą okularową. Mikroskop przesuwają z gruba śrubą 16, zaś dokładnie ustawia na przedmiot mierzony moletowanym pierścieniem 17; ustawienie dokonują się śrubą 21. Mikroskop główny można również przechylać przez pokręcenie tarczy 29. Do unieruchomienia tarczy służy sprężynowy zatrzaśk 33. Ostrość mikroskopów odczytowych ustawia się przez pokręcanie okularów kółkami 22 i 23, zaś mikroskopu głównego przez zmianę przesłony za pośrednictwem moletowanego pierścienia 19. Ustawienie przesłony na oko daje błędy w pomiarze.



Rys. 2. Mikroskop pomiarowy UIM-21, widok z tyłu.

TABLICA I

Dobór średnicy przesłony mikroskopu głównego

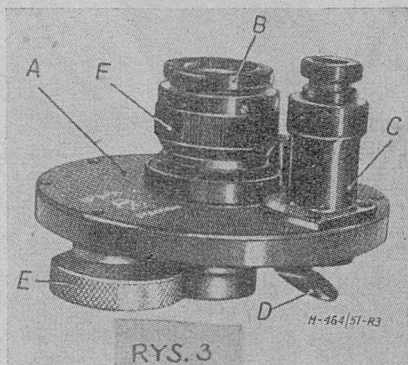
Zewnętrzna średnica gładkich cylindrów lub średnica podziałowa gwintu	Średnice przesłony w mm			
	Gład- kiecy- lindry	Kąt zarysu gwintu		
		30°	55°	60°
0,5	—	25,2	30,6	31,5
1	31,5	20,0	24,3	25,0
2	25,0	15,9	19,3	19,3
3	21,8	13,9	16,8	17,3
4	19,8	12,7	15,3	15,7
5	18,4	11,7	14,2	14,6
6	17,3	11,0	13,6	13,7
8	15,7	10,1	12,2	12,5
10	14,6	9,3	11,3	11,6
12	13,7	8,8	10,7	10,9
14	13,0	8,3	10,1	10,3
16	12,5	7,9	7,6	9,9
18	12,0	7,6	9,1	9,6
20	11,6	7,4	8,9	9,7
25	10,8	6,8	8,2	8,6
30	10,1	6,4	7,8	8,1
40	9,2	5,8	7,2	7,3
50	8,6	5,4	6,6	6,8
60	8,0	5,1	6,2	6,3
70	7,7	4,8	5,7	6,0
80	7,3	4,6	5,7	5,8
90	7,0	4,4	5,4	5,6
100	6,8	4,2	5,1	5,4
150	5,9	3,8	4,6	4,8
200	5,3	3,5	4,0	4,2

Tablica I podaje wielkość przesłony w zależności od średnicy zewnętrznej mierzonych przedmiotów oraz kąta zarysu gwintu w przypadku przedmiotów gwintowanych. Średnice przesłony podane są na obudowie pierścienia moletowanego 19. Goniometryczna głowica okularowa 18 przeznaczona do pomiaru kątów pokazana jest oddzielnie na rys. 3 po zdjęciu z tubusu mikroskopu 14. Głowica ta składa się z korpusu A, w którym umieszczona jest skala kątowna pokazana na rys. 4. Przez okular B widzimy nieruchomą podziałkę minutową oraz ruchomą podziałkę stopniową. Jako całkowitą ilość stopni odczytuje się liczbę nad długą pionową kreską w obrębie nieruchomej podziałki minutowej. Liczbę minut odczytujemy na podziałce minut w miejscu przecięcia się pionowej kreski z tą podziałką. (Odczytanie w położeniu jak na rys.

4 jest $121^{\circ}34'$). Przy odczytaniu 0° w okularze głównego mikroskopu C (rys. 3) widzimy, że kreski siatki są ustawione w kierunkach sań krzyżowych, jak to przedstawia rys. 5.

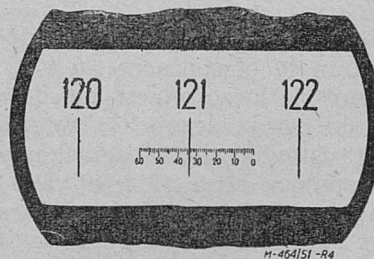
Przy ustawianiu kreski siatki na brzeg cieńa przedmiotu mierzonego należy zwracać specjalną uwagę, by leżał on w środku kreskowej linii.

Do oświetlania pola widzenia głównego mikroskopu służy lusterko D (rys. 3). Głowicę goniometryczną pokręca się względem korpusu śrubą E.



Rys. 3. Goniometryczna głowica pomiarowa.

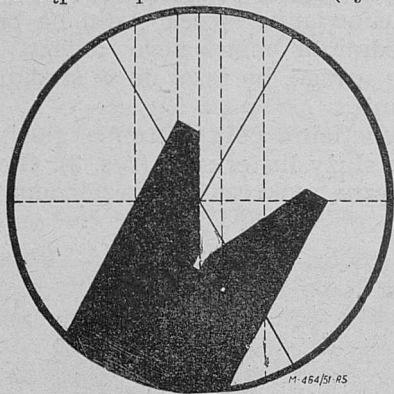
Pole widzenia mikroskopów odczytowych 6 i 7 (rys. 1) pokazuje rys. 6. Duże cyfry pod pionowymi kreskami podają całkowite milimetry, małe cyfry nad krótkimi kreskami dzielą części milimetra, podziałka kolista — setne i tysięczne mm. Przed odczytaniem należy przy pomocy kółek 22 i 23 (rys. 1) naprowadzić podwójny zwój spirali tak, żeby pionowa kreska milimetra znalazła się pomiędzy dwoma zwojami spirali. (Odczytanie w położeniu jak na rys. 6 jest 46,3622 mm; ostatnią cyfrę ocenia się na oko, na podziałce kolistej).



Rys. 4. Pole widzenia skali kątownej mikroskopu.

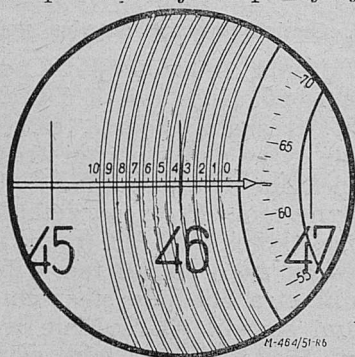
Oświetlenie przy pomiarach może być dolne lub górne. W pierwszym przypadku używamy lampy oznaczonej „12V”. Światło jej pada przez kondensor w obudowie 34 i tubus 35 (rys. 2) na lusterko, odbija się do góry i pada w obiektyw mikroskopu 14. W rewolwerowej obudowie 34 znajdują się trzy kondensory: jeden z napisem „foto” do pomiarów metodą cieńową oraz dwa przeznaczone do pomiarów metodą osiowego przekroju z napisem „3x” i „1,5x” dla obiektywów o 3-krotnym i 1,5-krotnym powiększeniu. Przy oświetleniu górnym stosowanym do pomiarów w świetle odbitym

na obiektyw zakłada się nasadkę z czterema lampkami 25-woltowymi mocowany sprężynującym zaciskiem z drutu. Pozwala on na swobodny dostęp do pierścienia 17 (rys. 1) prze-



Rys. 5. Pole widzenia głównego mikroskopu.

znaczono do ustawiania ostrości. W tym samym miejscu umieszcza się oświetlacz dla pomiarów metodą przekroju osiowego, który częściowo odbija padające na przedmiot światło, a częściowo przepuszcza je do obiektywu. Oświetlacz skali kątowej umieszcza się w tubusie mikroskopu w miejscu pokrywy 30. Do



Rys. 6. Pole widzenia skal długości sań poprzecznych i podłużnych.

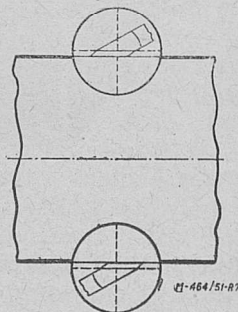
oświetlenia skal sanek poprzecznych i podłużnych służą małe oświetlacze 36 i 37 (rys. 2). Wszystkie oświetlacze włącza się do elektrycznej skrzynki rozdzielczej 38, tę zaś w sieć. Oświetlacz ustawia się w ogniskowej mikroskopu za pomocą śrub 39 i 40. Do tego celu używa się centrującego przyrządu w postaci cylindra z soczewkami, który ustawia się pod obiektywem na stoliku pomiarowym. Dobre ustawienie oświetlacza charakteryzują: brak plam świetlnych, maksymalne wypełnienie pola widzenia obrazem spirali żarówki, usytuowanie obrazu spirali żarówki w średnicy pola widzenia.

3. Przeprowadzanie pomiarów

Przy pomiarach, jak to już było wspomniane, stosuje się dwie zasadnicze metody — cieniową i przekroju osiowego.

Pomiary długości przedmiotów płaskich metodą cieniową wykonuje się w następujący sposób. Przedmiot ustawia się na płaskim stoliku równoległe do

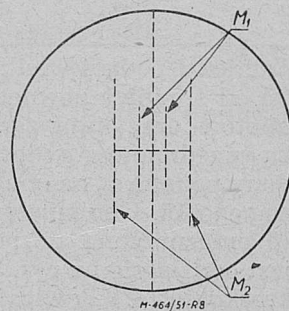
kierunku poprzecznego lub podłużnego tymi krawędziami, których odległość chcemy zmierzyć i przymocowuje łapami lub listwą dociskową. Manipulując pierścieniami 25 lub 26 (rys. 1) służącymi do przesuwania sanek oraz śrubami ustawiającymi stół pomiarowy, powodujemy nasunięcie linii siatki głównego mikroskopu C (rys. 3) na brzeg cienia przedmiotu (jak na rys. 5). Brzeg cienia przedmiotu powinien się znajdować dokładnie w środku linii kreskowej. W tym położeniu odczytujemy na mikroskopie odczytów danych sań (6 lub 7; rys. 1), a następnie przesuwamy sanie aż do nasunięcia się linii z drugą krawędzią cienia przedmiotu i robimy drugie odczytanie. Różnica obu odczytów daje mierzoną długość. Odczytanie na skali kątowej w czasie pomiaru powinno wynosić 0°.



Rys. 7. Pomiar długości metodą osiowego przekroju obarczony błędem.

Przy pomiarze kąta przedmiotu płaskiego naprowadza się linię siatki na krawędź cienia przedmiotu nie tylko ruchem sanek — jak przy pomiarze długości, ale i przez obracanie głowicy goniometrycznej śrubą E (rys. 3). Odczytanie wykonuje się na skali kątowej przez okular F. Po przekręceniu głowicy goniometrycznej do pokrycia się linii siatki z drugą krawędzią przedmiotu robi się drugie odczytanie. Różnica obu odczytów daje szukany kąt. Należy uważać żeby przez pomyłkę nie nawiązywać innej linii kreskowej niż przy pierwszym pomiarze.

Pomiar długości przedmiotów gładkich metodą przekroju osiowego różni się od poprzedniego tym, że kreskowane linie siatki nasuwa się nie na krawędź cienia, a na ryskę noża pomiarowego (rys. 7). Nastawiając tę samą linię siatki na ryski nożów po obu stronach otrzymamy wynik większy o $2a$, gdzie a jest odległością ryski od ostrza noża i wynosi w szerokich skośnych i prostych nożach 0,9 mm, zaś w wąskich — 0,3 mm.

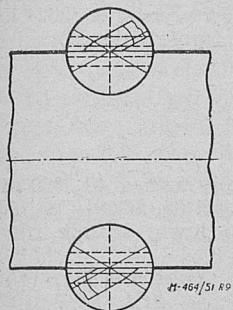


Rys. 8. Siatka mikroskopu głównego.

Aby uniknąć odejmowania wartości $2a$ przy każdym pomiarze, siatka głównego mikroskopu posiada 2 linie M_1 , w odległości od osi odpowiadającej 0,3 mm na obiekcie mierzonym, oraz 2 linie M_2 w odległości odpowiadającej 0,9 mm (rys. 8). W zależności od zastosowanych noży nastawia się

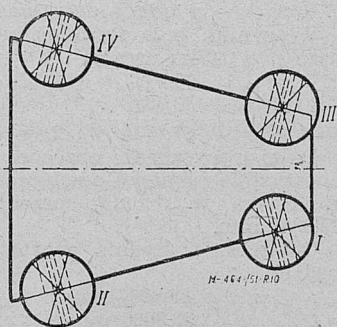
na ryski noży linie jednej lub drugiej pary. Wyjaśnia to rys. 9.

Pomiary gładkich walców wymagają ustawienia ostrości głównego mikroskopu na kły podtrzymujące przedmiot, zaś po zamocowaniu w kłach — dokładnego ustawienia przesłony wg tablicy I. Kolumna mikroskopu winna stać dokładnie pionowo, a odczytanie podziałki kątowej powinno wynosić 0° . Pomiar długości, jak również dalszy przebieg pomiaru średnicy walca, jest analogiczny do pomiarów długości płaskich przedmiotów.



Rys. 9. Pomiar długości metodą osiowego przekroju z wyeliminowanym błędem

Pomiar stożków wykonuje się przy umieszczeniu stożka mierzonego w kłach. Nasuwamy linię mikroskopu na cień tworzący stożka w pobliżu jego węższej podstawy przy pomocy sanek i głowicy okularowej z podziałką kątową. Należy zwrócić uwagę, aby odczytanie na skali sanek było w całkowitych milimetrach (rys. 10 — położenie I). Następnie odczytujemy położenie sanek poprzecznych i unieruchamiamy je. Przesuwamy sanki podłużne o całkowitą liczbę milimetrów aż mikroskop podejdzie do szerszej podstawy stożka. W końcu przesuwamy sanki poprzeczne aż do nasunięcia linii siatki na tworzącą cienia stożka (położenie II). Różnica obu odczytów sanek poprzecznych podzielona przez długość przesunięcia sanek podłużnych daje tangens połowy kąta stożka. Pomiar ten obarczony jest błędem wynikłym z nierównoległości osi stożka z osią sanek. Aby go wyeliminować, należy wykonać analogiczny pomiar dla przeciwległej tworzącej stożka (położenie III i IV) i wyliczyć średnią arytmetyczną z wyników obu pomiarów.

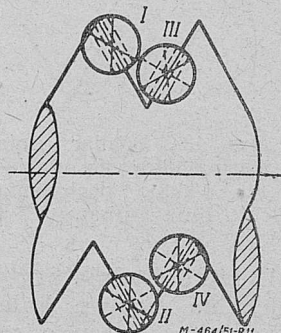


Rys. 10. Pomiar kąta wierzchołkowego stożka.

Pomiar stożków metodą przekroju osiowego wykonuje się przy pomocy noży prostych. Różni się on tym od pomiaru metodą cieniową, że zamiast nasuwać linię siatki na brzeg cienia nasuwa się ją na ryskę noża.

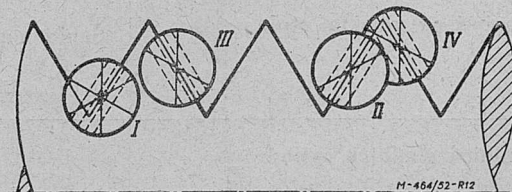
Pomiar nacięć (np. linii spiralnych, gwintów) i przedmiotów nacinanych (ślimaków, frezów ślimakowych, śrub) obejmuje pomiar średnic pomiarowych, skoków i kątów zarysów zębów. Pomiar średnicy podziałowej wykonuje-

my po przechyleniu kolumny o kąt pochylenia linii śrubowej dla ustawienia ostrości i ustawieniu przesłony wg tablicy I. Sanki podłużne unieruchamia się, przedmiot umieszcza się w kłach i nasuwa się linię siatki na tworzącą nacięcia (rys. 11 — położenie I) oraz wykonuje się odczytanie. Nie zmieniając położenia skali kątowej przesuwamy siatkę głównego mikroskopu na przeciwległą tworzącą (położenie II) przy pomocy sanek poprzecznych. Kolumnę należy przechylić na stronę przeciwną o kąt pochylenia linii śrubowej i wykonać odczytanie. Różnica odczytów da wielkość średnicy podziałowej. Błąd wchrowatości osi usuniemy przez drugi pomiar po przeciwnej stronie nacięcia (położenie III i IV). Średnicę podziałową znajdujemy jako średnią arytmetyczną wyników obu pomiarów. Przy metodzie osiowego przekroju należy posługiwać się nożami wąskimi przy skoku do 3 mm, zaś szerokimi przy skoku $3,5 \div 6$ mm. Przy pomiarach sprawdzianów gwintowych należy przeprowadzić pomiary przynajmniej w dwu prostopadłych do siebie średnicach dokonując za każdym razem po trzy pomiary. Metodą przekroju osiowego nie można mierzyć średnic wewnętrznych nacięć.



Rys. 11. Pomiar średnicy podziałowej przedmiotu naciętego.

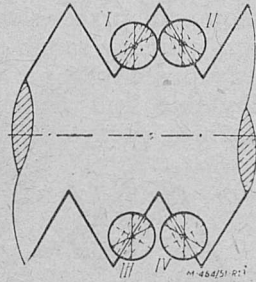
Pomiar skoku nacięcia można wykonać dla jednego zwoju bądź dla kilku. W tym celu przedmiot mocuje się w kłach i nasuwa się linię siatki na tworzącą zarysu zęba. Przy nieruchomych sankach poprzecznych przesuwamy sanki podłużne o jeden lub kilka skoków linii nacinanej (z położenia I do położenia II; rys. 12). Różnica odczytów podzielona przez ilość zwojów daje średni skok linii nacinanej. Dla wyeliminowania błędów wchrowatości osi sanek i przedmiotu wykonuje się drugi pomiar dla przeciwnego boku zęba (położenie III i IV). Średnia arytmetyczna wyników obu pomiarów da wartość bez błędu wchrowatości. Dokładniejsze wyniki otrzymamy przy pomiarze strony przedmiotu bliższej kolumnie.



Rys. 12. Pomiar skoku nacięcia.

Przy pomiarze kąta wierzchołkowego nacięcia mierzy się kąt między tworzącą zarysu a kierunkiem sanek poprzecznych. W tym celu wy-

starczyłoby nasunąć linię siatki na tworzące cienia zęba, wychodząc z pozycji 0° na skali kątownej (położenie I; rys. 13). Pomiar ten jest jednak obarczony błędem ze względu na pochylenie linii śrubowej oraz wichrowatość osi. Przy nieuwzględnianiu wpływu drugiego czynnika wystarczy zmierzyć kąt między drugą tworzącą zęba, a kierunkiem prostopadłym (położenie II). Połowa różnicy wyników w obu pomiarach da kąt pochylenia linii śrubowej. W celu uwzględnienia błędu z powodu wichrowatości należy zmierzyć kąty wrębu po przeciwnej stronie przedmiotu (położenie III i IV). Należy wziąć średnie z pomiarów I i IV jako leżące po różnych stronach osi zęba oraz średnią z wyników pomiarów II i III. Dopiero średnia arytmetyczna z tych średnich da połowę kąta wierzchołkowego nacięcia, a połowa ich różnicy — pochylenie linii śrubowej.



Rys. 13. Pomiar kąta wierzchołkowego nacięcia i kąta pochylenia linii śrubowej

Przy nacięciach o dużym skoku (ślimaki) otrzymuje się błędne wyniki pomiaru kąta wierzchołkowego wskutek dużego pochylenia kolumny. Można tu oprzeć się na wyliczeniu z wzoru:

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \operatorname{tg} \frac{\alpha'}{2} \cdot \cos \omega,$$

gdzie: $\frac{\alpha}{2}$ — szukana połowa kąta zarysu,

$\frac{\alpha'}{2}$ — zmierzona połowa kąta zarysu,

ω — kąt pochylenia linii śrubowej.

4. Przykład

Rozpatrzmy przykład kompletnego pomiaru średnicy podziałowej (rys. 11):

Lewa strona zarysu

(położenie I)

Odczytania

1 65,2622 mm
2 65,2623 mm
3 65,2626 mm

195,7871

Średnia wartość z trzech pomiarów wynosi 65,2624 mm

Lewa strona zarysu

(położenie II)

Odczytania

1 31,3852 mm
2 31,3846 mm
3 31,3852 mm

94,1550 mm

Średnia wartość z trzech pomiarów wynosi 31,3850 mm.

Różnica średnich odczytań wartości 65,2624 — 31,3850 stanowi średnicę podziałową po lewej stronie równą 33,8774.

Prawa strona zarysu

(położenie III)

Odczytania

1 65,2875 mm
2 65,2868 mm
3 65,2868 mm

195,8611 mm

Średnia wartość z trzech pomiarów wynosi 65,2870 mm.

Prawa strona zarysu

(położenie IV)

Odczytania

1 31,3845 mm
2 31,3858 mm
3 31,3846 mm

94,1549 mm

Średnia wartość z trzech pomiarów wynosi 31,3850 mm.

Różnica średnich wartości odczytań 65,2870 — 31,3850 stanowi średnicę podziałową po prawej stronie równą 33,9020 mm.

Suma średnic podziałowych, mierzonych z prawej i lewej strony wynosi $33,8774 + 33,9020 = 67,7794$, a połowa tej sumy równa się poprawnej wartości średnicy podziałowej 33,8897 mm.

Powtórne pomiary dały wartość 33,8838 mm.

W wyniku tego średnica podziałowa gwintu w danym przypadku wynosi

33,8897

+ 33,8838

67,7735 : 2 = 33,8867 mm

Dalej sprawdzian obrócono około jego osi o 90° i wszystkie pomiary powtórzone. Średnica podziałowa zmierzona w drugim przekroju osiowym wyniosła 33,8886 mm.

Ostatecznie średnia wartość średnicy podziałowej będzie:

+ 33,8867 mm

+ 33,8886 mm

67,7753 : 2 = 33,8876 mm.

TABLICA II
Maksymalne błędy pomiarów

Wielkość mierzona	Metoda cieniowa	Metoda przekroju osiowego
Długość na płaskim stole	Sanki podłużne $\pm \left(3 + \frac{L}{30} + \frac{h \cdot L}{4000} \right) \mu$	$\pm \left(2,7 + \frac{L}{30} + \frac{h \cdot L}{400} \right) \mu$
	Sanki poprzeczne $\pm \left(3 + \frac{L}{50} + \frac{h \cdot L}{2500} \right) \mu$	$\pm \left(2,7 + \frac{L}{50} + \frac{h \cdot L}{2500} \right) \mu$
Średnica gładkich cylindrów	$\pm \left(6 + \frac{L}{67} \right) \mu$	$\pm \left(2,7 + \frac{L}{67} \right) \mu$
Średnice podziałowe gwintów	$\pm \left(4 + \frac{2}{\sin \alpha/2} + \frac{L}{67} \right) \mu$	$\pm \left(1 + \frac{1,7}{\sin \alpha/2} + \frac{L}{67} \right) \mu$
Skok gwintu	$\pm \left(1 + \frac{2}{\cos \alpha/2} + \frac{L}{32} \right) \mu$	$\pm \left(1 + \frac{1,7}{\cos \alpha/2} + \frac{L}{67} \right) \mu$

5. Błędy pomiarów

Pomiary obarczone są błędami zależnymi od wielkości przedmiotu. Maksymalne wartości błędów przy prawidłowo przeprowadzonym pomiarze podaje tablica II.

6. Poprawki na zużycie noży pomiarowych

Wskutek zużycia noży pomiarowych występują dodatkowe błędy pomiarów. Wielkość zużycia noża znajdujemy przez pomiar specjalnego sprawdzianu w postaci walca o dokładnie określonej średnicy. Posiada on kilka wypukłych szlifowanych pasków o szerokościach wynoszących 1,5 i 2,5 i 9 mm dla sprawdzenia zużycia na różnych częściach noża. Ustala się trzy poprawki dla noży i stosuje się je w dalszych

miarach. Przy pomiarze noży na zużycie temperatura sprawdzianu i noża nie może się różnić od 20°C najwyżej o 0,1°C.

7. Konserwacja mikroskopu

Konserwacja mikroskopu sprowadza się do polewania przed każdym pomiarem prowadnic cienką warstwą bezkwasowej wazeliny przy pomocy lekko natłuszczonej flaneli. Zewnętrzne szkła mikroskopów należy przeczyszczać pędzelkiem z włosów wiewiórczych, zwilżonym lekko eterem. Mikroskop należy przechowywać w szklanej gablocie, lub przykrywać pokrowcem dla ochrony przed kurzem i chronić od wstrząsów.

Mgr STANISŁAW BĄK

CO MECHANIK POWINIEN WIEDZIEĆ O OPTYCE GEOMETRYCZNEJ

Artykuł podaje podstawy optyki geometrycznej, konieczne do zrozumienia zasad działania mierniczych przyrządów optycznych, coraz powszechniej stosowanych w przemyśle metalowym. Z przyrządami tymi, których szerokie zastosowanie jest jednym z warunków podniesienia jakości produkcji, zaznajomią czytelników dalsze artykuły.

Wiadomości wstępne

Przyrządy miernicze budowane w oparciu o zastosowanie optyki są dziś w powszechnym użyciu w różnych dziedzinach nauki i techniki, a m. in. w pomiarach warsztatowych.

Popularność swą zawdzięczają one głównie dużej dokładności pomiarów i łatwości obsługi przyrządu.

Zrozumienie konstrukcji, działania i zasad posługiwania się tymi przyrządami wymaga znajomości podstaw optyki. Wyłożymy je w niniejszym artykule, opisując spotykane w tych przyrządach elementy, a mianowicie: zwierciadło płaskie, płytkę płasko-równoległą, pryzmat i soczewkę.

Opierać się przy tym będziemy wyłącznie na prawach *optyki geometrycznej*, która w odróżnieniu od *optyki falowej* nie wnika w naturę światła. Z punktu widzenia optyki geometrycznej każdy promień światła stanowi linię prostą, po której rozchodzi się energia promienista. To założenie nie pozwala wyjaśnić co prawda wszystkich zjawisk optycznych (np. interferencji światła), ale wystarcza do zrozumienia działania wymienionych poprzednio elementów.

Odbicie światła. Zwierciadło płaskie

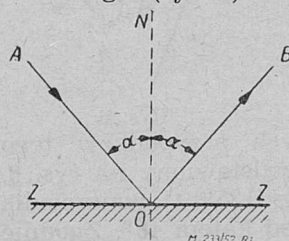
Gdy promień światła spotyka na swej drodze polerowaną powierzchnię nie przepuszczającego go ciała, to ulega on odbiciu. Ciało takie stanowi *zwierciadło*.

Odbicie podlega dwóm regułom stwierdzonym doświadczalnie (rys. 1):

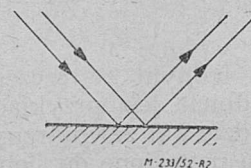
1) promień AO , padający na powierzchnię zwierciadła ZZ , promień OB odbity od tej powierzchni oraz prostopadła ON do powierzchni w punkcie padania — leżą w jednej płaszczyźnie;

2) kąt α , jaki tworzy promień padający AO z prostopadłą ON , jest równy kątowi promienia odbitego OB z tą prostopadłą. Mówimy, że kąt odbicia jest równy kątowi padania.

Padająca na *zwierciadło płaskie* wiązka promieni równoległych po odbiciu jest zatem nadal równoległa (rys. 2).

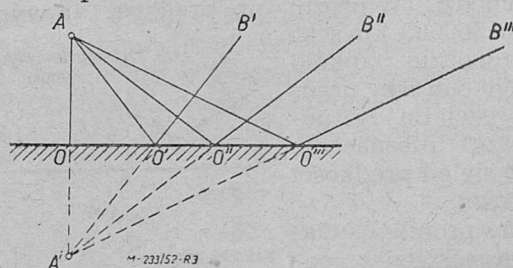


Rys. 1



Rys. 2

Należy zauważyć, iż promienie wychodzące z punktu A , po odbiciu od zwierciadła biegną dalej tak, jak gdyby wychodziły z punktu A' , symetrycznego do punktu A względem płaszczyzny zwierciadła (rys. 3). Punkt A' nazywamy *obrazem* punktu A .



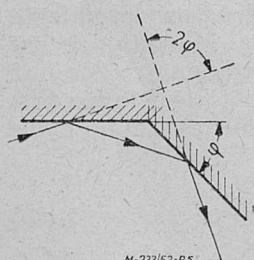
Rys. 3

Jeżeli wyobrazimy sobie, że oko obserwatora jest umieszczone kolejno w punktach B' , B'' , B''' itd., to zauważymy, że położenie punktu odbicia promienia, przebiegającego od punktu

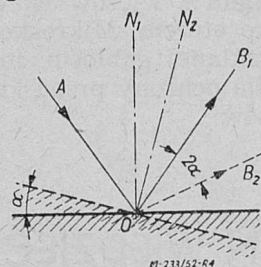
A do oka, na powierzchni odbijającej zwierciadła nie jest stałe, lecz zależy od położenia oka. Dla podanych trzech położań oka przebieg promieni będzie: $AO'B'$, $AO''B''$ i $AO'''B'''$. Natomiast położenie punktu A' , będącego obrazem punktu A , jest stałe i nie zależy od kierunku promienia, tj. od położenia oka obserwatora.

Z praw odbicia wysnuć można łatwo wniosek, iż w wyniku obrotu zwierciadła o kąt α , kierunek promienia odbitego zmieni się o kąt 2α ; np. promień OA (rys. 4) odbity pierwotnie jako OB_1 , po obrocie zwierciadła odbija się jako OB_2 . Własność tę wykorzystujemy w niektórych mierniczych przyrządach optycznych, celem uzyskania powiększenia wskazania.

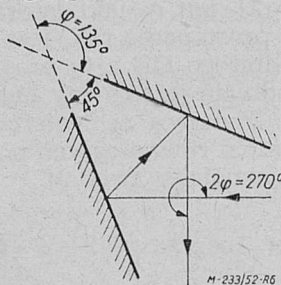
Przy odbiciu kolejno od 2 zwierciadeł, ustawionych od siebie pod stałym kątem zewnętrznym φ (rys. 5), promień światła ulega odchyleniu o kąt 2φ od kierunku pierwotnego, co również łatwo dowieść drogą geometryczną.



Rys. 5



Rys. 4



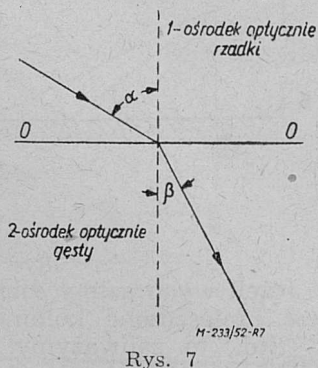
Rys. 6

Jednym ze szczególnych przypadków tego odbicia jest przykład przedstawiony na rys. 6, gdzie kąt zewnętrzny $\varphi = 135^\circ$, tj. zwierciadła są ustawione do siebie pod kątem 45° . Zgodnie z podaną regułą promień wychodzący jest odchylony od wchodzącego o $2\varphi = 270^\circ$ tj. doń prostopadły. Układ taki jest stosowany w szeregu urządzeń optycznych.

Załamane światła. Płytki płasko-równoległe

Prędkość rozchodzenia się światła jest, jak wiadomo, zależna od środka, przez jaki ono przechodzi. W próżni np. prędkość ta wynosi około 300000 km/sek, w wodzie około 225000 km/sek; prędkość światła w powietrzu nieznacznie różni się od prędkości w próżni.

Gdy promień światła przechodzi z jednego ośrodka do innego, to prędkość jego ulega zmianie; przy tym ośrodek, w którym prędkość jest



Rys. 7

większa nazywa się *optycznie rzadszym*, podczas gdy drugi — *optycznie gęstszym*. Ze zmianą prędkości jest związane załamanie się promienia: kąt α jaki tworzy promień z prostopadłą do powierzchni granicznej OO (rys. 7) obu ośrodków jest większy w ośrodku rzadszym niż w ośrodku gęstszym.

Miedzy kątem padania α , a kątem załamania β istnieje zależność:

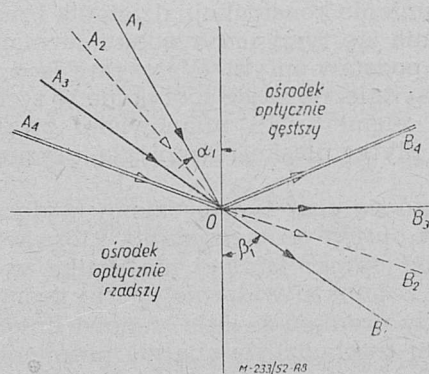
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{1,2} \quad [1]$$

gdzie v_1 i v_2 są odpowiednio prędkościami światła w ośrodkach 1 i 2. Stosunek sinusa kąta padania do sinusa kąta załamania jest wielkością dla danych ośrodków stałą i niezależną od wielkości kąta padania α . Ze wzrostem α wzrasta β , lecz stosunek $n_{1,2}$ sinusów tych kątów pozostaje stały. Stosunek ten na przykład dla szkła względem powietrza wynosi około 1,5, dla wody względem powietrza około 1,3. Wielkość $n_{1,2}$ nazywamy *współczynnikiem załamania* promienia przechodzącego z ośrodka 1 do ośrodka 2.

W przypadku przejścia promienia w kierunku odwrotnym, tj. z ośrodka optycznie gęstszego do ośrodka optycznie rzadszego, promień załamania odchyła się od prostopadłej wg zależności:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = n_{2,1} = \frac{1}{n_{1,2}} \quad [2]$$

co oznacza, że współczynnik załamania promienia przechodzącego z ośrodka optycznego 1 do ośrodka 2 jest odwrotnością współczynnika załamania promienia biegnącego z ośrodka 2 do ośrodka 1.



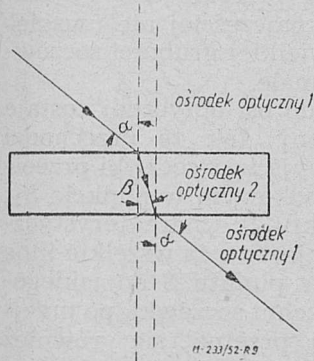
Rys. 8

W związku z tym, że przy przejściu promienia z ośrodka optycznie gęstszego do ośrodka optycznie rzadszego (rys. 8) kąt padania α jest mniejszy od kąta załamania β , istnieje taka wartość kąta padania α , przy której kąt załamania osiąga wartość $\beta = 90^\circ$. W przypadku tym promień A_3O padający na granicę ośrodków ulega poślizgowi wzdłuż granicy ośrodków (promień OB_3). Kąt α nazywa się w tym przypadku *kątem granicznym*. Dla szkła optycznego kąt ten wynosi ok. 42° . Zapamiętajmy sobie tę wartość, gdyż będzie ona użyteczna przy rozważaniu wartości pryzmatów.

Gdy kąt padania α zwiększymy jeszcze bardziej, to promień A_4O ulegnie całkowitemu od-

biciu od powierzchni stanowiącej granicę obu ośrodków i przyjmie kierunek OB_4 .

Rozpatrzmy teraz promień światła padający na przezroczystą płytkę płasko-równoległą, tj. ograniczoną dwiema równoległymi płaszczyznami (rys. 9).



Rys. 9

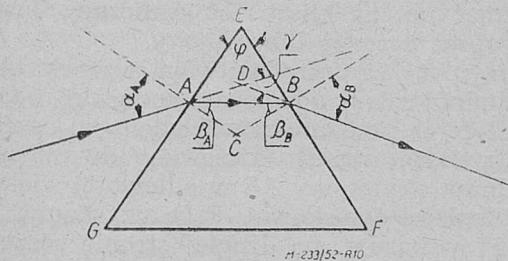
Promień padający pod kątem α ulegnie załamaniu pod kątem β do prostopadłej (szkło płytki jest ośrodkiem optycznie gęstszym od powietrza), po czym przy przejściu ze szkła do powietrza odchyli się pod kątem α do prostopadłej. W wyniku tego promień świetlny nie zmieni kierunku, lecz ulegnie przesunięciu. Przesunięcie to jest tym mniejsze, im cieńsza jest płytka.

W przyrządach optycznych (m. in. w przyrządach interferencyjnych) znajdują również zastosowanie półprzezroczyste płytki płasko-równoległe. Są to zwykle płytki płasko-równoległe pokryte b. cienką warstwą metalu (np. srebra lub aluminium). Wiązka promieni świetlnych skierowana na taką płytkę zostaje częściowo odbita od tej warstwy, podobnie jak na rys. 1, częściowo zaś przechodzi przez płytkę i ulega równoległemu przesunięciu jak na rys. 9.

Pryzmat

Pryzmat jest bryłą przezroczystą, którego dwie powierzchnie ograniczające EG i EF (rys. 10) są płaszczyznami tworzącymi z sobą pewien kąt φ .

Promień świetlny padający na pryzmat P pod kątem α_A , ulega załamaniu pod kątem β_A do prostopadłej w punkcie A , po czym trafiając pod kątem β_B na granicę ośrodków optycznych w punkcie B odchyli się od prostopadłej pod kątem α_B .



Rys. 10

W wyniku przejścia przez pryzmat promień zmieni kierunek o kąt γ . Rozpatrując zależności

$$\gamma = \alpha_A - \beta_A + \alpha_B - \beta_B$$

zatem $\varphi + C = 180^\circ; \beta_A + \beta_B + C = 180^\circ$:

$$\varphi = \beta_A + \beta_B$$

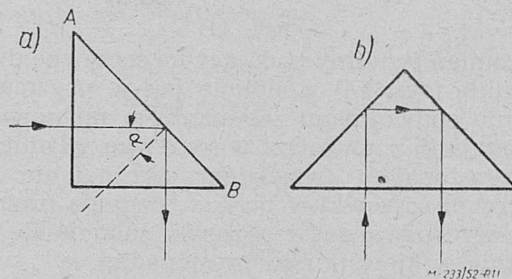
$$\gamma = \alpha_A + \alpha_B - \varphi$$

kątowe widoczne z rys. 10 uzyskamy następujące równania:

Wielkość kąta odchylenia promienia przechodzącego przez pryzmat jest zatem zależna od kąta padania α_A i od kąta łamiącego φ pryzmatu.

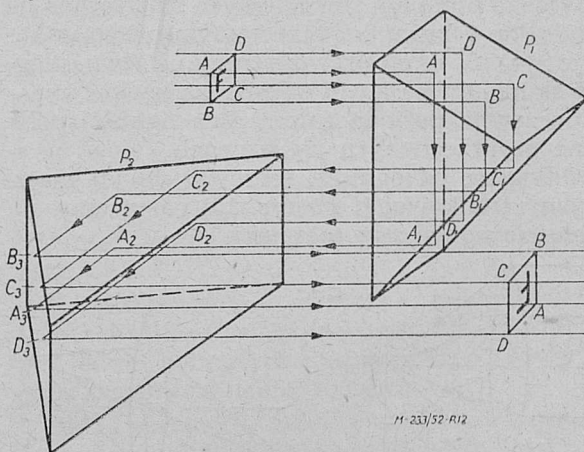
Zmieniając odpowiednio kąt α_A padania promienia na pryzmat można osiągnąć tak duży kąt α_B , że promień w punkcie B ulegnie całkowitemu odbiciu i nie wyjdzie tu na zewnątrz pryzmatu, lecz zostanie skierowany w stronę jego podstawy GF .

Wykorzystując tę zasadę całkowitego odbicia, stosuje się często w mierniczych przyrządach optycznych pryzmaty, zmieniające na skutek pojedynczego odbicia kierunek promieni o 90° (rys. 11a) lub też na skutek podwójnego odbicia o 180° (rys. 11b).



Rys. 11

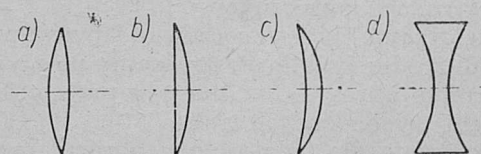
Kąt padania α_A na płaszczyznę AB jest większy od kąta granicznego, wynoszącego jak wiemy dla szkła ok. 42° .



Rys. 12

Niektóre układy optyczne dają obraz odwrócony. Gdy oglądanie obrazów odwróconych stanowi utrudnienie w pomiarach, stosuje się tzw. układ pryzmatów systemu „Porro” odwracający obraz. Rys. 12 wyjaśnia zasadę działania takiego układu.

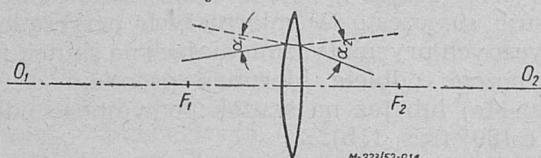
Soczewki



Rys. 13

Soczewką nazywamy przezroczyste ciało, ograniczone z dwu stron pewnymi powierzchniami. Jeśli, jak to najczęściej bywa, powierzchnie te są kuliste, soczewki nazywają się *kulistymi* (bądź *sferycznymi*). Ze względu na kształt powierzchni ograniczających (rys. 13) rozróżnia się następujące najważniejsze rodzaje soczewek: *a* — dwuwypukłe, *b* — płaskowypukłe, *c* — wklęsłowypukłe, *d* — dwuwklęsłe.

Ośią optyczną soczewki nazywamy prostą O_1O_2 (rys. 14) poprowadzoną przez środki jej powierzchni kulistych.



Rys. 14

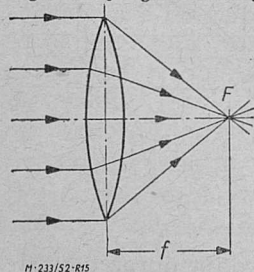
Promień świetlny padający na soczewkę dwuwypukłą (rys. 14), podobnie jak w pryzmacie, ulegnie podwójnemu załamaniu, a mianowicie: po przejściu z powietrza w soczewkę załame się do prostopadłej (względem stycznej do powierzchni soczewki w punkcie padania promienia), wychodząc zaś z soczewki załame się powtórnie w kierunku od prostopadłej.

Wiązka promieni równoległych padających na soczewkę dwuwypukłą (rys. 15) na skutek podwójnego załamania ulega skupieniu w punkcie *F*, zwanym *ogniskiem soczewki*.

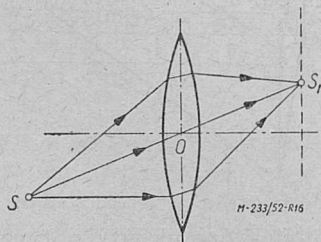
Wiązka promieni równoległych skierowana na soczewkę w kierunku przeciwnym niż to wskazuje rys. 15, tj. od prawej strony na lewo, ulegnie skupieniu po lewej stronie soczewki.

Soczewka posiada zatem dwa ogniska położone po przeciwnych jej stronach.

Odległość od ogniska soczewki do jej płaszczyzny środkowej (*f* na rys. 15) nazywamy *odległością ogniskową soczewki*.



Rys. 15



Rys. 16

Jeżeli — odwrotnie — w ognisku *F* zamieścimy źródło światła, to promienie wychodzące po załamaniu w soczewce utworzą wiązkę równoległą. Urządzenie wykorzystujące tę właściwość, zwane *kolimatorem* jest często stosowane w przyrządach optycznych.

Umieszczając przed soczewką dwuwypukłą (rys. 16) źródło światła *S*, uzyskamy po jej drugiej stronie obraz *S1*, w miejscu przecięcia się promieni wychodzących z *S*.

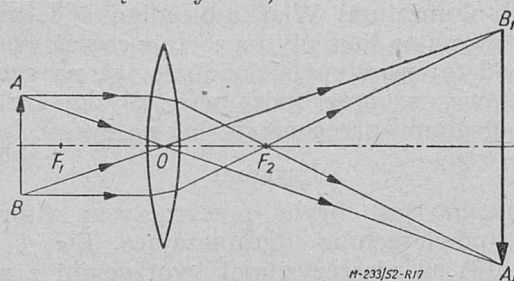
Praktycznie dla znalezienia obrazu punktu świetlnego na rysunku wystarczy poprowadzić

tylko dwa promienie, których przecięcie wyznacza obraz danego punktu.

Najczęściej rysuje się w tym celu promień środkowy, tj. przechodzący przez środek *O* soczewki oraz promień równoległy. Promień środkowy, podobnie jak w płytce płasko-równoległej, ulega równoległemu przesunięciu. Przesunięcia tego na rysunku najczęściej nie uwzględniamy, gdyż przy niewielkiej grubości soczewki jest ono stosunkowo małe.

Promień równoległy do osi optycznej zostaje przez soczewkę załamany, tak że przechodzi przez jej ognisko i po wyjściu z soczewki przecina się z promieniem środkowym w punkcie *S1*, będącym obrazem punktu *S*. Charakterystyczną własnością soczewki jest to, iż wszelkie inne promienie prowadzone z punktu *S* do jakiegokolwiek punktu powierzchni soczewki, po przejściu przez tę ostatnią przetną się również w punkcie *S*.

Obraz otrzymany w wyniku rzeczywistego przecięcia się promieni, co ma miejsce w przypadku przedstawionym na rys. 16, nazywamy *obrazem rzeczywistym*. Może on być otrzymany i zaobserwowany np. na kartce papieru lub utrwalony na kliszy fotograficznej, umieszczonej w odpowiednim położeniu (wskazanym linią kreskową na rys. 16).



Rys. 17

Jeśli promienie załamane po wyjściu z soczewki nie przecinały się, natomiast przecinały się ich przedłużenia, to oko zaobserwowałoby obraz przedmiotu w miejscu przecięcia się tych przedłużeń; jednak obrazu takiego nie można otrzymać np. na kliszy fotograficznej. Jest to więc *obraz pozorny* lub *urojony*.

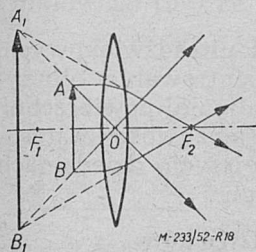
Otrzymany za pośrednictwem soczewki obraz przedmiotu zależy od rodzaju soczewki, a także od położenia przedmiotu względem jej ogniska.

Ustawiając przed soczewką dwuwypukłą przedmiot oświetlony *AB* w odległości większej od odległości ogniskowej F_1O uzyskamy, jak rys. 17 wskazuje, po drugiej stronie soczewki obraz A_1B_1 przedmiotu *AB*. Obraz ten jest rzeczywisty, odwrócony i powiększony.

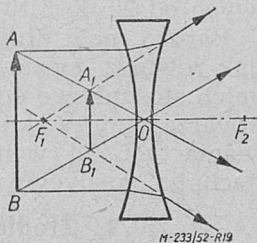
Promienie świetlne wychodzące z punktów końcowych przedmiotu *AB*, ustawionego między ogniskiem F_1 a soczewką (rys. 18), tworzą po przejściu przez soczewkę wiązkę rozbieżną, wobec czego nie dają po tej stronie rzeczywistego obrazu przedmiotu *AB*. Obraz ten powstanie z przecięcia się przedłużeń promieni po stro-

nie przedmiotu, ponieważ rozbieżne promienie zdają się wychodzić z punktów A_1 i B_1 i tam właśnie, dla umieszczonego z prawej strony soczewki oka obserwatora, będą się pozornie znajdować punkty A i B przedmiotu.

Wytworzony obraz będzie pozorny (tzn. powstały z przecięcia się przedłużenia promieni), prosty (tzn. nie odwrócony) i powiększony.



Rys. 18



Rys. 19

Jak widać z rys. 19 soczewka wklęsła daje rozbieżne wiązki promieni. Obraz przedmiotu AB , ustawionego przed tą soczewką w odległości większej od ogniskowej, tworzy się po tej stronie co przedmiot i jest pozorny, prosty i zmniejszony.

Soczewki wypukłe, ze względu na własności skupiania promieni przez nie przechodzących, nazywają się *skupiającymi*. W przeciwieństwie do nich soczewki wklęsłe są *rozpraszające*.

Podane poprzednio rozważania oparte były na założeniu upraszczającym, iż grubość soczewki jest bardzo mała i nie wpływa zakłócająco na przebieg zjawisk optycznych. W rzeczywistości soczewka (lub układ soczewek) ma pewną mniejszą lub większą grubość. Dla ułatwienia rozważań i obliczeń przyjmujemy istnienie tzw. *płaszczyzn głównych*, co pozwala na stosowanie do soczewek grubych zasadniczych związków i reguł, wyprowadzonych dla soczewek cienkich. Przy obliczeniach soczewek grubych wszelkie odległości liczymy od płaszczyzn głównych, nie zaś od płaszczyzny środkowej soczewki (patrz np. odległość ogniskowa f na rys. 20).

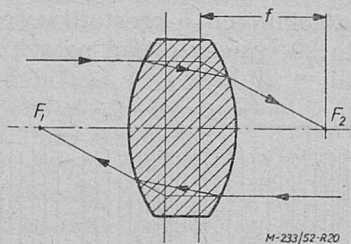
Dla określenia położenia płaszczyzn głównych padające na soczewkę promienie równoległe do osi optycznej przedłużamy do przecięcia z przedłużeniem tych promieni po załamaniu (rys. 20).

Pojedyncze soczewki dają zwykle obrazy mniej lub więcej skażone o konturach stosunkowo mało wyraźnych. Wady te spowodowane są

przede wszystkim przez aberację chromatyczną i aberację sferyczną.

Aberacja chromatyczna polega na tym, że wiązka światła białego, padająca na soczewkę ulega rozszczepieniu na barwy składowe, co spowodowane jest tym, że współczynniki załamania są zależne od długości fal poszczególnych barw składowych światła białego (najsilniejszym załamaniem ulegają fale najkrótsze, najmniejszym zaś fale najdłuższe). W efekcie uwidacznia się to w zabarwieniach częściowych konturów obrazu.

Celem skorygowania tej aberacji w praktyce używamy nie pojedynczych soczewek, lecz ich układów. Odpowiedni ich dobór, zarówno pod względem kształtu jak i materiału, pozwala na usunięcie tych niedomagań w bardzo wysokim stopniu. Układy soczewek tak dobranych nazywamy *achromatycznymi*.



Rys. 20

Aberacja sferyczna posiada swe źródło w tym, że promienie po przejściu soczewki nie zbierają się ściśle w jednym punkcie, lecz w pewnym jego otoczeniu, co wiąże się z tym, że promienie oddalone od osi optycznej załamują się stosunkowo silniej, niż promienie środkowe.

W celu zredukowania skutków aberacji sferycznej stosujemy przesłony, które przepuszczają tylko promienie światła bliskie osi optycznej. Wskutek tego zmniejszamy jednak jasność obrazu.

Korekcję aberacji sferycznej bez szkody dla jasności obrazu osiąga się przez stosowanie odpowiednio dobranych pod względem materiału oraz kształtu układów soczewkowych.

Układ soczewek, który posiada korekcję aberacji sferycznej, chromatycznej i niektórych innych rodzajów aberacji nazywa się *aplanatycznym*. Jeszcze większy jest zakres korekcji w układach *anastygmatycznych*.

Pracownicy nauki i przemysłu!

Wzbogacajcie naukę i technikę naszej Ojczyzny nowymi badaniami, odkryciami i wynalazkami!

Zacieśniajcie więź nauki z produkcją!

Inż. MARIAN CHRZANOWSKI

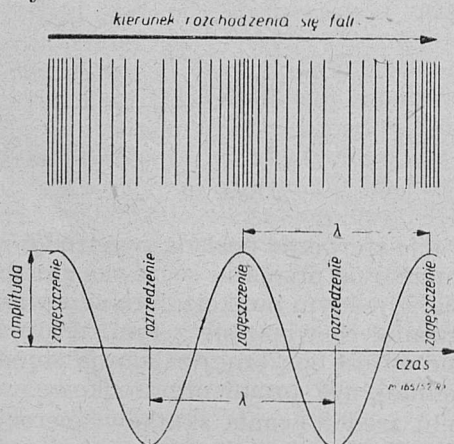
ULTRADŹWIĘKI I ICH ZASTOSOWANIE W PRZEMYSŁE METALOWYM

1. Wiadomości ogólne

W ciągu ostatniego dziesięciolecia świat techniczny obserwuje żywiołowy rozwój nowej gałęzi wiedzy, ukrytej dotąd w cieniu laboratoriów naukowych — wiedzy o ultradźwiękach.

Podobnie jak w optyce istnieją promienie świetlne niewidzialne dla oka ludzkiego (choć widzialne np. dla niektórych zwierząt) — promienie ultrafioletowe o fali krótszej i częstotliwości drgań wyższej niż widzialne — istnieją również fale akustyczne (dźwiękowe) o zbyt wysokiej częstotliwości dla ludzkiego ucha. Nazywamy je *ultradźwiękami*.

Dźwięki słyszalne są to drgania falowe cząsteczek materialnych o częstotliwości od około 16 do około 20 tysięcy drgań na sekundę, czyli 20 kilocykli = 20 kc.



Rys. 1. Rozchodzenie się fal akustycznych w powietrzu.

Jeśli słyszymy jakiś ton, jest to wywołane tym, że od źródła dźwięku idą do naszego ucha na przemian zagęszczenia i rozrzedzenia (rys. 1) ośrodka (powietrza), które uderzając w błonę naszego ucha wywołują wrażenie słuchowe. Odległość między jednym zagęszczeniem i najbliższym następnym nazywamy długością fali λ .

(rys. 1). Znając częstotliwość $f \frac{1}{\text{sek}}$ danej fali dźwiękowej i szybkość jej rozchodzenia się c m/sek, możemy łatwo obliczyć długość tej fali z wzoru:

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ m}$$

Górna granica wytwarzanych obecnie ultradźwięków wynosi 500 000 kc/sek = 500 megacykli (Mc). Szybkość fali dźwiękowej w powietrzu wynosi około 330 m/sek, zakres długości fal ultradźwiękowych wynosi 1,6 cm do $0,6 \cdot 10^{-4}$ cm.

W cieczech szybkość dźwięku wynosi około 1200 m/sek, zatem zakres długości niesłyszalnych fal dźwiękowych wynosi odpowiednio:

6 cm do $2,4 \cdot 10^{-4}$ cm. W ciałach stałych szybkość dźwięku wynosi około 4000 m/sek, a to odpowiada zakresowi długości fal ultradźwiękowych od 20 do $8 \cdot 10^{-4}$ cm.

Bardzo małe długości fal ultradźwiękowych, jak również możliwość koncentrowania olbrzymich stosunkowo energii na małej powierzchni, stwarzają niezwykle liczne możliwości zastosowania tych fal w najróżniejszych dziedzinach techniki, medycyny i biologii.

2. Źródła ultradźwięków

Najprostszym źródłem ultradźwięków są małe widelki stroikowe (rys. 2) o odległości a między ramionami do kilku milimetrów. Widelki takie wytwarzają drgania o częstotliwości około $70 \div 90$ kc, energia tych drgań jest jednak znikoma. Niewiele większą energię dają gwiazdki lub piszczalki ultradźwiękowe, używane w niektórych krajach do tresury psów. Jednym z najpotężniejszych źródeł ultradźwięków są syreny, różniące się od zwykłych syren ilością obrotów tarcz perforowanych i ilością otworów w tarczach. Moc syren ultradźwiękowych dochodzi do 80 kW, a zakres częstotliwości 8 do 200 kc. Sprawność wynosi $50 \div 70\%$. Częstotliwość drgań można regulować ilością obrotów syreny.

Najbardziej wszechstronne zastosowanie znalazły generatory ultradźwiękowe wykorzystujące efekty piezoelektryczny i magnetostrykcyjny.

a. Efekt piezoelektryczny

Zjawisko piezoelektryczne polega na tym, że płytka wycięta wzdłuż określonych osi kryształów np. kwarcu (SiO_2) i poddana działaniu sił rozciągających i ściskających wytwarza na swej powierzchni napięcia elektryczne proporcjonalne do działających sił, i odwrotnie — napięcia elektryczne zmienne lub szybkozmienne przyłożone do odpowiednich płaszczyzn płytki wywołują w płytce drgania mechaniczne.

W przypadku, gdy wymiary (wielkość) płytki umożliwiają jej drgania zgodne z przyłożonym napięciem, amplituda tych drgań, a więc ich energia jest największa. Jest to bardzo cenna zaleta kryształów, gdyż umożliwia ona utrzymanie praktycznie niezmienną częstotliwości a więc i długości fali wysyłanych ultradźwięków.

b. Efekt magnetostrykcyjny (Joule'a)

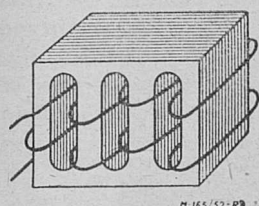
Do wytwarzania ultradźwięków o niższych częstotliwościach i dużej mocy wykorzystuje



Rys. 2. Widelki stroikowe

się zdolność prętów lub rurek z metali ferromagnetycznych do drgań w pulsującym periodycznie polu magnetycznym, przechodzącym równoległe do podłużnej osi rurki lub pręta. Zaletą tego typu generatorów jest ich prostota i taniaść.

Na rys. 3 widać zasadniczą część generatora magnetostrykcyjnego. Składa się on z sześcienu niklowego (lub ze stopów niklu jak inwar lub



Rys. 3. Schemat budowy generatora magnetostrykcyjnego.

monel) wykonanego w postaci pakietu cienkich płytek izolowanych jedna od drugiej cienką warstewką lakieru dla zmniejszenia strat z powodu prądów wirowych. Widoczne na rysunku uzwojenie dostarcza prąd szybkotnący (tzn. jednokierunkowy, ale periodycznie czyli z określoną częstotliwością zmieniający amplitudę).

Stosując opisaną metodę uzyskuje się średnio zmianę długości drgającego elementu wynoszącą 10^{-4} . Przy użyciu np. płytki niklowej o długości 10 cm amplituda drgań wynosi 10^{-3} cm, częstotliwość 24 kc.

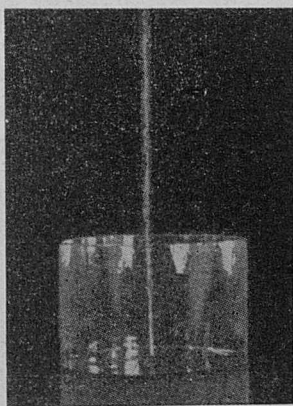
Dodatkową zaletą tych generatorów w stosunku do generatorów kwarcowych jest to, że do pracy wymagają niedużych napięć, odpadają więc kłopoty z uzyskaniem dobrej izolacji (kłopoty te są poważne przy użyciu kwarców wymagających kilkuset do kilku tysięcy volt).

Wadą generatorów magnetostrykcyjnych jest mała sprawność.

* * *

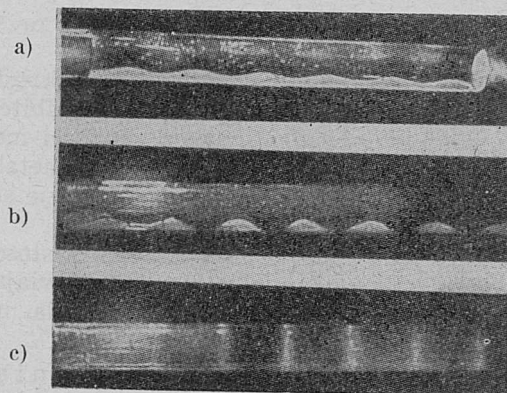
Rozchodzeniem się fal rządzą prawa ruchu falowego; buduje się więc soczewki lub lustro wklęsłe z kryształów, co umożliwia koncentrację drgań w żądanym punkcie do niespotykanej w innych dziedzinach techniki wielkości, a mianowicie do 1 kW na cm^2 . Jest to dziesięć razy silniejsza koncentracja energii niż na rozżarzonego do białości włóknie wolframowym żarówce.

Na rys. 4 widać wysoką fontannę cieczy w miejscu koncentracji ultradźwięków. Reszta powierzchni jest spokojna.



Rys. 4. Fontanna cieczy spowodowana ultradźwiękami.

Ultradźwięków nie można usłyszeć, można je jednak zobaczyć, dzięki kilkunastu pomysłowym metodom. Jedną z nich ilustruje rys. 5. Na dnie rurki wypełnionej powietrzem znajduje się cienka warstewka cieczy. W węzłach fali, t. zn. w miejscach najwyższego ciśnienia (zge-



Rys. 5. Fala stojąca w rurach z cieczami; a — przy małej amplitudzie, b — przy średniej amplitudzie, c — przy dużej amplitudzie.

szczenia powietrza) ciecz jest spychana do miejsc najniższego ciśnienia, znajdujących się w brzościach fali; toteż w tych miejscach ciecz się podnosi coraz wyżej w miarę jak rośnie amplituda drgań (rys. 5b i c).

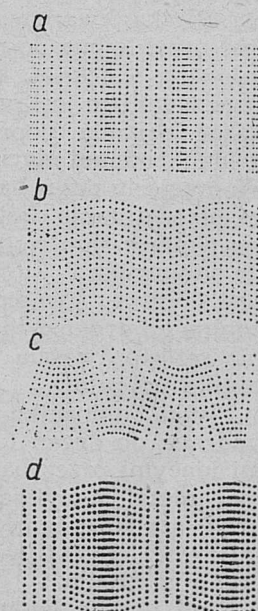
W gazach i cieczach występują fale podłużne (rys. 6a) tzn. drgania mają kierunek równoległy do kierunku rozchodzenia się fali.

W ciałach stałych mogą powstać fale poprzeczne (rys. 6b) w płytkach bardzo długich i cienkich — podłużne i poprzeczne równocześnie jak na rys. 6c, ciała zaś cienkie i o małej długości drgają jak na rys. 6d.

3. Zastosowanie ultradźwięków

Już dawno zauważono, że fale dźwiękowe o wysokiej częstotliwości przenikają ciała stałe o jednorodnej strukturze, a w szczególności metale, ulegając nieznacznemu tylko pochłanianiu. Na granicy jednak metal-powietrze ulegają prawie całkowicie odbiciu. Jeżeli więc wewnątrz jakiegoś przedmiotu metalowego znajdują się pęcherze, rysy, pęknięcia, zażużenia, wtrącenia niemetaliczne itp., to fale ultradźwiękowe odbijają się od nich, dając po drugiej stronie tzw. cień akustyczny. Odbiornik fal ultradźwiękowych nie odbierze sygnału idącego od wibratora czyli generatora ultradźwiękowego poprzez miejsce odbijające sygnały. Stosowane są tu cztery grupy metod:

a) uszkodzenie lub miejsce wadliwe w metalu poznaje się badając odpowiednimi aparatami



Rys. 6. Rodzaje fal występujących w ciałach stałych; a — fale wzdłużne, b — fale poprzeczne, c — fale wzdłużne i poprzeczne (jednocześnie), d — fale wzdłużne i poprzeczne (jednocześnie).

zdolność przewodzenia dźwięku na całym przekroju badanego metalu,

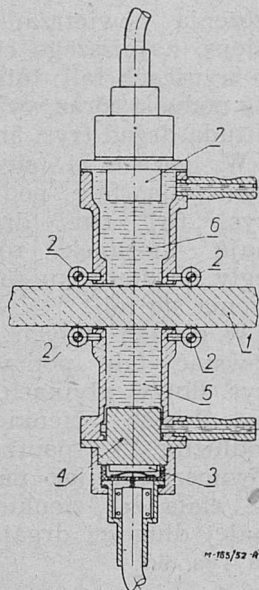
b) miejsce wadliwe lub uszkodzone określa się na podstawie uchwyconego echa fali odbitej,

c) do mierzenia bardzo małych grubości metalu lub do wynajdywania uszkodzeń w metalu znajdujących się blisko powierzchni stosuje się metodę rezonansową,

d) w pewnych przypadkach można zastosować metodę akustyczno-światłą, umożliwiającą bezpośrednie rozpoznanie uszkodzenia na ekranie świetlnym.

a. Zastosowanie przewodzenia dźwięku do badań

Metodę pierwszą ilustruje rys. 7. Badaną płytę 1 umieszcza się między dwoma uchwytyami przyrządu. Uchwyty te przesuwają się po badanej płycie na rolkach 2. W dolnym uchwycie znajduje się kwarcowy wibrator o częstotliwości 10 Mc (10^7 cykli). Płytką kwarcową 3 jest przyklejona do metalowego klocka 4, którego zadaniem jest przekazać drgania poprzez wodę 5 badanej płycie 1. Po przejściu przez badaną płytę drgania dostają się poprzez słup wody 6 do odbiornika 7, którym jest płytka kwarcowa zdolna do drgań z tą samą częstotliwością, co płytka wibratora.

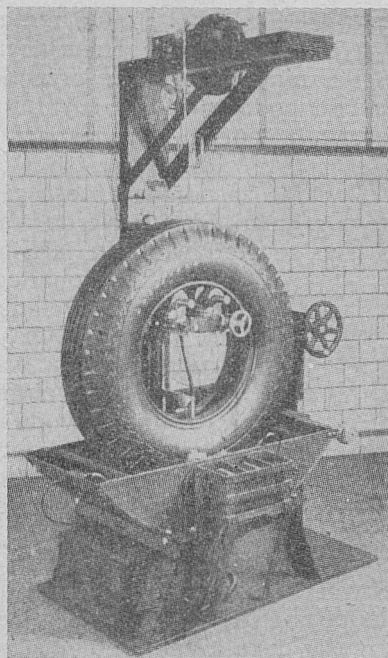


Rys. 7. Przekrój wzdłużny przez przyrząd do badania płyt.

Płytką odbiornika pobudzona do drgań falami idącymi przez badany metal, wytwarza prąd szybkozmienny o tej samej częstotliwości drgań co źródło.

Prąd ten po wyprostowaniu i wzmocnieniu rysuje natężenie dźwięku na karcie. Miejsca wadliwe spowodują odbicie drgań, a więc brak prądu.

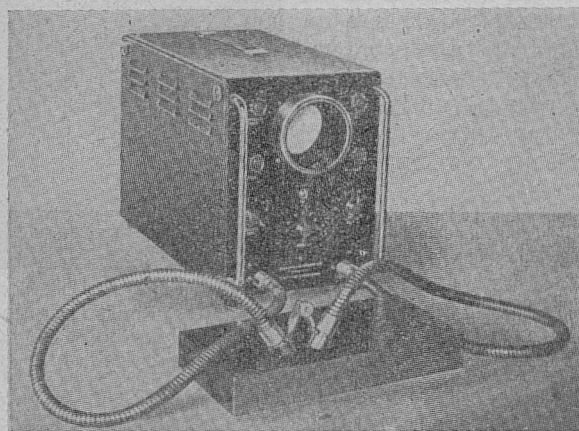
Podobna metoda znalazła zastosowanie przy badaniu opon samochodowych (rys. 8). Wibrator zanurzony w wodzie znajdującej się w wannie (widocznej na rysunku) umieszczony jest między dwiema rolkami, na których ustawia się opony. Nad wibratorem znajduje się odbiornik. Odbiornik umieszcza się wewnątrz opony i następnie wlewa do niej nieco wody, by zalać odbiornik. Drganie wibratora odebrane przez odbiornik wskazuje miliamperomierz. Równocześnie pali się lampka zielona, gdy opona jest w porządku, zaś czerwona, gdy aparat wykryje uszkodzenie. Kółkami ręcznymi można przesunąć wibrator i odbiornik także wzdłuż bocznych powierzchni opony. Częstotliwość drgań wynosi 40 kc.



Rys. 8. Badanie opon samochodowych.

b. Wykorzystanie zjawiska echa

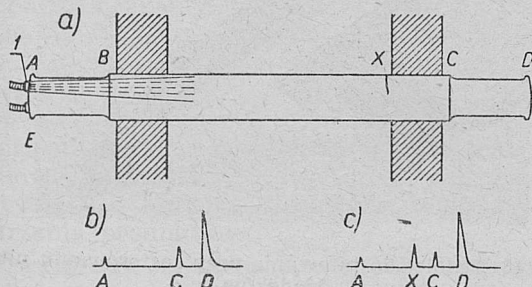
Na zasadzie wykorzystania zjawiska echa jest zbudowany aparat przedstawiony na rys. 9. Nadajnik i mikrofon odbiornika (oba z kwarcu) są zamocowane skośnie na badanej płycie i połączone przegubem. W tym układzie aparat wynajduje uszkodzenia do głębokości między 2 i 15 cm. Dla badania przedmiotów w głębokości do 350 cm skośnie podstawki pod wibratorem i mikrofonem zastępuje się podstawkami o takim kształcie, by drgania ultradźwiękowe były wysyłane prostopadle do powierzchni przedmiotu. Nadajnik i odbiornik połączone są kablem z aparatem, który wytwarza drgania. Na przedniej płycie aparatu znajduje się ekran oscylografu, na którym widać przebieg badania przedmiotu.



Rys. 9. Ultradźwiękowy przyrząd pomiarowy do badania materiałów oparty na zasadzie echa.

Rys. 10a przedstawia schemat badania osi wagonu. Nadajnik 1 wysyła drgania, które za-

znaczą się na ekranie oscylatora silniejszymi impulsami na wejściu *A*, w miejscu zwężenia przekroju *C* i w miejscu odbicia *D* (rys. 10b). Pęknięcie osi zaznacza się dodatkowym impulsem *X* na ekranie oscylografu (rys. 10c). Odbicie od powierzchni *D* jest prawie całkowite, stąd wartość impulsu odbitego w *D* jest największa, odbicie fali w miejscu pęknięcia daje mniejszą wartość impulsu *X*, gdyż jak widać na rysunku pęknięcie, a więc i ilość odbitej od niego energii fali ultradźwiękowej jest stosunkowo nieduża. W miejscu wejścia *A* następuje również odbicie nieznacznej ilości energii ultradźwiękowej od powierzchni czołowej.



Rys. 10. Sprawdzenie osi wagonowej na rysy i pęknięcia.

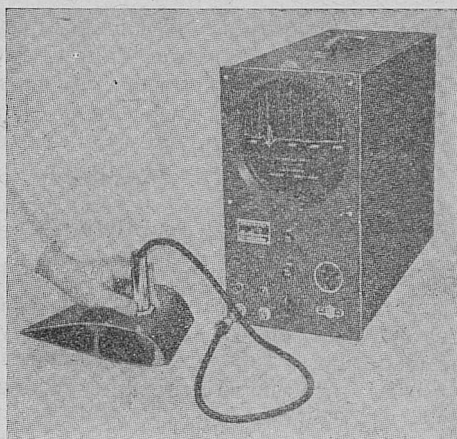
Opisany aparat jest specjalnie wygodny do badania surowych odkuwek i odlewów, butli stalowych do gazów technicznych, zbiorników cieczy, kół zamachowych itp. bez konieczności rozmontowania maszyny.

Taką samą metodę stosuje się do badania spoin w metalach spawanych w przypadku dostępu tylko do jednej powierzchni badanego przedmiotu (np. rury, zbiorniki itp.) i gdzie zastosowanie innych metod badania jest niemożliwe.

c. Metoda rezonansowa

Wiadomo, że każde ciało może być łatwo pobudzone do drgań przez źródło drgające z częstotliwością własną tego ciała. Oznacza to, że istnieje rezonans między źródłem drgań i pobudzoną do drgań bryłą. Bryła taka może drgać również (ale z mniejszą energią) z częstotliwością 2, 3 itd. razy wyższą.

Na rys. 11 przedstawiono przyrząd wykorzystujący zjawisko rezonansu. Generator piezoelektryczny może wytwarzać zależnie od położenia regulatora częstotliwość w zakresie 1 oktawy np. między 1,3 i 2,6 Mc. Po przyłożeniu wibratora do przedmiotu, którego grubość chcemy zbadać, uruchamiamy generator przekraczając powoli gałkę regulatora, przez co zmieniamy częstotliwość drgań nadajnika w sposób ciągły w granicach podanego zakresu. W momencie, gdy częstotliwość drgań nadajnika jest zgodna (w rezonansie) z częstotliwością własną badanego przedmiotu, na wyskalowanym ekranie następuje gwałtowny wzrost prądu nad liczbą oznaczającą mierzoną grubość. Jeśli np.

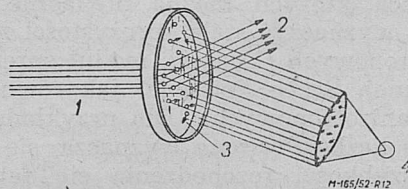


Rys. 11. Sprawdzenie grubości ściany za pomocą ultradźwiękowego przyrządu opartego na zasadzie rezonansu.

grubość płyty stalowej wynosi 1,6 mm, to częstotliwość rezonansu będzie wynosiła 1,81 Mc (szybkość dźwięku w stali wynosi 5810 m/sec). Aparatu tego używa się do badania ścian niedostępnych z drugiej strony (cylindry silników, sprężarek, kotły parowe, rurociągi, ściany statków itd.).

d. Metoda akustyczno-światlna

Metoda ta umożliwia uzyskanie wiernego i kompletnego obrazu uszkodzenia na matówce, podobnie jak przy prześwietleniu promieniami Roentgena. Wykorzystuje się w tym celu zdolność bardzo małych pręcików lub płytek z aluminium (o wymiarach około $20\mu \times 1,5\mu$) zawieszonych w ksylolu do ustawiania się w silnym prądzie fali ultradźwiękowej równoległe do kierunku prądu (podobnie jak łódź zakotwiczona ustawia się w prądzie rzeki). Pył aluminiowy zawieszony w ksylolu umieszcza się w naczyniu, którego jedna płaska ściana zrobiona jest z blachy miedzianej dla przepuszczania ultradźwięków idących od badanego przedmiotu.



Rys. 12. Zasada działania ultradźwiękowego przyrządu pomiarowego opartego na zasadzie akustyczno-światlnej; 1 — fale ultradźwiękowe, 2 — światło odbite od cząstek aluminium ustawionych równoległe do czoła fali ultradźwiękowej, 3 — światło rozproszone odbite od cząstek aluminium nieuporządkowanych, 4 — źródło światła.

Znajdujące się np. w przedmiocie pęknięcie wytworzy w strumieniu fali ultradźwiękowej cień akustyczny. Uderzająca w zawieszinę pyłu aluminiowego fala ultradźwiękowa nie zmieni położenia tylko tych cząstek aluminium, które znajdują się w cieniu akustycznym. Jeśli teraz naświetlimy tę zawieszinę przez szybę szklaną

umieszczoną z drugiej strony naczynia (rys. 12), to cząsteczki uporządkowane falą ultradźwiękową odbijają inaczej światło od cząsteczek nieuporządkowanych tj. tych, które znajdują się w cieniu akustycznym. W wyniku otrzymamy na ekranie ostry obraz pęknięcia.

e. Inne zastosowania

- Szerokie zastosowanie znalazły ultradźwięki również w metalurgii. Zauważono np., że dźwięki o częstotliwości $600 \div 4500$ kc i o mocy około 80 watów obniżają temperaturę topliwości stopu Zn-Sb-Al, przy czym proces krzepnięcia jest krótszy.

Wytrzymałość duraluminium poddanego działaniu ultradźwięków wzrasta z 78 na 96 kG/mm².

Istnieje wiele stopów (jak np. Fe-Pb, Al-Cd, Al-Pb, Cu-Pb, Zn-Pb), które w stanie ciekłym w całym zakresie procentowej koncentracji nie dadzą się zmieszać. Stosując ultradźwięki można uzyskać aż do punktu krzepnięcia dobre przemieszanie składników.

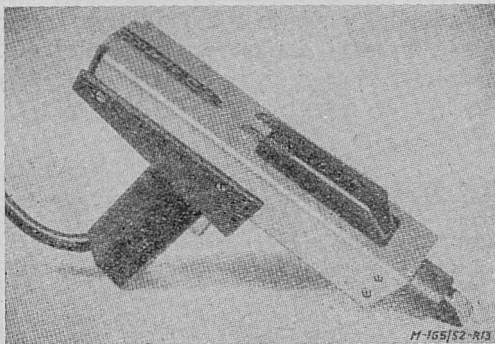
Metale ferromagnetyczne (żelazo, nikiel, kobalt) poddane działaniu ultradźwięków dają się łatwiej i silniej namagnesować i rozmagnesować.

Zastosowanie ultradźwięków przy azotowaniu stali zwiększa głębokość przenikania azotu, jak również skraca znacznie czas przebiegu całego procesu.

Ultradźwięki przyspieszają także przemiany alotropowe. I tak np. biała tetragonalna cyna poddana działaniu ultradźwięków w temperaturze poniżej -20°C przekształca się w krótkim czasie w cynę szarą o budowie sześcienną. Można też cynę szarą zamienić na białą działając na nią ultradźwiękami w temperaturze $+12^{\circ}\text{C}$. Na podstawie przeprowadzonych badań szybkości rozchodzenia się ultradźwięków w ciałach stałych wyprowadzono wzory, za pomocą których można dokładnie, łatwo i szybko wyznaczyć stałe sprężystości zarówno ciał izotropowych (Younga, moduł sprężystości poprzecznej, liczbę Poissona) jak również ciał stałych anizotropowych. Dla przykładu podajemy, że liczbę Poissona wyznacza się ze stosunku szybkości rozchodzenia się fal ultradźwiękowych podłużnych do poprzecznych w badanym ciecie.

Na zakończenie warto wspomnieć o jednym z najnowszych zastosowań ultradźwięków do

lutowania aluminium bez użycia topników. Lutowanie to było dotychczas bardzo utrudnione ze względu na bardzo ciekłą ale silną i zwartą błonkę tlenku aluminium (Al_2O_3). W pistolecie lutowniczym (rys. 13) wytwarza się na zasadzie magnetostrykcyjnej drgania o częstotliwości ok. 1000 kc. Drgania te rozrywają i niszczą błonkę tlenku aluminium, umożliwiając dostęp do czystego metalu.



Rys. 13. Pistolet do lutowania przy zastosowaniu ultradźwięków.

W rozrywaniu błonki tlenku aluminium zasadniczą rolę gra zjawisko znane w hydromechanice pod nazwą kawitacji. Gdy np. w cieczy działają w pewnym miejscu siły rozciągające, które pokonują lepkość cieczy (np. gwałtowne zmniejszenie ciśnienia wewnątrz w czasie wypływu jej z ciasnych kanałów, dysz itp.), w miejscu tym przez drobny ułamek sekundy powstaje próżnia w kształcie jamy. Zjawisko to występuje specjalnie silnie w pobliżu śrub okrętowych, łopatek turbin wodnych itp.).

Fale ultradźwiękowe przechodząc przez ciecz (np. roztopione aluminium) wytwarzają w każdym jej miejscu kolejno nadciśnienia i podciśnienia zmieniające się z częstotliwością drgań ultradźwiękowych. Każde podciśnienie pokonuje siłę przylegania cząstek objętych działaniem podciśnienia i rozrywa spójność między nimi, ściskając je (w granicach ściśliwości danej cieczy) w miejsca nadciśnienia. Przy zastosowaniu więc podanej uprzednio częstotliwości 1000 kc zjawisko kawitacji wystąpi w każdym punkcie cieczy z częstością milion razy na sekundę. Również będą rozrywane cząstki tlenku aluminium. Umieszczona na elemencie drgającym nasadka ogrzewana jest zwykłym grzejnikiem elektrycznym o mocy 120 watów w celu roztopienia lutu.

**Pełne wykorzystanie
maszyn, urządzeń i narzędzi
to wydatne zwiększenie produkcji.**

RACJONALIZACJA

WYTYCZANIE TEMATYKI RACJONALIZATORSKIEJ

1. Wytyczanie tematyki usprawień

Upowszechnienie ruchu racjonalizatorskiego i osiągnięcie skutecznych efektów gospodarczych, wynikających z inicjowania i realizowania w przemyśle idei wynalazczości pracowniczej zależne jest w dużej mierze od wytyczania w każdym zakładzie pracy konkretnej tematyki usprawnień. W kilku artykułach, które publikowaliśmy na łamach naszego czasopisma omawialiśmy metodę inicjowania tematów. Ale zagadnienie to nie jest ani łatwe ani proste.

W notatce niniejszej postaramy się zwrócić uwagę na fakt, że o łatwości wytyczania prawidłowej tematyki decyduje często organizacja fabryki, a zwłaszcza stosowana metoda wytwarzania produktów.

Prawidłowe bowiem powiązanie materiału, środków wytwarzania oraz człowieka, kierującego procesem technologicznym decyduje o racjonalnym przebiegu produkcji. Aby ta racjonalność była możliwie wysoka

a) pracownik winien ekonomicznie rozkładać siły i pracować bez straty czasu,

b) środki wytwarzania, tj. urządzenia, maszyny i narzędzia powinny być maksymalnie wykorzystywane,

c) materiał winien przechodzić z jednego stanowiska roboczego na drugie, nie przebywając ani sekundy dłużej, aniżeli to jest potrzebne dla wykonania określonej operacji.

Urzeczywistnienie tych trzech wymagań jest daleko łatwiejsze przy produkcji potokowej (taśmowej) aniżeli jednostkowej (przerywanej). Nie oznacza to bynajmniej, że produkcja potokowa jest jedynym źródłem i natchnieniem pomysłów racjonalizatorskich. Jest ona jedynie metodą pracy, która w sposób łatwiejszy pozwala wykrywać wąskie gardła produkcji, niedoskonałość maszyn i narzędzi, nietechnologiczność konstrukcji, niewykwalifikowanie pracownika itd.

2. Istota produkcji potokowej

Dobrze będzie przy okazji uświadomić sobie, na czym polega istota produkcji potokowej. W metodzie tej proces produkcji podzielony zostaje na możliwie najprostsze równe czasowo operacje, z których każdą wykonuje jeden robotnik albo jedna maszyna prosta lub złożona, przy czym przedmiot obrabiany przesuwa się na taśmie (przenośniku) w sposób rytmiczny od jednego stanowiska roboczego do drugiego. W ten sposób przetwarzanie surowca w gotowy produkt zlewa się w jeden ciągły proces. Proces taki możliwy jest jedynie przy rozmieszczeniu maszyn i urządzeń zgodnie z przebiegiem

procesu technologicznego i przy zorganizowaniu prawidłowej przepustowości tych maszyn i urządzeń.

Nieprzerwany tok przeróbki surowca w gotowy fabrykat to najdoskonalsza na obecnym etapie forma organizacji procesu technologicznego.

3. Tematyka racjonalizatorska w oparciu o metodę produkcji potokowej

Z podanego poprzednio określenia istoty produkcji potokowej wynika kilka punktów, których analiza doprowadza do tematyki racjonalizatorskiej. W produkcji potokowej decydującą rolę odgrywa:

1) Rytm produkcji. Jeśli zjawiają się międzyoperacyjne przestoje, to należy je jak najszybciej zlikwidować, gdyż zakłócają one rytmiczność i takt produkcji. Należy więc operację, która to zakłócenie wywołuje, pochłaniając dłuższy okres czasu aniżeli pozwala na to rytm, albo rozbić na operacje prostsze, lub też zwiększyć ilość wykonawców, czy też zastosować sprawniejszą metodę wykonawstwa, skracającą czas operacji.

2) Transport międzyoperacyjny — sprawdzić, czy przesuwanie fabrykatu od jednego stanowiska roboczego do drugiego odbywa się w sposób sprawny, szybki, bezpieczny i nie niszczący przedmiotu; jeśli jest inaczej należy natychmiast przystąpić do usprawnienia przebiegu.

3) Ilość materiału znajdująca się w procesie produkcyjnym — a) zmniejszyć do minimum niezbędne naddatki, aby skrócić czas obróbki i zużycie materiału; b) stosować ekonomiczniejsze metody wytwarzania, jak np. używanie odkuwek, elementów wykrawanych, spawanych itp. zamiast wykonywanych jako jednolite nieekonomiczną metodą skrawania; c) wyliczyć z rytmu produkcyjnego ilość potrzebnego w ciągu miesiąca surowca i ograniczyć jego zapasy do niezbędnego minimum.

Oprócz tych podstawowych problemów, jako wtórne zjawiają się przy metodzie produkcji potokowej samorzutnie:

1) zagadnienie przyspieszenia rytmu taśmy i dostosowania czasu trwania wszystkich (pojedynczo biorąc) operacji do czasu trwania operacji najkrótszej, a stąd

2) stały bodziec do upraszczania operacji, metod pracy i technologiczności konstrukcji,

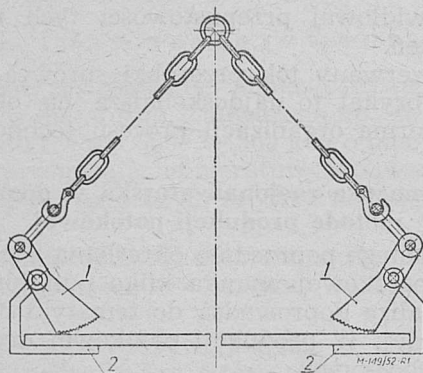
3) zmniejszania ilości braków przez stałą kontrolę międzyoperacyjną.

Wymienione punkty są uogólnieniami, które dopiero na przykładzie konkretnej fabryki i konkretnego procesu produkcyjnego przemienić można w realny temat racjonalizatorski.

H. Ch.

ZABEZPIECZENIE PRZED WYPADNIĘCIEM BLACH Z KLESZCZY DŹWIGU

Transport blach grubościennych przy pomocy dźwigu jest połączony z częstymi nieszczęśliwymi wypadkami wskutek wyślizgiwania się ich z łap, na których są wsparte.



Rys. 1.

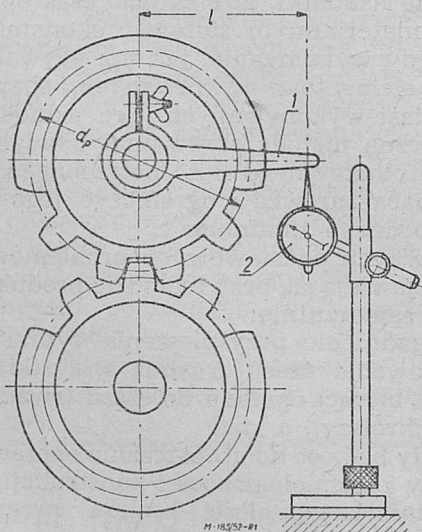
W celu uniknięcia tego niebezpieczeństwa można zastosować w kleszczach do transportu blach dodatkową dźwignię 1 z ząbkami, które w czasie podnoszenia blachy przyciskają ją do chwytaków 2, uniemożliwiając w ten sposób wypadnięcie blachy w czasie transportu.

Twórca usprawnienia:

Jan Dudek, Gliwickie Zakłady Budowy Urządzeń Chemicznych w Gliwicach.

POMIAR LUZU MIĘDZYZĘBNEGO W KOŁACH ZĘBATYCH

Pomiar luzu międzyzębego przy montażu kół zębatach o dużym module odbywa się zwykle w ten sposób, że na zębach (trzech, czterech) kół umieszcza się blaszki ołowiane, a następnie zazębia z drugim kołem wskutek czego blaszka ulega zgnieceniu. Grubość zgniecionych blaszek pozwala na określenie luzu.



Rys. 1.

Jednakże pomiar luzu można wykonać w sposób bardziej dokładny za pomocą przyrządu pokazanego na rys. 1. Na wałku jednego z pary kół zębatach umieszcza się zabierak 1, którego koniec opiera się na

trzępieniu mierniczym czujnika 2, ustawionego na nieruchomej płycie. Jeśli koło zębate unieruchomi się, a obraca z lekką zabierakiem, można odczytać wielkość przekręcenia zabieraka. Luz międzyzębny obliczymy z równania:

$$\frac{d_p}{2l_m} = \frac{l}{x} \quad \text{skąd} \quad l_m = \frac{d_p}{z \cdot l} \cdot x$$

gdzie l_m mm — luz międzyzębny,

d_p mm — średnica podziałowa,

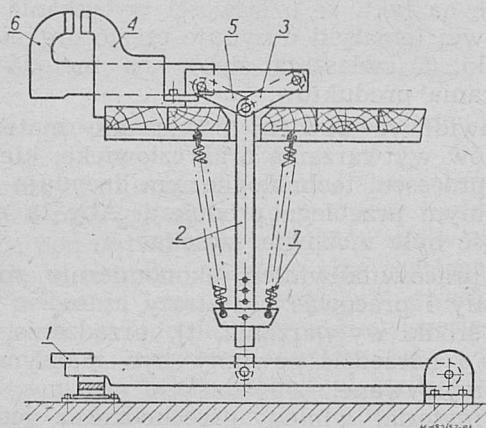
l mm — odległość końcówki czujnika od osi obrotu,

x mm — odczytanie wskazań czujnika.

Z. K.

IMADŁO URUCHAMIANE PEDALEM

Rys. 1 przedstawia imadło uruchamiane za pomocą pedału. Naciskając stopą pedał 1 powoduje się przesunięcie cięgna 2, które z kolei zmienia położenie łącznika 3 związanego z nieruchomą częścią 4 imadła i



Rys. 1.

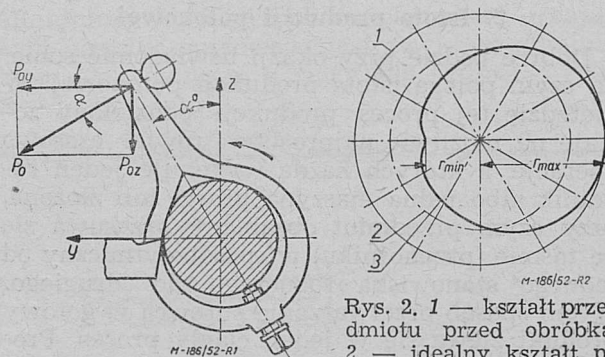
łącznika 5 połączonego z ruchomą szczęką 6 i zaciska przedmiot. W celu zwolnienia zacisku wystarczy zdjąć nogę z pedału, a cięgno 2 na skutek działania sprężyn 7 powróci do położenia wyjściowego.

Zaletą tego imadła jest możliwość szybkiego i wygodnego mocowania przedmiotów, szczególnie przy montowaniu małych zespołów i podzespołów.

Z. K.

SERCÓWKA DWURAMIENNA

Jak pokazały doświadczenia, siła wywierana przez trzpień tarczy zabierakowej na ramię sercówki wywiera wpływ na kształt geometryczny poprzecznego prze-



Rys. 1.

Rys. 2. 1 — kształt przedmiotu przed obróbką, 2 — idealny kształt po obróbce, 3 — skażony kształt po obróbce

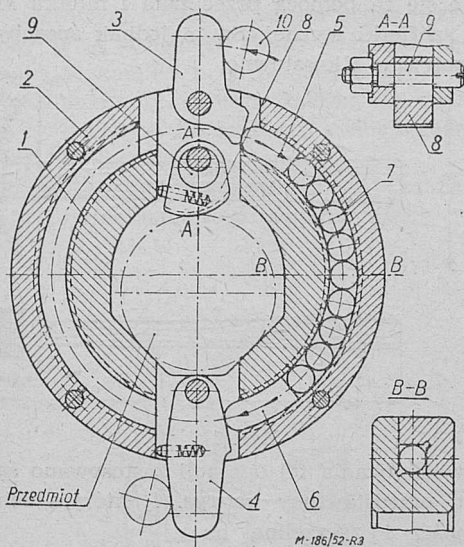
kroju przedmiotu obrabianego. Wynika to stąd, że siła P_o (rys. 1), z jaką działa palec tarczy zabierakowej na ramię sercówki jest zmienna co do kierunku, a więc jej składowa pozioma P_{oy} będzie zmieniała swą wielkość w zależności od położenia ramienia sercówki. Łatwo wykazać można, że

$$P_{oy} = P_o \cdot \cos \alpha$$

gdzie α jest kątem zawartym między osią z a osią symetrii ramienia sercówki. W momencie gdy $\alpha = 0$

$P_{oy} = P_o$ wystąpi największe odchylenie w kierunku narzędzia (rys. 2), promień przedmiotu obrabianego będzie najmniejszy. Przy $\alpha = 180^\circ$ $P_{oy} = -P_o$, os przedmiotu będzie odchyłać się od narzędzia, a promień osiągnie w tym punkcie maksimum. Gdy kąt α osiąga wartości 90 i 270° $P_{oy} = 0$ i os przedmiotu nie będzie odchyłała się.

Teoretycznie można zapobiec tak niepożądanemu zjawisku wpływającemu na kształt geometryczny przedmiotu, stosując sercówki dwuramiennne. Jednakże wiadomo z praktyki, że dwuramienna sercówka ze względu na niedokładności jej wykonania i innych przyczyn¹⁾ pracuje jako jednoramienna.



Rys. 3.

Rys. 3 przedstawia nową konstrukcję sercówki dwuramiennej, która gwarantuje prawidłowość kształtu przekroju poprzecznego przedmiotu obrabianego.

Sercówka składa się z korpusu 1, pierścienia 2, ramion 3 i 4, kamieni 5 i 6 oraz kulek 7, umieszczonych między korpusem a pierścieniem. Tarczka 8 umieszczona na mimośrodku 9 służy do zamocowania przedmiotu, który oparty jest na przymie wykonanej w korpusie 1. Obracając mimośrodek 9, tarcza 8 naciska lub zwalnia przedmiot. Kształt tarczy 8 pozwala na zaciskanie przedmiotów o niejednakowych średnicach.

Po zamocowaniu przedmiotu w sercówce i uruchomieniu wrzeciona palec 10 tarczy zabierakowej naciska na ramię 3, które jako dźwignia dwuramienna przenosi siłę nacisku na kamień 5, kulki 7, kamień 6 i w

¹⁾ Sercówka dwuramienna może być przedstawiona jako belka na trzech podporach (dwa trzpienie zabierakowe i kiel), która nie jest statycznie wyznaczalna.

końcu na ramię 4, które zostaje dociśnięte do drugiego palca 11 tarczy zabierakowej.

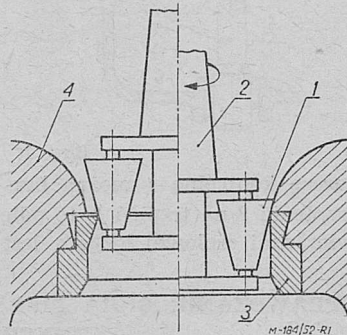
W ten sposób siła P_o rozkłada się na dwa trzpienie i otrzymujemy parę sił, która nie daje żadnych odchyleni osi przedmiotu obrabianego. Przy takiej konstrukcji wykluczona jest możliwość pracy tylko jednego ramienia.

Na podstawie artykułu
J. I. Łuckow „Stanki i Instrumenty”
str. 17, zeszyt 11/51
opracował Z. K.

ROZWALCOWYWANIE GNIAZD ZAWORÓW

Przy montażu zaworów rozwalcowanie gniazd jest jedną z operacji kłopotliwszych. Rys. 1 przedstawia przyrząd ułatwiający wykonanie tej operacji.

Przyrząd składa się ze stożkowego chwytu i części roboczej. Część robocza złożona jest z dwóch tarcz, pomiędzy którymi umieszczone są stożkowe rolki 1, obracające się dookoła osi zamocowanych w korpusie 2. Gniazdo 3 wkładane w w otwór kadłuba zaworu 4 ma kształt



Rys. 1.

widoczny po lewej stronie rysunku. Chwyt przy rzadzie umieszcza się we wrzecionie wiertarki. Rolki, toczone się po wewnętrznej powierzchni gniazda, rozwalcowują je równomiernie, wtlaczając zewnętrzną część tulei gniazda w podtoczenie wykonane w kadłubie zaworu. Zaletą tego sposobu rozwalcowania gniazd jest duży wcisk, jakiego nie otrzymuje się przy stosowaniu innych metod rozwalcowywania.

Z. K.

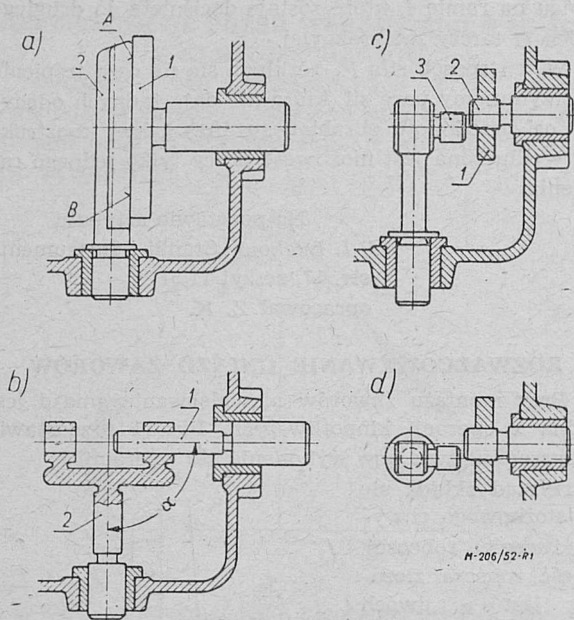
SPRAWDZANIE POŁOŻENIA OSI PRZEKŁADNI KĄTOWYCH

W celu sprawdzenia wzajemnego położenia osi wałków zębatej przekładni stożkowej (kątovej) w korpusie stosuje się urządzenia przedstawione na rys. 1.

Na rys. 1a pokazano przyrząd do sprawdzania kąta między osiami tulejek łożyskowych osadzonych w korpusie maszyny. Przyrząd składa się z tarczy 1, zaopatrzonej w trzpień wzorcowy i specjalnego liniału kontrolnego 2. Po wprowadzeniu trzpienia tarczy 1 do jednej tulejki, a liniału kontrolnego do drugiej ustawia się je w sposób pokazany na rys. 1a. Jeśli w punktach A i B nie wystąpi szczelina, to prawidłowość kąta jest zachowana.

Aby sprawdzić prawidłowość przecięcia się osi stosuje się przyrząd pokazany na rys. 1b. Jeśli otwory położone są prawidłowo, to sprawdzian 1 powinien swobodnie wchodzić w otwór trzpienia kontrolnego 2.

Należy jeszcze sprawdzić odległość osi wałków od czół powierzchni oporowych. Do tego celu służy przyrząd pokazany na rys. 1c i d. Trzpienie wzorcowe 3 i 2 wkłada się do tulejek łożyskowych korpusu. Jeśli



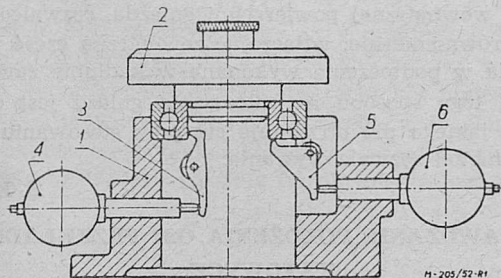
Rys. 1.

tarczę kontrolną 1 można bez przeszkód przesunąć z trzpienia 2 na trzpień 3, to odległość osi wałka od powierzchni czołowej łożyska jest prawidłowa.

Z. K.

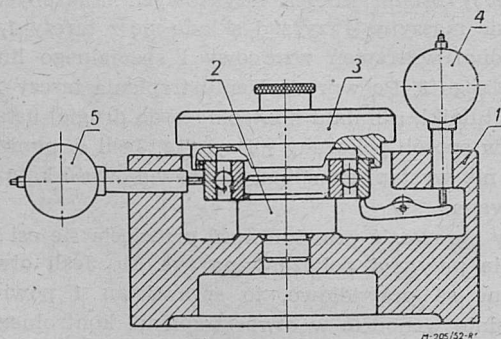
SPRAWDZANIE BICIA PIERŚCIENI ŁOŻYSK TOCZNYCH

Wielkość bicia pierścienia łożyska tocznego można ustalić posługując się przyrządami pokazanymi na rys. 1 i 2.



Rys. 1.

Na rys. 1 pokazany jest przyrząd pozwalający na dokonanie pomiaru bicia promieniowego i osiowego wewnętrznego pierścienia łożyska. Badane łożysko



Rys. 2.

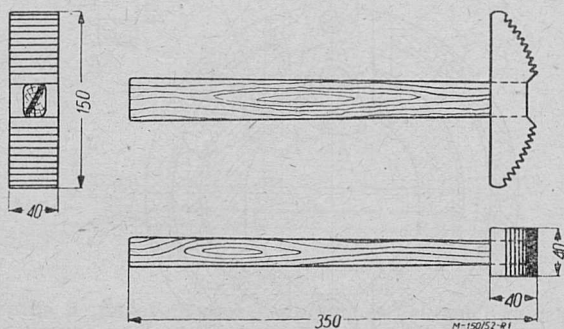
osadzone jest pierścieniem zewnętrznym w korpusie 1. Pomocniczą tarczę 2 pasowaną z lekkim wciskiem wkładamy w otwór wewnętrznego pierścienia łożyska. W korpusie przyrządu umieszczone są ponadto dwa czujniki 4 i 6. Pokręcając tarczę 2 wewnętrzny pierścień łożyska obraca się, a wielkość bicia promieniowego przenoszona jest za pomocą dźwigni 3 na trzpień mierniczy czujnika 4. Bicie osiowe przenoszone jest przez dźwignię kątową 5 na trzpień mierniczy czujnika 6.

Aby zbadać bicie zewnętrznego pierścienia łożyska umieszcza się je na trzpieniu osadzonym w korpusie 1. (rys. 2). Na zewnętrzny pierścień wkłada się tarczę pomocniczą 3. Bicie osiowe odczytuje się na czujniku 4, a promieniowe na czujniku 5.

Z. K.

NARZĘDZIE DO CZYSZCZENIA I WYRÓWNIWANIA KRAWĘDZI BLACH PO CIĘCIU PALNIKIEM ACETYLENOWYM

Krawędzie blach po cięciu palnikiem acetylenowym są pokryte trudnoobrabialną zgorzeliną, wobec czego wymagają oczyszczania i wyrównania, które na ogół dokonuje się za pomocą przecinaka i młotka albo za pomocą szlifierki ręcznej. Są to jednak sposoby bardzo długotrwałe i kosztowne.

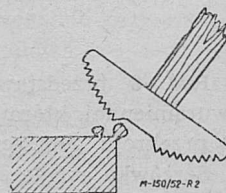


Rys. 1.

Do wykonywania tej operacji zastosowano specjalny młot, przedstawiony na rys. 1, którym ścina się nierówności i zgorzelinę na krawędziach blach uderzając w sposób pokazany na rys. 2.

Przez zastosowanie tego młota uzyskuje się znaczne oszczędności na czasie oczyszczania i wyrównywania krawędzi oraz umożliwia wykonanie tej pracy bez obawy okaleczenia rąk o ostre krawędzie blach.

Twórca usprawnienia: *Konstanty Mazur*, ślusarz Stocznia Główna, rej. Toruń.



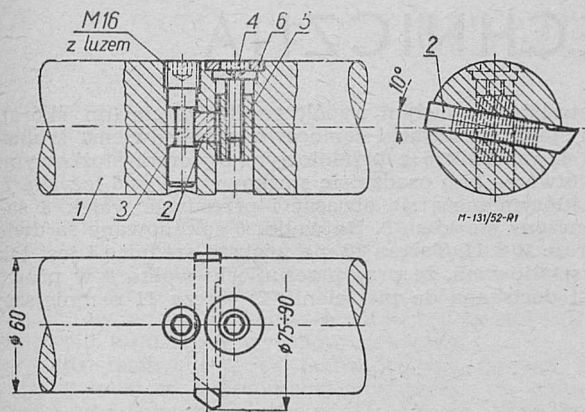
Rys. 1.

NASTAWIANIE NOŻA W WYTACZADLE

Nastawianie noża w wytaczadle połączone jest zawsze ze znacznymi trudnościami i kłopotami, czego dowodem są liczne przyrządy¹⁾ ułatwiające lub umożliwiające to ustawianie.

Jeszcze jedno rozwiązanie takiego nastawiania przedstawione jest na rys. 1. W wytaczadle 1 są wykonane trzy otwory poprzeczne, z których dwa są prostokątne, a trzeci okrągły. Spośród tych otworów dwa skrajne są do siebie równoległe, przy czym jeden z nich

¹⁾ Patrz „Mechanik“ 1951 r., str. 232, 233 i 457.

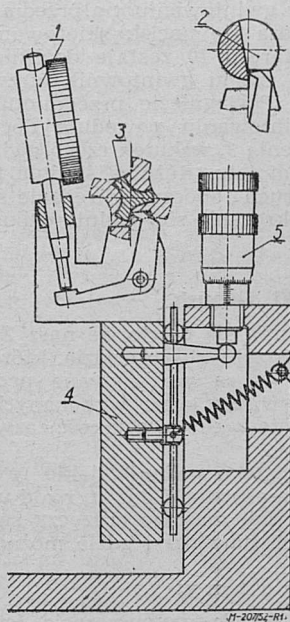


Rys. 1.

jest okrągły a drugi prostokątny, trzeci natomiast wywiercony jest pośrodku między poprzednimi i jest nachylony pod kątem 80° do osi otworów skrajnych. W tym trzecim prostokątnym otworze jest osadzony nóż z naciętymi na boku ząbkami prostopadłymi do podłużnej osi noża. W prawym otworze może przesuwając się prostokątny kamień 5 z ukośnymi ząbkami. Przesuw tego kamienia jest dokonywany za pomocą śruby 4 z łbem oporowym. Przesuw osłony śruby jest uniemożliwiony przez wciśnięty ciasny pierścień oporowy 6. Przesuwając kamień przy pomocy śruby 4 powoduje się wysuwanie noża, po czym zaciska się nóż mimośrodowo 3 wykonanym na śrubie o gwincie luźnym, aby nie natrafić na opory w gwincie.

Łeb śruby 4 można odpowiednio wyskalować w celu ułatwienia dokładnego ustawiania noża.

A. O.



Rys. 1.

PRZYRZĄDY DO POMIARU KĄTA NATARCIA GWINTOWNIKÓW I NARZYNEK

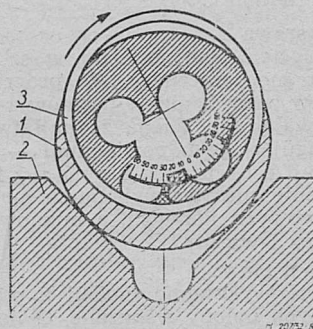
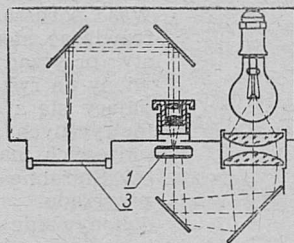
Przyrząd przedstawiony na rys. 1 przeznaczony jest do sprawdzania kąta natarcia gwintowników, przy czym jako element wskazujący zastosowano w nim zwykły czujnik zegarowy 1.

Sprawdzany gwintownik mocuje się w kłach przyrządu, po czym przez obracanie go doprowadza się powierzchnię natarcia jednego z jego zębów do ze-

tknięcia ze stałym zderzakiem, co ma na celu ustalenie jednoznacznego położenia gwintownika w czasie pomiarów.

Jak widać z rysunku, przyrząd posiada dwuramienną dźwignię kątową, której jedno ramię opiera się swym, w specjalny sposób ukształtowanym ostrzem, o powierzchnię natarcia gwintownika, drugie zaś dotyka końcówki trzpienia mierniczego czujnika zegarowego 1.

Przed rozpoczęciem pomiarów czujnik ustawia się na zero przy pomocy specjalnego wzorca 2 (rys. 1). Badana powierzchnia natarcia sprawdzanego gwintownika wykonana jest prawidłowo, jeżeli przy sprawdzaniu czujnik wskazuje zero lub wartość bliską zeru, mieszczącą się w granicach dopuszczalnego błędu wykonania gwintownika. W opisanym zastosowaniu



Rys. 2.

przyrząd zatem służy do pomiarów porównawczych. O ile konieczna jest znajomość bezwzględnej wartości kąta natarcia danego gwintownika, to posługujemy się w tym celu karetką 4, przesuwaną za pomocą śruby mikrometrycznej 5. Przesuwając karetkę i dokonując w odpowiednich punktach odczytań na czujniku zegarowym przyrządu, otrzymamy łatwo dane do obliczenia tangensa sprawdzanego kąta natarcia.

Przyrząd, którego ogólny układ i zasadę działania ilustruje rys. 2 służy do sprawdzania i pomiaru kąta natarcia ostrzy narzynek okrągłych.

Sprawdzaną narzynkę 1 ustawia się w pryzmie 2, stanowiącej składową część przyrządu, w ten sposób, aby środek widocznego na ekranie 3 krzyża pajęczego pokrywał się z obrazem wierzchołka ostrza tnącego narzynki, jedna zaś z linii krzyża była styczna do powierzchni natarcia tegoż ostrza.

Obrotowy ekran posiada oprócz wspomnianego już krzyża pajęczego podziałkę kątową, dzięki czemu w każdym dowolnym położeniu ekranu możemy określić kąt pochylenia krzyża w stosunku do pionu, wyznaczonego przez przeciwwskaźnik w postaci strzałki, umieszczony na drodze optycznej przyrządu i widoczny w postaci cienia w dolnej części ekranu. Układ taki jak widać pozwala na bezpośrednie i natychmiastowe odczytanie wartości szukanego kąta natarcia narzynki.

Obydwa przyrządy zostały nagrodzone na konkursie konstruktorów narzędzi Związku Radzieckiego w r. 1951.

J. Kow.

SKRZYŃKA TECHNICZNA

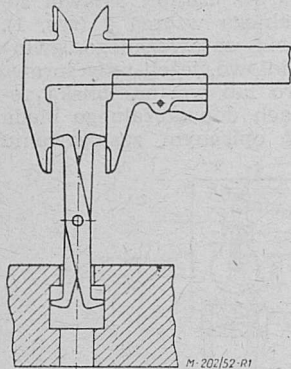
Ob. E. S., Sosnowiec

Piszęcie:

Pomiar podtoczeń w naszym warsztacie sprawia znaczne kłopoty, ponieważ nie można go dokonać powszechnie stosowanymi przyrządami mierniczymi. Czy Redakcja mogłaby mi podać konstrukcję prostego przyrządu, któryby rozwiązał te trudności?

Odpowiadamy:

Zagadnienie przez Was poruszane można rozwiązać stosując prosty przyrząd przedstawiony na rysunku, składający się z dwóch symetrycznych ramion osadzonych na wspólnej osi. Staranne wykonanie przyrządu umożliwi dokonywanie pomiarów z dość wysoką dokładnością. Wielkość wymiaru średnicy podtoczenia znajdujemy chwytając szczękami suwmiarki wystające z otworu końce ramion 1.



Rys. 3.

Ob. J. C., Warszawa

Piszęcie: „Jestem nauczycielem w szkole zawodowej kierunku mechanicznego. W programie mojego przedmiotu leży zaznajomienie uczniów z kątem ostrza narzędzi skrawających. Wiem, że najłatwiej jest tego dokonać posługując się odpowiednimi — np. przezroczystymi modelami narzędzi. Uprzejmie proszę o opisanie sposobu wykonania modeli przynajmniej podstawowych narzędzi, a mianowicie noża tokarskiego, freza i wiertła“.

Odpowiadamy:

Niewątpliwie wykonanie modeli z przezroczystych mas plastycznych byłoby wskazane. O ile nam jednak wiadomo, produkcja mas takich jest dopiero w fazie początkowej i zaopatrzenie się w nią byłoby kłopotliwe. Spotykaliśmy się natomiast z modelami narzędzi wykonanymi z drewna, które bardzo ułatwiały zorientowanie się uczniów w geometrii ostrza narzędzia.

Na terenie Warszawy kilka takich modeli (noży tokarskich i głowicy frezowej) znajduje się w Zakładzie Eksploatacji Obrabiarek Politechniki Warszawskiej (ul. Boboli 14). Sądymy, że byłoby wskazane, abyście obejrzyli te modele, powołując się w tej sprawie na naszą notatkę.

S. K.

Ob. Kazimierz Socha, Poznań

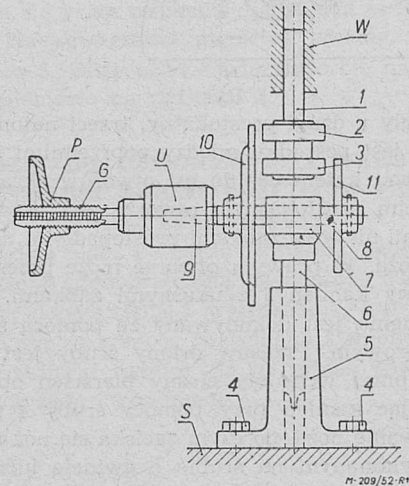
Piszęcie: „W naszym zakładzie operację gwintowania małych i krótkich otworów wykonuje się zazwyczaj ręcznie, ponieważ stosowanie w tych przypadkach gwintowania maszynowego jest nieopłacalne wobec zbyt długiego czasu zakładania i zdejmowania przedmiotów z obrabiarki. Gwintowanie ręczne jest jednak kłopotliwe i długotrwałe, szczególnie jeśli, co się często u nas zdarza, ilości otworów o takim samym gwincie są znaczne. Czy redakcja mogłaby mi podać sposób usprawnienia tej operacji? Czy istnieje możliwość jej zmechanizowania?“

Odpowiadamy:

Sądząc z tego, co podaliście w liście, operację gwintowania można by zmechanizować w Waszym Zakładzie, dokonując obróbki na wiertarce przy zastosowaniu stosunkowo prostego przyrządu przedstawionego na rysunku.

Walek 1 osadzony na wrzecionie W wiertarki zakończony jest dwoma pierścieniami 2 i 3 pokrytymi

materiałem o dużym współczynniku tarcia (np. skórą). Do stołu S wiertarki zamocowany jest dwiema śrubami 4 wspornik 5 z przelotowym otworem stożkowym. W otworze tym osadza się stożkowy chwyt 6 łożyska 7, w którym może się obracać i przesuwać wałek 8 zakończony stożkiem 9. Na wałku 8 zaklinowane są dwie tarcze 10 i 11. Tarcza 10 ma większą średnicę i jest tak ukształtowana, że przy przesunięciu wałka 8 w prawo jest dociskana do pierścienia 2; tarcza 11 o mniejszej



Rys. 1.

średnicy jest dociskana do dolnego pierścienia 3 przy przesunięciu wałka w lewo. Na stożku 9 osadza się uchwyt wiertarski U z zamocowanym w nim gwintownikiem G. Przy gwintowaniu na przedmiot trzymany w rękach wywiera się nacisk skierowany w prawo, wskutek czego tarcza 10 zostaje dociśnięta do pierścienia 2, dzięki czemu gwintownik otrzymuje napęd i skrawa gwint. Pociągnięcie przedmiotu w lewo po skończonym gwintowaniu powoduje docisnięcie tarczy 11 do pierścienia 3, wskutek czego gwintownik wykręca się z przedmiotu. Różnica średnic tarcz 10 i 11 daje wolniejszy ruch roboczy (wkręcanie się) i szybszy ruch jałowy (wykręcanie się) gwintownika.

W. Gr.

Ob. Jan Kowalski, Gdańsk

Piszęcie: „Zdarza się często, że nasz Zakład wykonuje we własnym zakresie narzędzia, które jak to często się okazuje — są wykonywane przez specjalne wytwórnie. Oczywiście koszt wykonanych u nas narzędzi jest znacznie większy, a jakość zazwyczaj o wiele gorsza.“

Uprzejmie proszę o podanie, jakie rodzaje narzędzi są obecnie u nas produkowane seryjnie lub masowo oraz czy są wydane jakieś katalogi tych narzędzi i gdzie można je zdobyć“.

Odpowiadamy:

Istotnie jest tak jak przypuszczacie. Istnieje w Polsce poważny przemysł narzędziowy, wytwarzający masowo narzędzia normalne (ogólnego przeznaczenia).

Rozprowadzanie wyrobów tego przemysłu odbywa się przez Wojewódzkie Hurtownie Centrali Handlowej Przemysłu Metalowego. W Waszym przypadku (okręg gdański) właściwa będzie Hurtownia w Gdańsku, ul. Długi Targ 33/34. W hurtowni tej możecie się zaopatrzyć w potrzebne Wam katalogi i cenniki oraz uzyskać informacje odnośnie sposobu nabywania narzędzi.

S. K.

BIBLIOGRAFIA

Mieczysław Maruszkiewicz i Jerzy Haas „Wady hutniczych wyrobów stalowych”. Format B5, str. 223, rys. 316. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Katowice, 1952. Cena zł 80.—

Wg założenia, jakie sobie postawili autorzy, praca jest próbą syntetycznego ujęcia najczęściej spotykanych wad wyrobów i półwyrobów stalowych z podaniem najważniejszych przyczyn ich powstawania. Książka jest przeznaczona dla inżynierów, techników i majstrów zatrudnionych w produkcji, odbiorze i użytkowaniu hutniczych wyrobów stalowych.

Wady materiałowe są omówione wg miejsca ich powstawania, w następującej kolejności: I — wady wlewków i odlewów surowych, II — materiałów przerobionych plastycznie, III — materiałów obrobionych cieplnie, IV — materiałów obrobionych mechanicznie, V — materiałów trawionych i czyszczonych, VI — materiałów ocynowanych i ocynkowanych metodą ognio-
wą, VII — materiałów spawanych, VIII — materiałów zgrzewanych.

Pracę uzupełniają rozdziały IX, X i XI omawiające nieodpowiednie własności technologiczne i wytrzymałościowe, fizyczne i chemiczne oraz nieodpowiedni skład chemiczny wyrobów stalowych.

Najobszerniej potraktowane są dwa pierwsze rozdziały dotyczące przeróbki hutniczej; najkrócej — bo tylko na 17 stronach — opisane są wady powstające przy obróbce cieplnej.

Wyszczególnienie powodów powstawania poszczególnych wad nie jest oczywiście kompletne i wydaje się, że jest potraktowane zbyt zwięźle; ujęcie tematu jest jednak ogólnie biorąc prawidłowe.

Układ książki jest przejrzysty i jasny, co łącznie z dużą ilością dobrze dobranych ilustracji sprawia, że książka z powodzeniem spełnia zadanie, jakie jej postawili autorzy, tj. będzie pomocą przy pracy technicznych pracowników, biorących udział w produkcji, odbiorze i użytkowaniu hutniczych półwyrobów i wyrobów stalowych, a zwłaszcza pracowników kontroli technicznej.

Terminologia stosowana w pracy nie zawsze jest prawidłowa. Tak np. wyrażenie — cementowanie i pochodzące do niego, jak warstwa cementowana, proszek cementacyjny itd. nie są stosowane obecnie w polskiej literaturze technicznej. Wyrażenie — cementowanie w różnych językach i różnych autorów posiada niejednokrotnie zakres, oznacza albo tylko nasycenie węglem z utworzeniem cementytu (Fe_3C), albo w ogóle nasycenie powierzchni innym składnikiem np. cementowanie chromem. Ponieważ określenie to jest nieściśle, nie należy go używać, natomiast stosować jednoznaczne terminy nawęglanie, warstwa nawęglona, proszek nawęglający itd. Tak samo zamiast cementowania azotem należy stosować nazwę azotowanie (patrz norma PN/H-01200 z marca 1951 r. Obróbka cieplna. Określenia).

Celem ułatwienia korzystania z literatury obcej praca podaje terminologię wad w językach obcych, niestety nieściśle, a często nawet błędnie.

Tak np. wyrażeniu gruboziarnistość odpowiada w językach rosyjskim *krupnoziarnistost'*, a nie *krupnoje ziarno* (str. 149 i inne).

Wżery (str. 156, 170) — w jęz. ros. powinno być *rawkowiny*, a nie *razjedanja*. Słowo *razjedanie* oznacza wyżeranie i nie używa się w liczbie mnogiej.

Warstwa utwardzona (str. 158, 159 i inne) — w jęz. ros. odpowiada termin — *uprocniennyj słoj*, a nie — *powierzchniennyj słoj*.

Porowatość powłoki metalowej (str. 177) — w jęz. niem. powinno być *Porösität des Metallüberzuges*, a nie *Poren*.

Swarka w języku rosyjskim oznacza spawanie, zgrzewanie, nie można więc, co się wielokrotnie powtarza, stosować tego słowa w sensie spoiny, szwu. Tak

więc nie można mówić np. *treszcziny* w swarkie, tylko *treszczyny* w zonie swarki, *usadocznaja rakowina* w zonie swarki, *plenki okisłów* w swarocznym sojednieniu itd.

Również jeżeli w językach obcych podaje się (str. 193): *głubokije wmiatiny*, *zu grosse Eindrücke*, *excessive indentations*, to w języku polskim odpowiadać temu będzie nie *wgłębienia*, tylko *duże wgłębienia*, czy też *głębokie wklęsnięcia*.

Autorzy i redaktorzy powinni zwrócić specjalną uwagę, aby w następnym wydaniu niedociągnięcia te, niestety liczne, zostały usunięte.

Książka wydana jest starannie, na kredowym papierze (ze względu na dużą ilość fotografii) i oprawiona estetycznie w twardą okładkę. Pod adresem Państwowych Wydawnictw Technicznych należy wyrazić życzenie, aby jak najwięcej książek było wypuszczanych w takiej oprawie (przynajmniej część nakładu, jeżeli z jakichś względów nie da się oprawić całego). Ułatwia to korzystanie z książki i przedłuża znacznie jej żywot.

P.K.

Inż. Stanisław Roszkowski „BEZPIECZEŃSTWO PRACY PRZY PĘDNIACH” Biblioteka Centralnego Instytutu Ochrony Pracy. Format A5, str. 80, rys. 85, tablic 4. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa 1952. Cena zł 10.—

Praca powyższa podaje najważniejsze zasady bezpieczeństwa pracy, jakie powinny być zachowane przy projektowaniu, budowie, obsłudze, konserwacji i kontroli pędni. Powinna się ona znaleźć w posiadaniu każdego pracownika, który styka się z tymi urządzeniami.

Praca jest podzielona na pięć rozdziałów.

Rozdział I „Wiadomości podstawowe” podaje określenie pędni i jej części oraz czynności będące źródłem wypadków, a cztery tablice statystyczne obrazują przejrzystość ilość, przyczyny i jakość wypadków powodowanych w przemyśle pędniami.

Rozdział II „Wały i części na nich osadzone” zawiera wskazówki dotyczące konstrukcji, zabezpieczenia i obsługi wałów, sprzęgieł, kół pasowych, linowych, zębatych itp.

Rozdział III „Cięgna” omawia wszystkie rodzaje pasów, ich łączenie, nakładanie na koła i zrzucanie oraz części, elementy i sprzęt pomocniczy jak wieszaki, przyrządy i drążki do nakładania pasów, kierowniki i naprężacze pasów. Ponadto podaje sposób zabezpieczenia przed wyładowaniami elektrycznymi ładunków gromadzących się na pasach.

Rozdział IV „Budowa osłon” dotyczy budowy, konstrukcji, mocowania i materiałów rozmaitych rodzajów osłon.

Rozdział V „Obsługa pędni” podaje wskazówki dotyczące obsługi pędni, warunki jakim powinien odpowiadać personel obsługi, jego czynności i obowiązki, odzież roboczą i sprzęt potrzebny do obsługi.

Szkoda, że autor pominął niektóre zagadnienia ważne ze stanowiska bezpieczeństwa pracy, jak np. sposób montowania odsuwanej części sprzęgła rozłącznego, dopuszczalną prędkość obwodową kół żeliwnych oraz warunki jakim powinny odpowiadać koła pędniaste żeliwne, odległość od siebie dwóch kół pasowych znajdujących się jedno obok drugiego itp.

W rozdziale „Cięgna” pominięto zupełnie liny, a w ustępie „Nakładanie i zrzucanie pasa” — koła stopniowe. Ustęp „Wyposażenie obsługi pędni” pomija zupełnie wyposażenie rymarza. Brak również wskazówek obchodzenia się z olejami.

Należy ponadto zwrócić uwagę na niektóre nieścisłości, jakie wkradły się do książki, które powinny być usunięte w następnym wydaniu. Rys. 7 jest niezgodny z opisem. Rys. 22 jest odwrócony o 180°. Rys. 34 przedstawia osłonę kół zębatach niedopuszczalną ze stanowiska bezpieczeństwa pracy, co powinno być zaznaczone w tytule rysunku. Podane przez autora warunki, jakim powinna odpowiadać osłona dużych kół zębatach, są sprzeczne z obowiązującymi przepisami i nie chronią dłoni przed wciągnięciem przez koła. Zalecenie aby nakładanie i zrzucanie pasa było dokonywane nie przez robotnika obsługującego maszynę (w przemyśle włókienniczym) lecz przez fachowca, wydaje się niewykonalne; raczej należy umożliwić robotnikowi wykonywanie tej czynności w sposób zabezpieczający przed wypadkiem. Prostokątny przekrój drążka do nakładania pasów powinien być uznany za niewskazany. Szerokość pasa, którego nakładanie drążkiem jest dopuszczalne, jest podana w jednym miejscu na 75 mm, w drugim na 70 mm. Rys. 49 nie jest uzgodniony z opisem, gdyż dźwignia do przesuwania pasa nie ma tutaj przełożenia pionowego, lecz zawsze ukośne. Rys. 53 nie odpowiada opisowi, gdyż brak na nim koła łańcuchowego. Twierdzenie, że dobrze konserwowany pas powinien służyć kilka lat, jest nieślusne, gdyż okres jego pracy powinien wynosić kilkanaście lat. Zeskrobywanie smaru z pasa nie może odbywać się „płazem” noża, lecz jego tępą stroną. Określenie wielkości otworów w osłonie w mm² jest niewłaściwe, gdyż nie powierzchnia otworu, lecz jego wymiary są decydujące dla bezpieczeństwa. Zalecenie, aby łożyska, do których dostęp nie jest dostatecznie zabezpieczony, były zaopatrzone w rurki odprowadzające olej, jest niezrozumiałe.

Duże zastrzeżenia budzi niedokładna korekta, czego dowodzą następujące słowa, których właściwe brzmienie jest podane w nawiasach: Składowski (Skłodowski), ciernie (cierne), wewnętrzne (wewnętrzna powierzchnie), wiązanie (rozwiązanie), pasów (pasa), opadnięciem (spadnięciem), przez drążek (za pomocą drążka), sprężnego (sprężystego), stóp (nóg), przeciągającego (przesuwającego), z poziomu (z pionu), spalane (spawane), walcowej (walcowanej), uzupełnia (wypełnia) itp.

inż. A. W.

„Poradnik encyklopedyczny — BUDOWA MASZYN” Tom XIV „PROJEKTOWANIE ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH”. Format A4, str. 534. Państwowe Wydawnictwa Techniczne. Warszawa, 1951 r. Cena zł 180,—.

Omawiana książka jest tłumaczeniem czternastego tomu znanego radzieckiego poradnika encyklopedycznego „Maszynostrojienie”. Tom ten omawia projektowanie zakładów przemysłowych, głównie — zakładów przemysłu metalowego.

Radzieckie wydanie XIV tomu „Maszynostrojienia” stało się wydarzeniem bez precedensu na odcinku tej tak specjalnej tematyki. Omówienie zagadnienia, zawartego w tym tomie zainteresowało żywo wszystkich pracowników polskich biur projektowych, a także licznych inwestorów z resortów przemysłowych.

Zainteresowanie to jest zrozumiałe; dane zawarte w tej pracy pozwoliły bowiem polskim inżynierom na opracowanie metod projektowania i budowy fabryk, których tyle w Planie Sześcioletnim mamy do uruchomienia.

Opisy, przykłady, rozwiązania projektów i wielkości liczbowe są wynikiem bogatych doświadczeń radzieckich na odcinku projektowania i budowy zakładów przemysłowych o produkcji opartej na nowoczesnych procesach technologicznych i dokonywanej nowymi urządzeniami.

Treść XIV tomu „Maszynostrojienia” musiała oczywiście wywrzeć zasadniczy wpływ na projektowanie, przebudowywanie i unowocześnianie polskich zakładów przemysłowych.

Stosunkowo niewielki nakład wydania radzieckiego został rozchwytyany, a zainteresowanie tomem 14 nadal wzrastało. Dobrze oceniając sytuację, Państwowe Wydawnictwa Techniczne postanowiły wydać tłumaczenie XIV tomu „Maszynostrojienia” na język polski, co też uczyniono.

Fakt ten ma dalsze znaczenie dla zaznajomienia szerszego ogółu techników z nową dyscypliną naukową, jaką niewątpliwie jest projektowanie zakładów przemysłowych. Po usunięciu trudności językowych treść pracy stała się bardziej dostępna i zrozumiała.

Postać w jakiej PWT książkę tę wydały pozwoliła na to, by stała się ona zasadniczym podręcznikiem nie tylko dla projektantów z biur projektowych, ale również dla kierownictwa zakładów przemysłowych i personelu technicznego, który na każdym odcinku swej pracy i produkcji spotyka się z zagadnieniami budowy i inwestycji fabrycznych, jak też dla studentów specjalizujących się w tej dziedzinie.

Analiza procesów produkcyjnych istniejących w fabrykach, analiza przebiegu produkcji i zagospodarowania zakładu i porównanie jej wyników z wytycznymi zawartymi w XIV tomie „Projektowanie zakładów przemysłowych” nasunęło kierownictwu zakładów liczne wnioski usprawniające tok i organizację produkcji, co po ich zrealizowaniu przyczyni się do zwiększenia wydajności.

Polskie wydanie XIV tomu „Maszynostrojienia” stoi na bardzo wysokim poziomie graficznym. Rysunki, tablice, opisy itd. (powiększone w stosunku do radzieckiego wydania) są wyraźne i łatwo czytelne.

Tłumaczenie na język polski poprawne, przy czym powstało szereg polskich nazw i określeń, których dotąd w polskim języku technicznym nie znaleźmy.

Na uwagę zasługuje fakt, że redakcja położyła nacisk na dostosowanie opracowań poszczególnych zagadnień do Polskich Norm, lub odpowiednich przepisów obowiązujących w Polsce.

Inż.-mech. W. Jurewicz

Inż. P. Wielichow „MONTAŻ KONSTRUKCJI STAŁOWYCH” Tłumaczył inż. W. Sochacki. Format A5, str. 236, rys. 167, tabl. 28. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Katowice, 1952. Cena zł 18,50.

Książka omawia zagadnienie montażu konstrukcji stalowych oraz prac z nim związanych bezpośrednio na placu budowy.

Na wstępie w rozdziałach I i II autor omawia podstawowy sprzęt oraz rodzaje dźwignic stosowanych przy montażu konstrukcji stalowych.

Następnie w rozdziale II, śledząc element konstrukcji począwszy od jego wyładowania poprzez ewidencję, sortowanie i przechowywanie, przygotowanie do podania, montaż wstępny oraz załadunek i samo podawanie, autor przedstawia organizację składowiska konstrukcji stalowych oraz pracę na nim.

Rozdział IV zawiera omówienie prac związanych z ustawianiem konstrukcji: przygotowanie fundamentów, podwieszenie i podnoszenie elementów, naprowadzanie ich na styki i mocowanie oraz sprawdzanie ustawianej konstrukcji.

Metody montażu w zależności od charakteru konstrukcji i warunków montażu oraz przykłady ich zastosowania praktycznego znajdujemy w rozdziale V.

Rusztowania, będące stanowiskami roboczymi w czasie montażu na wysokości, są treścią rozdziału VI.

W rozdziale VII i VIII autor omawia zwięzłe prace związane z łączeniem elementów konstrukcji przy pomocy śrub, nitów i spawania oraz cięcie stali przy pomocy palników.

Od strony planowania i organizacji robót zapoznajemy się z montażem konstrukcji stalowych w rozdziale IX.

Rozdział X poświęcony jest zagadnieniu odbudowy zniszczonych w czasie wojny konstrukcji stalowych.

Wreszcie w rozdziale XI autor omawia ważną, a często lekceważoną kwestię bezpieczeństwa pracy przy montażu konstrukcji stalowych.

Jak widać z treści, przedmiot montażu konstrukcji stalowych potraktowany został wyczerpująco, a układ książki jest jasny i przejrzysty. Autor, czerpiąc ze swego bogatego doświadczenia, podaje cały szereg przykładów z budowy obiektów nowych, jak też z odbudowy zniszczonych. I chociaż przykłady te odnoszą się w przeważającej większości do obiektów hutniczych oraz zakładów budowy maszyn, autor nie pominął takich dziedzin specjalnych jak: budowa wieży radiowych, zbiorników oraz „wysokościowców“.

Szkoda tylko, że tłumaczenie książki nie stoi na zadowalającym poziomie. Jest ono przede wszystkim zbyt dosłowne. Poza tym w kilku miejscach jest błędne i zmienia sens wyrażanych przez autora myśli.

W dwu miejscach opuszczone są w tłumaczeniu niewielkie ustępy (str. 16 po wierszu 17 od góry brak około 9 wierszy, str. 203 — brak tłumaczenia zakończenia rozdziału IX.4., ok. 4 wierszy).

Tłumaczenie zawiera także cały szereg usterek terminologicznych. Spotykamy takie terminy jak: stal lana (zamiast staliwo), nieruchomy wałek (zamiast oś), przemieszczenie, np. elementów konstrukcji „w planie“ nie jest równoznaczne z określeniem „w płaszczyźnie“ (należy dodać — poziomej), dziwnie brzmi termin: „scalanie wstępne“ (zamiast np. montaż wstępny) itp.

Często ten sam termin jest zupełnie bez potrzeby różnie tłumaczony (nośność — udźwig, odpylniki — odpylacze, zestaw pociągu — skład pociągu, blacha stopowa — płyta oporowa, głowica spawalnicza — głowica spawająca itd.).

Niestety książka zawiera mnóstwo błędów tak w tekście jak w tablicach i rysunkach. Błędy te zniekształcają nieraz bardzo znacznie treść zdań. Załączona errata obejmuje znikomo małą część wszystkich błędów. Często powtarzającym się błędem jest brak na rysunkach odnośników, na które powołuje się autor w tekście oraz brak objaśnień do odnośników znajdujących się na rysunkach.

Niewyraźność niektórych zdjęć nie powstała z winy Wydawnictwa, ponieważ i w oryginale nie są one zbyt ostre. Pomyśl zastąpienia mało wyraźnych zdjęć rysunkami wypadł na ogół pomyślnie.

Dzięki przystępnemu ujęciu całego zagadnienia montażu konstrukcji stalowych, książka ta może wydatnie pomóc nie tylko kierownikom robót montażowych, ale także majstrom i brygadziom bezpośrednio zatrudnionym przy montażu. Szereg uwag i wniosków będą mogli również wyciągnąć z książki konstruktorzy konstrukcji stalowych.

I chociaż książka (ze względu na rok wydania — 1948) nie uwzględniła najnowszych zdobyczy radzieckich w tej dziedzinie, stanowi ona niewątpliwie cenną pozycję naszej literatury technicznej.

Wydanie przez PWT przekładu opisanej książki w okresie wielkiego nasilenia robót montażowych na licznych obiektach obecnie realizowanego planu gospodarczego należy uznać za bardzo istotne. Przez właściwą i celową bowiem organizację na placu robót montażowych, osiągnąć można zwiększoną ich wydajność, a tym samym przyspieszenie wykonania.

inż. K. Pawlicki

Inż. S. Russian „NORMOWANIE TECHNICZNE W ODLEWNICTWIE. Tłumaczył z rosyjskiego prof. inż. Michał Skarbiński. Format B5, str. 169, rys. 63, tabl. 91. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa, 1952. Cena zł 30,—.

Książka jest napisana w sposób przystępny i łatwy. Jest ona przeznaczona dla techników normowania pracy i mistrzów odlewniczych. Może ona również stano-

wić pożyteczny materiał dla techników i inżynierów odlewników oraz, do czasu ukazania się podręczników na odpowiednim poziomie — uczniów techników odlewniczych. Jest to w języku polskim pierwsza książka z dziedziny technicznego normowania robót odlewniczych.

Książka jest podzielona na wstęp i 5 rozdziałów.

We wstępie autor podkreśla, że wartości liczbowe podane w książce odpowiadają określonej jakości technicznej i organizacyjnemu tych odlewni, na których doświadczeniu zostały oparte. Nie wolno bezkrytycznie przenosić danych dotyczących wysokości norm z jednej odlewni do drugiej bez sprawdzenia, czy normy te odpowiadają rzeczywistym warunkom danej produkcji.

W rozdziale I omówiono zasady opracowywania normatywów. Opisano sposób określania czasu metodą badania ruchów opracowany przez prof. Joffego.

Rozdział II podaje w krótkim zarysie metodę opracowania normatywów wykonania poszczególnych czynności przy formowaniu maszynowym oraz sposoby obliczania czasu robót na maszynach formierskich.

W rozdziale III omówiono normowanie robót formierskich ręcznych. Formowanie małych odlewów w ręcznych skrzynkach formierskich podano bardzo krótko. Na zakończenie opisano projekt przyrządu ułatwiającego obliczanie czasu.

Rozdział IV traktuje o normowaniu robót rdzeniarskich. Podaje on klasyfikację sposobów wykonania rdzeni oraz metody normowania.

W rozdziale V omówiono normowanie pracy przy oczyszczaniu odlewów. Podano normatywy służące do obliczania czasu wykonania poszczególnych operacji jak: wybijanie rdzeni, oczyszczanie powierzchni odlewu, obcinanie zalewek, usuwanie układu wlewowego.

Czytelnikowi nasuwa się uwaga, że po omówieniu sposobów obliczania czasu powinna być podana synteza przedstawionych zagadnień. Powinny być wyciągnięte wnioski dla praktyki oraz wyraźnie sformułowane wskazówki dotyczące wyboru najodpowiedniejszego w danych warunkach procesu technologicznego. Niestety syntezy takiej książka nie zawiera.

Drugą usterką książki, na którą zwróciła uwagę również redakcja wydawnictwa radzieckiego, stanowi zbyt pobieżne potraktowanie sprawy formowania na maszynach formierskich, pominięcie maszynowego wykonywania rdzeni oraz niedostateczne uwzględnienie nowoczesnych metod przy oczyszczaniu odlewów.

Przy obliczaniu czasów roboczych duże kłopoty mogą wynikać na skutek nie dość ścisłego sformułowania zakresu stosowania tablic oraz braku niektórych niezbędnych tablic. Brak jest na przykład tablicy dotyczącej czasu składania form wykonanych w ręcznych skrzynkach formierskich, w wielu przypadkach mogą zachodzić wątpliwości, czy dana tablica odnosi się do odlewów żeliwnych czy staliwnych itp.

Ilustracje podane w książce są wyraźne i jasne, układ graficzny poprawny.

Słownictwo w dziedzinie odlewnictwa uzgodniono w tłumaczeniu z projektem słownika odlewniczego opracowanego przez prof. K. Gierdziejewskiego, a następnie przejrzanego i uzupełnionego przez Komisję Słownictwa Odlewniczego PKN. Słownictwo z dziedziny normowania pracy jest zgodne z terminologią stosowaną w instrukcjach PKPG i wydawnictwach PWT.

Książka znajdzie niewątpliwie zastosowanie jako książka do nauki, oraz do czasu ukazania się bardziej pełnych wydawnictw — jako poradnik z dziedziny technicznego normowania robót odlewniczych.

inż. S.

CZASOPISMA

„HORYZONTY TECHNIKI“ w zeszycie 5 i 6/52 znajdujemy artykuły: *Stefan Sekowski* „Kauczuk neutralny i syntetyczny“ (6), *W. W. Danilewskij* „Przodująca rola rosyjskich i radzieckich uczonych w wynalazczości i rozwoju techniki“ (3), *dr W. Krzyżaniak* „Matematyka w badaniach technicznych“ (3), *Witold Rychter* „Metale kolorowe — do produkcji“ (4), „Wal-ka o jakość i oszczędność“ (3,5).

„HUTNIK“ zeszyty 4 i 5/52 publikują artykuły: *Henryk Witkowski* „Walczymy o najoszczędniejszą gospodarkę metalami nieżelaznymi“ (3), *inż. Mieczysław Stankiewicz* „Wytapianie stali na blachy transformatorowe“ (3,5), *inż. Edward Zmihorski* „Racjonalna gospodarka w hartowniach“ (4), *inż. Tadeusz Senkara* „Przenikanie ciepła do wsadu w piecach przemysłowych“ (9,5), *inż. Zbigniew Jaglarz* „Najkorzystniejsze warunki eksploatacji walcerek blach grubych“ (5,5), *prof. Fryderyk Staub*, *inż. Emil Olewicz* i *inż. Gustaw Zaborowski* „Urządzenie do elektrolitycznego polerowania zglądów metalograficznych“ (4,5), „Nowy typowy zgniatacz „1000“ (5), „Produkcja i kontrola wirników turbin i generatorów elektrycznych w Anglii“ (2,5), „Nowe techniki w analizie spektralnej“ (4,5).

„PRZEGLĄD KOLEJOWY“ zeszyt 6/52 przynosi artykuły: *inż. Zbigniew Nowak* „Szybkościowa naprawa taboru kolejowego“ (2,5), *Henryk Witkowski* „Gospodarka materiałami nieżelaznymi“ (1,5), „Polska platforma 2-osiowa budowy powojennej“ (1).

„PRZEGLĄD MECHANICZNY“ zeszyt 5/52 publikuje artykuły: „Zwiększoną produkcją uczcił przemysł metalowy 60-lecie urodzin Prezydenta Bolesława Bieruta oraz Święto 1 Maja“ (2), *mgr inż. Stanisław Rytwiński* „Skrawanie metali w podwyższonych temperaturach“ (7,5), *inż. J. Joffe* „Obliczanie wytrzymałości stykowej w obrabiarkach“ (6,5), *mgr inż. Tadeusz Sawicki* „Przyrządy pneumatyczne do pomiarów liniowych“ (cz. I — 4,5), *dr inż. Tadeusz Jakubowski* „Zamienność selekcyjna“ (dokończenie — 4,5), *prof. inż. Kazimierz Zembruski* „Wpływ charakterystyki parowozu na jego zdolność przewozową“ (7), *dr inż. Stefan Perycz* „Zagadnienie najkorzystniejszego podziału w wieńcach łopatkowych turbin parowych i spalinowych“ (4), *mgr inż. Kazimierz Wiszowaty* „Uwagi o przemyśle drobnych konstrukcji i ich elementów w świetle wiedzy technicznej“ (2), „Elektrokontaktowe nagrzewanie prądem wysokiej częstotliwości“ (1,5), „Zastosowanie węgla sztucznego jako materiału łóżykowego“ (2).

W zeszycie 6/52 zamieszczono artykuły: *mgr inż. Roman Baranowicz* „Modernizacja frezarek do szybkościowego skrawania“ (7,5), *mgr inż. Henryk Poreyko* „Metoda ścinowego zaszlifowywania ściernicą o dużej średnicy zębów frezów do gwintów“ (3), *mgr inż. Józef Szpak* „Wyniki badań lin stalowych“ (5,5), *mgr inż. Zbigniew Misiotek* „Bimetale i metody ich produkcji“ (2), *mgr inż. Tadeusz Sawicki* „Przyrządy pneumatyczne do pomiarów liniowych“ (dokończenie—4), *prof. dr inż. Robert Szewalski* „Teoria mechanizmów“ (ciąg dalszy — 5,5), *St. Kulesza* „Metoda potokowa w produkcji drobnoseryjnej“ (0,5), „Szybkościowa metoda remontu sprzętu przez wymianę zespołów“ (1,5), „Zgrzewanie stykowe korbowodów parowozowych“ (1,5).

„PRZEGLĄD ODLEWNICTWA“ w zeszycie 5/52 znajdujemy artykuły: „Projekt Konstytucji Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej a zadania odlewników“ (2,5), *prof. mgr inż. Jerzy Weber* „Zorganizowanie rozpowszechniania żeliwa wysokojakościowego“ (2), *mgr inż. Tadeusz Witkowski* „Metody ekonomicznego wykonywania odlewów stalowych“ (4,5), *mgr inż. Zbigniew Górny* i *mgr inż. Kszysztof Rutkowski* „Wady segregacji w stopie BK-42“ (5,5), *W. D. Dymitrow* „Statystyczna metoda kontroli w odlewni“ (5), *T. R. Gomsachurdia* i *K. S. Kutateladze* „Wpływ związków żelaza na spieknięcie piasków“ (3), *W. E. Karskij* „Wpływ dodatków siarki i telluru przy odlewaniu walców utwardzonych“ (3,5), *S. K. Kantienik*, *A. M. Michajłow*, *J. P. Fominych* „Odlewanie wien-ców kół ślimakowych z brązu w formach metalowych“ (1,5).

„PRZEGLĄD TECHNICZNY“ w zeszycie 6/52 znajdujemy artykuły: „O świadomą postawę kadr inżyniersko-technicznych na obecnym etapie Planu 6-letniego“ (3,5), *inż. Henryk Janczewski* „Budowa wspianego daru przyjaźni — Pałacu Kultury i Nauki w Warszawie“ (3,5), *inż. Marian Wakalski* „Planowanie procesów technologicznych“ (8,5), *inż. Stefan Kryszak* „Pompy śrubowe“ (1,5). W dziale „Sprawy organizacyjne“ zamieszczono: „Zebranie sekretarzy generalnych stowarzyszeń i oddziałów NOT“, „Konferencje naukowo-techniczne w I kwartale 1952 r.“, „Główna Komisja Technicznej Ochrony Pracy“, „Zjazd organizacyjny Koła Poligrafów“, „Pokaz — Książka i czasopismo techniczne“, „Broszura o pięcioleciu działalności NOT“.

Sprostowanie

W artykule *inż.-mech. Tadeusza Księżyckiego* pt. „O wyborze pras do tłoczenia“, zamieszczonym w zeszycie 4/52 omyłkowo wydrukowano na str. 171 od wiersza 18 do 21:

$$v = 2 \cdot \pi \cdot n \sqrt{(S1 - 1)}$$

gdzie v m/min — prędkość suwaka w odległości 1 m od dolnego położenia
zamiast

$$v = 2 \cdot \pi \cdot n \sqrt{l(S - 1)}$$

gdzie v m/min — prędkość suwaka w odległości l m od dolnego położenia.

Wydawca: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA, Warszawa ul. Czackiego 3/5

KOMITET REDAKCYJNY: *inż.-mech. Tadeusz DOBRZAŃSKI*, *prof. inż. Władysław GWIAZDOWSKI*, *inż.-mech. Paweł KOSIERADZKI*, *inż.-mech. Stanisław KUNSTETTER*, *inż.-mech. Zdzisław MARCINIAK*, *inż.-mech. Zbigniew MUSZYŃSKI*, *dr inż. Jan OBALSKI*, *inż.-mech. Kazimierz OCHEŁUSZKO*.

Redaktor naczelny *inż.-mech. Heliodor CHMIELEWSKI*.

Z-ca redaktora naczelnego *inż.-mech. Wiesław GRABOWSKI*.

Sekretarz redakcji *Henryk PIŁATOWICZ*.

Redaktor Techniczny *Czesław PIEKARSKI*.

Redakcja przyjmuje codziennie od godz. 9³⁰ do 16³⁰.

Adres Redakcji: Warszawa, Czackiego 3/5, telefon 8.95.10 do 19.

Prenumerata roczna: normalna — 108 zł, ulgowa — 36 zł. PKO nr konta I-10877/110. Cena zeszytu pojedynczego zł 9.—

KOMUNIKAT

W związku ze zmianą dotychczasowej formy prenumeraty bezpośredniej w PPK „RUCH” i wprowadzeniem na to miejsce prenumeraty zleconej podajemy do wiadomości naszym Prenumeratorom bliższe szczegóły tej zmiany:

1. Zmiana dotyczy przede wszystkim prenumeratorów indywidualnych, którzy nie będą jak dotychczas wpłacali prenumeraty na konto „RUCH” w PKO, a wpłaty dokonywać będą mogli bezpośrednio w urzędach pocztowych w specjalnych okienkach, czy też u wyznaczonych do przyjmowania prenumeraty pracowników poczty, którzy będą od razu wystawiali pokwitowania przyjęcia prenumeraty. Prenumeratory indywidualni będą mogli również zamawiać prenumeratę i dokonywać przedpłaty u listonoszów. Sposób ten uważamy, jeśli idzie o prenumeratorów indywidualnych, za korzystny, gdyż listonosze będą przypominali prenumeratorom o konieczności uiszczenia w terminie przedpłaty i będą dbali o staranną obsługę.
2. Zniesienie prenumeraty bezpośredniej nie dotyczy w roku bieżącym urzędów i instytucji, które zamawiają prenumeratę czasopism pisemnie w PPK „RUCH”. W takich bowiem wypadkach PPK „RUCH” przyjmuje zamówienia i wykonuje je kredytowo wysyłając jednocześnie rachunek, który będzie podstawą do dokonania przelewu, czy też uregulowania należności w inny sposób. Regulowanie należności za prenumeratę przez urząd, instytucję i inne organizacje w drodze przelewów bankowych pozostaje nadal utrzymane również i w tych wypadkach, gdy prenumerator, instytucja itp. wpłaca należność równocześnie z zamówieniem.
Upprzedzamy przy tym zainteresowanych Prenumeratorów, urzędy, instytucje itp., że od 1 stycznia 1953 r. PPK „RUCH” nie będzie przyjmowało prenumeraty kredytowej, a chcąc uniknąć przerwy w dostawie czasopism z początkiem roku 1953, konieczne jest uregulowanie należności za prenumeratę z góry już w roku 1952, w terminach podawanych przez placówki pocztowe i po cenach uwidocznionych w cenniku.
3. Przyjmowanie wpłat gotówkowych na prenumeratę bezpośrednio przez placówki PPK „RUCH” zostaje skasowane. Nie dotyczy to prenumeraty zbiorowej zamawianej u kolporterów zakładowych, którzy nadal będą wpłacali należność i składali zamówienia w terenowych placówkach PPK „RUCH”.
4. Zarówno urzędy jak i agencje pocztowe oraz listonosze będą przyjmować zamówienia na prenumeratę czasopism tylko na najbliższy okres po dokonanej wpłacie, miesiąc, kwartał itd.
5. Wszelkie reklamacje dotyczące nieterminowej dostawy prenumerowanych czasopism, braków w dostawie oraz innych niedokładności należy wnosić wyłącznie do tej placówki pocztowej względnie listonosza, w której zgłoszono zamówienie na prenumeratę czasopisma. Bezpośrednie zgłaszanie reklamacji do PPK „RUCH” lub innych instytucji powoduje opóźnienie w szybkim załatwieniu reklamacji i jest przyczyną zbędnej korespondencji.
6. Zażalenia w wypadku wniesionych reklamacji kierować należy do Centralnej Dyrekcji PPK „RUCH”, Warszawa, ul. Wilcza 45.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

polecają książki:

- Ansjerow M.: **Uchwyty i przyrządy do tokarek i szlifierek od okrągłego szlifowania**, tłum. z ros. M. Wakalski, 1951, str. 207, zł 50. —
- Azorow A.: **Automatyzacja obróbki na tokarkach**, tłum. z ros. K. Ukielski, 1951, str. 122, zł 15. —
- Baranow W., Perfiliew G.: **Elektroiskrowa obróbka metali**, tłum. z ros. G. Szpinak, 1950, str. 55, zł 3. —
- Lewicki T.: **Części maszyn**, 1951, str. 126, zł 10.50
- Daskowski Ł.: **Atlas przyrządów i uchwytów do obróbki skrawaniem**, tłum. z ros. W. Wermon, 1951, str. 171, zł 39. —
- Gerst W., Popow P.: **Szybkościowa obróbka metali w zakładach budowy maszyn**, tłum. z ros. K. Ukielski, 1950, str. 76, zł 4. —
- Gostiew W.: **Kontrola techniczna i zwalczanie braków w przemyśle maszynowym**, tłum. z ros. S. Kowalczyk, 1951, str. 76, zł 4. —
- Hoare W. E.: **Cynowanie na gorąco**, tłum. z ang. K. Tarnowski, 1951, str. 152, zł 15. —
- Jasnogrodski I.: **Ogrzewanie metali i stopów w elektrolicie**, tłum. z ros. W. Chitruk, 1951, str. 124, zł 20.50
- Bosse E.: **Wykonywanie tłoczników** (wskazówki praktyczne), tłum. z niem. K. Szopski, 1952, str. 77, zł 8. —
- Lewis W. R.: **Lutowanie miękkie**, tłum. z ang. K. Tarnowski, 1951, str. 128, zł 10.50
- Łapiński J.: **Metalizacja natryskowa, część I — Urządzenia i organizacja warsztatu**, 1951, str. 60, zł 7. —, część II — **Wykonanie**, 1951, str. 120, zł 18. —
- Makarewicz B., Michajew W., Tichwiński W.: **Regeneracja narzędzi skrawających**, tłum. z ros. W. Ostrowski, 1951, str. 126, zł 34. —
- Maślanka Z.: **Korozja i ochrona przed korozją magnezu i jego stopów**, 1950, str. 83, zł 16.50
- Miagow W.: **Tolerancje i pasowanie obowiązujące w ZSRR**, tłum. z ros. R. Baranowicz, 1951, str. 204, zł 37. —
- Moszyński W.: **Wykład elementów maszyn, część I — Połączenia**, wyd. II, 1951, str. 40, zł 32. — część II **Łożyskowanie**, wyd. II, 1951, str. 324, zł 28. —
- Nowikow M.: **Konstrukcja przyrządów montażowych**, tłum. z ros. W. Ostrowski, 1952, str. 280, zł 42. —
- Ochęduszek K.: **Koła zębate w przystępnym zarysie, tom II — Wykonanie i montaż**, 1950, str. 487, zł 38. —
- Pelczyński T., Szpiniewski R.: **Metaloznawstwo**, wyd. II, 1951, str. 196, zł 7. —
- Piotrowski P.: **Ślusarstwo**, 1951, str. 136, zł 7.50
- Pilarczyk J.: **Kurs spawania elektrycznego** (w pytaniach i odpowiedziach) Wyd. III, 1951, str. 123, zł 7. —
- Pufal Z.: **Spawanie miedzi, mosiądzu i brązu**, 1951, str. 90, zł 10. —
- Romanowski W.: **Tłoczenie wielotaktowe**, tłum. z ros. S. Grzymałowski, 1951, str. 108, zł 23. —
- Sadowski A.: **Gładkość powierzchni i sposób jej pomiaru**, 1952, str. 166, zł 22. —
- Sadowski A.: **Wzorce gładkości powierzchni**, 1952, str. 56, zł 5. —
- Sokołowski A.: **Kurs technologii budowy maszyn, część I**, tłum. z ros. M. Rogoziński, 1952, str. 429, zł 60. —
- Sawicki T.: **Gospodarka narzędziami mierniczymi w zakładach przemysłu metalowego**, 1950, str. 140, zł 16.50
- Szupp B.: **Kurs spawania acetylenowego** (w pytaniach i odpowiedziach), wyd. IV, 1952, str. 108, zł 6. —
- Święcicki T.: **Cynk i jego zastosowanie**, 1950, str. 32, zł 2.40
- Tołczonow T.: **Techniczne normowanie czasów obróbki skrawaniem i robót ślusarsko-montażowych**, tłum. z ros. L. Ter-Oganian, 1951, str. 239, zł 20. —
- Wielchow P.: **Montaż konstrukcji stalowych**, tłum. z ros. W. Sochacki, str. 235, zł 18. 50
- Mały poradnik mechanika** (praca zbiorowa), wyd. II 151, str. 651, zł 58. —
- Błażewski S.: **Wytrzymałość materiałów**, 1951, str. 351, zł 28. —
- Chmielewski H.: **Logarytmiczny suwak rachunkowy**, wyd. II, 1951, str. 46, zł 3.60
- Lerman S.: **Optyk przyrządowy**, tłum. z ros. K. Ukielski, 1952, str. 226, zł 18. —
- Oszczędna gospodarka węglem** (praca zbiorowa), 1951, str. 338, zł 38. —
- Perelman J.: **Mechanika w kalejdoskopie**, tłum. z ros. J. Smolak, 1950, str. 149, zł 4. —
- Poradnik techniczny — Mechanik** (dzieło zbiorowe pod red. A. T. Troskolańskiego), tom I, część 2, wyd. III, 1950 — zeszyty 7 — 8, 9 — 10, 11
tom I, część 2, wyd. III, 1951 — zeszyty 12, 13, 14, 15,
tom II, część 4, wyd. III, 1951 — zeszyt 1,
tom II, część 4, wyd. III, 1952 — zeszyt 2, 3, 4, 5, 6, 7,
tom IV, część 3, wyd. III, 1951 — zeszyt 1,
tom IV, część 3, wyd. III, 1952 — zeszyty 2, 3, 4,
- Cena pojedynczego zeszytu zł 9, podwójnego zł 18.—
- Wykład z dokumentacji naukowo-technicznej** (praca zbiorowa pod red. T. Zamoyskiego), 1951, str. 144, zł 11. —