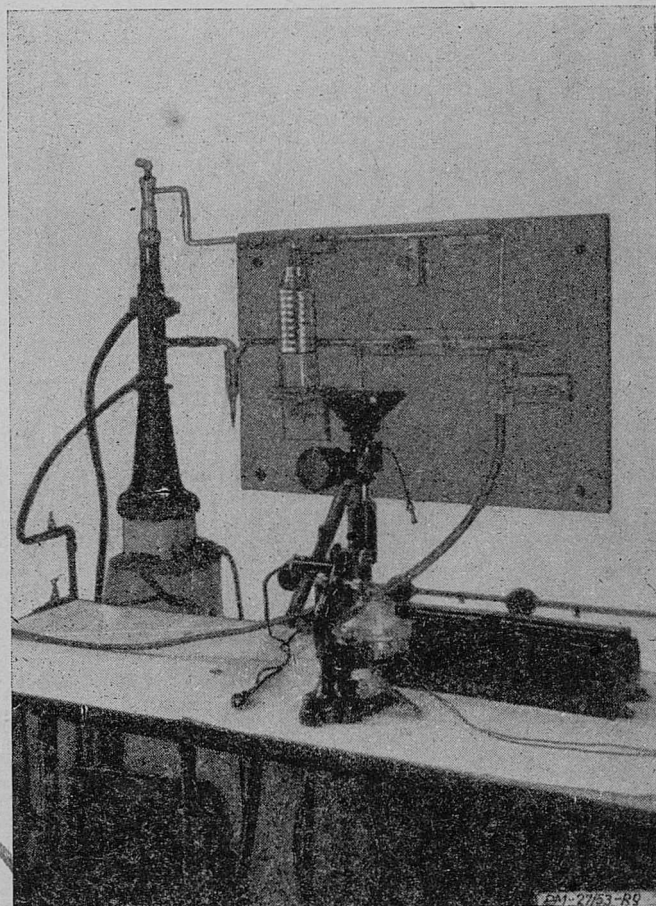


PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY



Kompletne urządzenie stosowane w metalografii próżniowej
(art. na ten temat ukaże się w zeszycie 7/53 PH)

ROK XII

CZERWIEC 1953

ZESZYT 6

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS TREŚCI ZESZYTU 6/53

	str.
<i>Cały naród buduje Nową Hutę</i>	205
ARTYKUŁY GŁÓWNE	
<i>Mgr inż. Jerzy Mierzejewski</i> — Wpływ tarcia na formowanie się wióra przy skrawaniu metali	206
<i>Prof. dr inż. Aleksy Piątkiewicz</i> — Wyznaczanie wymaganego współczynnika udźwigu w układach wyciągów ciernych	213
<i>Mgr inż. Jerzy Jasnorzewski</i> — Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie interferencyjnych pomiarów długości	216
<i>Mgr inż. Aleksander Rummel</i> — Kierunki konstrukcyjne spalinowych silników morskich	218
<i>Dr inż. Jan Obalski, prof. dr Jan Roliński, prof. dr inż. Stefan Ziemia</i> — Sesja Naukowa poświęcona elektrycznym metodom pomiarowym w produkcji, laboratorium i dydaktyce	224
TRYBUNA DYSKUSYJNA	
<i>Mgr inż. E. S. Burka</i> — Uwagi krytyczne do art. pt. „O wyróżniku szybkobieżności rotodynamicznych maszyn wodnych“	227
<i>Mgr inż. Adam Tadeusz Troskołański</i> — O normalizacji wyróżnika szybkobieżności rotodynamicznych maszyn wodnych	228
— O podziale i nazwach pomp	229
W sprawie czasowego zabezpieczenia przed korozją maszyn i precyzyjnych wyrobów stalowych — <i>T.O.</i>	230
PRZEGLĄD PRASY TECHNICZNEJ	
Zastosowanie promieni podczerwonych przy tłoczeniu blach ze stopów magnezowych — <i>L.S.</i>	231
Klinowe zabezpieczenia przeciwwiatrowe dźwignic — <i>L.S.</i>	231
Wiertarka do głębokich otworów — <i>W.N.</i>	232
Szkło jako środek smarujący przy wyciskaniu stali — <i>M.Ch.</i>	233
Wózki do przetaczania wagonów — <i>F.M.</i>	234
Aktualne kierunki rozwoju konstrukcji silnika morskiego — <i>Z.R.</i>	234
BIBLIOGRAFIA	235

Do zeszytu załączone są: Przegląd Dokumentacyjny Mechaniki (str. 4), Biuletyn Informacyjny Instytutu Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem (str. 2), oraz Biuletyn Informacyjny Instytutu Metaloznawstwa i Aparatury Naukowo-Laboratoryjnej (str. 2).

W NASTĘPNYM ZESZYCIE

ukazą się m. in. artykuły

Wpływ szlifowania na powierzchnie stali narzędziowych hartowanych
Odształcenia cieplne obrabiarek
Technika statystycznej kontroli jakości w toku produkcji
Napięcia w rurociągach parowych (cz. II)
Metalografia próżniowa
Suwnica lejnicza

WARUNKI PRENUMERATY

Prenumerata normalna

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

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

Prenumerata ulgowa

(½ ceny prenum. norm.)

Z prenumeraty ulgowej mogą korzystać członkowie stowarzyszeń technicznych NOT, członkowie klubów racjonalizacji i techniki oraz studenci szkół wyższych. Zgłoszenia (tylko zbiorowe) przez oddziały wojewódzkie NOT oraz koła naukowe studentów przyjmuje PPK „Ruch” Warszawa, ul. Srebrna 12, Centralna Ekspedycja, po uprzednim wpłaceniu należności na konto PKO Nr I-14060/110.

PRZEGŁĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY

STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

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

ADMINISTRACJA: WARSZAWA, MICKIEWICZA 18, TEL. 608-66

Cały naród buduje Nową Hutę

Dnia 4 maja br. Prezydium Rządu podjęło doniosłą uchwałę w sprawie zapewnienia terminowego i kompleksowego uruchomienia pierwszego etapu budowy najważniejszej i kluczowej pozycji naszego budownictwa przemysłowego — kombinatu Nowa Huta.

W planie 6-letnim, planie przebudowy gospodarki i uprzemysłowienia naszego kraju, Partia i Rząd wyznaczyły poważny odcinek Nowej Hucie, największej inwestycji tego planu. Podstawą do likwidacji zacofania gospodarczego, do podniesienia i rozwoju sił wytwórczych kraju jest silne hutnictwo. Stanowi ono techniczną bazę, na której rozwija się produkcja środków wytwarzania, powoduje wzrost socjalistycznych elementów gospodarki, jest więc jednym z głównych warunków budowy nowego życia gospodarczego w Polsce.

Aby to wykonać, konieczna była budowa nowego wielkiego zakładu metalurgicznego — kombinatu Nowa Huta — produkcja którego w decydujący sposób wpłynie na stworzenie potężnej bazy przemysłowej w naszej Ojczyźnie.

Nowa Huta jest budowana w oparciu o wszechstronną pomoc Związku Radzieckiego, który dostarcza kompletną, na wysokim poziomie technicznym opracowaną dokumentację i najważniejsze urządzenia oraz maszyny. Dzięki daleko idącej mechanizacji i automatyzacji urządzeń i maszyn w Nowej Hucie zmieni się praca człowieka. Zamiast robotnika dźwigającego ciężary, pchającego wózki i obsługującego maszyny, jak to się dzieje w starym hutnictwie, na Nowej Hucie będzie pracował mechanik, kierujący przez naciśnięcie guzika olbrzymimi zespołami maszyn i przebiegami technologicznymi. Robotnik zostanie tu wyzwolony od ciężkiej i niebezpiecznej dla zdrowia pracy, a stanie się natomiast myślącym i odpowiedzialnym kierownikiem maszyn i urządzeń. Wymaga to naturalnie odpowiedniego szkolenia kadr technicznych, potrzebnych do obsługi i kierowania wielkimi i nowoczesnymi urządzeniami Nowej Huty. Najwybitniejsi specjaliści radzieccy przekazują naszym technikom i inżynierom długoletnie doświadczenia metalurgii radzieckiej i ułatwiają nam w ten sposób również przygotowanie odpowiednich kadr dla Nowej Huty.

Aby łatwiej uzmysłowić sobie doniosłość znaczenia kombinatu Nowa Huta dla całego przemysłu polskiego, weźmy pod uwagę, że produkcja Nowej Huty po jej uruchomieniu będzie przewyższała produkcję całego przemysłu hutniczego przedwojennej Polski. Nowa Huta będzie jednym z największych i najnowszych kombinatów metalurgicznych w Europie.

Ilość maszyn i urządzeń, jakie będą instalowane w Nowej Hucie, wynosi ok. 100 kG maszyn na 1 tonę produkcji stali rocznie. Jest to ilość przewyższająca kilkakrotnie dotychczasowy stopień mechanizacji.

Poważny procent konstrukcji stalowych, maszyn i urządzeń wykonuje krajowy przemysł maszynowy. W roku bieżącym przemysł ten musi dostarczyć ok. 7500 ton konstrukcji i ponad 3000 ton maszyn i urządzeń, niezależnie od realizacji innych swych zadań planowych. Maszyny i urządzenia dla Nowej Huty można podzielić na dwie zasadnicze grupy: 1) maszyny i urządzenia typowe, 2) maszyny i urządzenia nietypowe — wykonywane na podstawie dokumentacji radzieckiej. Znaczną ilość maszyn stanowią prototypy dotychczas przez nasz przemysł nie wytwarzane.

Sprawa wykonania maszyn pierwszej grupy, do której zalicza się obrabiarki, pompy, silniki elektryczne, transformatory, typowe maszyny do przerobu minerałów, spawarki, itp. maszyny, wykonywane przez przemysł seryjnie, nie sprawia zasadniczych trudności. Do grupy tej zalicza się także wentylatory, które początkowo nastroczały pewne trudności z punktu widzenia dokumentacji. Sprawa ta została całkowicie opanowana przez Zakłady im. Szadkowskiego i pierwsze wentylatory zostały dostarczone do Nowej Huty.

Drugą grupę stanowią urządzenia nietypowe, spośród których na czoło wysuwają się urządzenia chemiczne. Obejmują one ogółem ok. 3000 ton różnych obiektów. Z trudniejszych należy wymienić między innymi elektrofiltry o ciężarze ok. 200 ton każdy, rurowe chłodnie o ciężarze 440 ton, płuczki benzolowe o ciężarze 160 ton, regulatory roztworu o ciężarze 140 ton i końcowe chłodnie, których ciężar wynosi ok. 50 ton. Na tylko dwa zakłady przypada w sumie ok. 70% tego typu urządzeń.

Inne zagadnienie z grupy urządzeń nietypowych stanowią urządzenia do przerobu minerałów, wykonywane na podstawie dokumentacji radzieckiej. Zadanie wykonania tych urządzeń przypada prawie w 80% na zakłady w Zawierciu. Bielskie Zakłady Urządzeń Technicznych prawie całkowicie opanowały sprawę wykonania nietypowych przekładni. Przy wykonywaniu suwnic pewną trudność stanowi aparatura elektryczna, ale mimo to nie można dopuścić, aby suwnice dostarczane były do montażu bez aparatury, gdyż sprawa jej dostawy przez montującego jest prawie nie do rozwiązania.

Uchwała Prezydium Rządu, określając Nową Hutę jako najważniejszą i kluczową pozycję naszego budownictwa socjalistycznego, nakłada poważne obowiązki na dostawców i na załogę kombinatu Nowa Huta. Każdy termin musi być dotrzymany.

Każda maszyna, konstrukcja, urządzenie, każda tona materiału — muszą być dostarczone w określonym terminie. Olbrzymiej wagi zadania przypadają w udziale przemysłowi maszynowemu. Wykonanie tych zadań wymaga szczególnej ofiarności i zobowiązań ze strony techników i inżynierów mechaników.

Stojąc w jednym szeregu z bojowymi załogami zakładów, bezpośrednio walczącymi o przedterminowe zaspokojenie potrzeb budownictwa Nowej Huty, w wysiłkach o pokonanie wszelkich trudności w wykonaniu dostaw na jak najwyższym poziomie pod względem jakości, technicy i inżynierowie mechanicy, SIMP-owcy, skupiają na sobie uwagę narodu polskiego, który szczególnie troską i miłością otacza potężne budownictwo socjalistyczne. Podobnie jak bezpośredni budowniczowie Nowej Huty, muszą oni wykazywać największą inicjatywę i ofiarność, doskonalić

organizację pracy, lepiej wykorzystywać rezerwy i możliwości produkcyjne, aby w ślad za przybywającymi codziennie dziesiątkami wagonów z maszynami i urządzeniami ze Związku Radzieckiego, płynął nieprzerwany strumień maszyn i urządzeń, wykonywanych w kraju.

SIMP-owcy nie zawiodą, dołożą starań i wysiłków, aby zakłady w których pracują przodowały we współzawodnictwie o tytuł najlepszego dostawcy dla Nowej Huty. Współzawodnictwo na tym odcinku daje gwarancje i podstawę dotrzymania terminów dostaw; daje dodatkową wiarę i pewność załodze Nowej Huty, że nie jest sama, że współdziałają z nią zakłady przemysłu maszynowego w Polsce; daje pełną gwarancję, że stalowa chłuba narodu będzie szybciej rosła, aby rozpocząć swą pracę w służbie socjalistycznego budownictwa w służbie Ojczyzny i narodu.

Wpływ tarcia na formowanie się wióra przy skrawaniu metali

Mgr inż. JERZY MIERZEJEWSKI

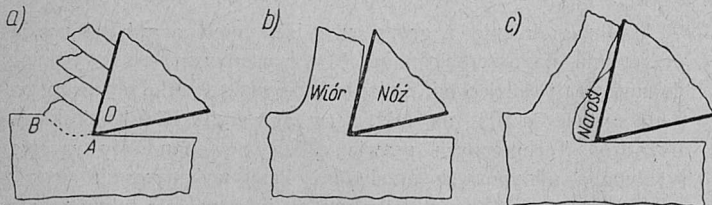
621.9.013/014

Artykuł niniejszy omawia zasadnicze typy wiórów, tworzących się przy skrawaniu metali. Szczegółowiej omówiony jest mechanizm powstawania wióra ciągłego. Podano dane o charakterze odkształceń wióra i określono ilościowo, w oparciu o teorię plastyczności, charakterystyczne wielkości dla wióra ciągłego, w zależności od współczynnika tarcia. Wyznaczono teoretycznie wielkości oporów skrawania. Omówiono sposoby i znaczenie zmniejszenia tarcia w skrawaniu metali.

Szybki rozwój przemysłu metalowego narzuca konieczność stałego doskonalenia metod obróbki metali. Odpowiedź na pytanie jak podnieść wydajność obróbki wiórowej, dać mogą przede wszystkim badania naukowe procesu skrawania. Badania te są prowadzone w dwu kierunkach: doświadczalnym i teoretycznym. Badania doświadczalne, dające bezpośrednie wyniki, wyprzedziły trudniejsze znacznie badania teoretyczne, dając dla przemysłu wiele cennego, praktycznego materiału. Jednak, przy takim ujęciu badań skrawania metali, wchodząca w grę wielka ilość zmiennych czynników wpływających na proces obróbki komplikuje znacznie przebieg badań i czyni je kosztownymi. Na podstawie tych badań często trudno jest wyodrębnić wpływ czynnika głównego, wobec równoczesnego występowania wpływu czynników ubocznych. Niezbędne staje się poznanie podstawowych praw, rządzących mechanizmem tworzenia się wióra, na drodze badań teoretycznych, w oparciu o które można wyznaczyć właściwy kierunek badań doświadczalnych, a tym samym znacznie zredukować ich koszty.

1. Typy wiórów

Bezpośrednia obserwacja przebiegu skrawania metali pozwala wyodrębnić trzy zasadnicze typy wiórów (rys. 1 a, b, c). Powstawanie poszczególnego typu wióra wynika w pierwszym rzędzie z własności mechanicznych obrabianego materiału, jednak nie są to jedyne czynniki rządzące typem wióra. Obserwacja procesu skrawania metali o dużej plastyczności wykazuje, że metal usuwany przez narzędzie zostaje poddany bardzo dużym odkształceniom plastycznym. Odkształcenia te zachodzą w kierunku skrawania, brak jest odkształcenia bocznego, co potwierdza się przez fakt, że szerokość wióra nie jest większa niż szerokość warstwy skrawanej.



PM 39/53 R1

Rys. 1. Typy wiórów: a) — wiór segmentowy, przerywany, b) — wiór ciągły, c) — wiór ciągły z narostem.

Obrabiany materiał może podlegać odkształceniom plastycznym aż do chwili, gdy zostanie osiągnięte jego odkształcenie krytyczne, po przekroczeniu którego materiał pęka. Jeśli materiał w tworzącym się wiórze ulega odkształceniom większym od odkształcenia krytycznego, staje się on kruchy i łamie się. Na plastyczność materiału wywierają duży wpływ takie czyn-

ki jak: obróbka cieplna materiału, różnice w składzie chemicznym, metody odlewania, mikrostruktura, wielkość ziarna i inne.

Przy skrawaniu materiałów kruchych, np. żeliwa, pozbawionych praktycznie plastyczności, wiór tworzy się bez odkształceń plastycznych — poszczególne części wióra odlupują się od materiału. Powoduje to szybko zachodzące zmiany sił skrawania, od wartości szczytowej do zera w momencie odlupywania segmentu wióra i na skutek tego jest przyczyną występowania drgań. Również i przy skrawaniu materiału plastycznego, gdzie odkształcenie wióra zachodzi w sposób ciągły na skutek wewnętrznych poślizgów materiału, mogą występować zmiany sił skrawania, jednak o wielkości znikomej.

Tworzący się typ wióra wywiera, zupełnie niezależnie od własności materiału, wpływ na warunki skrawania (szybkość skrawania, posuw i głębokość skrawania) jak również na konstrukcję narzędzia.

Wiór segmentowy przerywany (rys. 1a) tworzy się przy następujących, sprzyjających jego powstawaniu warunkach: obrabianym materiale mało plastycznym, dużej grubości warstwy skrawanej, małej szybkości skrawania i małym kącie natarcia. Ten typ wióra tworzy się z segmentów słabo, lub wcale z sobą nie złączonych. Wióry tego typu posiadają zewnętrzną powierzchnię (powierzchnię nie stykającą się z nożem) ząbkowaną. Poszczególne segmenty wióra tworzą się na skutek poślizgu, zachodzącego wzdłuż krzywej AB, po uprzednim zgnieceniu materiału w obszarze ABCD. Wielkość segmentów posiada duże znaczenie; zależy od niej częstotliwość zmian sił skrawania, jak również gładkość powierzchni. Zużycie noża w obróbce przy tym typie wióra zachodzi na skutek zaokrąglania się krawędzi tnącej. Mechanika powstawania tego typu wióra jest o wiele bardziej złożona, niż typów następujących.

Wiór ciągły (rys. 1b) tworzy się przy następujących warunkach, sprzyjających jego powstawaniu: plastycznym materiale, małej grubości wióra, dużej szybkości skrawania, dużym kącie natarcia, ostrej krawędzi tnącej, małych oporach tarcia przy sływaniu wióra na płaszczyźnie natarcia. Ostatni warunek wymaga dużej gładkości powierzchni natarcia i używania środka chłodzącego — smarującego, zapobiegającego przylepieniu się wióra.

Wiór tworzy się w postaci długiej wstęgi o jednakowej grubości. Dla materiałów ciągliwych przy tym typie wióra, osiąga się najlepsze wykonienie powierzchni przedmiotu obrabianego. Zużycie noża zachodzi na skutek wycierania krateru w płaszczyźnie natarcia, w sąsiedztwie krawędzi tnącej — krateru, który rozszerzając się dochodzi do samej krawędzi, po czym następuje wykruszanie się ostrza. Wiór ciągły jest najprostszym typem wióra z punktu widzenia mechaniki jego powstawania, dlatego też w badaniach doświadczalnych i teoretycznych pozwala najłatwiej poznać podstawowe zjawiska skrawania. Me-

Politechniki

Wrocławskiej

chanika jego powstawania jest bardzo zbliżona do mechaniki powstawania wióra ciągłego z narostem.

Wiór ciągły z narostem (rys. 1 c) tworzy się najczęściej przy skrawaniu materiałów ciągliwych. Narost powstająca na płaszczyźnie natarcia noża powstaje na skutek dużego tarcia wióra o czoło noża, przy jednocześnie występującej wysokiej temperaturze. Sprasowane cząsteczki wióra łączą się trwale z nożem, tworząc początek narośli, na którą zostają narzucone dalsze porcje sprasowanego materiału. Włókna materiału na zewnętrznej powierzchni narośli wydłużają się i przybierają kierunek mniej lub więcej równoległy do kierunku spływu wióra i przesuwania materiału obrabianego. Narost na skutek wydłużania się włókien rozprzestrzenia się dalej od krawędzi tnącej, jednocześnie powiększając swoją grubość. W miarę swego wzrastania narost staje się coraz mniej trwały. W momencie, gdy osiągnie ona swoją maksymalną wielkość, zaczyna zachodzić jej łuszczenie. Drobinę narośli spływają razem z wiórem i przedmiotem obrabianym. Nadbudowywanie i łuszczenie się narośli zachodzi w sposób ciągły, tak, że obrabiana powierzchnia pokrywa się mnóstwem okruchów, stanowiących chropowatość obrabianej powierzchni.

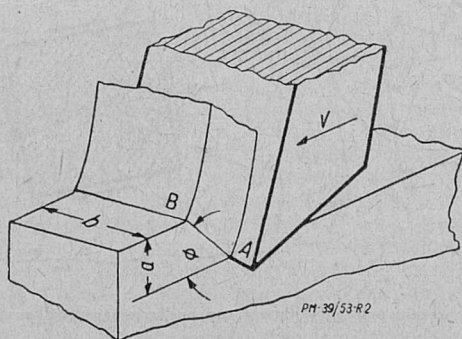
Zużycie narzędzia przy tworzącym się wiórze z narostem zachodzi na skutek wyłobienia w powierzchni natarcia krateru w małej odległości od krawędzi tnącej, oraz na skutek ścierania płaszczyzny przyłożenia noża, przez odchodzące wraz z materiałem okruchy narośli. W końcowym momencie zużycia noża zachodzi wykruszanie się krawędzi tnącej noża. Z badania mikro-twardości narośli (patrz rys. 4) wynika, że jej twardość jest często równa twardości noża ze stali szybko tnącej. Wyjaśnia to gwałtowność, z jaką zachodzi zużywanie się noża.

2. Mechanizm tworzenia się wióra ciągłego

Skomplikowane pod względem fizycznym zjawiska, występujące przy tworzeniu się wióra zmuszają nas do badania przebiegów skrawania jak najbardziej elementarnych. Z tych względów większość obserwacji przeprowadza się przy skrawaniu i u s w o b o d n y m, przy którym odkształcenia plastyczne, zachodzące w materiale można traktować jako zagadnienia dwuwymiarowe. Rys. 2 przedstawia przykład skrawania swobodnego występującego przy struganiu listwy nożem o krawędzi tnącej równoległej do powierzchni obrabianej i prostopadłej do kierunku skrawania. Przy skrawaniu swobodnym zostaje również wyeliminowany wpływ promienia zaokrąglenia końca noża.

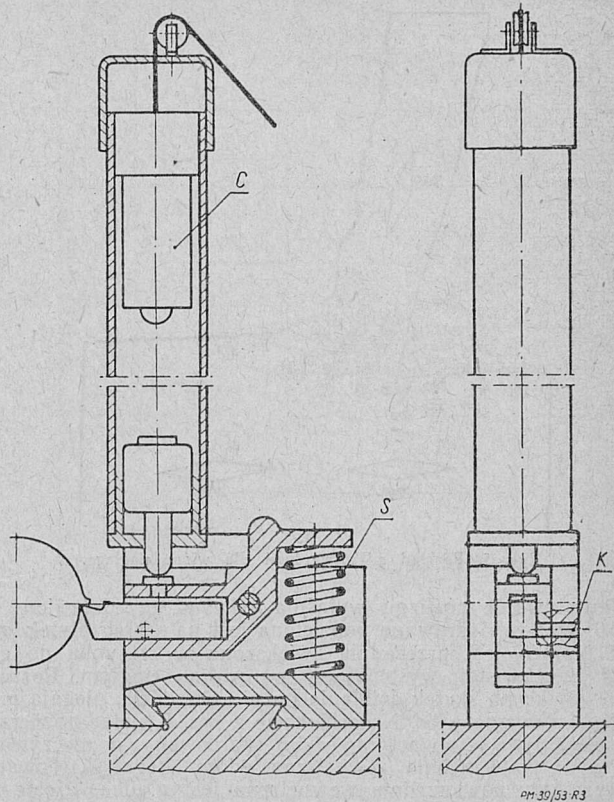
Zajmijmy się stroną fizyczną zjawisk, występujących przy tworzeniu się wióra ciągłego, który będąc najprostszą fizycznie formą wióra pozwoli nam najłatwiej na poznanie mechanizmu jego tworzenia się. Shaw³⁾ jak również radziecki badacz procesów obróbki Łoładze⁴⁾ otrzymali dane co do powstawania wióra ciągłego, przy pomocy próbek otrzymywanych przez raptowne wycofanie noża w trakcie skrawania. Rys. 3 przedstawia schemat przyrządu Łoładze, służącego do raptownego wycofania noża z przedmiotu obrabianego. Spadający ciężar C powoduje ścięcie żeliwnego kołka K, który służy do podrzucania wahliwego imaka nożowego. Z chwilą ścięcia kołka silna sprężyna S odrzuca imak wraz z nożem od przedmiotu obrabianego.

Otrzymane próbki, przedstawiające utrwalone fragmenty powstającego wióra były przecinane równoległe do kierunku skrawania, a następnie polerowane i trawione. Budowa metalograficzna próbek z utrwaloną powierzchnią formowania się wióra wskazuje na istnienie wyraźnej różnicy budowy materiału powyżej i poniżej linii AB (rys. 2).



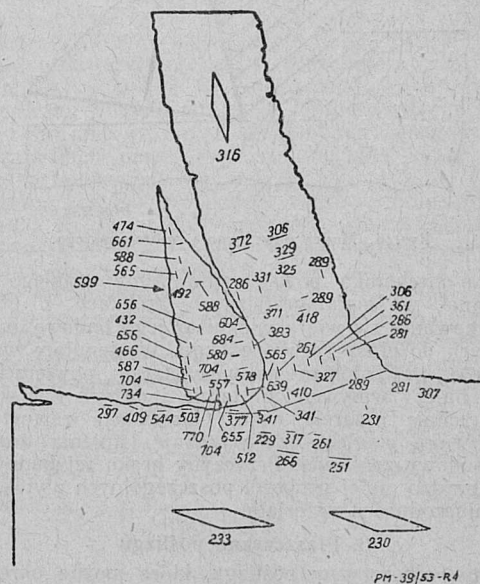
Rys. 2. Schemat skrawania swobodnego, a — głębokość skrawania, b — szerokość skrawania, ϕ — kąt poślizgu.

Również znacznie wcześniejsze badania prowadzone w Zakładzie Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej⁴⁾, posługujące się metodą kinematograficzną utrwalania poszczególnych faz powstawania wióra, wykryły istnienie linii AB.



Rys. 3. Schemat przyrządu Łoładze, służącego do otrzymywania próbek z utrwaloną powierzchnią powstającego wióra.

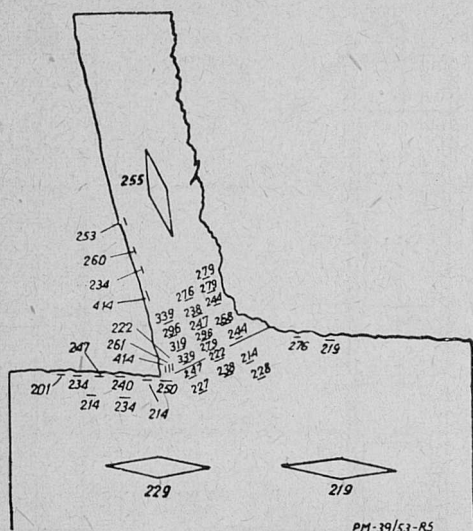
Rozkład mikro-twardości materiału w polu noża (rys. 4 i 5) wskazuje również na występowanie linii, oddzielającej obszar miękkiego, nieodkształconego materiału obrabianego od obszaru silnie odkształconego, o wysokiej twardości, będącego już wiórem.



Rys. 4. Rozkład mikro-twardości dla wióra ciągłego z narostem.

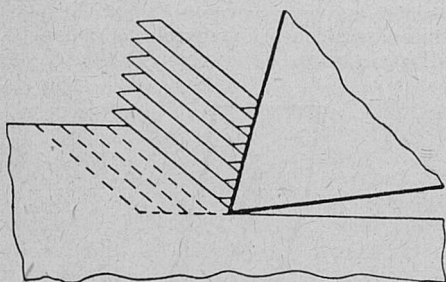
Wszystkie te obserwacje wskazują na to, że wiór powstaje na skutek odkształcenia postaciowego, zachodzącego dzięki występującym poślizgom materiału wzdłuż linii AB, wyznaczającej tzw. płaszczyznę poślizgu¹⁾.

⁴⁾ W wyniku badań prowadzonych w Zakładzie Obróbki Metali Pol. Warsz. 4) powyższy wniosek został już sformułowany w r. 1927, w sposób następujący: „Badania powyższe pozwoliły stwierdzić, że podczas skrawania metali, nawet jak najbardziej ciągliwych, odkształcenie zachodzi na skutek poślizgów wzdłuż powierzchni oddzielania wióra. Odkształcenia, zachodzące we wnętrzu obszaru, stanowiącego wiór, są bardzo małe. Można też powiedzieć, że obszar ten zachowuje się jak ciało sztywne”. (tłumaczenie z notatki prof. H. Mierzejewskiego napisanej w języku francuskim, w związku z wyświetlaniem za granicą filmu, obrazującego proces tworzenia się wióra).



Rys. 5. Rozkład mikrotwardości dla wióra ciągłego.

Powstawanie poślizgu wyjaśnia schemat przedstawiony na rys. 6. Warstwa skrawana podzielona jest na szereg płytek, grubość których jest przesadnie zwiększona w stosunku do grubości rzeczywistej, występującej we wiórze ciągłym. Poszczególne płytki, na skutek działania na nie narzędzia, ulegają przesunięciu, tworząc wiór. Na schemacie z rys. 6 widać powierzchnię zewnętrzną i wewnętrzną wióra skarbowaną; w rzeczywistości tylko powierzchnia zewnętrzna wióra ulega skarbowaniu, podczas gdy powierzchnia wewnętrzna jest gładka. Proste dociekanie wyjaśnia nam to zjawisko. Siła wywołująca poślizg płytki oddziałuje na nią poprzez jej wierzchołek, stykający się z płaszczyzną natarcia noża, co musi prowadzić do odkształcenia plastycznego wierzchołków płytek.



Rys. 6. Model powstawania wióra ciągłego.

Opisana mechanika powstawania wióra ciągłego wyjaśnia obserwowaną w metalograficznych próbkach z utrwalonym polem formowania się wióra włóknistą jego budowę, o włóknach równoległych do płaszczyzny poślizgu. Występujące w próbkach zakrzywienia linii włókien na wewnętrznej powierzchni wióra tłumaczyć należy wpływem sił tarcia i dużych nacisków wióra na powierzchnię natarcia noża. Obserwacja zewnętrznej powierzchni wióra ciągłego nie wykazuje istnienia grubszej, regularnej budowy ząbkowej. Przyczyny braku tej budowy należy szukać w bardzo małej grubości poszczególnych płytek, jak również w niejednorodności materiału.

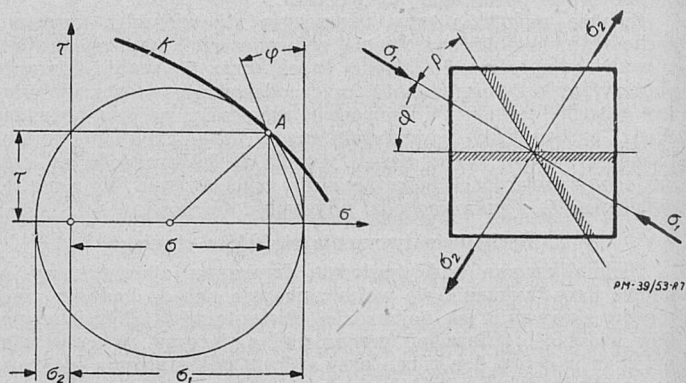
3. Płaszczyzna poślizgu

Położenie płaszczyzny poślizgu, które można określić przestrzennie przez podanie kąta jej pochylenia Φ względem płaszczyzny obrabianej, wiąże się z wielkością odkształcenia plastycznego wióra i wywiera znaczny wpływ na proces skrawania.

H. Hucks^{2]} wyznacza kąt Φ opierając się na danych z teorii plastyczności, które pozwalają przy danym dwuosiowym stanie naprężeń określić położenie płaszczyzny plastycznych poślizgów. Dla elementu kwadratowego, obciążonego naprężeniami głównymi σ_1 i σ_2 budujemy koło Mohra (rys. 7). Punkt styczności A koła z krzywą graniczną wyznacza nam kąt φ , który jest kątem, pod jakim w stosunku do naprężenia głównego σ_1 wystąpią dwie płaszczyzny poślizgu materiału^{7]}. W przypadku szczególnym materiału, gdy jego granice plastyczności przy ściskaniu i rozciąganiu są sobie równe, „krzywa graniczna” będzie linią prostą, równoległą do osi σ . Warunkom tym odpowiada stal i dla niej poślizgi wystąpią

pod kątami $\varphi = 45^\circ$ w stosunku do głównego naprężenia σ_1 , co jest zgodne z występowaniem tzw. linii Lüdersa-Hartmanna, w rozciąganych lub ściskanych prętach stalowych, gdzie sieć linii tworzy dwa układy, przecinające się nawzajem pod kątem prostym i tworzące z osią pręta kąt $\varphi \approx 45^\circ$.

Wprowadzając daleko idące uproszczenia, takie jak m. in. przyjęcie równomiernego rozkładu nacisków na płaszczyźnie natarcia noża oraz jej płaskości, Hucks rozpatruje rozkład naprężeń we wiórze przy pomocy koła Mohra. Założenie równomiernego rozkładu nacisków jest sprzeczne z danymi doświadczalnymi^{1]}, które wykazują że wycieranie płaszczyzny natarcia noża nie jest równomierne na całej płaszczyźnie natarcia. Hucks przyjmuje w dalszym ciągu, że płaszczyzny elementu kwadratowego wióra (rys. 8), prostopadle do płaszczyzny natarcia noża są obciążone jedynie naprężeniami stycznymi τ_r . W rzeczywistości na płaszczyznach tych muszą wystąpić naprężenia normalne, wywołane oporami spływania wióra. Mimo przyjęcia tych daleko idących uproszczeń, otrzymane wyniki rozważań są bardzo interesujące i rzucają wiele światła na proces skrawania.



Rys. 7. Określenie położenia płaszczyzny poślizgu, k — krzywa graniczna.

Na podstawie rys. 8, przedstawiającego koło Mohra, dla naprężeń elementu wióra, znajdującego się na końcu noża, znajdujemy

$$\operatorname{tg} 2\omega = \frac{2\tau_r}{\sigma_r} \quad [1]$$

Z określenia współczynnika tarcia μ wióra o płaszczyznę natarcia wynika

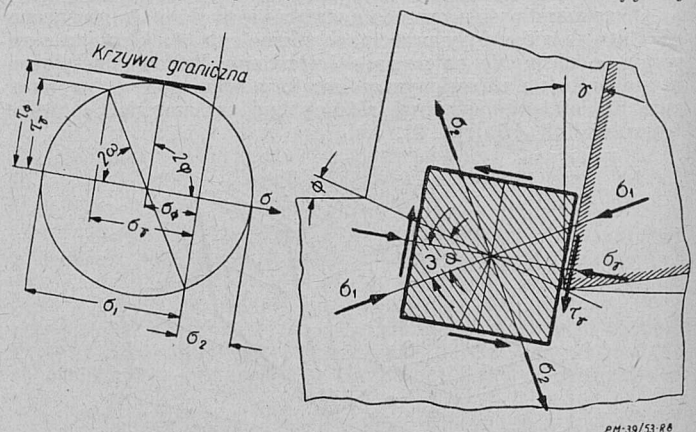
$$\mu = \frac{\tau_r}{\sigma_r}; \quad [2]$$

otrzymamy stąd

$$\operatorname{tg} 2\omega = 2\mu; \quad [3]$$

$$\omega = \frac{1}{2} \operatorname{arc} \operatorname{tg} 2\mu. \quad [4]$$

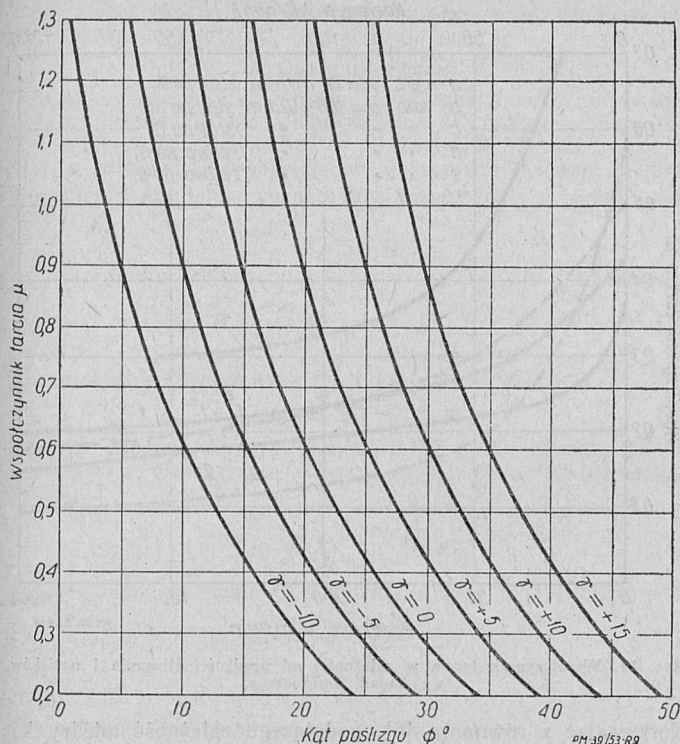
Z równania [4] wynika, że kąt ω , określający kierunki działania naprężeń głównych względem płaszczyzny natarcia noża, zależy jedynie od współczynnika tarcia wióra o nóż. Znajac kąt



Rys. 8. Wyznaczenie położenia płaszczyzny poślizgu w wypadku wióra ciągłego.

ω oraz kąt φ między płaszczyzną poślizgu a linią działania naprężeń głównych, wyznaczony przez punkt styczności koła Mohra z krzywą graniczną, określić możemy położenie płaszczyzny poślizgu kątem Φ

$$\Phi = \varphi + \gamma - \omega = \varphi + \gamma - \frac{1}{2} \operatorname{arc} \operatorname{tg} 2\mu \quad [5]$$



Rys. 9. Wykreślne przedstawienie zależności między kątem ścinania, współczynnikiem tarcia i kątem natarcia.

Kąt γ jest kątem natarcia noża. Rys. 9 przedstawia wykreślnie równanie [5] dla kąta $\phi = 45^\circ$.

Miedzy współczynnikiem spęczania wióra λ , określonym jako stosunek długości wióra przed ścięciem do długości wióra po ścięciu, kątem ścinania Φ i kątem natarcia γ istnieje następująca zależność

$$\tan \Phi = \frac{\cos \gamma}{\lambda - \sin \gamma} \quad [6]$$

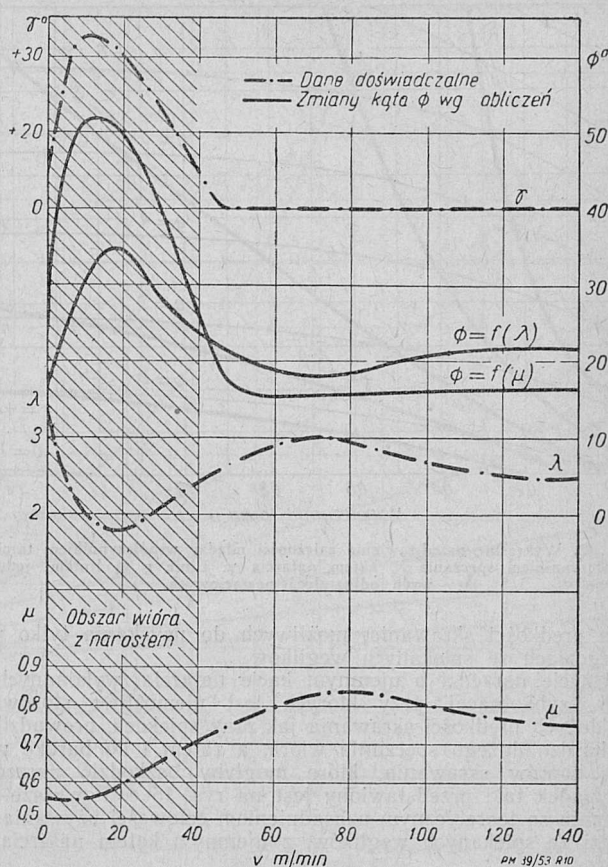
Równanie [6] daje nam możliwość obliczyć wartość kąta poślizgu Φ przy danej z badań doświadczalnych wartości współczynnika spęczania λ .

Korzystając z badań Rozenberga i Eremina [5], którzy podają empirycznie określoną zależność zmian λ i μ w funkcji prędkości skrawania wyznaczyć można wartość Φ z λ na podstawie równania [6] oraz z μ na podstawie równania [5]. Porównanie otrzymanych tą drogą wartości kąta poślizgu Φ pozwala sprawdzić słuszność wyprowadzonych równań. Jak widać z wykresu na rys. 10, wartości $\Phi = f(\lambda)$ i $\Phi = f(\mu)$ różnią się w zakresie prędkości skrawania $v = 50 \div 140$ m/min średnio o 4° , co dowodzi dużej zgodności danych doświadczalnych z obliczeniowymi. W zakresie prędkości $0 \div 50$ m/min występują większe różnice wartości Φ , ale w zakresie tym otrzymywano wiór z narostem, którego powstawanie ma przebieg nieco odmienny niż powstawanie wióra ciągłego i dla którego równanie [5] staje się mniej dokładne. Na wykresie widać zgodność charakteru zmian obu krzywych obliczeniowych.

Rys. 11 przedstawia wpływ wielkości posuwu na współczynnik tarcia μ i współczynnik spęczania λ . Również i na tym wykresie widać zgodność przebiegu krzywych $\Phi = f(\lambda)$ i $\Phi = f(\mu)$, — różnice w wartościach kąta Φ wynoszą około 3° .

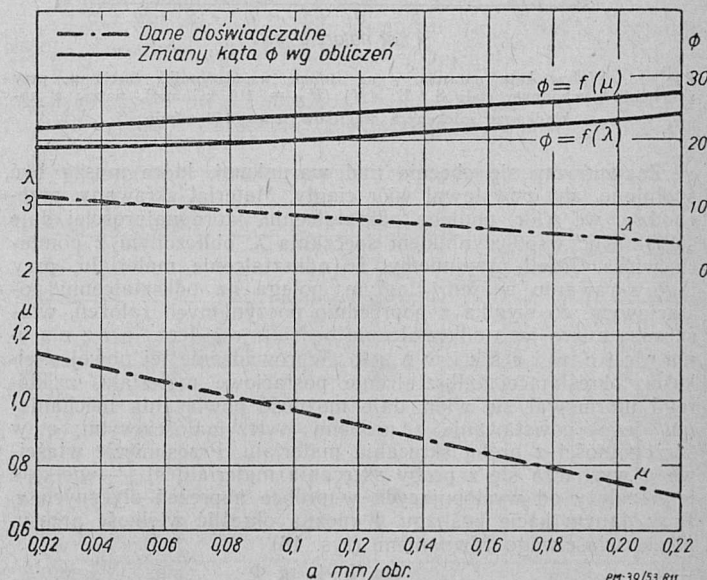
Korzystając z równań [5] i [6] zbudujemy wykres, przedstawiający wpływ współczynnika tarcia μ i kąta natarcia γ na współczynnik spęczania λ (rys. 12). Wykres ten, w sposób bardziej przystępny niż podany przez Hucksa wykres z rys. 9, pozwoli przeanalizować wpływ geometrii narzędzia na formowanie się wióra. Jak wynika z wykresu na rys. 12, przy stałej wartości współczynnika tarcia μ mniejszym wartościom kąta γ towarzyszą większe spęczenia wióra. Większym spęczeniu wióra odpowiadają większe odkształcenia plastyczne materiału, co pociąga za sobą niepożądany wzrost oporów skrawania oraz większe odkształcenia trwałe warstw powierzchniowych obrabianej powierzchni. W rzeczywistości współczynnik tarcia μ nie zachowuje stałej wartości, lecz wydawnie maleje, wraz ze zmniejszeniem kąta γ , co zostało doświadczalnie stwierdzone [3] (rys. 13).

W wyniku małego tarcia wióra o nóż, przy małym kącie γ wywiązuje się mało ciepła na ostrzu narzędzia i na skutek tego wzrasta czas trwałości ostrza, co z kolei pozwala podnieść prę-

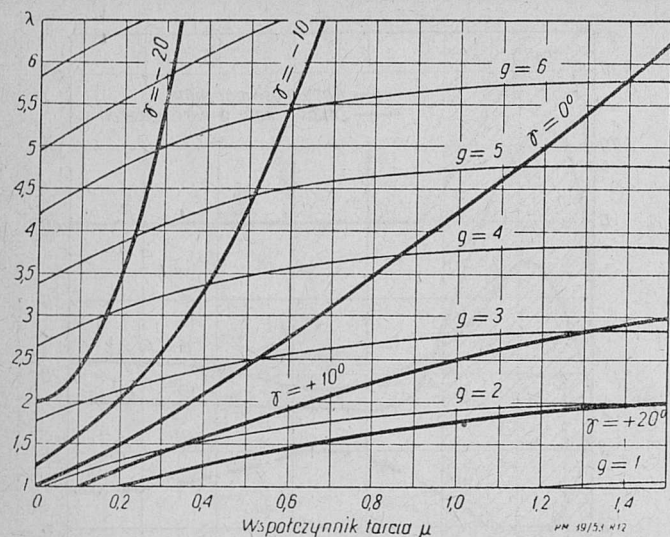


Rys. 10. Wpływ szybkości skrawania na współczynnik tarcia μ , współczynnik spęczania λ , oraz kąt sztucznego ostrza γ , wg badań Rozenberga i Eremina, przy skrawaniu swobodnym stali węglowej 40 ($H_B = 140$ kG/mm²), nożem z nakładką ze spiekanych węglików. Warunki skrawania: $a = 0,31$ mm, $b = 1,5$ mm.

kość skrawania. Pociąga to za sobą dalsze zmniejszenie wartości współczynnika tarcia, gdyż, jak to również zostało stwierdzone doświadczalnie [2], współczynnik tarcia maleje przy wzroście prędkości skrawania (rys. 14). Rezultatem tych dwu zmian współczynnika tarcia jest to, że spękanie wióra przy skrawaniu narzędziami o ujemnym kącie natarcia, przy dużych szybkościach skrawania jest nieznacznie tylko większe, a w pewnych przypadkach nawet mniejsze, niż dla kątów dodatnich. Graficznie przedstawiono to na rys. 15 a i 15 b. Jak wynika z rozważania, korzyści wynikające ze stosowania ujemnych kątów natarcia są szczególnie duże przy stosowaniu bardzo du-



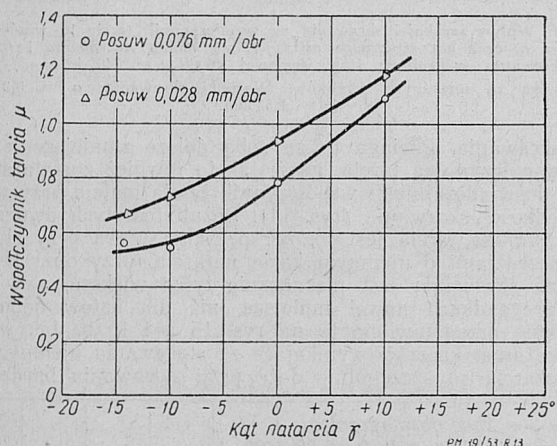
Rys. 11. Wpływ wielkości posuwu na współczynnik tarcia μ i współczynnik spęczania λ , wg badań Merchanta przy skrawaniu stali S.A.E. 9445 ($H_B = 186$ kG/mm²), nożem z nakładką ze spiekanych węglików. Warunki skrawania: $v = 165$ m/min, $b = 6,35$ mm, $\gamma = +10^\circ$.



Rys. 12. Wykresne przedstawienie zależności między współczynnikiem tarcia μ , współczynnikiem śpęczenia λ , kątem natarcia γ . Linie g są liniami jednakowych odkształceń postaciowych.

zych prędkości skrawania, możliwych do uzyskania tylko przy narzędziach ze spiekanych węglików.

Użycie narzędzi o ujemnym kącie natarcia, wykonanych ze stali szybko tnącej, przy których jest niemożliwe stosowanie tak dużych prędkości skrawania jak przy spiekach, prowadziło do bardzo dużego śpęczenia wióra, a zatem i do bardzo wielkich oporów skrawania, które mogłyby uszkodzić narzędzie. Przypadek taki przedstawiony jest na rys. 15 c. Powyższe rozważania są teoretycznym uzasadnieniem celowości używania narzędzi ze spiekanych węglików, z ujemnym kątem natarcia.

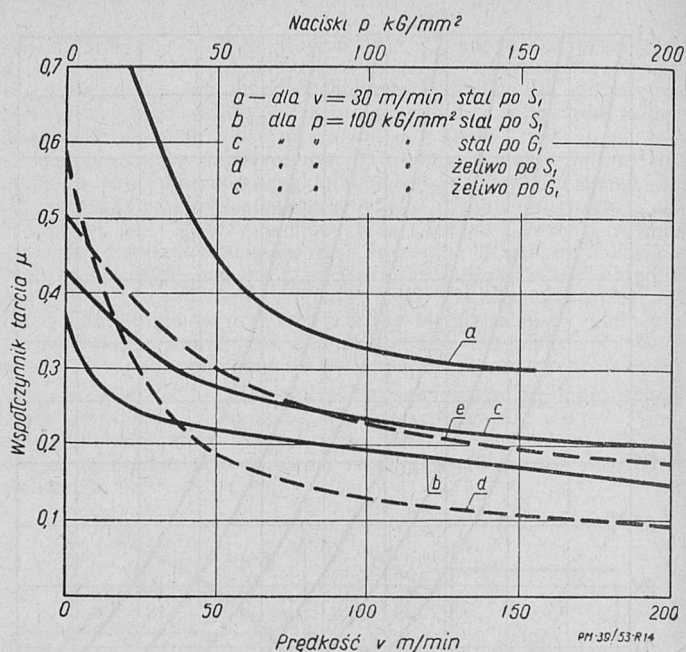


Rys. 13. Wpływ kąta natarcia γ na zmianę współczynnika tarcia μ , przy skrawaniu swobodnym stali S.A.E. 4345 ($H_B = 210 \text{ kG/mm}^2$), nożem z nakładką ze spiekanych węglików. $v = 142 \text{ m/min}$.

Zastanówmy się obecnie nad warunkami, które muszą być spełnione, aby powstawał wiór ciągły. Materiał skrawany, przechodząc we wiór, podlega odkształceniu, które najprościej daje się określić współczynnikiem śpęczenia λ , obliczonym z pomiaru wióra. Jeżeli przyjmiemy, że odkształcenie materiału, przy jego skrawaniu wiórem ciągłym, polega na odkształceniu postaciowym, co wynika z poprzednio poczynionych założeń, właściwszą miarą jego odkształcenia będzie nie λ , lecz g (rys. 12). Wprowadzenie tej nowej wielkości, określającej odkształcenie postaciowe materiału, z którego uformował się wiór, daje możliwość powiązania mechanizmu jego powstawania z próbami wytrzymałościowymi, a w szczególności z próbą skręcania materiału. Przesunięcie właściwe g wyznacza się z próby skręcania materiału [8] — wielkość jego zależy od występujących w próbce naprężeń stycznych τ . Przy danym kącie poślizgu Φ można określić wielkość przesunięcia właściwego równaniem (rys. 16)

$$g = \frac{\text{ctg } \Phi + \text{tg } \Phi}{1 + \text{tg } \Phi \text{ tg } \gamma} \quad [7]$$

²⁾ Ros.: „instynnyj zdwig”, niem. „spezifische Schiebung”.

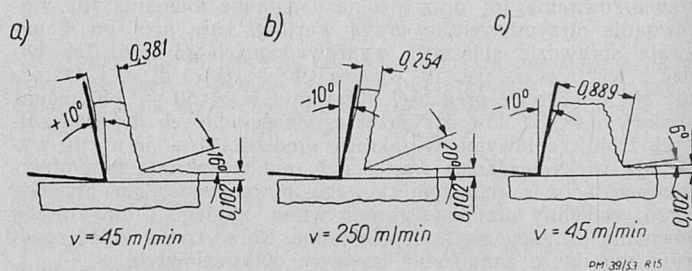


Rys. 14. Współczynnik tarcia w zależności od prędkości ślizgania i nacisków, wg badań Ballhausena.

Korzystając z równania [6], podającego zależność między kątami poślizgu Φ , kątem natarcia γ i współczynnikiem śpęczenia λ oraz z równania [7] otrzymamy zależność

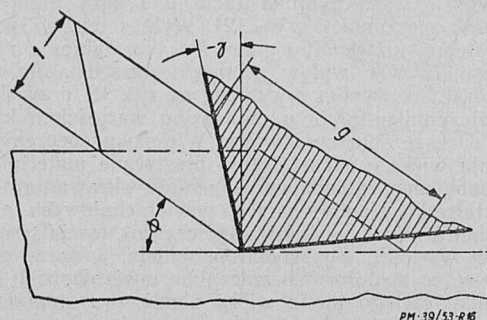
$$\lambda = \sin \gamma + \frac{g}{2} \cos \gamma + \sqrt{\cos^2 \gamma \left[\left(\frac{g}{2} \right)^2 - 1 \right] + \frac{g}{2} \sin \gamma \cos \gamma} \quad [8]$$

Podane równanie pozwala określić dopuszczalne śpęczenie wióra ciągłego, dla znanego krytycznego przesunięcia właściwego $g_{\max}$, wyznaczającego granice odkształcenia postaciowego obrabianego materiału. Jeżeli wiór ulegnie odkształceniu większemu od krytycznego, utraci on postać wióra ciągłego, przechodząc w wiór przerywany. Korzystając z równania [8], nanieść możemy na wykres z rys. 12 linie jednakowych odkształceń postaciowych $g = \text{const}$. Jak wynika z tak rozszerzonego wykresu, materiał we wiórce ulega większym odkształceniom postaciowym przy skrawaniu narzędziami z ujemnym kątem natarcia γ , niż z kątami dodatnimi. A zatem, wiór przerywany łatwiej wystąpi przy skrawaniu kątami ujemnymi niż dodatnimi, co potwierdza doświadczenie.



Rys. 15. Różne wielkości zgrubienia wióra w zależności od kąta natarcia i prędkości skrawania.

Z wykresu na rys. 12 wynika, że jeżeli materiał nie posiada dostatecznej plastyczności, określonej przez $g_{\max}$, to otrzy-



Rys. 16. Określenie wielkości odkształcenia wióra.

manie z tego materiału, przy jego obróbce, wióra ciągłego jest niemożliwe.

4. Opory skrawania

Dla wyznaczenia na drodze teoretycznej oporów skrawania, wróćmy do układu koła Mohra z rys. 8. Wyznaczyć z niego można naprężenia występujące w płaszczyźnie natarcia noża σ_γ i τ_γ w zależności od naprężeń w płaszczyźnie ścinania σ_Φ i τ_Φ . Naprężenia normalne wyznaczmy bezpośrednio z układu koła Mohra.

$$\sigma_\gamma = 2 \sigma_\Phi \quad [9]$$

zaś naprężenia styczne na podstawie koła Mohra i równania 3

$$\tau_\gamma = \tau_\Phi \sin 2\omega = \frac{2 \tau_\Phi \mu}{\sqrt{1 + 4 \mu^2}}, \quad [10]$$

Korzystając z równań [2], [9] i [10] otrzymamy

$$\tau_\Phi = \sigma_\Phi \sqrt{1 + 4 \mu^2} \quad [11]$$

Stosując hipotezę Hubera, znaleźć możemy dla naszego układu naprężenia w płaszczyźnie ścinania zastępcze naprężenie styczne τ_{red} .

$$\tau_{red} = \sqrt{\frac{\sigma_\Phi^2}{3} + \tau_\Phi^2} \quad [12]$$

Przyrównując do siebie τ_Φ z równania [11] i [12] otrzymamy

$$\sigma_\Phi = \frac{\tau_{red}}{2 \sqrt{\frac{1}{3} + \mu^2}} \quad [13]$$

analogicznie, przyrównując σ_Φ otrzymamy

$$\tau_\Phi = \tau_{red} \sqrt{\frac{\frac{1}{4} + \mu^2}{\frac{1}{3} + \mu^2}} \quad [14]$$

Tą drogą zostały określone w funkcji współczynnika tarcia μ i naprężenia zastępczego τ_{red} wartości naprężeń normalnych i stycznych w płaszczyźnie ścinania. Znając te naprężenia, wyznaczyć można siły występujące w płaszczyźnie ścinania, a następnie rzutując je na kierunek styczny i normalny do obrabianej płaszczyzny znajdziemy siłę obwodową P_z i posuwową P_x oporów skrawania.

$$P_z = \tau_{red} ba \left(\frac{1}{2 \sqrt{\frac{1}{3} + \mu^2}} + \sqrt{\frac{\frac{1}{4} + \mu^2}{\frac{1}{3} + \mu^2}} \operatorname{ctg} \Phi \right) \quad [15]$$

$$P_x = \tau_{red} ba \left(\frac{\operatorname{ctg} \Phi}{2 \sqrt{\frac{1}{3} + \mu^2}} - \sqrt{\frac{\frac{1}{4} + \mu^2}{\frac{1}{3} + \mu^2}} \right) \quad [16]$$

Jeżeli przyjmiemy, zgodnie z hipotezą największego naprężenia stycznego

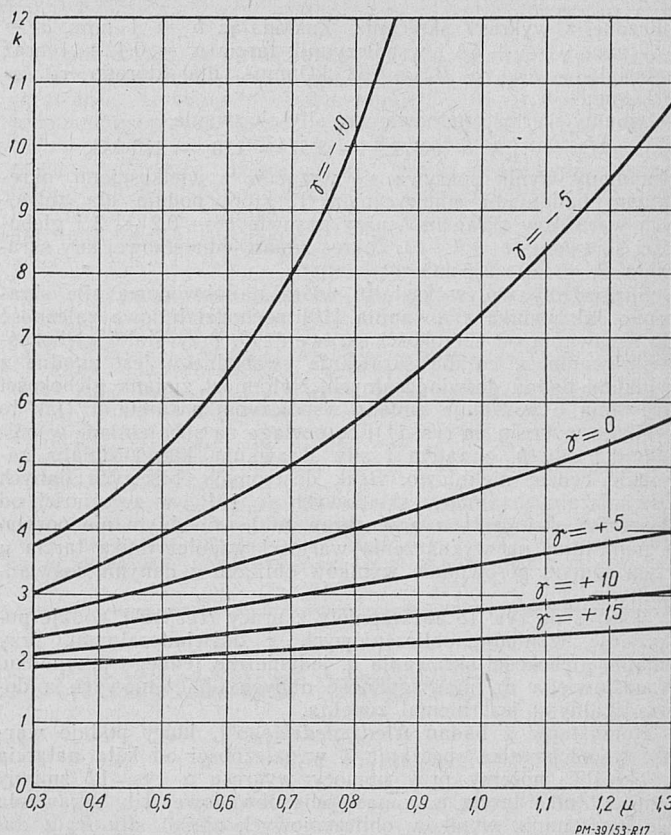
$$\tau_\Phi = \tau_{red} = \tau_g$$

co w porównaniu z równaniem [14] nie wprowadza dużych różnic otrzymamy prostsze równania na siły skrawania

$$P_z = \tau_g ba \left(\frac{1}{2 \sqrt{\frac{1}{3} + \mu^2}} + \operatorname{ctg} \Phi \right) \quad [17]$$

$$P_x = \tau_g ba \left(\frac{\operatorname{ctg} \Phi}{2 \sqrt{\frac{1}{3} + \mu^2}} - 1 \right) \quad [18]$$

Podane równania są identyczne z równaniami podanymi przez Hucks[2]. Odnoszą się one jedynie do materiałów, dla których linia graniczna jest równoległa do osi σ , a zatem, jak to poprzednio było omawiane, są one słuszne dla stali. W równaniach [17] i [18] τ_g wyznaczyć można obliczeniowo, z wykresu skręcania próbki materiału obrabianego i z właściwego przesunięcia, obliczonego z równania [7]. Przyjęcie wartości τ_g z wykresu skręcania nie uwzględnia wpływu temperatury na własności mechaniczne materiału, ponieważ jednak odkształcanie mate-



Rys. 17. Wpływ współczynnika tarcia μ i kąta natarcia γ na współczynnik siły skrawania k .

rialu przy formowaniu się wióra zachodzi z wielką prędkością, można przyjąć, że na skutek tego wpływ temperatury zostaje skompensowany. Wielkości a i b odpowiadają głębokości i szerokości skrawania, w skrawaniu swobodnym.

Najbardziej interesująca jest obwodowa siła skrawania, określona równaniem [17]. Wprowadzając oznaczenie k dla wyrażenia w nawiasie, które można nazwać *współczynnikiem siły skrawania*, równanie przybierze postać

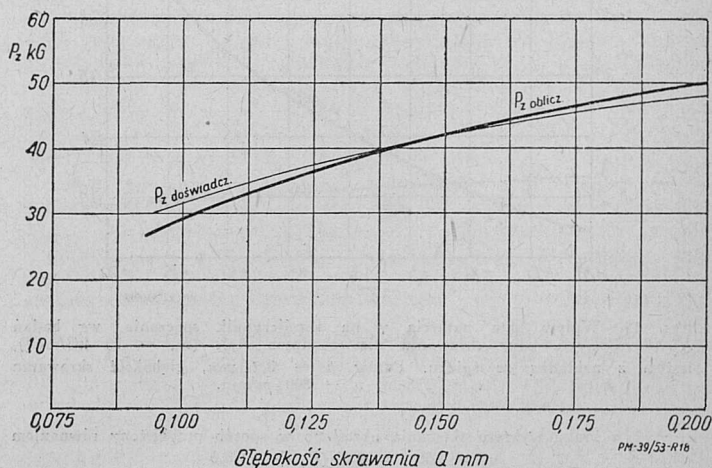
$$P_z = \tau_g ba k \quad [19]$$

Z równania [5] i [17] wyznaczmy współczynnik k

$$k = \frac{1}{2 \sqrt{\mu^2 + 0,25}} + \operatorname{ctg} \left(45^\circ + \gamma - \frac{1}{2} \operatorname{arctg} 2 \mu \right) \quad [20]$$

Wartość współczynnika k określić można w zależności od μ i γ z wykresu na rys. 17, zbudowanego na podstawie równania [20].

Z pomocą wykresu i równania [19] można określić wpływ różnych czynników na obwodową siłę skrawania P_z . Wpływ materiału i jego utwardzenia określa nam τ_g , które powinno być



Rys. 18. Wpływ głębokości skrawania na siłę obwodową skrawania, wg badań Kinzel'a.

obliczone z wykresu skręcania. Zakładając $b = 1 \text{ mm}$; $a = 1 \text{ mm}$; $\gamma = +50^\circ$ i współczynnik tarcia $\mu = 0,4 \div 1$ oraz materiał — stal o $R_r = 63 \text{ kG/mm}^2$, dla którego $\tau_g \approx 60 \text{ kG/mm}^2$ 3)

otrzymamy wartość jednostkowej siły skrawania

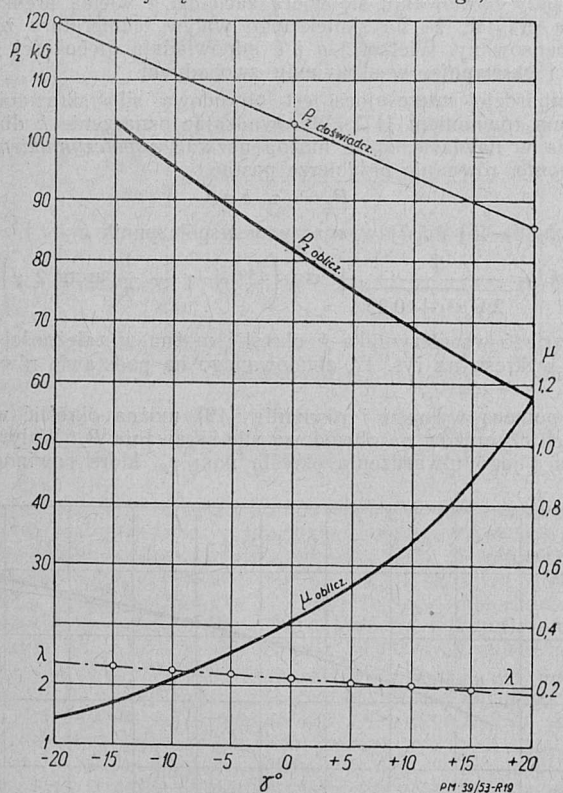
$$P_1 = \tau_g k = 60 (2,5 \div 3,5) = 150 \div 210 \text{ kG}$$

Otrzymany wynik pokrywa się wyraźnie z wielkościami, określonymi badaniami empirycznymi⁹⁾, które podają dla zbliżonych warunków skrawania, przy posuwie $p = 0,2 \div 2$ i głębokości skrawania $t = 1 \div 10$. Zakres zmian jednostkowej siły skrawania $P = 150 \div 255 \text{ kG}$.

Sprawdźmy wpływ kształtu wióra na obwodową siłę skrawania. Jak wynika z równania [19] zachodzi liniowa zależność siły skrawania od szerokości skrawania b , przy stałej głębokości skrawania a , co dla skrawania swobodnego jest zgodne z wynikami badań doświadczalnych. Natomiast zmiana głębokości skrawania a powoduje zmianę współczynnika tarcia μ (jak to wynika z wykresu na rys. 11), co pociąga za sobą zmianę współczynnika siły k , a zatem i siły skrawania, której zmiana zachodzić będzie nieliniowo. Brak dostępnych, bliższych danych doświadczalnych zmiany składowych P_x i P_z w zależności od głębokości skrawania a przy skrawaniu swobodnym nie pozwala nam tutaj na wyznaczenie wartości współczynnika tarcia μ i tym samym porównanie wyników obliczeń z danymi doświadczalnymi.

Wykres na rys. 18 zaczerpnięty z pracy Hucks²⁾ podaje porównanie wyników obliczeniowych z doświadczalnymi, przy zmianie głębokości skrawania a , jedynie dla jednego przypadku. Przedstawiona na nim zgodność danych obliczeniowych z doświadczalnymi jest niemal zupełna.

Korzystając z badań Niedźwiedzkiego⁶⁾, który podaje wartość współczynnika spęczenia λ w zależności od kąta natarcia γ , określić możemy przy pomocy wykresu z rys. 12 zmiany współczynnika tarcia μ , a następnie obwodowej siły skrawania P_z . Porównanie wyników obliczeniowych zmian siły P_z z danymi doświadczalnymi jest przedstawione na wykresie z rys. 19. Jak wynika z wykresu, dane obliczeniowe podają niższe o około 20% wartości siły P_z . Należy jednak zwrócić uwagę, że dane doświadczalne dotyczą skrawania nieswobodnego, dla którego



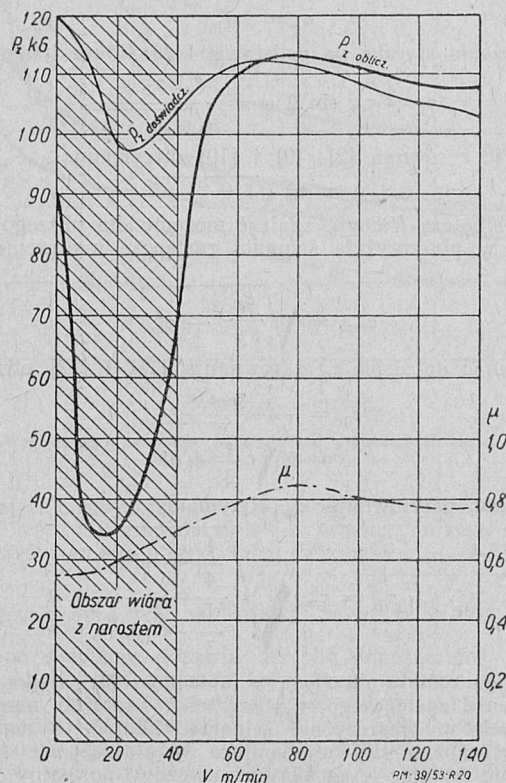
Rys. 19. Wpływ kąta natarcia γ na współczynnik spęczenia λ , wg badań Niedźwiedzkiego, przy skrawaniu nieswobodnym stali ($R_r = 70 \text{ kG/mm}^2$), nożem z nakładką ze spieku. Posuw $p = 0,2 \text{ mm}$, głębokość skrawania $t = 2 \text{ mm}$, $v = 300 \text{ m/min}$.

3) τ_g z braku wykresu skręcania określono w sposób przybliżony równaniem $\tau_g = 0,58 \sigma = 0,58 (R_r + \sigma_e) 0,5$

gdzie $\sigma_e = 145 \text{ kG/mm}^2$ jest rzeczywistą wytrzymałością doraźną dla danego materiału (uwzględniającą przewężenie próbki).

opory skrawania są większe. Charakter zmian krzywej obliczeniowej jest w przybliżeniu zgodny z doświadczalną.

Wyznaczona w badaniach Rozenberga i Eremina⁵⁾ zależność między współczynnikiem tarcia, siłą skrawania a szybkością skrawania pozwala również dla tego przypadku określić przebieg zmian siły, przy pomocy podanych równań. Wykres na rys. 20 podaje zestawienie wyników obliczeń i danych doświadczalnych. Również i na tym wykresie widać zgodność wyników obliczeniowych z doświadczalnymi.



Rys. 20. Wpływ szybkości skrawania v na współczynnik tarcia μ i obwodową siłę skrawania P_z , wg badań Rozenberga i Eremina. Warunki skrawania jak na rys. 10.

Podane przykłady porównania wyników obliczeniowej siły skrawania z danymi empirycznymi wskazują na to, że omawiana teoria, określająca zmiany siły skrawania w zależności od zmian współczynnika tarcia, tłumaczy w sposób właściwy wpływ szeregu czynników na siły skrawania i tworzenie się wióra oraz pozwala ująć je ilościowo.

5. Sposoby zmniejszania tarcia w skrawaniu

Dotychczasowe rozważania wskazują na wielkie znaczenie tarcia w skrawaniu metali. Jak wynika z badań, wielkość współczynnika tarcia zależy głównie od szybkości przesuwania się wióra po płaszczyźnie natarcia i od wielkości nacisków (rys. 14), jak również od materiału narzędzia i przedmiotu. Bardzo duże znaczenie w badaniach nad tarcie w skrawaniu ma odkrycie dokonane przez radzieckich badaczy Rozenberga i Eremina⁵⁾, którzy stwierdzili, że jednakowym temperaturom na płaszczyźnie natarcia odpowiada jednakowy współczynnik tarcia, niezależnie od grubości wióra, szybkości skrawania i kąta natarcia.

Zastanówmy się obecnie jakie czynniki wpływają na zmniejszenie tarcia, a zatem i na polepszenie obrabialności materiału. Odpowiednio dobrane warunki skrawania mogą, jak była już o tym mowa, wpłynąć na zmniejszenie tarcia. Tak więc zwiększenie posuwu zwiększy naciski na płaszczyźnie natarcia, co w następstwie wpływa na zmniejszenie współczynnika tarcia. W praktyce, przy dużym posuwie i związanym z tym zmniejszeniu prędkości skrawania, otrzymamy przedłużenie czasu trwania ostrza i powiększenie ilości materiału ściętego w jednostce czasu. Również duży wpływ na zmniejszenie tarcia ma stan powierzchni natarcia noża, który powinien zapewniać jak najlepsze warunki spływu wióra. Stan ten uzyskuje się przez szlifowanie wykańczające, zapewniające jak największą gładkość. Ważne jest, aby kierunek śladów szlifowania był zgodny z kierunkiem spływu wióra. Polepszenie spływu wióra dla stali szybko tnącej uzyskać również można przez stosowanie chromowania i azotowanie końca narzędzia.

Dalszym sposobem, który może znacznie zmniejszyć opory spływu wióra jest stosowanie aktywnych płynów chłodzących, które posiadają właściwości zmniejszania tarcia. Istnieje przypuszczenie, że następuje to na skutek tworzenia się warstwy izolującej wiór od narzędzia. Nie jest również dostatecznie wyjaśniona kwestia, czy drobiny emulsji mogą przenikać między wiór i narzędzie za pośrednictwem tzw. szczeliny poprzedzającej ostrze której istnienie jest zresztą kwestionowane przez niektórych badaczy (lub kapilarnych pęknięć we wiórce). Za możliwością przenikania drobin emulsji przemawiają opublikowane ostatnio badania, nad zastosowaniem specjalnych emulsji o zmniejszonych drobinach. W jednej z metod⁶⁾, dla zwiększenia przenikania drobin, emulsja jest wtyskiwana w pole noża pod wysokim ciśnieniem (30 atm). W innej metodzie podniesiono wnikiwość drobin przez dodatek do emulsji czterochloru węgla CCl_4 . Pochodzące z jego rozkładu elementy jednoatomowe: węgiel i chlor posiadają wysoką zdolność przenikania w szczeliny wióra.

Obie metody wpływają znacznie na zmniejszenie się tarcia. Niedźwiedzki⁶⁾ proponuje przeprowadzenie badań, mających na celu wyjaśnienie możliwości przenikania drobin. Polegałyby one na porównaniu zmierzonych wielkości drobin emulsji z wielkością tworzących się szczelin i pęknięć we wiórce.

Wydaje się, że właściwszą metodą zbadania przenikania drobin przez pęknięcia materiału byłoby przeprowadzenie prób skrawania, używając przy tym emulsji z dodatkiem substancji promieniotwórczych, jak np. związków toru B (ThB). Wykrycie za pomocą fotografii śladów tych substancji na wewnętrznej powierzchni wióra, dałoby pewny dowód powstawania warstw izolujących wiór od narzędzia, jak również pozwoliłoby określić ich charakter. Miałoby to duże znaczenie dla dalszych badań nad skrawaniem metali.

LITERATURA

- 1) T. N. Łoładze. Strużkoobrazowanie pri riezanii metallow. Moskwa 1952.
- 2) H. Hucks. Plastizitätsmechanische Theorie der Spanbildung. Werkstatt und Betrieb 1952. Nr 1.
- 3) K. G. Lewis and W. Milne. Machining — Theory and Practice. Machinery 81/863 — 16/10/52, 81/1050 — 14/11/52, 18/1231 — 12/12/52.
- 4) E. Oska. Badania nad skrawaniem metali prowadzone przez ś.p. prof. H. Mierzejewskiego. Przegląd Techniczny 1934. Nr. 14.
- 5) A. M. Rozenberg i A. N. Eremin. K teoriji processa riezaniya metallow. Stanki i Instrument 1949. Nr 10.
- 6) A. Niedźwiedzki. Le frottement dans la taille des metaux. La Machine Moderne 1952. No 518.
- 7) W. W. Sokolowski. Teoria plastycznosci. Moskwa 1950.
- 8) N. A. Szaposhnikow. Mechanicheskiye ispytaniya metallow. Moskwa 1951.
- 9) W. M. Gorielow. Obróbka metali skrawaniem P.W.S.T. Warszawa 1951.
- 10) W. Biernawski. Obróbka wiórowa, cz. I. Kraków 1946.

Wyznaczanie wymaganego współczynnika udźwigu w układach wyciągów ciernych

621.876:621.839

Prof. dr inż. ALEKSY PIĄTKIEWICZ

Zmiana przepisów nowej normy PN/M-06500, dotycząca sposobów obliczania równów klinowych spowodowała, że możliwe do uzyskania wg dawnej normy PN/R-600 wysokie obliczeniowe wartości pozornego współczynnika tarcia tych rowków uległy pewnemu zmniejszeniu. Sprzyjało to rozpowszechnieniu poglądu, że norma PN/M-06500 jest niekorzystna, gdyż zmusza do stosowania układów dwuobchwytowych. Celem artykułu nie jest polemika z takim poglądem, lecz przedstawienie całokształtu zagadnień, wiążących się z wyborem wielkości współczynnika udźwigu dla układów zaopatrzonych w rowki o zmiennej charakterystyce. Znaczna objętość materiału zmusiła przy tym do skrócenia wywodów i przyjęcia, że Czytelnik jest w wystarczającym stopniu zaznajomiony z podstawami teorii układów ciernych.

Charakterystyczna dla układów ciernych zdolność przenoszenia na cięgną ograniczonych sił sprawia, że bezpieczeństwo użytkowania wyciągu zależy w znacznym stopniu od doboru obliczeniowej wartości współczynnika udźwigu $e^{\mu\beta}$, szczególnie przy rowkach nie wykazujących stałości swoich cech. Do takich rowków należą rowki o profilu klinowym. Wywołane nimi sprężenie ciernie zależy od stopnia zniekształcenia profilu pierwotnego i maleje wraz z postępującym zużyciem.

Przepisy bezpieczeństwa żądają, aby sprężenie ciernie było wystarczające do przeniesienia sił, występujących przy normalnym użytkowaniu wyciągu, oraz sił zjawiających się przy przeciążeniu spoczywającej kabiny. Prowadzi to do konieczności spełniania następujących nierówności:

$$\left. \begin{aligned} (e^{\mu\beta})_{wym} &\geq \varphi \cdot \frac{Q + G_k}{G_p} \\ (e^{\mu\beta})_{wym} &\geq \varphi \cdot \frac{G_p}{G_k} \end{aligned} \right\} \quad [1]$$

$$(e^{\mu\beta})_{wym} \geq \frac{pQ + G_k}{G_p} \quad [2]$$

gdzie Q udźwig wyciągu, G_k ciężar własny kabiny, G_p ciężar przeciwwagi przyjmowany stosownie do stopnia zrównoważenia c , ciężaru równego udźwigowi, jako $G_p = cQ + G_k$.

$\varphi = \frac{g + a}{g - a}$ współczynnik dynamiczny zależny od przyspieszenia

względnie opóźnień (a — m/sec²) występujących w okresach ruchu nie ustalonego, zaś p -krotność przeciążenia spoczywającej kabiny, określona przez PN/M — 06500 dla małych wyciągów towarowych jako równa 2, zaś dla pozostałych wyciągów 1,5. Przy wyznaczaniu wymaganego współczynnika udźwigu zachodzić więc mogą dwie możliwości:

1) decydującą dla wyboru $e^{\mu\beta}$ jest jedna z wartości otrzymanych z nierówności [1],

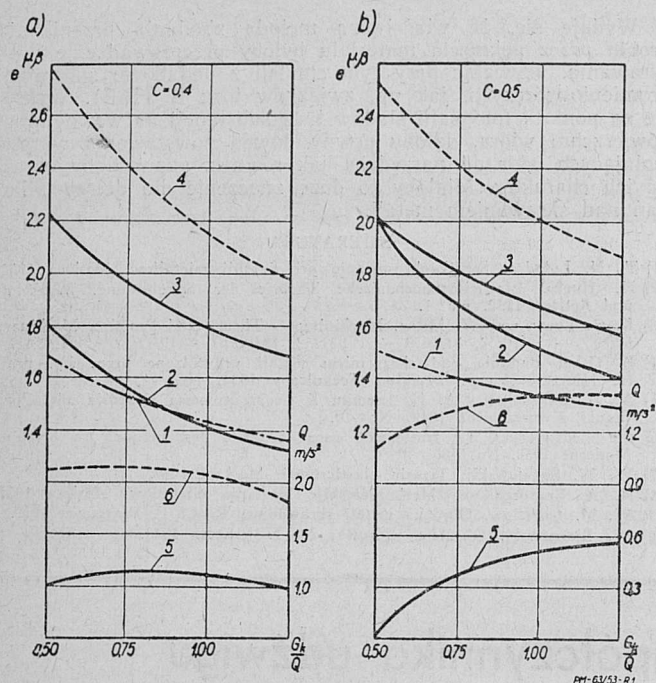
2) decydującym jest warunek bezpieczeństwa, czyli nierówność [2].

Przy rowkach klinowych postępujące zużycie wywołuje spadek wartości $e^{\mu\beta}$. Dlatego jedynym sposobem zagwarantowania należytego bezpieczeństwa ruchu jest okresowe badanie wyciągu

przez przeciążenie kabiny. Wynika stąd, że przy wyznaczaniu wymaganej wielkości współczynnika udźwigu ciernych układów z rowkami klinowymi, decydującym musi być warunek bezpieczeństwa. W przeciwnym bowiem przypadku okresowe próby przeciążenia wyciągu nie będą dawać gwarancji, że w warunkach normalnego użytkowania wyciągu poślizg lin względem tarczy cierniej jest całkowicie uniemożliwiony. Jeżeli więc przyjmując jako wyjściową wartość $e^{\mu\beta}$, wynikającą z warunku przeciążenia, to na podstawie nierówności [1] można wyznaczyć odpowiadające takiemu założeniu największe dopuszczalne przyspieszenie lub opóźnienie a_{max} nie wywołujące występowania poślizgu lin. Na wykresach przedstawionych na rys. 1 a b dla $c = 0,4$ i $c = 0,5$ krzywe 1 obrazują zmienność stosunku $\frac{Q + G_k}{G_p}$, krzywe 2 stosunku $\frac{G_p}{G_k}$, zaś krzywe 3 i 4 stosunku $\frac{pQ + G_k}{G_p}$, przy czym krzywe 3 dla $p = 1,5$, zaś krzywe 4 dla $p = 2$. W dolnej części wykresu naniesiono krzywe przyspieszeń maksymalnych, wyznaczone w omówiony wyżej sposób, przy czym krzywe ciągle dotyczą $p = 1,5$ zaś krzywe przerywane $p = 2$. Porównanie wielkości a_{max} uzyskanych z wykresów z występującymi zwykle w układach wyciągów o prędkości jazdy $v \leq 0,8$ m/sec, i zawierających się w granicach $0,65 \div 1$ m/sec² wykazuje, że przy $p = 1,5$ stopień zrównoważenia c musi być przyjmowany około 0,4.

Przy rowkach klinowych, obliczanych wg zaleceń normy PN/M — 06500 i przyjęciu łatwego do zrealizowania kąta opasania $\beta = 135^\circ$, przy $\gamma = 25^\circ$ uzyskuje się wartość $e^{\mu\beta} \approx 2,1$. Z wykresu rys. 1 wynika, że obszar stosowalności układów jednoobchwytowych leży powyżej wartości $\frac{G_k}{Q} = 0,6$. Przy lżejszych natomiast kabinach zachodzi konieczność użycia układów dwuobchwytowych, jeżeli kąt β ze względów konstrukcyjnych nie może być zwiększony. Dla małych wyciągów towarowych ($p = 2$) kąt β może być przyjęty jako równy 180° . Użytkuje się wówczas przy $\gamma = 25^\circ$, $e^{\mu\beta} = 2,7$, co przekracza wymagania zarówno przy $c = 0,4$, jak i $c = 0,5$ i dowodzi, że przy $\beta = 180^\circ$ układ jednoobchwytowy jest wystarczający.

W nowszych rozwiązaniach coraz chętniej stosuje się układ przedstawiony na rys. 2, używany dawniej tylko przy więk-



Rys. 1. Współczynnik udźwigu funkcji stosunku $\frac{G_k}{Q}$, a) — dla $c = 0,4$, b) — dla $c = 0,5$.

szych prędkościach jazdy (np. przy wyciągarkach bezreduktorowych). Zalety takiego rozwiązania sprowadzają się do:

- dwukrotnego zmniejszenia sił obciążających liny,
- zwiększenia kąta opasania do 180° ,
- dwukrotnego zmniejszenia wymaganego przełożenia reduktora,
- czterokrotnego zmniejszenia dynamicznych wpływów kabiny i przeciwwagi.

Uruchamianie chwytaczy jest dokonywane w takim układzie tylko przez działanie ogranicznika prędkości. Zgodnie więc z PN/M-06500 omawiany układ musi być budowany jako co najmniej 4-pasmowy.

Przy użyciu rowków klinowych wykonanie tarczy czarnej musi być szczególnie staranne, aby zapewnić możliwie jednokowe średnice przewijania dla wszystkich lin. Układ wg rys. 2 znacznie rozszerza zakres stosowania układów jednoobchwytowych i jest szczególnie korzystny przy znacznych udźwigach.

Zauważyć należy, że radiennie przepisy bezpieczeństwa przyjmują krotność przeciążenia kabiny odwrotnie niż PN/M-06500, żądając dla małych wyciągów towarowych 1,5-krotnego przeciążenia i 2-krotnego dla wszystkich pozostałych wyciągów, co umożliwia stosowanie dużych przyspieszeń i opóźnień, ale zwiększa wartości $(e^{\mu\beta})_{wym}$ dla przeważającej liczby wyciągów i znacznie zmniejsza zakres stosowności układów jednoobchwytowych.

Przeprowadzona analiza pozwala stwierdzić, że zmieniony sposób obliczania rowków klinowych zacieśnia obszar stosowności układów jednoobchwytowych przy $p = 1,5$ do $\frac{G_k}{Q} \geq 0,6$

(w założeniu że $\gamma_{min} = 25^\circ$ oraz $\beta_{min} = 135^\circ$) jednak zwiększa wzajemian bezpieczeństwo użytkowania wyciągu i zezwala na stosowanie bez żadnych obaw granicznych wartości dopuszczalnych przyspieszeń, wynikających z wykresu rys. 1a.

Zwiększenie bezpieczeństwa polega przy tym na uzyskaniu wystarczającego nadmiaru wielkości $e^{\mu\beta}$ zmniejszającej się na skutek zużycia się profili rowków klinowych. Nadmiar ten jest niezbędny, gdyż w praktyce rowki klinowe stosuje się

najchętniej przy dużych wymaganych wielkościach $e^{\mu\beta}$. Tymczasem właśnie w tym zakresie rowki te są niepewne pod względem ruchowym, gdyż wykazują zwiększoną wrażliwość na zużycie. Rys. 3 obrazuje przebieg zużycia się rowka klinowego, wykres zaś na rys. 4 zmienność wielkości pozornego współczynnika tarcia w funkcji zużycia określonego stosunkiem h/d . Prócz tego na uwagę zasługuje przebieg zmienności docisków maksymalnych dla rowków o $\gamma < 35^\circ$, zachodzący wraz ze zmianą kąta α (porównaj z rys. 3).

Wykresy na rys. 5 przedstawiają przebiegi zmienności docisków maksymalnych przy zużywaniu się rowków klinowych, obliczonych zgodnie z dawną normą PN/R-600. Wzrost docisków osiąga maksimum w chwili całkowitego przejścia profilu klinowego do postaci rowka podciętego, a więc dla takiego zużycia, gdy $\delta = 180^\circ$, czyli $\alpha = 180^\circ - 2\gamma$.

Dążenie do zwiększenia bezpieczeństwa użytkowania wyciągu stanowi więc przyczynę zalecenia nowej normy PN/M-06500, wymagającej obliczania wszystkich rowków wg zależności:

$$\mu = \frac{0,36 \left(1 - \sin \frac{\alpha}{2}\right)}{\pi - \alpha - \sin \alpha}$$

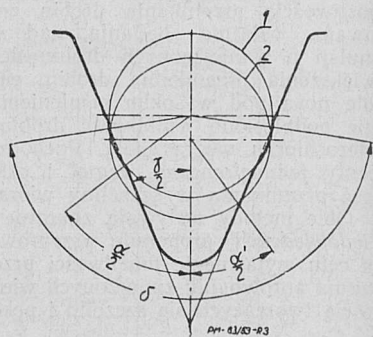
$$k_{max} = \frac{8 \cos \frac{\alpha}{2}}{\pi - \alpha - \sin \alpha} \cdot \frac{S_{max}}{ndD}$$

przy czym dla rowków klinowych przyjęto jako wielkość zastępczą graniczny kąt $\alpha = 180^\circ - 2\gamma$. Wykres na rys. 6 obrazuje przebiegi k_{max} przy rowkach klinowych obliczonych wg zaleceń PN/M-06500. Porównanie wykresów rys. 5 i 6 wykazuje słusność zmiany sposobu obliczania k_{max} dla wszystkich rowków o kącie wierzchołkowym $\gamma < 35^\circ$, a więc w zakresie najczęstszego używania tych profili. Obawa przed zbyt szybko postępującym zużyciem rowka jest o tyle słusna, że dotychczasowe badania nie doprowadziły do żadnej zależności obliczeniowej.

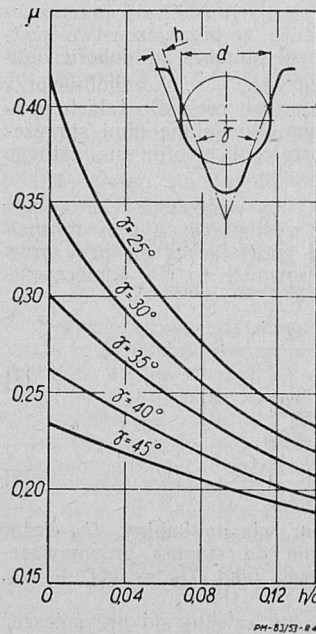
Badania wykazały niezbiecie, że trwałość ścian rowka wiąże się z dociskiem jednostkowym, występującym na powierzchni kontaktu rowka z ciędnem i gładkością jej powierzchni na tarczy czarnej. Przy nadmiernym docisku jednostkowym na powierzchni kontaktu tworzą się wgłębienia uwidocznione na rys. 7. Przy takim stanie powierzchni ścian rowka przesunięcia względnie liny powodują zdzieranie utworzonych wypukłości, pociągające za sobą zużycie i zmiany początkowego profilu.

W przypadkach, gdy docisk jednostkowy jest dostatecznie mały, aby nie powodować efektu przedstawionego na rys. 7, pierwotna gładkość powierzchni kontaktu może być utrzymana i poślizgi liny nie wywołują widocznych śladów zużycia nawet przy dłuższym okresie obserwacji. Jeżeli jednak docisk jednostkowy jest mały, ale ściany rowka nie posiadają dostatecznej gładkości, to występuje zdzieranie istniejących nierówności, co powoduje nie wyglądanie powierzchni roboczej, lecz niszczy ją coraz bardziej.

Z powyższego wynika, że trwałość tarczy czarnej zależy od jej twardości, wielkości występujących maksymalnych docisków

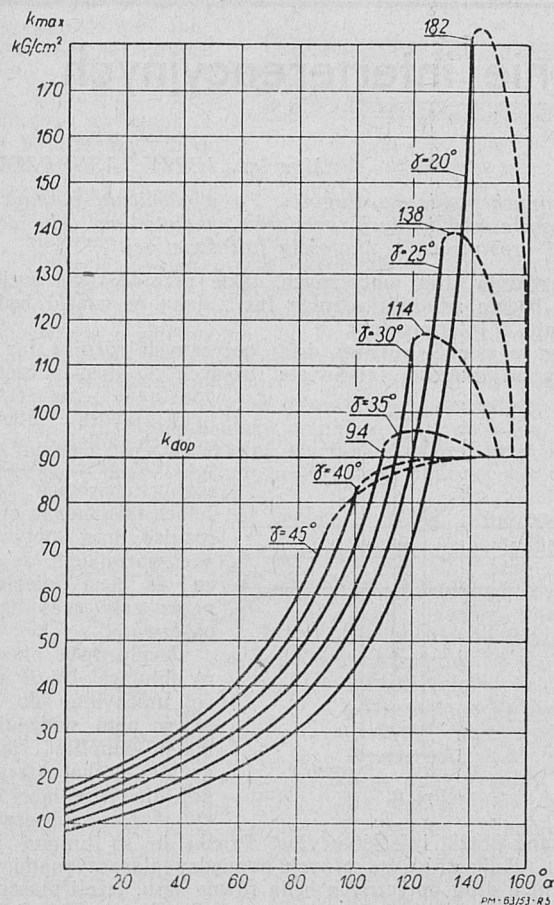


Rys. 3. Przebieg zużycia się rowka klinowego.



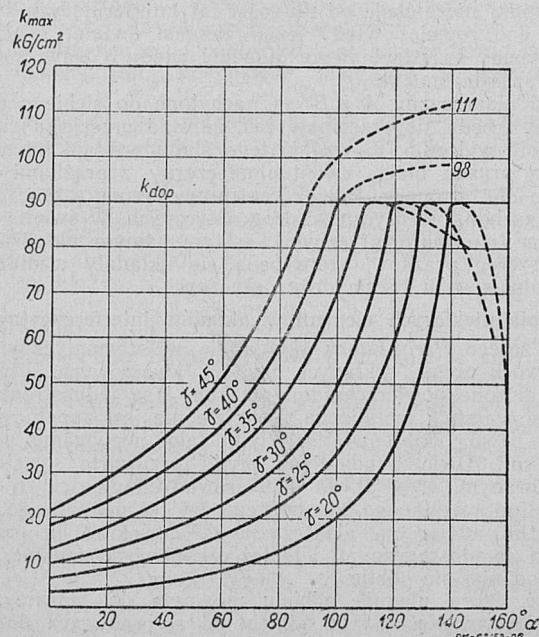
Rys. 4. Pozorny współczynnik tarcia w funkcji stosunku h/d .

jednostkowych i gładkości roboczych powierzchni rowków. Ilość badań, przeprowadzonych dla określenia wielkości dopuszczalnych docisków jednostkowych jest bardzo mała. Ogólnie korzysta się z danych wykresu podanego na rys. 8, określającego wielkości k_{dop} dla tarcz ciernych, wykonanych z żeliwa mody-

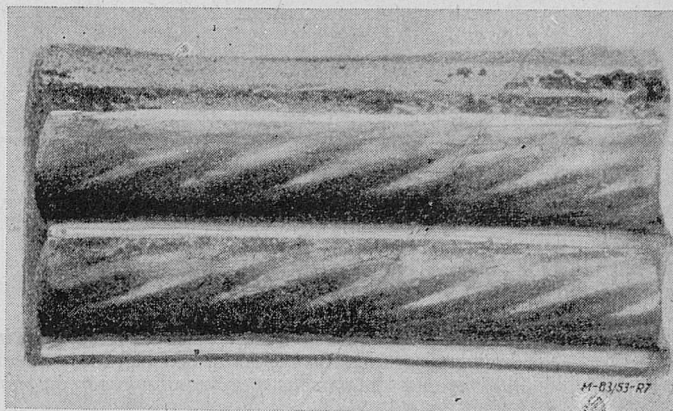


Rys. 5. Przebieg docisków maksymalnych przy zużywaniu się rowków klinowych obliczonych wg dawnej normy.

fikowanego, współpracujących z przeciwwzitymi linami stalowymi. Krzywa 1 dotyczy wyciągów osobowych o znacznym nateżeniu ruchu, krzywa 2 wyciągów osobowych o małym nateżeniu ruchu, krzywe 3 i 4 — wyciągów towarowych i towarowo-osobowych o dużym i małym nateżeniu ruchu.



Rys. 6. Przebieg docisków max. przy zużywaniu się rowków klinowych obliczonych wg nowej normy.



Rys. 7.

Norma PN/M—06500 podobnie jak i PN/R—600 nie różnicuje dopuszczalnych docisków stosownie do nateżenia ruchu i przeznaczenia wyciągu, żądając, dla wszystkich wyciągów o prędkości jazdy $v \leq 0,8$ m/sek, aby $k_{max} \leq 90$ kg/cm². Wykresy z rys. 5 wykazują, że w większości przypadków, przy dawnym sposobie obliczania i stosowania tarcz ciernych z żeliwa maszynowego, dość szybkie zużycie rowka było nieuniknione. Obserwacje wyciągów pracujących przy granicznych wartościach k_{dop} potwierdziły ten pogląd. Dlatego przy zmianie normy wprowadzono inne postanowienie, mające na celu zwiększenie bezpieczeństwa użytkowania wyciągu, przez zapewnienie trwałości profilu rowków klinowych.

Możliwość przejścia do dawnego sposobu obliczania pozornego współczynnika tarcia rowków klinowych wg zależności

$$\mu = \frac{0,09}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

bez wątpienia istnieje, jednak wymaga częstszego badania takich wyciągów przez Dozór Dźwigowy i ustalenia normy odbiorczej dla tarcz ciernych.

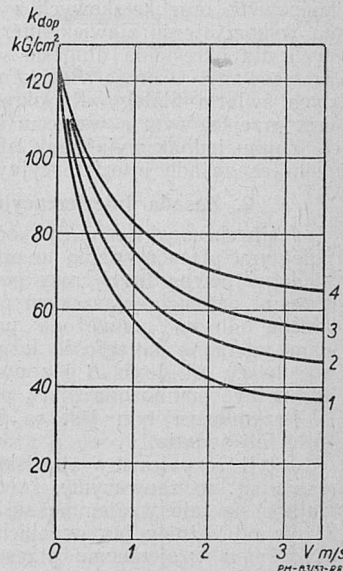
Przy rozpatrywaniu zagadnień, związanych z wyborem wielkości $e^{\mu\beta}$ nie można pozostać bez podkreślenia znaczenia obliczeń dynamicznych. Wybór wielkości współczynnika udźwigu jednoznacznie określa największe siły, jakie mogą być przeniesione na liny przez tarczę cierną przy obciążonej i nieobciążonej kabinie. Dlatego moment rozruchowy silnika oraz moment hamulca mechanicznego jest ograniczony od góry przez dysponowane sprężenie cienne co wynika z warunku niewystępowania poślizgu lin. Momenty te nie powinny więc wywoływać w układzie wyciągu przyspieszeń lub opóźnień większych od uwarunkowanych wielkością współczynnika dynamicznego.

Osobiste obserwacje autora artykułu, poczynione przy okazji ekspertyz wykazały, że występowanie poślizgu w okresach ruchu niestabilnego jest dość częste. Przyczyny tego w różnych przypadkach były odmienne. Poza przypadkami zużycia rowków klinowych lub zbyt dużych zakresów możliwości regulacji momentu hamulca mechanicznego oraz niewłaściwego wymienia uszkodzonych silników nowymi, w wielu przypadkach przyczyną było nieliczenie się konstruktora z rzeczywistymi występującymi wpływami dynamicznymi i upraszczanie obliczeń, wywołane skłonnością do schematyzowania, wyrastającą na gruncie rutyny zawodowej.

Wnioski

1) Przy użyciu rowków klinowych wybór współczynnika udźwigu $e^{\mu\beta}$ powinien być przeprowadzany w oparciu o warunek przeciążenia.

2) Przy $p = 1,5$ i $c = 0,4$ stosowanie układów jednoobchwytowych nie nastęca żadnych trudności dla obszaru $G_k \geq 0,6$ Q. Uzyskana wielkość współczynnika dynamicznego ϕ za-



Rys. 8.

pewnia możliwość realizowania normalnego rozruchu i hamowania w obszarze do $v \leq 1,0$ m/sek.

3) Przy rowkach o stałej charakterystyce (rowkach podciętych) wybór wielkości $e^{n\beta}$ może być przeprowadzony dowolnie z zespołu nierówności [1] lub z warunku przecięcia [2].

4) Moment rozruchowy lub moment rozwijany przez hamulec mechaniczny nie powinien wywoływać przyspieszeń lub opóźnień większych od uwarunkowanych przez przyjętą wielkość współczynnika dynamicznego φ . Sprawdzenie tego warunku powinno być obowiązujące.

Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie interferencyjnych pomiarów długości

535.417:531.711—081

Mgr inż. JERZY JASNORZEWSKI

Artykuł omawia osiągnięcia w dziedzinie interferencyjnych pomiarów długości. Po wyjaśnieniu ogólnych zasad interferencyjnych pomiarów długości opisano dwie nowe metody tych pomiarów, mające na celu dokładniejsze niż dotychczas porównanie wzorców końcowych i kreskowych z długością fali świetlnej.

1. Nowe metody powiązania międzynarodowego prototypu metra z długością fali światła

Dążeniem ostatnich czasów jest zastąpienie międzynarodowego prototypu jednostki długości, jaką w określonych warunkach jest odległość pomiędzy kreskami wyrytymi na platynirowdowej belce przechowywanej w Międzynarodowym Biurze Miar w Sèvres, przez długość określonej fali świetlnej, którą to długość ustali się w systemie metrycznym.

W związku z tym dążeniem okazało się konieczne opracowanie metod bardziej bezpośrednich niż dotychczasowe porównania przymiarów końcowych i kreskowych z długością fali świetlnej.

Oba ostatnio publikowane sposoby porównania wzorców końcowych oraz kreskowych z długością fali świetlnej polegają na wykorzystaniu zjawisk interferencyjnych: światła jednobarwnych dla określenia długości wzorca przejściowego, jakim jest zastosowany wzorec Perot-Fabry oraz zjawisk interferencyjnych światła białego dla określenia stosunku pomiędzy wzorcem przejściowym a wzorcem końcowym względnie kreskowym.

Zanim jednak wyjaśnimy istotę nowych metod, przypomnimy pokrótce zasadę interferencyjnych pomiarów długości w ogóle.

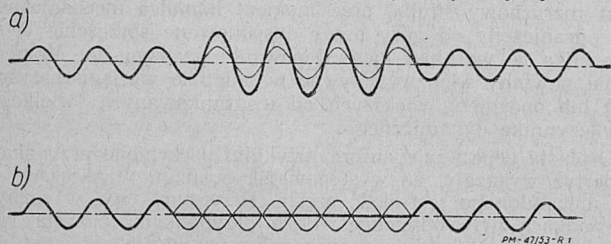
2. Zasada interferencyjnych pomiarów długości

Jeśli chcemy wyznaczyć odległość pomiędzy dwiema równoległymi płaszczyznami, to przymiar o określonej długości odkładamy pewną liczbę razy pomiędzy punktami A i B, które są śladami przebiecia płaszczyzn przez prostą do nich prostopadłą. Liczba odłożeń pomnożona przez długość przymiaru oznaczy nam mierzoną odległość. Jeżeli przymiar odkładać będziemy, poczynawszy od A do B i z powrotem, to liczba odległości powinna być pomnożona przez połowę długości przymiaru.

Przymiarem tym jest w pomiarach interferencyjnych długość fali światła.

Jeżeli rozpatrzmy zjawiska ruchu falowego i jego nakładania się, to zauważymy, że dwie identycznej długości nakładające się fale wzajemnie się wzmacniają lub wygaszają, zależnie od różnicy faz w jakich się znajdują (rys. 1a, b). Jednakowemu wzajemnemu przesunięciu się dwóch nakładających się fali towarzyszą stale te same zjawiska.

W rzeczywistości nie mamy do czynienia z jedną pojedynczą falą, ale z ich zbiorem, który nazywamy wiązką.



Rys. 1.

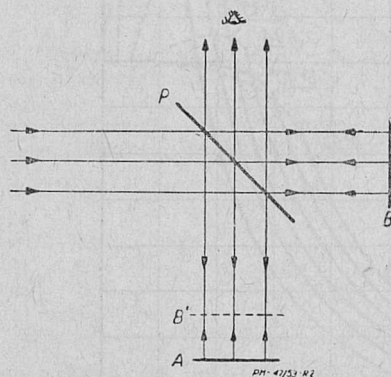
W interferencji biorą udział wiązki światła. Warunkiem uzyskania zjawiska interferencji stacjonarnej jest to, żeby interferujące wiązki były identyczne, co gwarantuje jednakowe przesunięcie się faz dla wszystkich interferujących z sobą fal wchodzących w skład wiązki.

Przepuszczając światło wielobarwne przez pryzmat rozszczepiamy je na barwy składowe, a przy pomocy przesłony wydzielamy jednobarwną wiązkę, której używa się do doświadczania.

Rozłożenie jednej wiązki na dwie identyczne składowe uzyskuje się z pomocą układów optycznych, z których jeden w schematycznym ujęciu przedstawiony jest na rysunku 2.

Od różnicy dróg optycznych, jakie przejdą dwie rozłożone wiązki, będzie zależała różnica faz z jaką te wiązki będą się nakładały i interferowały.

Przy tej samej różnicy dróg optycznych różnice faz będą zależały od długości fal światła użytych do doświadczeń. Na



Rys. 2.

podstawie zaobserwowanych zjawisk interferencyjnych kolejno wywołanych przez światła o różnych barwach (długościach fal) można obliczyć różnicę dróg optycznych, pod warunkiem, że różnica ta jest niezmienna przez cały czas trwania obserwacji.

Jeżeli dwie płaszczyzny łamiące A i B są nieco nachylone do siebie, to w polu widzenia zamiast jednolitej jasności światła, charakterystycznej dla istniejącej różnicy faz, zaobserwujemy

tak zwane prążki interferencyjne. Prążki te są liniami jednakowych różnic dróg optycznych pomiędzy płaszczyznami.

Różnice dróg optycznych będą równe zeru, jeżeli płaszczyzna A pokryje się z obrazem optycznym B' płaszczyzny B. Jeżeli różnica dróg optycznych jest dokładnie równa zeru, to wiązki wszystkich barw, niezależnie od długości fal, nakładają się z jednakową różnicą faz równą zeru lub $\frac{1}{2}\lambda$. Pierwszy przypadek zachodzi wtedy, gdy ilość strat faz przy odbiciu jest jednakowa dla obu wiązek, przypadek drugi, gdy ilości strat faz obu wiązek różnią się od siebie o liczbę nieparzystą.

Przy różnicy faz równej zeru występuje wzmoczenie jasności, a przy różnicy faz równej $\frac{1}{2}\lambda$ całkowite wygaszenie. Zjawiska te występują niezależnie od długości fal interferujących światła. Zajdzie ono również wtedy jeżeli zamiast światła jednobarwnego użyjemy światła białego. Mówimy wtedy o zjawisku interferencji światła białego.

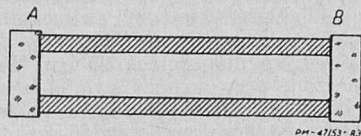
Jeżeli płaszczyzny A i B' są nachylone do siebie o pewien mały kąt i będą się przecinały tak, że ślad przecięcia znajdzie się w polu widzenia, to wzdłuż tego śladu wystąpi intensywny centralny prążek biały, ewentualnie czarny z prążkami tęczowymi po obu stronach. Prążek centralny wyznacza miejsca, dla których zachodzi identyczność dróg optycznych. W świetle jednobarwnym (monochromatycznym) w tym samym układzie uzyskamy szereg prążków, które będą się układały wzdłuż warstw jednakowych różnic dróg optycznych.

3. Opis niektórych elementów układów interferencyjnych

1. Wzorec Perot-Fabry składa się w schematycznym ujęciu z dwóch płytek szklanych czy też kwarcowych. Płytki te są ograniczone powierzchniami płaskimi i są jednostronnie powleczone warstwą metaliczną. Pokrycie nie jest zupełne i przepuszcza pewną ilość światła. Płytki takie nazywamy półprzezroczystymi. Dwie wspomniane płytki przywarłe są stronami metalizowanymi (rys. 3) do odpolerowanych płaszczyzn końcowych cylindra szklanego, kwarcowego czy też metalowego. Wiązka światła padając na płaszczyznę A, częściowo ją przenika, dochodzi do płaszczyzny B i tę też częściowo przeniknie, a częściowo od niej się odbije.

Część, która ulegnie odbiciu, powraca do płaszczyzny A i po kolejnym częściowym odbiciu od niej powraca do płaszczyzny B. Część jej przenika płaszczyznę B i pokrywa się z częścią wiązki, która przeniknęła wzorec bez załamania.

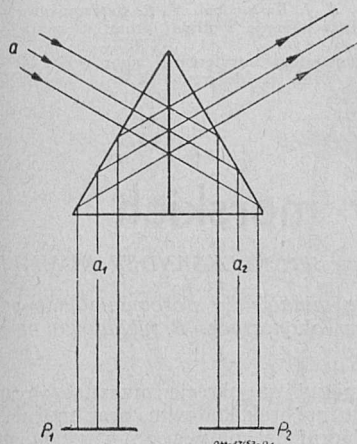
Droga optyczna części wiązki, która ulegała odbiciom, jest dłuższa od drogi optycznej tej części, która tylko przenikała, o podwójną długość wzorca. Długością wzorca jest odległość pomiędzy półprzezroczystymi płaszczyznami *A* i *B*. Stosując kolejno różne światła monochromatyczne i obserwując położenia prążków interferencyjnych w stosunku do stałego punktu umieszczonego w płaszczyźnie ogniskowej lunety obserwacyjnej wyprobowujemy zależność pomiędzy długością wzorca *Perot-Fabry* a długościami fal światła użytych do doświadczenia.



Rys. 3.

2. Bipryzmat Köstersa.

Ten układ składa się (rys. 4) z pryzmatu równobocznego sklejonego z dwóch części. Części te są to pryzmaty o kątach dwuciennych 30° , 60° i 90° . W jednym pryzmacie płaszczyzna leżąca naprzeciw kąta 60° jest półprzezroczysta. Jest to płaszczyzna sklejenia obu pryzmatów. Wiązka światła *a* skierowana (jak to wskazane na rysunku) na pryzmat, rozkłada się na dwie wiązki składowe a_1 i a_2 . Obie te części, w schematycznym ujęciu, odbijają się od płaszczyzn zwierciadlanych P_1 i P_2 umieszczonych za pryzmatem, powracają do pryzmatu i przeszedłszy w nim drogę wskazaną na rysunku, pokrywają się w dalszej wspólnej drodze przy wyjściu z pryzmatu. Obrazy płaszczyzn P_1 i P_2 pokrywają się w polu widzenia jak złożona kartka.



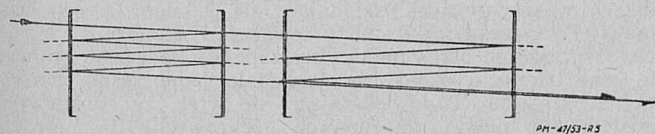
Rys. 4.

Jeżeli drogi optyczne wiązek a_1 i a_2 są sobie równe to przy użyciu światła białego będziemy mieli zjawisko interferencji światła białego. Jeżeli płaszczyzny P_1 P_2 są tak umieszczone, że drogi optyczne nie są równe to możemy mieć zjawisko interferencji ale tylko przy zastosowaniu światła monochromatycznego.

Zasadę porównania dwóch wzorców *Perot-Fabry* przy pomocy zjawiska interferencji światła białego wyjaśnia rys. 6. Porównania tego możemy dokonać tylko w przypadku, jeżeli długości wzorców mają się do siebie jak stosunek liczb całkowitych.

W tych okolicznościach obserwujemy zjawisko interferencji światła białego pomiędzy wiązkami z których pierwsza uległa *k*-krotnemu odbiciu w obrębie wzorca o długości *m* jednostek zaś druga uległa *m*-krotnemu odbiciu w obrębie wzorca o długości *k* jednostek. *m* i *k* są to liczby całkowite, a ich stosunek jest stosunkiem pomiędzy długościami obu wzorców.

W przypadku, gdy długości te nie są proporcjonalne do liczb całkowitych, zjawisko interferencji światła białego nie



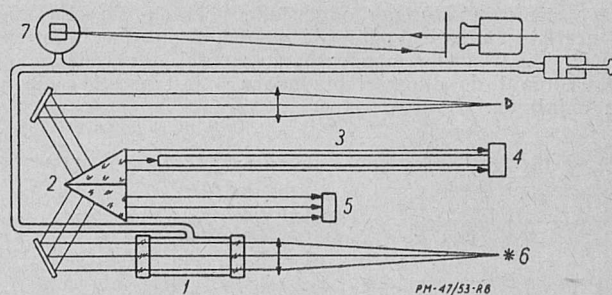
Rys. 5.

wystąpi. Stan ten możemy zmienić, zmieniając nieco drogę optyczną, którą przebywa wiązka w obrębie wzorca, przez zmianę gęstości środowiska w nim zawartego, gdyż jak wiadomo długości drogi geometrycznej jest funkcją długości geometrycznej i współczynniki załamania zależnego od gęstości środowiska.

4. Metoda uczonych radzieckich

Pierwsza z nowych metod, opublikowana przez zespół uczonych radzieckich (p. literatura p. 3) wykorzystuje opisany poprzednio układ bipryzmatyczny (rys. 1) znaczony przez 2, dodając do tego w sposób bardzo pomysłowy, wzorec *Perot-Fabry* 1.

Wzorec ten składa się ze stalowego cylindra wewnątrz drążonego. Do odpolerowanych końców tego cylindra przywie-

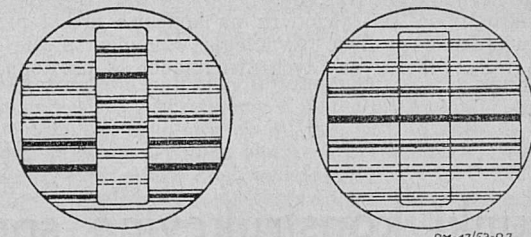


Rys. 6.

rają półprzezroczystymi płaszczyznami dwie płytki szklane. Cylinder połączony jest z pompą próżniową i mikromanometrem 7. Zmieniając ciśnienie w cylindrze zmienia się optyczna długość wzorca. Mikromanometr może być wywzorcowany w jednostkach ciśnienia bądź od razu w jednostkach długości wyprowadzonych doświadczalnie z zależności pomiędzy zmianami ciśnienia a zmianami długości optycznej wzorca. Za bipryzmatem umieszczony jest pryzmat końcowy płasko-równoległy 3 a obok niego, w połowie jego długości płaska płytka zwierciadlana 5.

Do końca pryzmatu bardziej oddalonego od pryzmatu przywarta jest płaska płytka zwierciadlana 4.

Ze źródła światła 6 skierujemy wiązkę promieni równoległych na wzorec 1. Promienie te w dalszym ciągu skiero-



Rys. 7.

wane są na pryzmat 2 a z niego na płaszczyznę końcową pryzmatu 3 i zwierciadlane płaszczyzny płytek 4 oraz 5. Po odbiciu się od tych płaszczyzn promienie wracają do pryzmatu i ulegając w nim szeregowi odbić zostają skierowane do lunety obserwacyjnej.

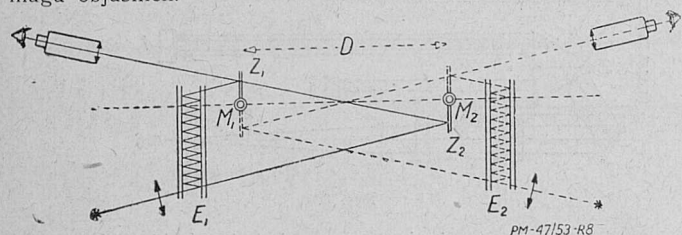
Obserwując interferencję światła pochodzącego ze źródła 6 stwierdzamy, że w polu widzenia widać nakładające się obrazy płaskich powierzchni mierniczych pryzmatu 3 oraz zwierciadła 4 i 5. Zjawisko interferencji światła monochromatycznych zachodzi; po pierwsze, na tle obrazu powierzchni mierniczej pryzmatu 3, wskutek różnicy pomiędzy drogami optycznymi jakie przebędą promienie dochodzące do wymienionej powierzchni a tymi jakie dochodzą do środkowej części zwierciadła 5; po drugie na tle obrazu bocznych części płytki 4 przywartej do pryzmatu 3. Zjawisko interferencji wystąpi wskutek różnicy pomiędzy drogami optycznymi jakie przejdą promienie dochodzące do płytki 4 i do płytki 5.

Wskutek tego że różnice dróg optycznych znacznie się różnią od zera, to przy zastąpieniu światła monochromatycznego światłem białym zjawisko interferencji nie wystąpi. Ale jeżeli długość wzorca 1 jest dokładnie 2 *m* razy mniejsza niż długość pryzmatu 3 a płaszczyzna 5 przechodzi dokładnie przez środek pryzmatu 3, to wtedy istnieją warunki dla wystąpienia zjawiska interferencji światła białego, a mianowicie udział w tym zjawisku będą brały te promienie, które w pierwszym przypadku przejdą bez dodatkowych odbić we wzorcu 1 i dojdą do płaszczyzny 4 z tymi, które odbijają się *m* razy we wzorcu 1 i w dalszej swojej drodze odbijają się od płaszczyzny 5.

W drugim przypadku interferować z sobą będą promienie przechodzące bez załamań przez wzorec 1 i w dalszym ciągu swojej drogi odbijające się od płaszczyzny 5 z tymi, które odbijają się *m* razy we wzorcu 1 a następnie odbijają się od płaszczyzny mierniczej wzorca 3.

Przy tak wyrównanych drogach optycznych, zjawisko interferencji światła białego będzie miało miejsce i wyrazi się dwoma systemami prążków (rys. 8). Systemy te ogólnie rzecz biorąc, będą względem siebie przesunięte wskutek tego że warunek 2, *m*-krotności dróg optycznych na długości porównywanego pryzmatu końcowego w stosunku do wzorca, nie jest spełniony z całą ścisłością. Koincydencję obu systemów prążków uzyskuje się przez zmianę długości optycznej wzorca 1 zmieniając w nim ciśnienie.

Przy ciśnieniu, któremu odpowiada pokrycie się obu systemów prążków, mierzymy długość wzorca l stosując interferencję światła o wysokiej monochromatyczności. Przejście od długości wzorca l do długości przymiaru 3 jest proste i nie wymaga objaśnień.



Rys. 8.

5. Metoda uczonych Międzynarodowego Biura Miar

Druga metoda opublikowana przez dwóch uczonych Międzynarodowego Biura Miar (p. literatura p. 4) jest przystosowana do bezpośredniego porównywania wzorców interferencyjnych z wzorcami kreskowymi. Jak wskazuje rysunek 9 aparatura składa się z komparatora, w którym osadzone są w sposób trwały, dwa mikroskopy rewersyjne (obrotowe) M_1 i M_2 . Mikroskopy te osadzone są w takiej odległości jeden od drugiego, jaka odpowiada długości użytego do pomiaru wzorca kreskowego. W tym przypadku użyto czterometrowego geodezyjnego przymiaru normalnego (rys. 8).

Do mikroskopów nastawionych na końcowe kreski przymiaru, przymocowane są dwa równoległe względem siebie zwierciadła Z_1 i Z_2 . Płaszczyzny tych zwierciadeł są prostopadłe do osi podziału przymiaru.

Przy zastosowaniu interferencji światła białego wyznacza się odległość pomiędzy tymi zwierciadłami w obu położeniach mikroskopów. Średnia z tych dwóch odległości odpowiada odległości pomiędzy osiami obrotów mikroskopów. Jednocześnie z pomiarem odległości pomiędzy zwierciadłami mierzy się, przy pomocy mikrometrów, odległości końcowych kresek przymiaru od odpowiadających im osi obrotów mikroskopów.

Odległość pomiędzy zwierciadłami przed i po obrocie wyznacza się przez porównanie z dwoma wzorcami Perot-Fabry E_1 i E_2 o długościach 20 cm. Wzorce te są bezpośrednio pomierzone przy pomocy światła o wysokiej monochromatyczności wysyłanych przez pobudzone do świecenia atomy izotopów 198 rtęci i 84 kryptonu oraz 86 kryptonu. Bieg promieni oznaczony na rysunku linią ciągłą odpowiada pomiarowi przed obrotem mikroskopów, linią przerywaną po obrocie.

Wzajemną równoległość zwierciadeł w pierwszym i drugim położeniu sprawdza się klasyczną metodą obrazów uwielokrotnionych.

Dla uzyskania dobrej widoczności prążków interferencyjnych światła białego, przy przekładni optycznej 20-krotnej korzystne jest nadanie biegowi promieni znacznego nachylenia względem zwierciadeł, przez co eliminuje się z pola widzenia odbicia wtórne, które zamazują obserwowany obraz prążków. Eliminację tę można wykonać przy pomocy ekranu.

LITERATURA

1. Ch. Fabry — Les applications des interferences lumineuses Paris, 1923
2. W. Kösters — Der gegenwärtige Stand der Meter — Definition des Meteranschlusses und seine internationale Bedeutung für Wissenschaft und Technik — Berlin 1938
3. M. F. Romanowa, G. W. Warlich, A. J. Kartasziow, N. R. Batarczukowa — Srawnienie dliny wolny krasnoj linii kadmija s dlinoj prototipa metra — Moskwa, 1942
4. Ch. Volet et N. Cabrera — Comparateur interferentiel pour règles de 4 mètres — Bureau International des Poids et Mesures, 1951.

Kierunki konstrukcyjne spalinowych silników morskich

621.43:629.123

Mgr inż. ALEKSANDER RUMMEL

W pracy niniejszej przedstawiono kierunki rozwojowe silników okrętowych a mianowicie stosowanie jako paliwa olejów bunkrowych oraz osiągnięcia w kierunku zwiększenia mocy silników okrętowych. Przykładowo omówione są typowe konstrukcje niektórych nowoczesnych silników okrętowych.

W latach powojennych procentowy udział pływających okrętów motorowych, już wysoki przed 1939 rokiem, wzrósł znacznie, osiągając w roku 1951—68% tonażu w skali światowej bez uwzględnienia okrętów o tonażu mniejszym niż 1000 ton, dla których udział motorowców jest bliski 100%. Tonaż wodowanych w roku 1951 motorowców powyżej 1000 ton wzrósł w skali światowej do 75% ogólnej ilości wodowanych okrętów, osiągając 85% przy tankowcach.

Rzeczywisty odsetek okrętów motorowych w zakresie tonażu od 1000 ÷ 20000 jest jeszcze większy od podanego ze względu na to, że na dużych okrętach powyżej 20000 ton, szczególnie pasażerskich, jako maszyny napędowe stosuje się turbiny parowe.

Co prawda i w najwyższym tonażu daje się obecnie zauważyć wzrost stosowania silników spalinowych, szczególnie w tankowcach o dużej ładowności (w zakresie lub powyżej 30000 ton) i niektórych okrętach pasażerskich.

Nie od rzeczy będzie zaznaczyć, że w najbardziej zmotoryzowanej poza ZSRR, norweskiej marynarce handlowej, odsetek pływających motorowców wynosił w roku 1951 — 76% w stosunku do 64% w roku 1939 oraz to, że w stocznicach niemieckich buduje się obecnie lub zamówionych jest 83% motorowców, a więc na ogólną ilość 320 jednostek, 291 stanowią okręty motorowe.

Zakres zastosowań silników spalinowych i parowych w zależności od tonażu wymienionego programu ilustruje poniższa tabela:

Tonaż okrętu	Silniki spalinowe	Silniki parowe
od 1000 ÷ 2000 ton	86	0
2000 ÷ 4000 ton	43	8
4000 ÷ 7000 ton	60	2
7000 ÷ 10000 ton	33	2
10000 ÷ 15000 ton	32	9
15000 ÷ 20000 ton	37	0
20000 ÷ 40000 ton	0	8
Razem jednostek	291	29

Tak znaczna i stale wzrastająca dominacja silnika spalinowego daje się uzasadnić w głównej mierze następującymi przesłankami:

1) mniejszymi pomieszczeniami na okręcie przeznaczonymi na instalacje pędne ze względu na brak kotłowni, oraz możliwość zainstalowania mniejszych zbiorników paliwa ze względu na wyższą sprawność silnika spalinowego;

2) mniejszym jednostkowym zużyciem paliwa wynoszącym ok. 160 G/KMh w stosunku do min. 250 G/KMh przy najbardziej nowoczesnej i sprawnej instalacji turbinowej;

3) mniejszą ilością załogi z powodu braku obsługi kotłowni.

W tym tak wybitnym rozpowszechnianiu się napędu spalinowego dają się wyróżnić charakterystyczne kierunki rozwojowe silników morskich.

1. Powszechna dążność do szerokiego użytkowania jako paliwa silnikowego tzw. olejów bunkrowych typu C, stosowanych dotychczas jedynie do opalania kotłów parowych.

Urządzenia umożliwiające używanie olejów opałowych w silnikach wysokoprężnych, składające się z odpowiednich wirnikowych oczyszczalników, podgrzewaczy i urządzeń specjalnych, skracających okres indukcyjny zapłonu, podrażają wprawdzie cenę okrętu o około 1%, lecz dają jednocześnie bardzo znaczne oszczędności powiększające się wraz ze światowym wzrostem cen olejów napędowych (gazowych) i opałowych (bunkrowych).

2. Wzrost mocy napędowej silników okrętowych

Coraz szersze stosowanie silników spalinowych na dużych i szybkich jednostkach w układach dwu- i więcej śrubowych, oraz dążność do stosowania dogodnych i tańszych układów jednośrubowych na okrętach średniego tonażu przy wzrastających prędkościach, stworzyło zapotrzebowanie na jednostki wielkiej mocy.

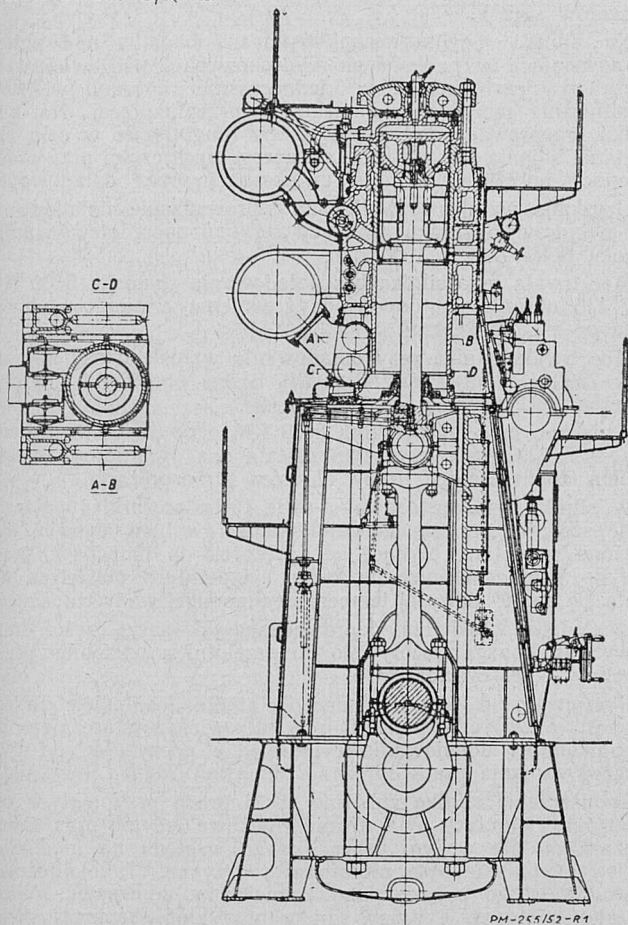
Ostatnio skonstruowany silnik pojedynczego działania MAN o średnicy i skoku tłoka 700 × 1200 mm rozwija bez doładowania moc jednego cylindra od 535 do 700 KM przy 100 ÷ 130 obr/min, natomiast jednostka o wymiarach 780 × 1400 (rys. 1 i 2) od 850 ÷ 900 KM przy 108 ÷ 115 obr/min.

Oba typy silników budowane są w odmianach od 6 do 10 cylindrów.

Przez usprawnienie przepłukiwania oraz wprowadzenie nowego rozwiązania zaworu obrotowego na przewodzie wydechowym (doładowanie przepłukujące) uzyskano 15% wzrost średniego ciśnienia efektywnego w stosunku do silników poprzednich. Ciśnienie to wynosi obecnie $5,25 \text{ kg/cm}^2$.

Dolne części przestrzeni cylindrowej pod poszczególnymi tłokami wykorzystano jako przestrzeń pomp przepłukujących. Napędzanie przestrzeni podtłokowych przy odkorbowym ruchu tłoka z przelotni jak również i tłoczenie powietrza przy korbowym ruchu tłoka do przelotni odbywa się przez samoczynne zawory talerzowe.

W ten sposób dwie trzecie powietrza przepłukującego dołącza układ tłokowy silnika, a jedynie jedną trzecią normalna pompa tłokowa umieszczona w przedniej części silnika. Takie rozwiązanie przepłukania pozwoliło na znaczne zmniejszenie obrysu pompy przepłukującej, spowodowało wzrost sprawności mechanicznej o 5% oraz zmniejszenie jednostkowego zużycia paliwa do 155 G/KMh .



Rys. 1. Przekrój poprzeczny silnika MAN 780 × 1400 mm.

Ciśnienie spalania w tych silnikach nie przekracza 50 kg/cm^2 , zaś temperatura spalin wynosi ok. 315°C .

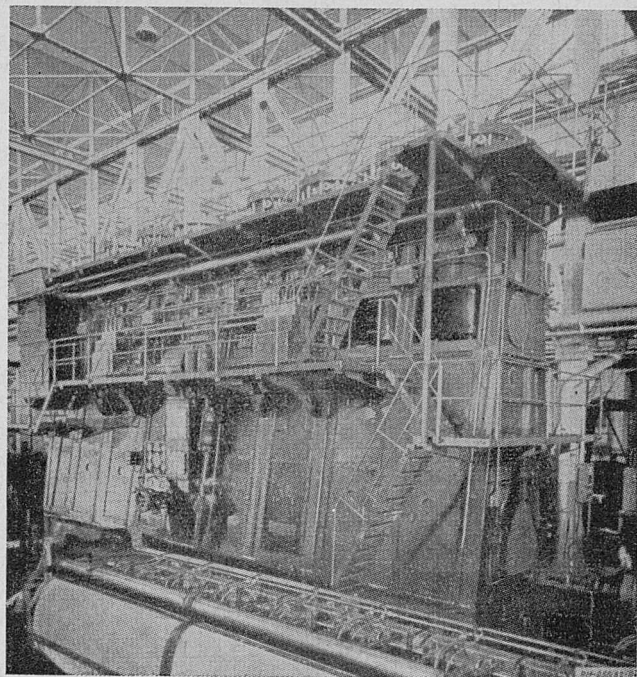
Ciężar jednostkowy kompletnego silnika, bez koła zamachowego, łożyska oporowego i obracarki wynosi $65,8 \text{ kg/KM}$ przy 115 obr/min .

Najnowszy nie wprowadzony jeszcze do produkcji seryjnej silnik Sulzera o średnicy i skoku tłoka $760 \times 1550 \text{ mm}$ posiadać będzie trwałą moc cylindrową — 900 KM przy $p_e = 5 \text{ kg/cm}^2$ oraz maksymalną moc cylindrową — 1000 KM przy $p_e = 5,5 \text{ kg/cm}^2$, obie przy 115 obr/min .

W ostatnio wyprodukowanych silnikach MAN poprzednio stosowane dmuchawy Rootsa zastąpione zostały pojedynczymi pompami tłokowymi umieszczonymi z jednej strony silnika, lub jak przy silniku obustronnego działania o mocy cylindrowej 840 KM , nisko osadzoną i napędzaną od wału korbowego dmuchawą odśrodkową (rys. 3).

3. Dalszy jednak powolniejszy rozwój średniobieżnych silników pracujących z przekładnią z charakterystycznym wzrostem mocy tych silników.

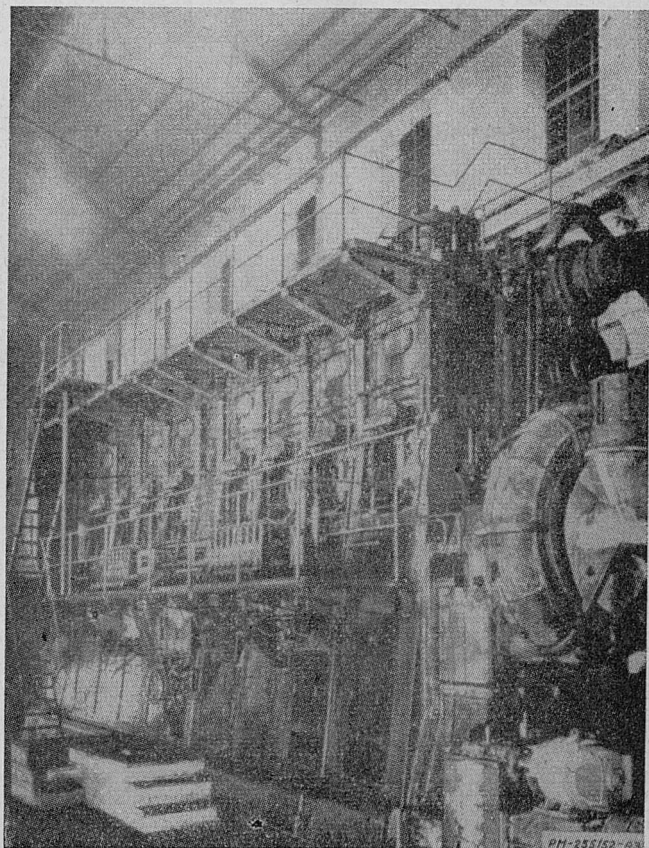
Ostatnio skonstruowany silnik Sulzera tego typu jest silnikiem 10-cylindrowym pojedynczego działania, rozwijającym moc 5000 KM przy 225 obr/min przy średnicy cylindra oraz skoku tłoka $580 \times 760 \text{ mm}$ (rys. 4 i 5). Moc z przeciążeniem wynosi



Rys. 2. Widok silnika MAN 780 × 1400 mm

6000 KM przy 250 obr/min . Stosunek $S/D = 1,3$ a więc jak na dwusuwowy silnik szczelinowy o przepłukaniu poprzecznym — mały. Szczeliny wylotowe w silniku są zamykane wahliwymi zaworami przy odsłoniętych jeszcze szczelinach przepłukujących, co pozwala powiększyć średnie ciśnienie.

Pompy przepłukujące indywidualne dla każdego cylindra są napędzane bezpośrednio ramieniem wodzika; napęd pomp wtryskowych — łańcuchowy. Silnik może być wykonywany zarówno w konstrukcji spawanej jak i odlewanej. Długość całkowita od zamocowania koła zamachowego do osłony przedniej $12,175 \text{ m}$, ciężar całkowity 200 ton , ciężar jednostkowy 40 kg/KM bez przekładni i 50 kg/KM ze sprzęgłem i przekładnią.

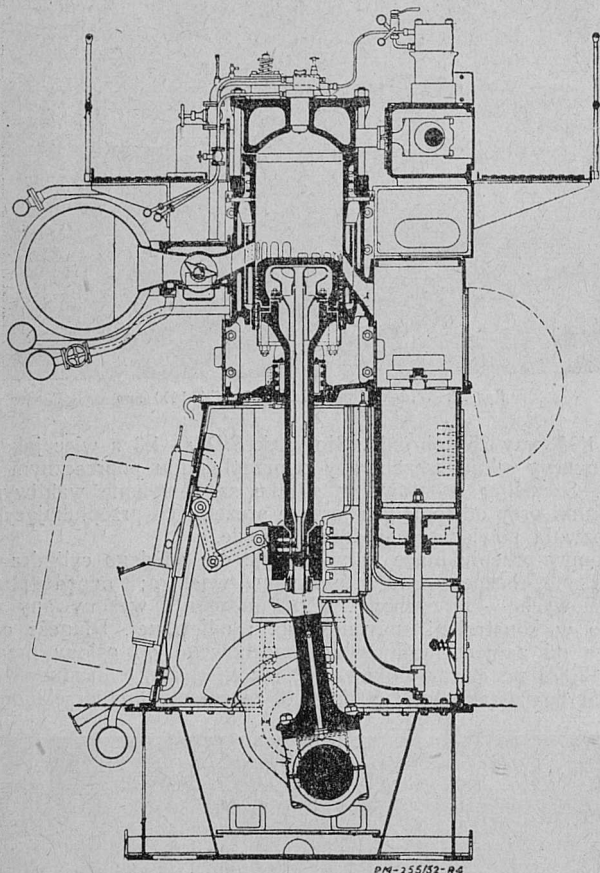


Rys. 3. Silnik obustronnego działania z dmuchawą odśrodkową napędzaną mechanicznie

Dalszym silnikiem większej mocy pracującym z przekładnią nowej konstrukcji jest silnik obustronnego działania MAN o mocy 5000 KM przy 200 obr/min.

4. Wysiłki większości znanych wytwórni silników spalinowych w kierunku powiększenia mocy przez doładowania silników.

Omawiane już wyżej zapotrzebowanie na silniki wielkiej mocy nie może być zaspokajane jedynie drogą powiększenia wymiarów i ilości cylindrów, gdyż prowadzi to do zbyt dużego wzrostu obrysu i ciężaru silników. Powyższe zależności skłaniają do stosowania doładowania, które pozwala na podwyższenie mocy o 25 ÷ 50% w przypadku silników dwusuwowych.



Rys. 4. Przekrój poprzeczny silnika Sulzer 580 × 760 mm

Zwiększenie mocy przez doładowanie sprężarką mechaniczną napędzaną o powiększonym wydatku jest możliwe, lecz napęd ten, pobierając ok. 8% mocy silnika, powoduje jednocześnie spadek sprawności mechanicznej i ogólnej silnika, co jest właściwie przyczyną niestosowalności tego rozwiązania w silnikach morskich.

Ostatnio dwie wytwórnie, mianowicie *Burmeister i Wein* oraz *Doxford*, dokonują prób wprowadzenia do swoich najwięk-

szych silników doładowania, turbosprężarkami napędzanymi gazami wydechowymi.

W obu przypadkach zespoły doładowujące dostarczała szwajcarska wytwórnia *Brown-Boveri*.

4.1. Silnik *Burmeister i Wein*

Wprowadzenie doładowania do silników produkcyjnych poprzedziły długotrwałe, kilka lat trwające badania, podczas których wykonano liczne próby na 2 specjalnych silnikach eksperymentalnych.

Jako pierwszy silnik użyty został silnik 1-cylindrowy średnicy cylindra i skoku tłoka 740 × 1600 mm, natomiast drugi silnik o 4 cylindrach miał mniejsze wymiary.

Na silniku jednocylindrowym przeprowadzono badania procesu spalania, wpływu nadmiaru i ciśnienia powietrza doładowania na jednostkowe zużycie paliwa, moc i przeciążalność silnika, oraz na ciepłe obciążenia i temperatury poszczególnych elementów silnika.

Na silniku 4-cylindrowym wykonano badania nad pulsacją powstającą w przewodach wydechowych i nad właściwym ukształtowaniem przewodów; jednocześnie dobrano wielkość mechanicznie napędzanej dmuchawy przepływającej. Na tym silniku przeprowadzono również próby długotrwałe w celu porównania stopnia zużywalności poszczególnych części przy pracy na mocy normalnej i mocy zwiększonej przez doładowanie.

Uzyskane wyniki pozwoliły na wprowadzenie doładowania w 6-cylindrowym silniku produkcji seryjnej o średnicy cylindra i skoku tłoka 740 × 1600 mm.

Moc trwała tego silnika bez doładowania wynosiła 5530 KM przy 115 obr/min, co odpowiada średniemu ciśnieniu efektywnemu $p_e = 5,25 \text{ kg/cm}^2$.

Moc trwała silnika przy doładowaniu wzrosła o ok. 35% do mocy 7500 KM przy niezminionej liczbie obrotów i średnim ciśnieniu efektywnym $p_e = 7,1 \text{ kg/cm}^2$.

Uzyskano moc maksymalną 8000 KM przy $n = 115 \text{ obr/min}$ i $p_e = 7,6 \text{ kg/cm}^2$, przy czym została ona ograniczona osiągnięciem dopuszczalnej liczby obrotów turbosprężarki.

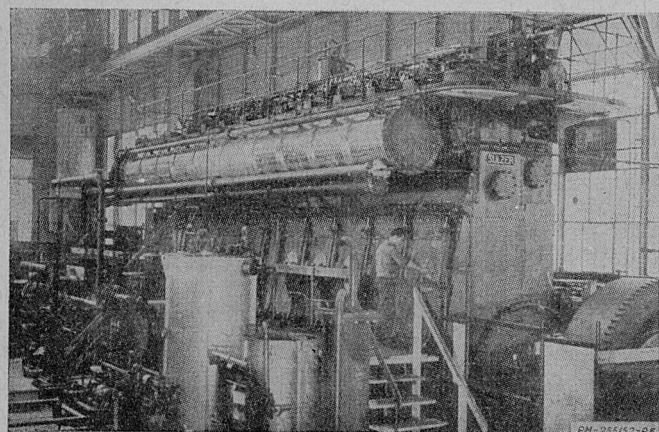
W silniku tym zastosowano dwie turbosprężarki i połączył je szeregowo z dmuchawami *Rootsa*, w ten sposób, aby sprężone powietrze, płynące ze sprężarek do dmuchaw, przechodziło przez chłodnicę, w której temperatura powietrza obniżała się do 10° powyżej temperatury morskiej wody chłodzącej.

Ochłodzone powietrze, doprowadzone do ssącej części dmuchawy wirnikowej, przepływało do przelotni a następnie przez szczeliny — do cylindra.

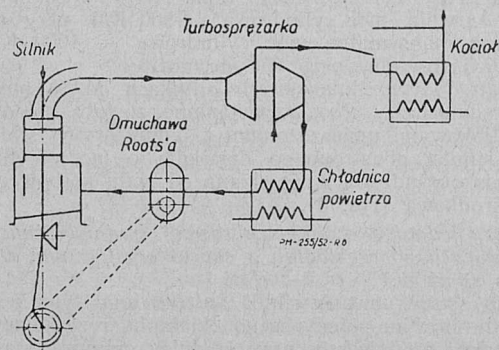
Poczynając od 2/3 do pełnego obciążenia ilość powietrza dostarczana przez turbosprężarki była całkowicie wystarczająca do przepłukania i doładowania cylindrów, i poczynając od tych obciążeń zanikała praca sprężania dmuchaw *Rootsa* (rys. 6).

Zapuszczenie silnika zarówno jak i praca przy małych obciążeniach i obrotach była również możliwa jedynie przy turbosprężarkach, ale w tym przypadku ze względu na niedomiar powietrza spalanie było niecałkowite i dymne. Ta okoliczność spowodowała, że pozostawiono zmniejszone dmuchawy *Rootsa* dla manewrowania i pracy silnika przy zmniejszonych obciążeniach.

Jednostkowo zużycie paliwa kształtuje się niżej przy doładowaniu, co spowodowane jest większym stopniem wykorzystania doprowadzonej energii i wzrostem sprawności mechanicznej układu, wynikającym ze zmniejszenia pracy sprężania dmuchaw, które poczynając od określonej liczby obrotów silnika same zostają napędzane przepływającym powietrzem z turbosprężarek.



Rys. 5. Widok silnika prototypowego

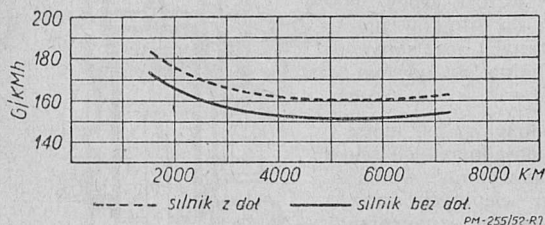


Rys. 6. Schemat układu doładowania

Z wykresu rys. 7 wynika, że zużycie paliwa przy doładowaniu obniżyło się o ok. 10 G/KMh osiągając wg danych B. i W. wartość minimalną 153 G/KMh przy mocy 7500 KM.

Jak już zaznaczono doładowanie zastosowano do normalnego seryjnego silnika, w którym poza zmianami wynikłymi z napędu turbosprężarek — zmieniono jedynie okres otwarcia zaworów w celu spiętrzenia gazów wydechowych kierowanych do turbosprężarki i powiększono przeloty szczelin wlotowych oraz wydatków pomp wtryskowych.

Inne poważniejsze zmiany konstrukcyjne okazały się niepotrzebne i silnik z powiększoną o 35% mocą przeszedł niebagatelnie wszystkie próby, wykazując takie samo zużycie i niezawodność biegu jak i silnik niedoładowany.



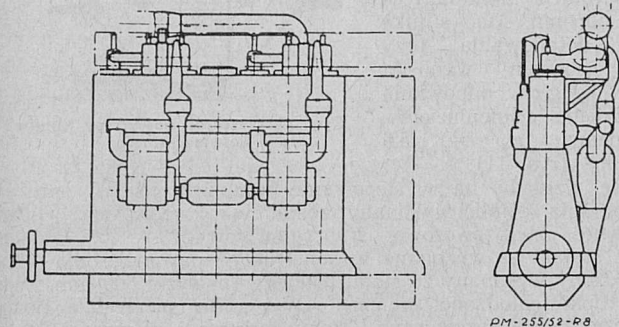
Rys. 7. Wykres jednostkowego zużycia paliwa

Obrys 6-cylindrowego silnika z doładowaniem jest analogiczny do obrysu 8-cylindrowego bez doładowania, patrz rys. 8.

Poza opisanym silnikiem wytwórnia rozpoczęła wykonywanie kilku 12-cylindrowych silników o tych samych wymiarach cylindrów, lecz o mocy 15000 KM, oraz 10-cylindrowego silnika przeciwbieżnego o wymiarach cylindrów 750 × 2300 mm, i o mocy 17500 KM przy 110 obr/min.

Ponadto w produkcji znajduje się sześć 6-cylindrowych silników o wymiarach cylindrów 500 × 1100 mm i mocy 3400 KM przy 167 obr/min. Moc ta odpowiada średniemu ciśnieniu efektywnemu $p_e = 7,1$ kG/cm². Sprawność mechaniczna wynosi 88,5%.

Ogólny widok silnika na stanowisku próbnym podany jest na rys. 9. Dwa górne przewody i dodatkowa przelotnia między



Rys. 8. Obrysy porównawcze 6-cylindrowego silnika z doładowaniem i 8-cylindr. bez doładowania; oba silniki o mocy 7500 KM

turbosprężarkami i dmuchawami, zamontowane są jedynie w celach doświadczalnych i zostaną zdjęte przed wbudowaniem silnika na okręt.

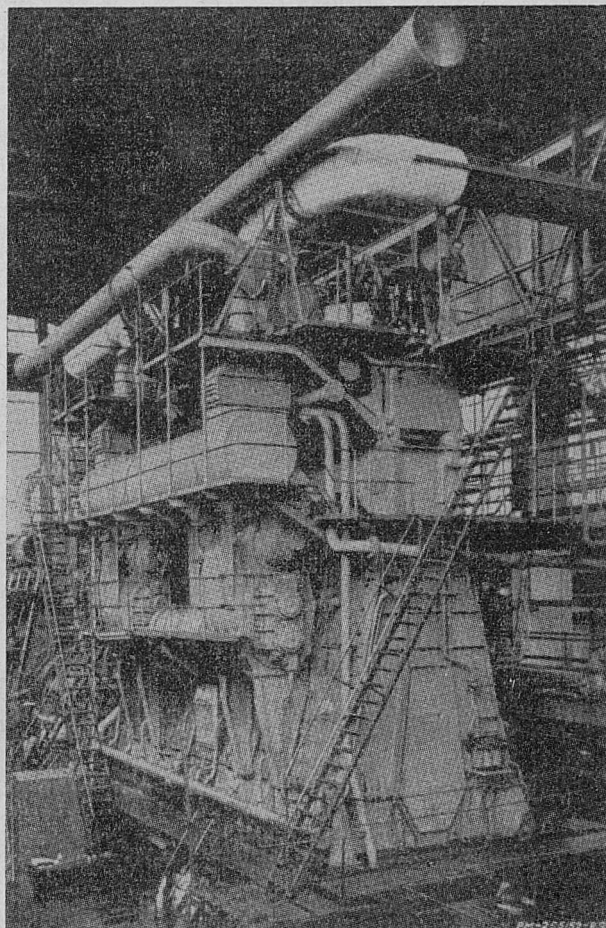
4.2. Silnik Doxford

Dla pokrycia zapotrzebowań przemysłu okrętowego żądającego silników o mocy od 12 ÷ 14000 KM celem wbudowania ich na jednośrubowe tankowce, rozpoczęto w roku 1949 badania nad zastosowaniem turbosprężarek do już produkowanych silników.

Badania przeprowadzono na seryjnym 3-cylindrowym przeciwbieżnym silniku pojedynczego działania o średnicy cylindra i wspólnym skoku 600 × 2320 mm, wyposażonym w przepłukującą pompę typu tłokowego normalnie stosowaną w silnikach tych zakładów.

Dla doładowania użyto jedną turbosprężarkę Brown-Boveri, przy czym przewody wydechowe zostały doprowadzone indywidualnie z każdego cylindra do wlotu turbiny.

W silniku próbnym przy jednej tłokowej pompie ładującej zastosowano dodatkową przelotnię, łączącą szeregowo wylot przewodu tłoczącego turbosprężarki z wlotem tłokowej pompy przepłukującej. Uzyskany przez doładowanie wzrost mocy wyniósł 50% przy jednostkowym zużyciu paliwa 155 G/KMh i średnim ciśnieniu indykowanym 9,4 kG/cm². Przy 80% obciążeniu



Rys. 9. Ogólny widok 6-cylindrowego silnika *Burmeister i Wein* o mocy 7500 KM z doładowaniem na stanowisku próbnym

i 100 obr/min jednostkowe zużycie paliwa wynosiło 147 G/KMh a średnie ciśnienie indykowane 7,35 kG/cm².

Sprawność mechaniczna wg danych fabrycznych osiągnęła w zakresie dużych obciążeń rekordową wartość 95% z powodu całkowitego prawie zaniku mocy zużywanej na napęd dwustronnie działającej pompy przepłukującej.

Przeprowadzono również badania biegu silnika z wyłączoną pompą przepłukującą, przy czym okazało się, że silnik może pracować na powietrzu dostarczonym jedynie przez turbosprężarkę jednak praca na małych i średnich mocach i obrotach była dymna, w związku z czym postanowiono pompę tłokową pozostawić celem jej wykorzystania przy manewrowaniu i częściowych obciążeniach.

Badania powyższe były przeprowadzone z myślą zastosowania doładowania do największego 6-cylindrowego seryjnego silnika Doxford o średnicy cylindrów i skoku tłoka 750 × 2500 mm. Silniki tej wielkości posiadają trzy podwójnie działające pompy tłokowe powietrzne; przy doładowaniu będą wyposażone ponadto w dwie turbosprężarki, które będą dostarczać powietrze bezpośrednio do pomp, tak że dodatkowa przelotnia, zastosowana w silniku próbnym, zostanie wyeliminowana. Moc z cylindra będzie wynosić — 2170 KM.

Zakłady Doxford rozpoczęły już próby nad doładowaniem silnika 6-cylindrowego o mocy 8700 KM przy 110 obr/min, spodziewając się otrzymać przy doładowaniu moc 13000 KM przy niezmienionej liczbie obrotów.

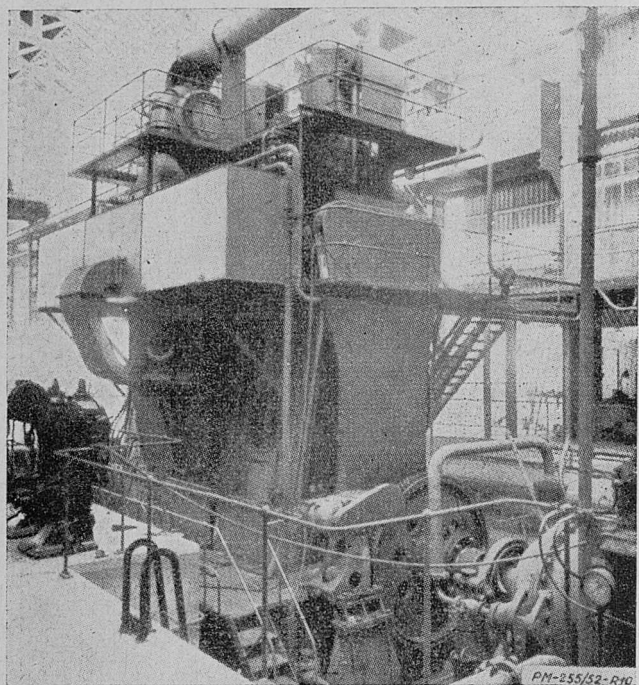
Ogólny widok 3-cylindrowego silnika próbnego na stanowisku badawczym uwidoczniony jest na rys. 10.

5. Prace nad silnikami 4-suwowymi z wysokim doładowaniem zwiększającym moc silnika do ok. 170%, a sprawność ogólną do 45%.

Badania nad tą odmianą silników rozpoczęto jednocześnie w kilku państwach z myślą o wprowadzeniu ich w charakterze głównych silników napędowych średnich, a być może i większych mocy.

Jak dotąd i od dłuższego już czasu najbardziej liczne zastosowanie wśród okrętowych silników napędowych uzyskał silnik dwusuwowy zarówno jako silnik o bezpośrednim jak i pośrednim sprzężeniu.

Moc jednostkowa silnika dwusuwowego liczona z pojemności skokowej, powinna być teoretycznie dwukrotnie wyższa od mocy silnika czterosuwowego. W rzeczywistości moc ta nie utrzymuje się tak wysoko ze względu na niższą sprawność ob-

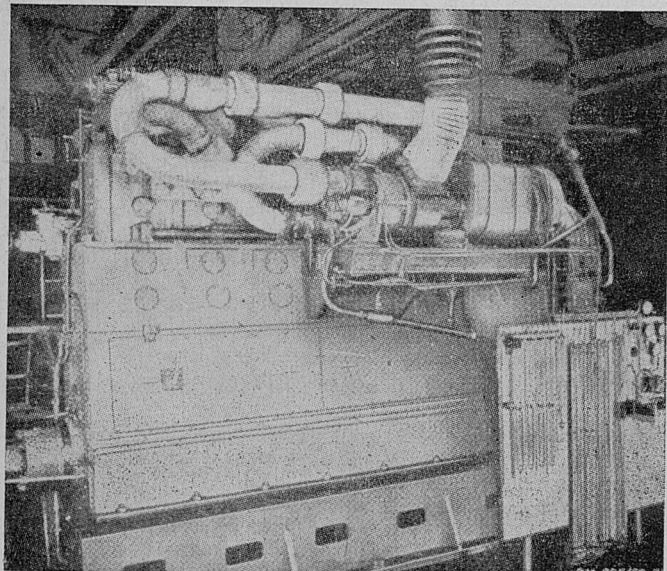


Rys. 10. Ogólny widok silnika próbnego

jęciową, większy procent pozostałości spalinowej, oraz ze względu na zmniejszenie efektywnego skoku rozprężania. Te przyczyny powodują, że wzrost mocy silników przy obiegu dwusuwowym nie wynosi 100% lecz około 80% mocy silników czterosuwowych o tej samej pojemności i prędkości. Jednostkowe zużycie paliwa w tych silnikach przeciętnie wynosi ok. 160 ÷ 170 G/KMh.

Z powyższego wynika, że niedoładowany silnik dwusuwowy góruje odnośnie mocy jednostkowej nad silnikiem czterosuwowym, aż do chwili gdy przez doładowanie silnika 4-suwowego moc jego powiększy się o ok. 80%. Opisane jednak poprzednio doładowanie silników dwusuwowych przechyla ponownie szalę na korzyść silnika dwusuwowego.

W silnikach wolnobieżnych, o bezpośrednim sprężeniu z wałem śruby, stosowanie obiegu czterosuwowego z wysokim doładowaniem jest mniej opłacalne, natomiast przez znaczne powiększenie liczby obrotów wraz z wprowadzeniem przekładni — w dążeniu do zmniejszenia obrysów maszyn napędowych, warunki kształtują się odmiennie tym bardziej, że obciążenia cieplne silnika dwusuwowego, wobec przemiany spalania



Rys. 11. Widok silnika doświadczalnego od strony turbosprężarki

występującej przy każdym obrocie wału korbowego, są znacznie wyższe niż w silnikach czterosuwowych. Obciążenie cieplne rośnie wraz z powiększeniem liczby obrotów i od pewnego zakresu obrotów rzędu 350 obr/min w silnikach niedoładowanych jest trudne do opanowania, abstrahując oczywiście od doładowanych. Na tym tle, w dążeniu do zmniejszenia obrysów i ciężarów przy jednoczesnym wzroście mocy jednostkowych i sprawności, rozpoczęto badania nad wysoko-sprawnymi średnibieżnymi silnikami czterosuwowymi, w których uzyskano już obecnie 170-procentowy wzrost mocy w stosunku do silników niedoładowanych, oraz sprawność ogólną w wysokości 45%.

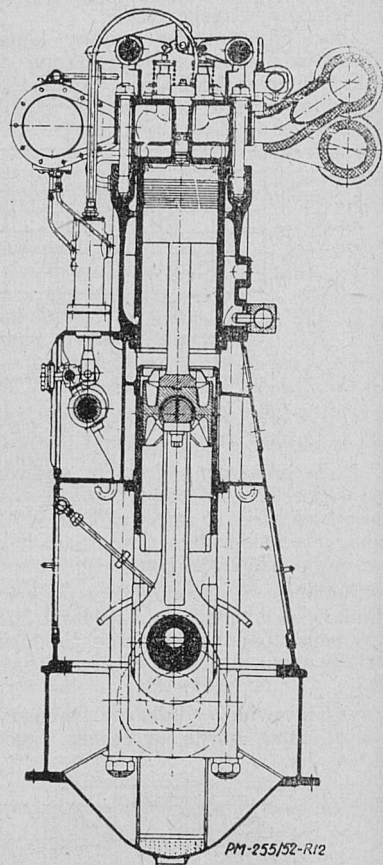
Tak duży wzrost mocy wysoko doładowanych silników powoduje wzrost naprężeń cieplnych oraz większa w znacznym stopniu naprężenia i naciski w elementach silnika, które mogą być opinane jedynie przy odpowiedniej konstrukcji i wysokiej technologii.

Inicjatorem tego kierunku konstrukcyjnego są Zakłady MAN, które przeprowadziły dokładne badania nad tego rodzaju silnikami.

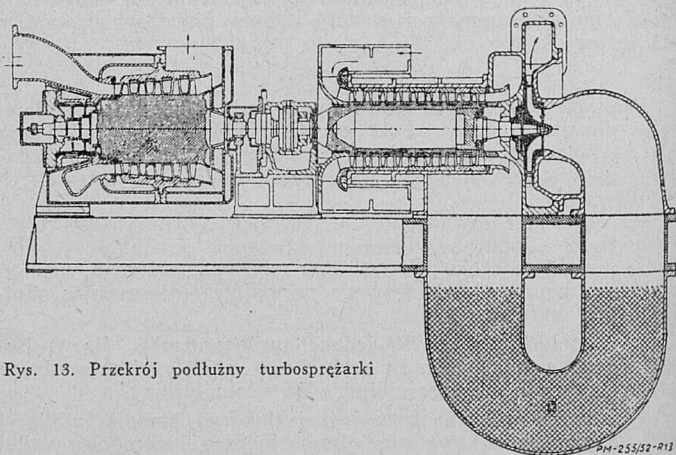
Do badań wybrano 6-cylindrowy, czterosuwowy silnik o Φ cylindra 300 mm, skoku tłoka 450 mm i obrotach nominalnych 400 obr/min. Moc silnika bez doładowania przy 400 obr/min wynosiła 475 KM, co odpowiada średniemu ciśnieniu efektywnemu $p_e = 5,6$ kg/cm² (rys. 11).

Ze względu na występowanie wysokich ciśnień sprężania i spalania, silnik wykonany został jako wodzikowy. Głowice żeliwne, czterozaworowe, śrub głowicowych — 6. Podstawa oraz stojaki są wykonane w konstrukcji spawanej, tłok — niechłodzony wykonany ze stopu lekkiego (powyżej 300 mm średnicy, tłoki chłodzone olejem). Dwa górne pierścienie tłokowe uszczelniające-chromowane. Czopy korbowe i główne wału korbowego mają średnicę Φ 220 mm (rys. 12).

Dla uzyskania koniecznego ciśnienia ładowania, oraz małej średnicy zespołu turbosprężarki, turbina została skonstruowana

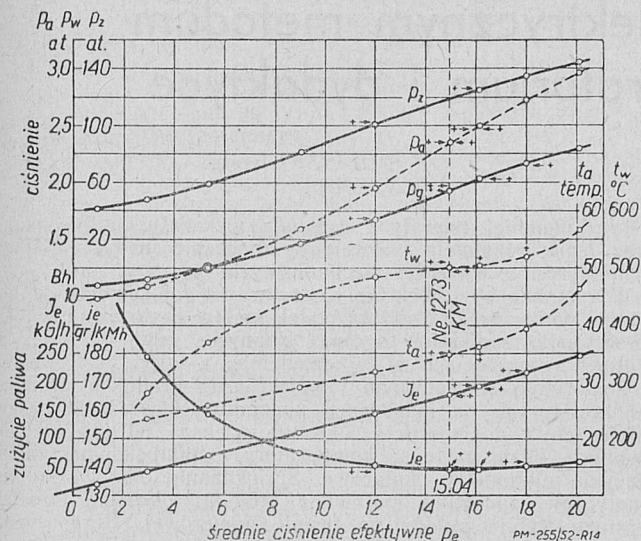


Rys. 12. Przekrój poprzeczny silnika doświadczalnego



Rys. 13. Przekrój podłużny turbosprężarki

jako pięciostopniowa, natomiast sprężarka składa się z dwóch części, pierwsza — to sprężarka osiowa dziewięciostopniowa, a druga — przejmująca sprężone powietrze z chłodnicy D sta-



Rys. 14. Wyniki badań. p_z — ciśnienie spalania w kG/cm^2 , p_a — ciśnienie ładowania w kG/cm^2 , p_w — ciśnienie wydechu (zamiast p_g) w kG/cm^2 , t_w — temperatura spalin (zamiast t_g) w $^\circ\text{C}$, t_a — temperatura powietrza ładowania $^\circ\text{C}$, J_e — godzinowe zużycie paliwa kG/h , j_e — jednostkowe zużycie paliwa kG/KMh

nowi sprężarkę promieniową tłoczącą powietrze do przewodu silnika. Normalne obroty turbosprężarki-12500 obr/min (rys. 13).

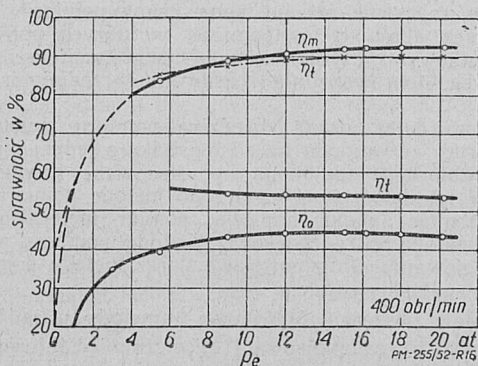
Silnik badany był przy różnych obciążeniach, przy czym średnie ciśnienie zmieniało się od wartości najmniejszych do $p_e = 20 \text{ kG/cm}^2$.

Za wartość optymalną i użytkową dla silników seryjnych przyjęto $p_e = 15,04 \text{ kG/cm}^2$ i moc 1273 KM (170% doładowania).

Przy tym ciśnieniu i mocy uzyskano najniższe jednostkowe zużycie paliwa w wysokości 139 G/KMh , oraz temperaturę gazów wylotowych 500°C . Ciężar jednostkowy silnika wyniósł 15 kG/KM .

Silnik pracował jeszcze dobrze i przy $p_e = 20 \text{ kG/cm}^2$, a więc przy 250% doładowania i mocy 1700 KM, wykazując prawidłowe spalanie i dopuszczalną jeszcze temperaturę gazów wylotowych w wysokości 560°C (rys. 14). Jednostkowe zużycie paliwa wyniosło 142 G/KMh .

Przy stosunku sprężania $\Sigma = 13$, ciśnienie końca sprężania wynosiło 82 kG/cm^2 , zaś maksymalne ciśnienie spalania — 120 kG/cm^2 przy $p_e = 15 \text{ kG/cm}^2$ i ok. 140 kG/cm^2 przy $p_e = 20 \text{ kG/cm}^2$. Przyrost ciśnienia $\frac{\Delta p}{\Delta \alpha}$ nie przekraczał dopusz-



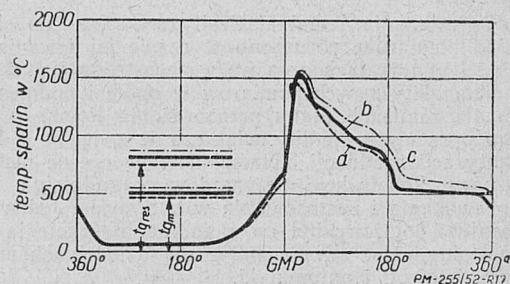
Rys. 16. Wykres sprawności: η_m — sprawność mechaniczna, η_t — sprawność termodynamiczna (zamiast η_p), η_o — sprawność ogólna, η_p — sprawność wypełnienia wykresu indyk. (zamiast η_g)

czalnych wartości i wynosił przeciętnie od 2 ÷ 3, a przy przeciętnie $3,7 \text{ kG/cm}^2/1^\circ$ obrotu wału korbowego (rys. 15).

Sprawność ogólna η_o , jak zaznaczono już wyżej, wynosiła przy $p_e = 15 \text{ kG/cm}^2$ — 45%. Sprawność mechaniczna η_m kształtowała się wysoko, osiągając wartość powyżej 91% (rys. 16).

Obciążenie cieplne wzrosło wprawdzie w stosunku do silników bez lub z niższym doładowaniem, lecz kształtuje się w granicach opanowalnych, na co wskazują porównawcze wykresy temperatur spalania oraz temperatury dna głowicy i tłoka (rys. 17 i 18).

Wg danych fabrycznych zużywalność poszczególnych części silników może być po starannym dobraniu odpowiednich materiałów doprowadzona do stopnia zużywalności wolnobieżnych silników morskich.

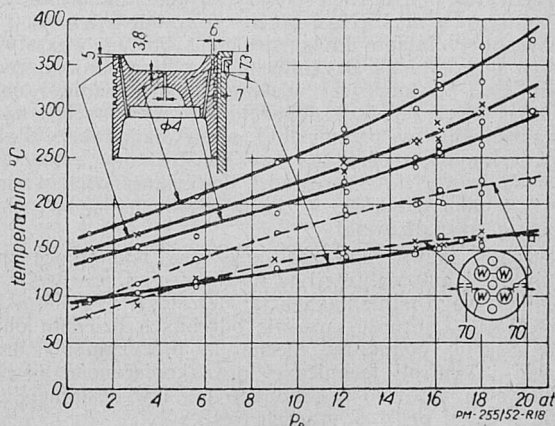


Rys. 17. Temperatury spalinowe podczas obiegu; a) — dla $p_e = 5,67$ bez doład. pod całk. obciążeniem, b) — dla $p_e = 16,05$ z doład. — całk. obciążenie, c) — dla $p_e = 20,15$ z doład. — przeciążenie.

Wnioski

Rekapitulując treść wyżej podaną, należy na pierwszym miejscu postawić aktualność doładowania, które prawdopodobnie obejmie swoim zasięgiem szeroki wachlarz dwusuwowych silników napędowych, przechodząc również na silniki o średnich i mniejszych mocach lecz o niewysokiej liczbie obrotów, głównie o bezpośrednim sprzężeniu bądź niskich przełożeniach.

Wprowadzenie wysokiego doładowania, zwiększającego o 170 i więcej procent moc silników czterosuwowych, tworzy podstawę do powrotu i przyszłościowego użycia tych silników jako głównych silników napędowych różnych mocy, ale o wyższych obrotach, pracujących zasadniczo z przekładnią.



Rys. 18. Temperatury tłoka, dna głowicy i kołnierza tulei cylindrowej: s — zawór ssący, z — zawór wydechowy.

Wprowadzenie doładowania do silników dwusuwowych prowadzić będzie przypuszczalnie do zaniku pomp przepływających, napędzanych bezpośrednio przez silnik, na korzyść zmniejszonego urządzenia przepływającego napędzanego indywidualnie silnikiem elektrycznym przy manewrowaniu i małych obrotach silnika. Przy przekroczeniu przez silnik główny określonych obrotów i obciążeń, dodatkowa dmuchawa zostanie zatrzymana, a przepływkiwanie i doładowywanie będzie się odbywać bezpośrednio turbosprężarką.

Przepływkiwanie dmuchawami wirnikowymi Roots'a znajduje coraz mniejsze zastosowanie, ustępując miejsca w silnikach dwusuwowych pompom tłokowym lub dmuchawom odśrodkowym jako bardziej prostym i zajmującym mniej miejsca, natomiast w silnikach czterosuwowych — turbosprężarkom.

Sesja Naukowa poświęcona elektrycznym metodom pomiarowym w produkcji, laboratorium i dydaktyce

Dr inż. JAN OBALSKI, prof. dr JAN ROLIŃSKI, prof. dr inż. STEFAN ZIEMBA

W dniach od 12 do 14 grudnia ub. r. odbyła się we Wrocławiu Sesja Naukowa zorganizowana przez tamtejszą Politechnikę, a poświęcona elektrycznym metodom pomiarowym w produkcji, laboratorium i dydaktyce.

Sesja była zainicjowana przez Ministerstwo Szkół Wyższych przy dużym osobistym udziale i wkładzie wiceministra *mgr inż. H. Golańskiego*.

Mimo ograniczenia tematyki Sesji zasadniczo do elektrycznych metod pomiarów, poruszono w czasie jej trwania w 100 referatach i komunikatach oraz we wszechstronnej dyskusji szereg zagadnień dotyczących pomiarów w ogóle i podniesiono ich znaczenie dla realizacji planu przeobrażenia Polski w państwo o wysokim uprzemysłowieniu, zwłaszcza w związku z dążeniem do automatyzacji produkcji. Omówiono nowoczesne metody pomiarów, nowe konstrukcje przyrządów, zagadnienia ich produkcji, sprawdzania i zastosowania w przemyśle. Jeden z głównych akcentów położony był na zagadnienia szkolenia w dziedzinie metrologii i w związanych z nią dziedzinach mechaniki precyzyjnej, kontroli i automatyki.

Już ze wstępnego przemówienia rektora *prof. D. Smoleńskiego* można było zdać sobie sprawę z wysokich celów i zadań, jakie stawiają Sesji jej organizatorzy. „Jest rzeczą konieczną — mówił rektor *Smoleński* — aby rozwój techniki odbył się skokowo, aby u jego podstaw zastosować metody, powodujące ławnowość jego rozwoju... Takim hasłem postępu w nauce i technice jest kontrola i automatyzacja produkcji... — Automatyzacja jest koroną dzisiejszego stanu wiedzy technicznej, obejmuje ona wszystkie jej gałęzie, decyduje o wykorzystaniu dotychczasowego stanu wiedzy w jednych gałęziach i zmusza do podciągnięcia innych na wyższy poziom... Rozwój techniki w kierunku automatyzacji musi niewątpliwie pójść przez konstrukcję i obsługę aparatury specjalnej pomiarowej i regulacyjnej. Aparatura ta w dużej części bazowana będzie na metodach i przyrządach elektrycznych. Jednakże aparatura służąca do pomiarów wszystkich wartości potrzebnych w technice dla jej kontroli i automatyzacji nie ogranicza się wyłącznie do aparatów działających na podstawach elektrycznych. Pomiarami i aparaturą pomiarową muszą być objęte wszystkie zjawiska i wielkości fizyczne i dlatego do konstrukcji i obsługi aparatów pomiarowych powołani są fizyko-technicy odpowiedniego rodzaju. Zadaniem tych fizyków jest właśnie konstruowanie i obsługiwanie coraz większej ilości aparatów precyzyjnych, znajdujących zastosowanie w przemyśle i pracy badawczej. Stanowią oni więc spajającą technologię czy konstruktora z fizyką jako nauką podstawową”. To prowadzi do konieczności stworzenia nowego kierunku studiów, w czym Politechnika Wrocławska zamierza się specjalizować.

Tu wypada zauważyć, że te same idee, podnoszące znaczenie pomiarów i automatyzacji w nowoczesnym przemyśle, głosi od początku swego istnienia Sekcja Metrologii i Mechaniki Precyzyjnej SIMP. Łączność pozornie odrębnych dziedzin objętych przez tę Sekcję: pomiarów, mechaniki precyzyjnej i drobnej, automatyki i kontroli technicznej oraz konieczność wspólnego ich traktowania zarówno w produkcji jak i w szkolnictwie ujaśniła się w całej pełni w pracach Sesji.

Prace te odbywały się w czterech sekcjach: mechanicznej, chemicznej, elektrycznej i łączności. Podział referatów pomiędzy te sekcje był nieco przypadkowy, co wynika zresztą z samego charakteru tematyki Sesji.

W sekcji mechanicznej w referacie wprowadzającym *prof. dr St. Ziembę* podał ogólne podstawy i warunki stosowania metod elektrycznych do pomiarów wielkości mechanicznych, podkreślając z jednej strony szerokie, praktycznie nieomal nieograniczone, możliwości stosowania „przekładni elektrycznej” oraz zasadnicze zalety, jakie w porównaniu z metodami czysto mechanicznymi wykazują metody elektryczne.

Stwierdzić należy, że tematyka sekcji mechanicznej nie objęła wszystkich najważniejszych dziedzin pomiarów wielkości mechanicznych, nie zostały np. omówione metody pomiarowe przy analizie drgań; nie poruszono sprawy modeli elektrycznych układów mechanicznych.

Tym niemniej referaty i dyskusja wykazały, że mechanicy coraz lepiej rozumieją i doceniają znaczenie metod elektrycznych mierzenia wielkości mechanicznych.

W referacie pt. „Niektóre zastosowania fotokomórek w metrologii” *prof. dr J. Roliński* podał szereg zastosowań fotokomórek, mało szerszemu ogółowi znanych, gdyż opartych na ostatnich osiągnięciach w tej dziedzinie, a więc: zastosowanie fotokomórek o zewnętrznym fotoefekcie do produkcji przymiarów kreskowych na maszynach podziałowych oraz do sprawdzania ich z dokładnością 5-krotnie większą od obecnie stosowanych, gdzie użyte są komparatory z mikroskopami zawierającymi mikrometry okularowe. Sprawdzanie odbywa się automatycznie, aparatura kierowana tzw. mikroskopem fotoelektrycznym wybija punkty na taśmie papierowej, które wyznaczają błędy wzorca sprawdzanego. Możliwe jest otrzymanie powyższą metodą dokładności sprawdzenia nawet do 0,01 μ (dotychczas najwyżej otrzymywano dokładność do 0,1 μ). Dalej podany został opis pirometru fotoelektrycznego przy użyciu fotokomórki o zewnętrznym fotoefekcie do pomiaru temperatur pieca, do rejestracji temperatury przy spawaniu elektrycznym arkuszy miedzianych. Opisany został pomiar temperatur pieców przemysłowych za pomocą selenowych fotoogni zaporowych oraz zasada pomiaru zdalnego temperatur ciał dla zakresu od 100°C do 800°C za pomocą fotokomórki oporowej z cienkiej błonki półprzewodnika PbS. Jako przykład zastosowania fotokomórek do kolorimetrii podano opis leukometru Zeissa. Wreszcie podana została zasada sprawdzania liczników energii elektrycznej za pomocą fotokomórek zrealizowana swoimi środkami w krajowej wytwórni liczników energii elektrycznej.

Rozpowszechniające się coraz bardziej pomiary długości metodami elektrycznymi były przedmiotem referatu *dr inż. J. Obalskiego* i *mgr inż. S. Wolskiego*. W referacie podano przegląd różnych metod elektrycznych, ograniczając się do stosunkowo wąskiego zakresu związanego głównie z warsztatem i kontrolą produkcji.

Rozpatrzono zatem następujące dziedziny: pomiary metodami dwustronnie stykowymi, jakie występują przeważnie w pomiarach warsztatowych. Odpowiednie narzędzia miernicze obejmują głowice elektrostatyczne, czujniki indukcyjne, pojemnościowe, fotoelektryczne i oporowe ze specjalnym zwróceniem uwagi na rozpowszechniające się stosowanie głowic i czujników indukcyjnych.

Do oddzielnej grupy zaliczono pomiary grubości w biegu produkcji, a więc pomiary w biegu przewijających się drutów, kabli, taśm, blach, nici, metodami stykowymi i bezstykowymi. Te pomiary odgrywają coraz większą rolę w dążeniu do otrzymania produktów jednolitych i o wysokiej jakości. Często przyrządy miernicze są połączone z urządzeniami sterowniczymi i regulacyjnymi.

Wyodrębniono też pomiary w czasie obróbki mechanicznej, bezpośrednio na obrabiarce bez jej zatrzymywania. Przy szybkościowych metodach skrawania pomiary takie mają ogromne znaczenie i powinny być otoczone szczególną troską konstruktorów i metrologów. U nas sprawa ta jest jeszcze w zaczątku.

Podobne znaczenie ma następna grupa pomiarów, dokonywanych przez automaty sortownicze, w których pomiar łączy się z dodatkowymi czynnościami — segregacji według grup wymiarowych, doprowadzania i usuwania przedmiotów mierzonych i in.

Omówiono dalej ważną dziedzinę pomiaru grubości ścianek, w których ze względu na dostęp tylko z jednej strony (np. zamknięte zbiorniki) nie mogą być stosowane zwykłe metody stykowe. W tej dziedzinie rozpatrzono metodę pomiaru grubości przez pomiar spadku napięcia, pomiar metodami magnetycznymi, metodą ultradźwiękową, metodą pomiaru pochłaniania promieniowania rentgenowskiego, oraz metodą pomiaru promieniowań radioaktywnych.

Szczególnie obszernie omówiono 3 metody ultradźwiękowe: a) impulsową, b) rezonansową i c) przesunięcia fazowego fali padającej i odbitej.

Wreszcie szczególnie trudną a ważną dziedzinę rozpatrzono w referacie stanowi pomiar grubości powłok, pokrywających inny materiał, bez uszkodzenia tej powłoki.

W referacie pominięto wiele doniosłych obecnie zagadnień, w których występują pomiary długości metodami elektrycznymi, a więc pomiar gładkości, pomiar wysokości poziomu cieczy w zbiornikach, pomiary geodezyjne, pomiary astronomiczne, pomiary związane z hydrolokacją i aerolokacją, pomiar małych zmian położenia menisku cieczy, pomiar wielkości cząstek stałych w cieczy i wiele innych.

Ale jak wynika z samego tylko zestawienia tematów poruszonych w tym referacie zastosowania elektryczności do pomiarów długości są ogromnie rozległe, a korzyści jakie one dają przez umożliwienie zwiększenia szybkości pomiarów, łatwe przenoszenie wskazań na odległość, osiągnięcie znacznych wzmacnień a zatem i przełożeń, trwałość i niezawodność aparatury — przemawiają za tym, aby poczynione były starania o rozwój elektrycznych metod pomiarów w tej dziedzinie również i w naszym przemyśle, technice i badaniach naukowych.

Uzupełnieniem referatu był komunikat *mgr inż. S. Medalisa* o wykonanym czujniku fotoelektrycznym jego pomysłu, mającym zastosowanie przy porównawczej metodzie sprawdzania płytek wzorcowych.

Mgr inż. St. Ilka przedstawił wykonane w kraju urządzenie do sygnalizacji przekroczenia tolerancji grubości taśm walcowanych oparte na zasadzie mechaniczno-indukcyjnej. Materiał walcowany przechodzi pomiędzy rolkami, z których jedna poddaje się zależnie od grubości materiału i powoduje zmiany w obwodzie magnetycznym cewek stanowiących dwie gałęzie mostka prądu zmiennego.

Mgr inż. A. Stryk opisał również wykonany w jednym z instytutów miernik grubości pokryć niemagnetycznych, stosowany np. do mierzenia grubości warstwy farb, lakierów, miedzi, cynku itp. na materiale magnetycznym.

Mgr inż. W. Kuliszewicz podał nową konstrukcję gładkościomierza elektronowego opartego na pomiarze zmiany pojemności kondensatora, którego jedną z okładek stanowi badana powierzchnia. Ten sam autor opisał wykonany elektronowy miernik sił skrawania również oparty na zasadzie pojemnościowej.

Mgr inż. Wł. Tryliński obrał sobie za temat „Tachometry magnetyczne”, rozpatrując zasady ich konstrukcji i wykonania. Z gruntownych rozważań wynika, że jakkolwiek tachometry takie znane są od dawna, to jednak warunki stawiane przez nowoczesne maszyny i przyrządy, których szybkość obrotu należy mierzyć — powodują duże trudności konstrukcyjne i technologiczne i wymagają całkowicie nowych rozwiązań, których przykłady zostały przez autora podane. Gruntowna analiza podana przez autora wykazuje, że opanowanie tak prostego — zdawałoby się — narzędzia mierniczego wymaga bardzo obszernych wiadomości z wielu dziedzin fizyki, poważnych wiadomości matematycznych, technologii, materiałoznawstwa, metrologii i zasad konstrukcji mechanizmów precyzyjnych, które są zupełnie inne niż w przypadku maszyn. Przy właściwym, poważnym podejściu do zagadnienia to samo można powiedzieć o każdym narzędziu mierniczym. Referat *mgr inż. Trylińskiego* był przekonującym dowodem słuszności poglądu o potrzebie zarzucenia macoszego traktowania metrologii i mechaniki precyzyjnej na terenie produkcji i szkolenia. Dyskusja, która się odbyła nad tym referatem jeszcze bardziej ugruntowała te myśli.

Mgr L. Zajdler przedstawił elektryczne metody pomiaru czasu, podał klasyfikację tych metod i szereg ciekawszych zastosowań: stopery z uruchamianiem elektromagnetycznym, aparaturę dostosowaną do celów konkurencji sportowych, zegarynkę, sygnały dokładnego czasu nadawane drogą radiową dla celów ogólnych i astronomicznych. Wreszcie wspominał o najnowszej zdobyczy: o przesyłaniu kablem telefonicznym sygnałów zegara kwarcowego prądem wysokiej częstotliwości względnie przez modulowanie częstotliwości sieci miejskiej; każdy może mieć w ten sposób u siebie w domu wtórnik zegara kwarcowego. Druga część referatu obejmowała pomiary b. krótkich odstępów czasu, przy czym omówiono pokrótce trzy zasady miernicze: balistyczną, kondensatorową i oscylograficzną. Ta ostatnia umożliwia pomiar odstępów czasu z dokładnością do 10^{-9} sek.

Zagadnienia teoretyczne, konstrukcyjne i realizacyjne dotyczące tensometrów elektrycznych omówił *prof. dr Z. Brzoska* w referacie pt. „Pomiary naprężeń metodami elektrycznymi”. Przedstawił on dwa typy tensometrów z czujnikami oporowymi (z przewodnikiem metalicznym i niemetalicznym), czujnikami indukcyjnymi i pojemnościowymi jak również podał schematy odpowiednich obwodów z elektrycznymi przyrządami mierniczymi. Przeprowadzone zostało porównanie różnych rodzajów tensometrów, które wytycza zakres stosowania każdego z nich. Wiele uwag opartych na dłuższej praktyce nadaje temu referatowi dużą wartość użytkową.

Mgr inż. J. Kaczmarek opisał siłomierz BKB (*Biernawski, Kaczmarek, Bulat*) do pomiaru sił skrawania przy wierceniu dający możliwość porównania z sobą trzech zasad mierniczych: a) zmienności oporu elektromagnetycznego za pomocą dławików różnicowych, b) piezoelektrycznej za pomocą stosów kwarcowych (zamiast dławików) i c) zmienności oporu elektrycznego za pomocą pasków oporowych. Badania wykazują wyższość metody piezoelektrycznej przy pomiarze pulsujących sił skrawania w czasie wiercenia.

Ten sam autor przedstawił zasadę pomiaru dekrementu tłumienia drgań, co ma duże znaczenie w związku z szybkością obróbką metali. Zastosowano metodę pomiaru za pomocą pasków oporowych, służących jako odbiorniki drgań i oscylografu.

Obszerny referat *prof. dr M. Sqsadka* pt. „Indykowanie silników szybkobieżnych metodami elektrycznymi” stanowił zreasumowanie obecnego stanu techniki w tej dziedzinie, porównanie różnych metod dziś stosowanych. Autor stwierdził, że nowoczesne, oparte na zasadach elektrycznych, metody indykowania, pozwoliły na głębsze wnikięcie w procesy spalania i na ilościowe ujęcie związanych z tym zjawisk, jak strzelanie, opóźnienie zapłonu, wtrysku paliwa itp. Badania dokonane za pomocą indykatorów elektrycznych rzuciły wiele światła na własności paliw i wykazały w jakim kierunku należy pójść, celem poprawienia ich własności. Indykatory te oddały też usługi w szeregu innych dziedzinach techniki. Rozpatrzone zostały indykatory oporowe, indukcyjne, magnetyczne, fotoelektryczne, pojemnościowe i piezoelektryczne, wykazane zalety i wady każdego z nich. Podkreślono szczególną przydatność indykatorów piezokwarcowych, które dzięki dużej częstotliwości drgań własnych, dużej czułości, małej wrażliwości na zmiany temperatury, stosunkowo prostemu układowi wzmacniacza — nadają się szczególnie przy badaniu silników o najwyższych prędkościach.

Mgr inż. A. Negrusz opisał wykonaną w kraju konstrukcję indykatora indukcyjnego wraz z układem mierniczym elektrycznym. Ciśnienie w cylindrze powoduje nacisk na stalową membranę, ta zaś uginając się przesuwa rdzeń z miękkiego żelaza; wywołuje to zakłócenie równowagi układu mostkowego i powstanie napięć, których przebieg obserwuje się na oscylografie.

Osobną obszerną grupę stanowiły referaty z dziedziny pomiarów cieplnych.

W referacie wstępnym z tej grupy *mgr Z. Gajewski* przedstawił „Kilka uwag o stanie termometrii”. Omówił zagadnienie termodynamicznej skali temperatur i jej realizację według przepisów zatwierdzonych przez IX Generalną Konferencję Miar w 1948 r. Skala ta obejmuje zakres temperatur począwszy od punktu wrzenia tlenu ($-182,97^{\circ}\text{C}$) aż do temperatur najwyższych, przy czym oparto się na wzorze *Plancka* rozkładu energii w widmie termicznym ciała czarnego zamiast jak dawniej na wzorze *Wiena*. Po omówieniu zmian szeregu stałych wprowadzonych przez te przepisy a spowodowanych wzrostem dokładności pomiarów, autor omówił tendencje do rozszerzenia skali do temperatury wrzenia wodoru tj. do temperatury $20,273^{\circ}\text{K}$. Propozycja w tym względzie wysunięta przez NBS stała się tematem prac *Strietkova* w Radzieckim Instytucie Miar i Należności Mierniczych; skonstruował on nowy model termometru gazowego eliminującego wpływ szkodliwej przestrzeni, utrzymując stałą gęstość gazu z dokładnością poniżej 0,002%. Prace nad tym zagadnieniem podjęło też Laboratorium Kryogeniczne w Leydzie. Autor omówił ideę *Giauque'a* oparcia skali termodynamicznej na temperaturach zera bezwzględnego i punktu topnienia lodu albo punktu potrójnego wody ($+0,01000^{\circ}\text{C}$) a więc na jednym realnym punkcie podstawowym. Wspominał wreszcie o tym, że dokładność pomiaru temperatur w obszarze od 0 do 1000°C będąca dotychczas rzędu tysięcznej stopnia przeszła być wystarczającą a rozpoczęło pracę nad osiągnięciem dokładności 10 razy większej w oparciu o udoskonaloną konstrukcję mierników elektrycznych.

Autor omówił dalej normalizacyjne prace krajowe w zakresie termometrii termoelektrycznej i wezwał fachowców z przemysłu do brania udziału w tych pracach. Zwrócił też uwagę na konieczność zajęcia się pomiarami temperatur przy zastosowaniu termistorów, fotokomórek i elektroniki. Poruszonych też zostało kilka aktualnych i ważnych zagadnień praktycznych w dziedzinie pomiaru temperatur m. in. temperatur gazów o znacznych szybkościach, przy czym przeprowadzona została dokładna analiza warunków tego pomiaru.

Prof. dr R. Szymanik w referacie pt. „Elektryczne metody pomiarów w dziedzinie wymiany ciepła” omówił b. ważne zagadnienie w gospodarce energetycznej, chłodnictwie, procesach technologicznych chemicznych i in. Podkreśliwszy, że w tej dziedzinie spotykamy się z dwoma zagadnieniami: albo

chodzi o zapewnienie możliwie jak najlepszej wymiany ciepła między dwoma czynnikami termodynamicznymi albo wprost przeciwnie, staramy się ochronić czynnik od strat ciepła. W każdym razie badania w tym kierunku prowadzą do: a) pomiarów ilości wymienianego ciepła, b) pomiarów własności fizycznych decydujących o wymianie, więc współczynników przewodzenia, przejmowania i promieniowania. Autor omówił stosowane metody tych pomiarów zatrzymując się na różnych typach ciepłomierzy (przrządów do pomiaru ilości wymienianego ciepła) elektrycznych. Między innymi opisał i zanalizował ciepłomierz pasowy, służący do wyznaczania strat ciepła przez izolację cieplną, którego zasada miernicza polega na pomiarze spadku temperatur (za pomocą szeregu termopar) na dwóch powierzchniach pasa gumowego przylegającego do badanej powierzchni. Przedyskutowano szczegółowo błędy wskazań takiego ciepłomierza. W końcu autor przedstawił rozważania o formalnej analogii pomiędzy przewodnictwem cieplnym a przewodnictwem elektrycznym, dającej możliwości łatwego badania omawianych zjawisk cieplnych i rozwiązywania różnych zagadnień praktycznych.

Ten sam autor przedstawił też komunikaty dotyczące wykonania ciekawszych pomiarów cieplnych i konstrukcji przyrządów mierniczych; mianowicie komunikat pt. „Szczególny pomiar temperatury powierzchni”, w którym opisał zastosowanie termometru termoelektrycznego do pomiaru temperatury skóry ludzkiej i komunikat pt. „Ulepszony aparat jednopłytkowy do oznaczania przewodności cieplnej materiałów izolacyjnych”.

Mgr inż. F. Ciborowski przedłożył komunikat o pomiarze temperatury drutów oporowych Glowray i Kantal D w grzejnikach rurkowych, przy czym pomiary odbywały się w czasie pracy grzejnika. W wyniku tych pomiarów autor mógł skonstruować i nastawić na seryjną produkcję wysokoobciążalnych grzałek rurkowych o obciążeniu powierzchni grzejnej ok. 250 W/cm².

Mgr inż. M. Puczek zaznajomił z wykonaniem w kraju przyrządem do pomiaru zawartości soli w kondensacie i wodzie kotłowej. Należy podkreślić duże znaczenie tego rodzaju pomiarów. Zapewnienie ciągłości dostawy energii elektrycznej odbiorcom wiąże się z warunkami, które umożliwiałyby niezakłóconą pracę turbiny parowej. To zaś zależy między innymi od jakości pary dostarczonej turbinie. Jakość pary obniża się wraz ze zwiększeniem zawartości soli rozpuszczalnych i nierozpuszczalnych w wodzie kotłowej. Idealne byłoby stosowanie chemicznie czystej wody destylowanej. Należy jednakże uzupełniać braki przez dodawanie wody świeżej do kotła. W wyniku długotrwałych prac w Związku Radzieckim ustalono, że ilość soli nie powinna przekraczać 3 mg/kg. Dawniej stosowano metodę Kohlrauscha z mostkiem zrównoważonym prądu zmiennego. Korzystniejsze do rejestracji jest stosowanie układu z mostkiem nierównoważonym z bezpośrednim odczytaniem skali w mg/l zawartości soli.

Przy projektowaniu przyrządu opisanego przez autora oparto się na doświadczeniach radzieckich. Przyrządy takie o obszarach mierniczych zależnych od przeznaczenia (do kondensatu turbin parowych, do zasilającej wody kotłowej, do kondensatu głównego przewodu parowego kotła) oparto na pomiarze przewodności właściwej elektrolitu. Urządzenie sygnalizacyjne alarmuje na wypadek przekroczenia wartości granicznej.

Na sekcji mechanicznej wygłoszono też dwa referaty na temat elektrycznych metod liczenia.

Referat J. Bohdanowicza dotyczył konstrukcji i zastosowań w przemyśle elektrycznych maszyn licząco-analitycznych opartych na systemie kart dziurkowanych. Autor przedstawił stan obecny zagadnienia tych maszyn w Polsce i wskazał problemy wymagające szybkiego rozwiązania, z których najważniejszym jest wyszkolenie kadr fachowców umiejących obsługiwać i konserwować maszyny.

Referat dr inż. L. Łukaszewicza pt. „Elektronowe analizatory równań różniczkowych i ich zastosowanie w technice” zaznajomił z konstrukcją i działaniem jednego z rodzajów takich przyrządów opartych na zasadzie realizacji elektrycznej: dla zbadania zadanego równania budujemy układ elektryczny, w którym przebieg napięcia lub prądu jest określony badanym równaniem, czyli przebieg ten daje obraz rozwiązania równania. Dokładność wyników jest rzędu 1 do 2%. Przyrządy takie dają niewiarygodną szybkość liczenia i wiele rachunków, wymagających nieraz miesięcy pracy licznych personelu, wykonuje się tu natychmiastowo. To samo dotyczy reszty tzw. elektronowych przyrządów cyfrowych i działających na zasadzie analogii, które nie były przedmiotem referatu. Autor podał przykład zastosowań przyrządów do rozwiązywania równań różniczkowych a także analizy sieci elektrycznych.

Do tej samej dziedziny należy referat mgr inż. T. Kopaczka pt. „Analizator sieci prądu zmiennego” wygłoszony na sekcji elektrycznej Sesji. Analizator ten, którego wykonanie i działanie uczestnicy Sesji mieli możność podziwiać na miejscu, stanowi w małej skali model rozgałęzionej sieci elektrycznej o 600 węzłach i pozwala w ciągu ok. 40 sekund zmierzyć wszystkie wielkości charakterystyczne sieci tj. moc czynną, bierną, natężenie prądu, kąt fazowy i napięcie. Przy metodzie rachunkowej wymaga to czasu rzędu dni i tygodni. Analizator składa się zasadniczo z 2 części: 1) konstrukcji żelaznej zawierającej 119 komórek przeznaczonych do wsuwania szufladek z elementami (opornikiem, cewką, kondensatorem) odtwarzającymi parametry sieci. Są tu umieszczone też modele 23 generatorów; 2) stołu pomiarowego, na którym odczytuje się żądane wielkości w dowolnych punktach sieci. Analizator pozwala badać zagadnienia zwarć, przeciążeń, przerw w przesyłce energii elektrycznej, wpływ dowolnych zmian obciążeń, ustalać najlepszą lokację nowych źródeł energii i wiele innych. Mechaników może analizator ten interesować o tyle, że pozwala on też rozwiązywać na podstawie analogii elektrycznej różnego rodzaju zagadnienia mechaniczne, związane z układami wielu równań algebraicznych.

Brak miejsca nie pozwala na omówienie wielkiej liczby referatów wygłoszonych też na innych sekcjach. Ograniczymy się tylko do podania tytułów niektórych z nich, mających pewien związek z zastosowaniami mechanicznymi.

Na sekcji łączności:

prof. dr T. Zagajewski „Elektronika w zastosowaniu do pomiarów przemysłowych”

mgr inż. J. Tabin „Zastosowanie lamp radioodbiornych w konstrukcji impulsowego aparatu ultradźwiękowego”

prof. dr M. Jeżewski „Kondensator do pośrednich pomiarów wilgotności drewna”

prof. dr W. Jankowski „Badanie warunków akustycznych w zakładach przemysłowych”

prof. dr I. Malecki i mgr inż. Kacprowski „Pomiary elektroakustyczne w przemyśle”

mgr inż. J. Hołownia „Badanie warunków akustycznych występujących w czasie pracy w zakładach przemysłowych”

Na sekcji chemicznej:

dr inż. W. Mazgaj „Elektryczne metody pomiarowe w procesach i ciągłej kontroli procesów technologicznych”

mgr inż. B. Modrzejewski „Elektryczne metody pomiarowe w chemicznym laboratorium naukowym i technicznym”

mgr inż. B. Modrzejewski „Automatyczna analiza spektrometryczna”.

Sprawy szkoleniowe nie były reprezentowane w oddzielnej sekcji jakby należało, ale przewijały się przez znaczną część referatów, oraz w dyskusji nad nimi. Poza przemówieniem wstępnym rektora prof. Smoleńskiego, o czym wspomniano poprzednio, w całości zagadnieniem szkolenia był poświęcony niezmiernie wartościowy referat mgr inż. K. Hellera, wygłoszony na sekcji chemicznej pt. „Kształcenie inżynierów chemików, mechaników i elektryków z punktu widzenia pomiarów”.

Autor, będący inżynierem mechanikiem i elektrykiem, pracującym przez wiele lat na stanowiskach pomiarowych w przemyśle, ujął w tym referacie wyniki swych obserwacji nad potrzebami przemysłu w dziedzinie wyszkolonych pomiarowców i sformułował zadania, stojące w związku z tym przed naszymi politechnikami.

Zastanowiwszy się nad celami kształcenia inżynierów przemysłowych w dziedzinie pomiarowej autor dochodzi do wniosku, że obok bezpośredniego celu jakim jest wykonywanie pomiarów techniczno-przemysłowych w fabrykach celem ubocznym jest umożliwienie inżynierowi zrozumienia procesów przemysłowych, lepsze i istotne ich opanowanie, wyrobienie w sobie tej właściwej intuicji którą powszechnie znamy „wzruciem się” w daną dziedzinę zjawisk. Do tego jest potrzebny specjalista z odnośnej dziedziny techniki o podstawowym i gruntownym wyszkoleniu pomiarowym. Wychowanie pomiarowe powinno poza tym rozwijać samodzielność myślenia technicznego. „Do znużenia trzeba wpajać ludziom slogan: mierzyć znaczy wiedzieć. Raz na zawsze i wszyscy powinniśmy pojąć tę wielką prawdę, że cała istota postępu i w nauce i w technice leży tylko w umiejętnym i ścisłym oddzielaniu różnych fizycznych i chemicznych czynników od siebie i następnym równie umiejętnym i ścisłym ich mierzeniu. To jest drugi istotny i u nas bodajże zapoznany cel nauki o pomiarach”.

Stwierdziwszy potrzebę wyszkolenia pomiarowego autor rozważa dalej jego program i metodykę nauczania. Wobec rozległości dziedziny pomiarów trzeba się ograniczyć do rzeczy najważniejszych, zacząć od prostych, przechodząc do coraz bar-

dziej zawiliych, a ukoronowaniem tej nauki powinny być ogólne teoretyczne podstawy mierzenia z teorią błędów itd. Autor rzuca myśl reformy sposobu nauczania, przy której z przedmiotów pomiarowych nie byłoby prawie żadnych wykładów, a większość pracy byłaby przerzucona na pracownię, gdzie studenci mieliby stały bezpośredni kontakt z profesorem i asystentami. W ten sposób wykłady, przystosowane z konieczności zwykle do jakiegoś przeciętnego bliżej nieokreślonego słuchacza, byłyby zastąpione rozmowami dostosowanymi każdorazowo do zdolności i osobowości poszczególnych słuchaczy.

W wyniku dwudniowych obrad Sesja uchwaliła szereg wniosków, których realizacja niewątpliwie będzie miała doniosłe znaczenie dla przemysłu, techniki i nauki polskiej.

Stwierdzając, że wobec ogromnego tempa rozwoju przemysłu i przewidywanej dalszej jego rozbudowy, rozwój miernictwa, kontroli produkcji i automatyzacji procesów przemysłowych jest niewystarczający w stosunku do zapotrzebowania produkcji i nauki polskiej uczestnicy Sesji zaproponowali szereg środków zaradczych przez uruchomienie względnie rozszerzenie produkcji sprzętu mierniczego, podniesienie kwalifikacji zawodowych pracowników przemysłu, zajętych w działach miernictwa, kontroli i automatyzacji, wprowadzenie w szkolnictwie zawodowym specjalizacji z zakresu aparatury kontrolno-pomiarowej i regulacyjnej, w szkolnictwie wyższym podawanie w ramach istniejących organizacji wystarczających wiadomości z dziedziny miernictwa, kontroli produkcji i automatyzacji oraz wprowadzenie odpowiednich kierunków specjalizacyjnych. Do

dezyderatów należy też m. in. wydanie cyklu podręczników i innych wydawnictw z powyższych dziedzin oraz możliwie szybkie zorganizowanie odpowiedniego czasopisma technicznego.

Sesja Wrocławska była przedsięwzięciem wyjątkowo udanym. W ciągu dwóch dni została odrobiona tu „zaległość” wielu lat. Dokonano przeglądu obecnego stanu podstawowych dziedzin miernictwa, podano osiągnięcia różnych naszych placówek naukowo-badawczych i przemysłowych, wskazano potrzeby przemysłu i techniki w dziedzinie pomiarów, wytyczono program działania dla zaspokojenia tych potrzeb. Duże znaczenie miał bezpośredni kontakt między osobami zajmującymi się różnymi działami pomiarów, konstruktorów z użytkownikami, teoretyków z praktykami. Dokonano wymiany poglądów i spostrzeżeń, nawiązano łączność różnych placówek, zajmujących się podobnymi zagadnieniami, o czym często dowiadzano się dopiero na Sesji.

Na podkreślenie zasługuje zwłaszcza wzorowa organizacja Sesji. Organizatorzy nie zapomnieli o niczym, co było potrzebne, aby uczestnicy Sesji mogli w spokoju całkowicie wypełnić swój czas udziałem w obradach. Wydane przed rozpoczęciem Sesji dwa tomy (ok. 800 stron) referatów pozwoliły uczestnikom na uprzednie zaznajomienie się z nimi, a przez to zwolniły prelegentów z obowiązku pełnego ich wygłaszania, co w ogóle umożliwiło przedstawienie niezwykle bogatego materiału w tak krótkim czasie.

Zyczyć by należało, aby wyniki prac Sesji były jak najszybciej zrealizowane.

TRYBUNA DYSKUSYJNA

Uwagi krytyczne do artykułu pt. „O wyróżniku szybkobieżności rotodynamicznych maszyn wodnych”

Mgr inż. E. S. BURKA

W związku z artykułem mgr inż. A. T. Troskolańskiego pt. „O wyróżniku szybkobieżności rotodynamicznych maszyn wodnych”, opublikowanym w styczniowym zeszycie „Przeglądu Mechanicznego” z roku bieżącego, podaję kilka uwag krytycznych. Uwagi te dotyczą raczej poglądów niektórych autorów, na których Autor artykułu powołał się w spisie literatury.

W ww. artykule Autor konfrontuje ze sobą dwa różne sposoby określania szybkobieżności silników wodnych i twierdzi, iż dotychczasowy sposób określania szybkobieżności, jako najkorzystniejszej liczby obrotów geometrycznie podobnej turbiny oddającej pod spadem jednego metra moc jednego konia mechanicznego (wyróżnik n_s), należałoby zastąpić nowym sposobem określania szybkobieżności, jako najkorzystniejszej liczby obrotów geometrycznie podobnej turbiny lykającej w sekundzie pod spadem jednego metra jeden metr sześcienny (wyróżnik n_q).

Oceniając celowość wprowadzania wyróżnika n_q , należy stwierdzić na wstępie, iż wprowadzanie nowego miernika szybkobieżności turbin wodnych jest z przyczyn niżej podanych niecelowe.

1) Zarówno wyróżnik n_s , jak i n_q jako miernik szybkobieżności turbin wodnych, jest pojęciem praktycznym, a nie ściśle naukowym, co przy propagowaniu wyróżnika n_q należy wziąć pod uwagę. Pojęcie wyróżnika szybkobieżności byłoby wtedy pojęciem naukowo ścisłym, gdyby odnoszono go do jednoznacznie określonego stanu ruchu jednostki hydromotorycznej, tj. do tego stanu, któremu odpowiada na planie warstwicowym współczynników skutku użytecznego punkt szczytowy. Przyjęte powszechnie odnoszenie wyróżnika szybkobieżności do stanu ruchu, odpowiadającemu maksymalnemu rozwarcie łopatek kierownicy, powoduje nieścisłość określonego w ten sposób pojęcia, gdyż stan ruchu odpowiadający maksymalnemu rozwarcie łopatek kierownicy jest stanem jednoznacznie określonym. Autor podręcznika „Wasserkraftmaschinen” (Berlin — Göttingen 1948) L. Quantz, w przeciwieństwie do innych autorów, przyjmuje np., że przy maksymalnym rozwarcie łopatek kierownicy współczynnik skutku użytecznego η osiąga wartość 0,83. Warto by wobec tego zapytać Autora owego podręcznika, do jakiego stanu ruchu należy odnosić wyróżnik szybkobieżności małych, wolnoobrotowych jednostek hydromotorycznych, których współczynnik skutku użytecznego nie osiąga w ogóle wartości 0,83.

2) Niesłuszne jest twierdzenie, jakoby w nowszej literaturze technicznej z dziedziny turbin wodnych używanych przeważnie pojęcia miernika szybkobieżności n_q . Zarówno w literaturze

radzieckiej, jak i w przeważającej części literatury zachodnioeuropejskiej nie spotykamy bowiem tego pojęcia. Jedyne niewielu autorów, m. in. L. Keyl i L. Quantz, podaje obok wyróżnika szybkobieżności n_s również wyróżnik n_q .

3) Wspomniani ostatnio Autorzy nie zwracają uwagi na wpływ, jaki wymiary geometryczne podobnych turbin wywierają na wielkości określające ich stan ruchu, a więc i na wyróżnik szybkobieżności. Zapominają oni bowiem o znanym fakcie, iż w obrębie tej samej serii wartość wyróżnika n_s oraz n_q jednostki hydromotorycznej zależy w znacznym stopniu od średnicy wirnika.

4) Niesłuszne jest twierdzenie niektórych autorów, m. in. Keyla i Quantza, jakoby wyróżnik szybkobieżności n_q był niezależny od współczynnika skutku użytecznego η i wskutek tego miał być rzekomo lepszy od wyróżnika n_s . Błędność tego twierdzenia można wykazać na podstawie wywodu współczynników n_s i n_q , który przeprowadzono poniżej. Wskaźnik dolny I oznacza w podanych poniżej tabelkach wartości zredukowane na spadek jednego metra, D_s wzgl. D_q średnicę wirnika turbiny o wymiarach zredukowanych odpowiednio do określania wyróżnika, N_s jej moc, Q_s jej przeływ sekundowy, η_s wzgl. η_q jej współczynnik skutku użytecznego.

D	H	η	N	n
D	1	η	$N_I = \frac{N}{H \sqrt{H}}$	$n_I = \frac{n}{\sqrt{H}}$
D_s	1	η_s	$N_s = \left(\frac{\eta_s}{\eta}\right)^3 \cdot \left(\frac{D_s}{D}\right)^2 \cdot N_I = 1$	$n_s = \sqrt{\frac{\eta_s}{\eta}} \cdot \frac{D}{D_s} \cdot n_I$

$$\frac{D}{D_s} = \left(\frac{\eta_s}{\eta}\right)^{\frac{3}{4}} \cdot \sqrt{N_I} = \left(\frac{\eta_s}{\eta}\right)^{\frac{3}{4}} \cdot \sqrt{\frac{N}{H \sqrt{H}}}$$

$$n_s = \left(\frac{\eta_s}{\eta}\right)^{\frac{5}{4}} \cdot \sqrt{\frac{N}{H \sqrt{H}}} \cdot n_I$$

$$n_s = \left(\frac{\eta_s}{\eta}\right)^{\frac{5}{4}} \cdot \frac{n}{H} \sqrt{\frac{N}{\sqrt{H}}}$$

D	H	η	Q	n
D	1	η	$Q_1 = \frac{Q}{\sqrt{H}}$	$n_1 = \frac{n}{\sqrt{H}}$
D_q	1	η_q	$Q_s = \sqrt{\frac{\eta_q}{\eta}} \cdot \left(\frac{D_q}{D}\right)^2 \cdot Q_1 = 1$	$n_q = \sqrt{\frac{\eta_q}{\eta}} \cdot \frac{D}{D_q} \cdot n_1$

$$\frac{D}{D_q} = \left(\frac{\eta_q}{\eta}\right)^{\frac{1}{4}} \cdot \sqrt{Q_1} \left(\frac{\eta_q}{\eta}\right)^{\frac{1}{4}} \cdot \sqrt{\frac{Q}{H}}$$

$$n_q = \left(\frac{\eta_q}{\eta}\right)^{\frac{3}{4}} \cdot \sqrt{\frac{Q}{H}} \cdot n_1$$

$$n_q = \left(\frac{\eta_q}{\eta}\right)^{\frac{3}{4}} \cdot \frac{n}{\sqrt{H}} \cdot \sqrt{\frac{Q}{H}}$$

Jak widać z podanych przeliczeń, zależność wyróżnika szybkobieżności n_s i n_q od współczynnika skutku użytecznego η nie ulega żadnej wątpliwości, a wpływ wartości tego współczynnika może być bardzo znaczny.

Rekapituluując powyższe uwagi krytyczne, należy podkreślić, że posługiwanie się przyjętymi, niezupełnie ścisłymi pojęciami, nie może spowodować żadnych niepożądanych następstw, o ile tylko posługujący się nimi jest dostatecznie obeznany z teorią maszyn wodnych i posiada w tej dziedzinie dostateczne doświadczenie praktyczne.

W związku z powyższymi wywodami warto poddać jeszcze krytyce dwa określenia wprowadzone w artykule.

a) Autor artykułu nazywa ilość cieczy Q przepływającej w jednostce czasu — *natężeniem przepływu*. Określenie to nie wydaje się być poprawne. Natężenie przepływu posiada swoje uzasadnienie w elektrofizyce, skąd zapewne zostało zaczerpnięte. W przypadku przepływu cieczy pod mianem natężenia można rozumieć równie dobrze masę, ciężar, jak i objętość medium przepływającego w sekundzie. Określenie to, jako wieloznaczne, nie powinno więc być stosowane. Należy raczej zachować dotychczasowe określanie objętości cieczy przepływającej przez wirnik w sekundzie krótszą nazwą „przelyk” (a w przypadku pompy — nazwą „wydatek”).

b) Określanie turbiny wodnej nazwą *maszyny wodnej rotodynamicznej* byłoby wtedy uzasadnione, gdyby w dziedzinie turbin wodnych można było przeprowadzić podział na silniki rotodynamiczne i rotostacyjne. Ponieważ taki podział jest niemożliwy, przeto nie widać potrzeby, dla której miałyby się wprowadzać do polskiego słownictwa technicznego tę nową nazwę.

Nazwy: *natężenie przepływu objętościowe* Q i *natężenie przepływu masowe* Q_m zostały wprowadzone w normie PN/O-113 i są dotychczas obowiązujące. Objętość cieczy podnoszoną przez pompę w jednostce czasu nazywamy *wydajnością*, a nie „wydatkiem” (patrz: Poradnik Techniczny „Mechanika”, tom IV/2, PWT, Warszawa 1953).

W sprawie słownictwa rotodynamicznych maszyn wodnych odsyłamy czytelników do artykułu mgr inż. A. T. Troksolańskiego, ogłoszonego w tym zeszycie pt. „O podziale i nazwach pomp”. Artykuł ten stanowi powtórzenie części artykułu tegoż autora z nr 11/52 Wiadomości PKN.

(przyp. red.)

O normalizacji wyróżnika szybkobieżności rotodynamicznych maszyn wodnych

Artykuł omawia tendencje panujące we współczesnej literaturze w odniesieniu do określania szybkobieżności rotodynamicznych maszyn wodnych.

Rozważania zawarte w artykule moim o wyróżnik: szybkobieżności rotodynamicznych maszyn wodnych, zamieszczonym w zeszycie 1/53 „Przeglądu Mechanicznego”, pragnąłbym uzupełnić poniższymi uwagami:

W literaturze naukowej z dziedziny rotodynamicznych maszyn wodnych, podobnie zresztą jak i we wszystkich naukach i umiejętnościach technicznych, istnieje zdrowa dążność do normalizacji pojęć naukowych i technicznych. Takim podstawowym pojęciem w teorii rotodynamicznych maszyn wodnych jest *wyróżnik szybkobieżności*, określony jednym z dwu poniższych wzorów:

$$n_{sN} = \frac{n}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{N}{H \sqrt{H}}} = \frac{n \sqrt{N}}{H^{3/4}} \quad [1]$$

$$n_{sQ} = \frac{n \sqrt{Q}}{\sqrt{H \sqrt{H}}} = \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad [2]$$

Oba te wzory umożliwiają obliczenie wartości, określającej w sposób przybliżony, orientacyjny kształt wirnika rotodynamicznej maszyny wodnej, a tym samym podział wirników na typy i na odwrót zakwalifikowanie danego wirnika do określonego typu.

W teorii turbin wodnych, w których chodzi głównie o moc N oddawaną przez turbinę prądnicy przy danym spadzie H , rozpowszechnił się wzór [1], a w teorii pomp rotodynamicznych, w których charakterystyczną wielkością jest wydajność Q przy wysokości podniesienia H — wzór [2].

Wyższość wyróżnika n_{sQ} nad wyróżnikiem n_{sN} polega na jego niezależności od ciężaru właściwego cieczy. W turbinach wodnych, w których mamy do czynienia z reguły z wodą, zagadnienie to nie odgrywa poważniejszej roli, ponieważ ciężar właściwy wody nie ulega tak dużym zmianom,

Mgr inż. ADAM TADEUSZ TROSKOLAŃSKI

by mógł wywrzeć poważniejszy wpływ na wartość liczbową orientacyjnego wyróżnika szybkobieżności. Natomiast w pompach, które podnoszą ciecie o różnych ciężarach właściwych, niewłaściwość stosowania wyróżnika n_{sN} , jako wielkości zależnej od ciężaru właściwego podnoszonej cieczy, jest oczywista. Jednemu i temu samemu wirnikowi odpowiadałoby bowiem tyle wartości wyróżnika szybkobieżności, do ilu rodzajów cieczy pompa mogłaby być użyta. Tymczasem postać wzoru określającego szybkobieżność powinna być taka, by wartość liczbową n_s zależała głównie od kształtu wirnika.

Poważnym argumentem przemawiającym przeciw stosowaniu wyróżnika n_{sN} są zasadnicze rozbieżności w jego określeniu. W niektórych podręcznikach wielkość oznaczana we wzorze [1] symbolem N odpowiada mocy teoretycznej N_{th} , w innych natomiast — mocy użytecznej N_u . Z przyjęcia dwu różnych wielkości N_{th} wzgl. N_u , wpływających na wartość liczbową wyróżnika n_{sN} , wynikają dwa nie pokrywające się z sobą wzory:

$$\text{przy założeniu } N = N_{th} \quad n_{sN} = 3,65 \, n_{sQ} \quad [3]$$

$$\text{przy założeniu } N = N_u \quad n_{sN} = 3,65 \sqrt{\eta} \, n_{sQ} \quad [4]$$

Natomiast wyróżnik n_{sQ} jest określony jednoznacznie wzorem [2], w którym Q oznacza z reguły przepływność rzeczywistą turbiny, czy też pompy.

Nic więc dziwnego, iż w literaturze z zakresu pomp rotodynamicznych i turbin wodnych zarysowuje się zdecydowana dążność do zerwania z uświęconym tradycją wyróżnikiem n_{sN} i przejścia na wyróżnik n_{sQ} , jako jedyny wyróżnik szybkobieżności rotodynamicznych maszyn wodnych.

I tak np. już w 1938 r. André Tenot w artykule „Turbines hydrauliques”, zamieszczonym w I tomie 23 wydania poradnika Laharpe'a „Notes et formules de l'ingénieur”, wprowadza obok wyróżnika n_{sN} wyróżnik n_{sQ} . Wyróżnik ten stosuje również w artykule „Pompes, ventilateurs et compresseurs”, zamieszczonym w II tomie tegoż poradnika, wydanym w 1950 r.

Obie formuły na wyróżnik szybkobieżności podają następujący autorzy: Herbert Addison „Centrifugal and other rotodynamic pumps” 1948.

Casimir Monteil „Turbines hydrauliques”. Encyklopedia „Techniques de l'ingénieur” (Fasc. B 460 z 1948 r.).

E. Sörensen „Die Kreiselpumpen” (Taschenbuch für den Maschinenbau) 1948. H. Dubbel, 8 wydanie z 1941 r.), podaje formułę na n_{sQ} i zaznacza, iż rozpowszechniona w teorii turbin formuła na n_{sN} jest mniej właściwa.

Fr. Oesterlen „Die Wasserturbinen“ (H. Dubbel, 8 wydanie z 1941 r.) na oznaczenie szybkości turbiny wodnej podaje wyróżnik n_{sQ} , podkreślając jego jasność, jednoznaczność i powszechność wynikającą z przydatności do określania n_s pomp. Zaznacza przy tym, iż wyróżnik n_{sN} jest dotychczas stosowany w turbinach wodnych, w których chodzi głównie o moc.

C. Pfleiderer, autor klasycznego podręcznika „Die Kreiselpumpen“ (3 wydanie z 1949 r.) i dzieła podstawowego „Die Strömungsmaschinen“ (1952 r.), opiera swe rozważania na wyróżniku n_{sQ} , zaznaczając, iż używany w budownictwie turbin wodnych wyróżnik n_{sN} ma tę ujemną stronę, iż jego wartość zmienia się w zależności od rodzaju medium.

Wydana w kwietniu ub. roku norma „Abnahmeversuche an Kreiselpumpen“ DIN 1944 określa szybkość (Schnellläufigkeit) pompy rotodynamicznej wzorem [2], a zależność między tym wyróżnikiem a wyróżnikiem n_{sN} , zwanym „właściwą liczbą obrotów“ (spezifische Drehzahl) określa wzorem:

$$n_{sN} = n_{sQ} \sqrt{\frac{\gamma}{75}}$$

gdzie γ oznacza ciężar właściwy podnoszonej cieczy. Formuła ta dla wody ($\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$) przybiera postać:

$$n_{sN} = 3,65 n_{sQ}$$

W podobny sposób określa wyróżnik szybkości pompy A. A. Łomakin w artykule „Nasosy“, zamieszczonym w XII tomie encyklopedii „Maszynostrojenje“.

O rozpowszechnieniu wyróżnika szybkości n_{sQ} świadczy stosowanie go w przystępnych podręcznikach turbin wodnych: L. Quantz „Wasserkraftmaschinen“ (9 wydanie z 1948 r.) i L. Keyl u. H. Häckert „Wasserkraftmaschinen und Wasserkraftanlagen“ (3 wydanie z 1951 r.) i w przystępnych podręcznikach pomp: L. Quantz „Kreiselpumpen“ (4 wydania z 1941 r.) i H. Matthiessen u. E. Fuchslocher „Die Pumpen“ (8 wydanie z 1948 r.).

W wielu nowszych pracach z dziedziny pomp rotodynamicznych nie spotykamy w ogóle wyróżnika szybkości n_{sN} .

I tak np. G. F. Wislicenus, autor podstawowej monografii „Fluid Mechanics of Turbomachinery“, w artykule „Centrifugal pumps“, zamieszczonym w 4 wydaniu poradnika: L. S. Marks „Mechanical Engineers' Handbook“ z 1941 r. podaje jedynie wyróżnik n_{sQ} , pomijając całkowicie wyróżnik n_{sN} .

Również o wyróżniku n_{sN} nie wspomina nawet Paul Bergeron w artykule „Pompes centrifuges“, zamieszczonym w encyklopedii „Techniques de l'ingénieur“ (Fasc. B 470 z 1948 r.), ograniczając się do podania wzoru na wyróżnik n_{sQ} , zwany przez niego „prędkością właściwą“ (vitesse spécifique).

A. J. Stepanoff, jeden z najwybitniejszych konstruktorów pomp rotodynamicznych, w swej książce „Centrifugal and axial flow pumps“ (1948 r.) stosuje wyłącznie wyróżnik n_{sQ} , nie wspominając nawet słowem o dawnym wyróżniku n_{sN} .

Przykłady powyższe odzwierciedlają tendencje we współczesnej literaturze w odniesieniu do określania szybkości rotodynamicznych maszyn wodnych.

O podziale i nazwach pomp

1. Określenie i podział pomp

Pompami nazywamy maszyny, służące do podnoszenia cieczy z poziomu niższego na poziom wyższy lub też do przetłaczania cieczy z obszaru o ciśnieniu niższym do obszaru o ciśnieniu wyższym; działanie ich opiera się na wytwarzaniu różnicy ciśnień między stroną ssawną a stroną tłoczącą organu roboczego (tłoka, wirnika) pompy.

W zależności od sposobu przenoszenia cieczy z przestrzeni ssawnej do przestrzeni tłocznej wewnątrz kadłuba pompy dzielimy na dwie zasadnicze grupy:

- 1) pompy wyporowe, zwane również pompami tłokowymi (w szerszym tego słowa znaczeniu),
- 2) pompy rotodynamiczne, ściślej rotokinetyczne, zwane również choć niewłaściwie „pompami wirowymi, wirnikowymi lub turbinowymi“.

I. POMPY WYPOROWE

Pompami wyporowymi nazywamy takie pompy, których zasada polega na wyparciu określonej dawki cieczy z przestrzeni ssawnej przez odpowiedni ruch (przesunięcie, obrót lub ruch złożony z przesunięcia i obrotu) organu roboczego (tłoka, nurnika, skrzydełka, wirnika itp.) do przestrzeni tłocznej; koniecznym warunkiem działania pomp wyporowych jest zastosowanie pasowania suwliwego lub obrotowego takiej klasy, by ruch organu roboczego wewnątrz komory roboczej był możliwy, a zarazem przestrzenie: ssawna i tłoczna były oddzielone od otaczającego powietrza i od siebie z dostateczną szczelnością. Ruchy organu roboczego i cieczy przez ten organ przetłaczanej są tak z sobą powiązane, iż zmiana położenia organu roboczego powoduje równocześnie odpowiednie przemieszczenie masy cieklej; w przypadku unieruchomienia organu roboczego przepływ cieczy przez pompę w kierunku normalnym (tj. od obszaru ssawnego ku obszarowi tłocznemu) jest niemożliwy.

W zależności od ruchu organu roboczego pompy wyporowe dzielimy na:

- 1) Pompy o ruchu posuwisto-zwrotnym tłoka (pompy tłokowe, nurnikowe i przeponowe),
- 2) Pompy o ruchu tłoka obrotowo-zwrotnym (pompy skrzydełkowe),
- 3) Pompy o ruchu obrotowym organów roboczych, zwane pompami rotacyjnymi (pompy łopatkowe, pompy wałeczkowe, pompy o wirujących cylindrach, pompy o wirujących tłokach, pompy zębate, pompy śrubowe),
- 4) Pompy o ruchu obiegowym tłoka (pompy puszkowe),
- 5) Pompy o ruchu precesyjnym (oscylująco-obrotowym) tłoka (pompy tarczowe).

II. POMPY ROTODYNAMICZNE

Pompami rotodynamicznymi, ściślej rotokinetycznymi, nazywamy pompy, których organem roboczym jest osadzony na obra-

Mgr inż. ADAM TADEUSZ TROSKOLANSKI

cającym się wale wirnik, powodujący zwiększanie się krętu¹⁾ przepływającej przezeń cieczy.

Zasada działania pompy rotodynamicznej polega na tym, że obracający się wirnik dzięki odpowiedniemu ukształtowaniu łopatek wprawia cząstki cieczy, znajdujące się w przestrzeniach międzyłopatkowych (ograniczonych np. w pompach odśrodkowych dwiema sąsiednimi łopatkami oraz dwiema tarczami), w ruch od strony ssawnej ku stronie tłocznej. Spowodowane tym ruchem zmniejszenie się ciśnienia u wlotu na biernej stronie łopatki wywołuje zjawisko ssania cieczy przez rurę ssawną do wnętrza pompy.

W zależności od ukształtowania wirnika pompy rotodynamiczne dzielimy na:

- 1) pompy odśrodkowe, 2) pompy helikoidalne, 3) pompy diagonalne i 4) pompy śmigłowe.

Do pomp rotodynamicznych zaliczamy również pompy o pierścieniu wodnym, zwane pompami wirowymi.

2. O nazwach pomp

W przeciwieństwie do nazw konkretnych typów pomp, które od wielu lat zostały ustalone, nazwy pomp wyporowych i pomp rotodynamicznych, zarówno w literaturze polskiej, jak i zagranicznej ulegały częstym zmianom, wynikającym z płynności kryteriów klasyfikacyjnych, jak i trudności językowych.

I. POMPY WYPOROWE

Na oznaczenie pomp wyporowych stosuje się w literaturze naukowo-technicznej następujące nazwy:

W literaturze angielskiej — niezbyt przekonywująca i zrozumiała nazwa *positive pumps* w przeciwstawieniu do *inferential pumps* lub *rotodynamic pumps*; dopiero w najnowszych publikacjach pojawia się nazwa właściwa: *displacement pumps* (pompy wyporowe).

W literaturze francuskiej pokutuje nazwa niewłaściwa: *pompes volumétriques*; pompy rotodynamiczne można bowiem również zaliczyć do pomp objęściowych, ponieważ w określonym czasie podnoszą określoną objętość cieczy. Utworzenie wyrażenia: *pompes de déplacement* nie nasuwałoby żadnych trudności.

W literaturze niemieckiej obok nazwy *Kolbenpumpen*, używanej w szerszym tego słowa znaczeniu, spotykamy ostatnio nazwy właściwe: *Verdrängungspumpen* (pompy wyporowe) i *Verdrängerpumpen* (pompy wypornikowe).

W literaturze radzieckiej na oznaczenie pomp wyporowych spotykamy jedynie nazwę: *porshnezhiye nasosy*.

¹⁾ Jest to istotna cecha wirnika pomp rotodynamicznych, odróżniająca go od wirnika pomp rotacyjnych.

W artykule o klasyfikacji pomp w 1949 r.¹⁾ wprowadziłem termin „pompy komorowe”, termin niezbyt udany, ponieważ nie odzwierciedlał on istoty działania tych pomp.

Nazwa *pompy wyporowe* odpowiada najlepiej zjawisku tłoczenia w pompach tego systemu, polegającego na wypieraniu pewnej dawki cieczy przez organ roboczy (tłok, nurnik, skrzydełko, łopatkę, wirnik) pompy.

II. POMPY ROTODYNAMICZNE

Najstarszą nazwą na oznaczenie pomp rotodynamicznych są „pompy obrotowe”, używane przez F. Kucharzewskiego („Wykład hydrauliki z teorią maszyn wodnych”, Paryż 1873) w znaczeniu pomp odśrodkowych. Nazwa ta jest niewłaściwa, ponieważ może odnosić się zarówno do pomp rotodynamicznych, jak i rotacyjnych, tj. pomp wyporowych o obrotowym ruchu organów roboczych.

Najbardziej rozpowszechniona w polskiej literaturze nazwa „pompy wirnikowe” jest niewłaściwa, ponieważ nie tylko pompy rotodynamiczne mają wirniki, ale i pompy rotacyjne, których organ lub organy robocze są wirnikami o różnych kształtach. Można by wprowadzić zacieśnić pojęcie *wirnika* do takiego obrotowego elementu roboczego, który powoduje zmianę krętu przepływającej przez niego cieczy, ale zacieśnienie takie nie może się utrzymać, ponieważ wyraz *wirnik* jest używany w szerszym znaczeniu, zarówno w maszynach wodnych (turbinach wodnych i pompach), jak i w maszynach elektrycznych.

Niewłaściwą jest również nazwa „pompy wirowe”. Jej genezy szukać należy przypuszczalnie w nieścisłym przetłumaczeniu wyrazu angielskiego „vortex motion”, który nie oznacza ruchu wirowego (rotational motion), lecz ruch okrężny dookoła osi obrotu. Ponadto nazwa ta koliduje z powszechnie używaną nazwą na oznaczenie pomp próżniowych o pierścieniu wodnym.

Niewłaściwość nazwy „pompy wirowe”, której odpowiednikiem byłyby „silniki wodne wirowe”, polega na tym, iż nazwa ta nasuwa przypuszczenie, jakoby przepływ cieczy przez wirnik był podobny do swobodnego lub wymuszonego ruchu okrężnego cieczy, oznaczanego dawniej nazwami wiru swobodnego (free vortex) lub wiru wymuszonego (forced vortex). W istocie zaś jedynie przepływ cieczy przez pompę odśrodkową jest podobny do wymuszonego ruchu okrężnego cieczy, w którym dzięki działaniu siły odśrodkowej następuje ruch cząstek cieczy od

środku na zewnątrz wirnika. Istota działania pomp rotodynamicznych polega na powiększeniu *krętu* cieczy przepływającej przez wirnik, a nie na ruchu wirowym²⁾ cieczy. Dlatego też nazwa rodzaju: *pompy krętne*, jakkolwiek fonetycznie niemiła, miałaby większe szanse na zdobycie prawa obywatelstwa w polskiej literaturze technicznej niż nazwa „pompy wirowe”, nasuwająca błędne skojarzenia na skutek rozbieżności ze słownictwem hydromechaniki.

Niezbyt szczęśliwą nazwą są również „pompy turbinowe”; po pierwsze dlatego, że nie można wprowadzać do określenia pewnej maszyny nazwy innej maszyny, znajdującej się na tym samym poziomie klasyfikacyjnym (pompa — turbina), a po wtóre nazwę „pompa turbinowa” spotykamy w literaturze w znaczeniu pompy odśrodkowej o średniej wartości wyróżnika szybkości, której łopatki odpowiadają pod względem ukształtowania łopatom reakcyjnej turbiny *Francisa*, a otaczająca wirnik kierownica łopatkowa — kierownicy turbiny wodnej.

Nazwa *pompy rotodynamiczne* spośród spotykanych w literaturze nazw jest najwłaściwsza, ponieważ:

1) najtrafniej odpowiada istocie pojęcia, zawierając w sobie element ruchu obrotowego i siły wywieranej przez łopatki pompy na przepływającą przez wirnik cząstkę cieczy.

2) jest nazwą zrozumiałą i łatwą do wymówienia przez wszystkie narody kulturalne świata (rotodynamic, rotodynamique, rotodynamisch, rotodinamiczki). Dlatego nazwa ta ma wszystkie cechy wyrazu międzynarodowego.

Przeciw tej nazwie można by wysunąć dwa argumenty: 1) jest to wyraz obcy; argument ten jest nieistotny wobec antycznej genezy słowa; 2) wyraz jest dość długi; zarzut ten jest również nieistotny z dwu powodów: a) wyrazy o tej samej ilości zgłosek (np. komunikacyjny) istnieją w języku polskim i są tak rozpowszechnione, iż nikomu nie przychodzi na myśl usuwać je ze współczesnej polszczyzny, b) wyraz ten jest używany wyłącznie na oznaczenie pojęcia nadrzędnego nad pojęciami konkretnymi: pompy odśrodkowej, helikoidalnej, diagonalnej i śmigłowej, a więc w tytułach artykułów i książek, a nie w codziennej praktyce technicznej.

2) W hydromechanice nazwa *ruch wirowy* oznacza taki ruch cieczy dosko-
nalej, w którym ruchy cząstek są wypadkową z elementarnego przesunięcia i elementarnego obrotu. Natomiast w dynamice cieczy rzeczywistych ruch złożony z ruchu głównego, przemieszczającego cząstkę w sposób widoczny i ruchu pobocznego, polegającego na drobnych niedostrzegalnych okiem drganiach, nazywamy *ruchem burzliwym*. Tworzące się przy ruchu cieczy rzeczywistych wiry są niczym innym, jak pewnymi formami ruchu okrężnego cieczy, zamąconego w swym przebiegu wpływem chropowatości otaczających ścian.

1) Mechanik, nr 7—9/49 r.

W sprawie czasowego zabezpieczania przed korozją maszyn i precyzyjnych wyrobów stalowych

W Biuletynie PKPG nr 7 z dnia 26. III. 1953 poz. 37 ukazało się zarządzenie Przewodniczącego PKPG w sprawie czasowego zabezpieczania przed korozją maszyn i precyzyjnych wyrobów stalowych. Zarządzenie to ma na celu zapobieżenie ewentualnym stratom powstającym wskutek stosowania niewłaściwych metod konserwacji maszyn i precyzyjnych wyrobów stalowych podczas transportu i magazynowania. Ponadto w tymże Biuletynie PKPG ukazała się instrukcja podająca wytyczne dla właściwej konserwacji maszyn i precyzyjnych wyrobów stalowych w czasie transportu i przechowywania w magazynach. Instrukcja omawia poszczególne środki konserwacyjne dla tymczasowego zabezpieczenia przed korozją, a mianowicie: smary konserwacyjne, roztwory smarów w rozpuszczalnikach, oleje mineralne, smary typu towotu oraz pokosty i lakiery nitrocelulozowe, przy czym podaje wskazówki dla doboru i sposobu stosowania właściwych środków konserwacyjnych.

Dalsza część instrukcji dotyczy racjonalnego zabezpieczenia przed korozją. Wytwórca wyrobu jest obowiązany dokonać tzw. pierwszej konserwacji wyrobu opuszczającego wytwórnię. Czynność ta winna być wykonana przed wysyłką wyrobu do magazynu wzgl. do odbiorcy. Przed dokonaniem tzw. pierwszej konserwacji należy przeprowadzić szczegółowy przegląd wyrobu dla wykrycia ewentualnych zanieczyszczeń powierzchni zgrzeliwą lub rdzą. Usuwanie rdzy z części polerowanych, pasowanych i dokładnie wymiarowanych jest niedopuszczalne. Przed pokryciem środkiem konserwującym należy powierzchnię dokładnie oczyścić z kurzu, odtłuścić i — o ile to możliwe — odmuchać gorącym powietrzem.

Po zabezpieczeniu przed korozją należy opakować maszyny i wyroby precyzyjne w klatki, bądź w suche skrzynie drewniane, przy czym należy przestrzegać zasady niestykania się drewna z metalem. W miejscach styku konieczna jest izolacja papierem parafinowanym. Poszczególne części maszyn i wyroby precyzyjne należy bezpośrednio po pokryciu środkiem

konserwacyjnym owinać w papier parafinowany i następnie opakować w pudełka parafinowane.

Czynność tzw. drugiej konserwacji, polegającej na ponownym przeglądzie wyrobów po transporcie i przygotowaniu ich do magazynowania, należy do obowiązków magazynu. Miejsca zanieczyszczone należy oczyścić i ponownie zakonserwować. W przypadku stwierdzenia zanieczyszczeń części polerowanych i dopasowanych magazyn winien sporządzić odpowiedni protokół, zawiadamiając o tym dostawcę.

Ostatnia część instrukcji poświęcona jest racjonalnemu urządzeniu magazynu, rozmieszczeniu materiału w magazynie oraz okresowej kontroli wyrobów w magazynie. Magazyn winien być zaopatrzony w wentylację i centralne ogrzewanie, przy czym wilgotność winna się wahać w granicach 45 ÷ 65% wilgotności względnej, a temperatura w granicach 15 ÷ 25°C. Ponadto w magazynie winien znajdować się termometr i hygrometr, podłogi winny być pokryte pyłochłonem, dostęp do każdego wyrobu winien być łatwy w celu umożliwienia szybkiego przeglądu. Maszyny znajdujące się w magazynie winny być pokryte pokrowcami, a części zapasowe winny być umieszczone na półkach pokrytych papierem parafinowanym. Drobne części winny być opakowane w pudełka parafinowane. Raz na miesiąc wszystkie maszyny i wyroby znajdujące się w magazynie winny być poddane przeglądowi przez obsługę magazynu, przy czym należy uzupełniać warstwę smaru. Należy co pewien czas poruszać mechanizmy maszyn w celu zapewnienia ich równomiernego smarowania. Co najmniej raz do roku należy wymienić smar stary na nowy.

W zakończeniu instrukcja wymienia instytucje prowadzące badania w zakresie korozji i środków zapobiegawczych oraz podaje normy i literaturę z tej dziedziny.

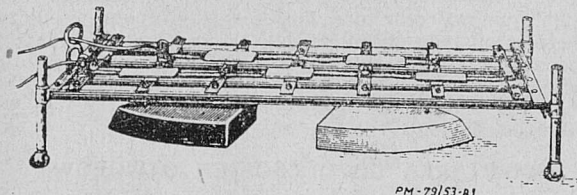
Przegląd prasy technicznej

ZASTOSOWANIE PROMIENI PODCZERWONYCH PRZY TŁOCZENIU BLACH ZE STOPÓW MAGNEZOWYCH

Stopy magnezowe MA1 i MA8 nie nadają się do tłoczenia na zimno ze względu na małą plastyczność, zaś przy nagrzewaniu stopów wzrasta ich plastyczność, ale równocześnie spada wytrzymałość (przy $320 \div 380^\circ\text{C}$ dla MA1 i $300 \div 375^\circ\text{C}$ dla MA2). Blachy magnezowe grzane przed tłoczeniem w piecach elektrycznych stygły w czasie przenoszenia pod prasę, co pogarszało ich własności mechaniczne. Omawiana niżej metoda ma szereg zalet w porównaniu z grzaniem w piecach elektrycznych lub palnikiem.

Urządzenie do nagrzewania promieniami podczerwonymi jest nieskomplikowane, lekkie i zajmuje mało miejsca, natomiast zapewnia szybkie i równomierne nagrzanie blachy do żądanej temperatury bez podgrzewania wstępnego. Temperaturę nagrzania można łatwo regulować, zmieniając odległość między źródłem ciepła i przedmiotem. Ponieważ urządzenie jest przenośne, blachę można grzać bezpośrednio na prasie przed tłoczeniem. Zużycie mocy jest $10 \div 13$ razy mniejsze niż przy grzaniu w piecu elektrycznym.

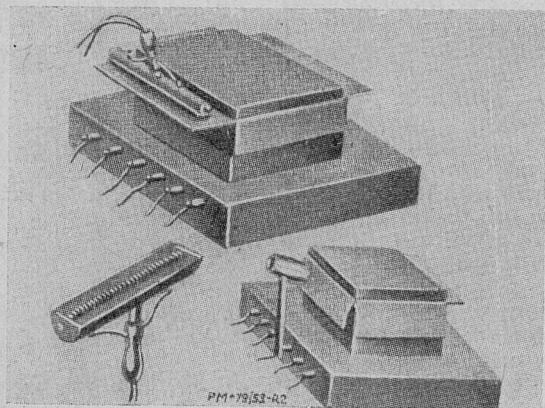
Temperatura nagrzania promieniami podczerwonymi zależy od odległości między blachą i źródłem ciepła, od mocy źródła i koloru ogrzewanej powierzchni (np. matryca po pomalowaniu na kolor czarny nagrzewa się do temperatury o $30 \div 40^\circ\text{C}$ wyższej, niż matryca niepomalowana).



Rys. 1

Urządzenie grzewcze (rys. 1) składa się z zespołu reflektorów parabolicznych, wykonanych z polerowanej stali nierdzewnej. W reflektorach znajdują się rurki porcelanowe owinięte drutem nichromowym. Do urządzenia doprowadzony jest od transformatora spawalniczego prąd zmienny o napięciu 36 V. Reflektory są zmontowane na ramie wspartej na nóżkach. Odległość między powierzchnią ogrzewaną i reflektorami reguluje się przez podnoszenie lub opuszczanie ramy.

Do grzania małych części służy grzejnik miejscowy. Wówczas matrycę i blachę tłoczoną umieszcza się na płycie stalowej ogrzewanej rurkami grzejnymi, zasilanymi prądem od transformatora spawalniczego. Równocześnie miejsca, w których blacha ma być zaginana, nagrzewa się grzejnikiem miejscowym (rys. 2). Matrycę można grzać również bezpośrednio na płycie prasy.



Rys. 2

Przeprowadzono doświadczenia z płytą stalową pokrytą azbestem. Matryca była ze stopu aluminium. Moc na jednostkę powierzchni ogrzewanej wynosiła $25 \div 35 \text{ kW/m}^2$, odległość od źródła światła do powierzchni grzanej — 25 mm, natężenie prądu — 320 A, napięcie — 36 V, powierzchnia grzana

— $0,4 \text{ m}^2$. W tych warunkach matryce o grubości 40 mm nagrzewały się do temperatury 300°C w ciągu 15 min, a matryce 60 mm do 250°C w ciągu 20 minut. Blachy ze stopu MA8 o grubości 1 mm nagrzewały się od 330 do 350°C w ciągu 1 min. Powtórne ogrzanie matrycy trwało $5 \div 10$ min. Pomiar temperatury przeprowadzono za pomocą termopary.

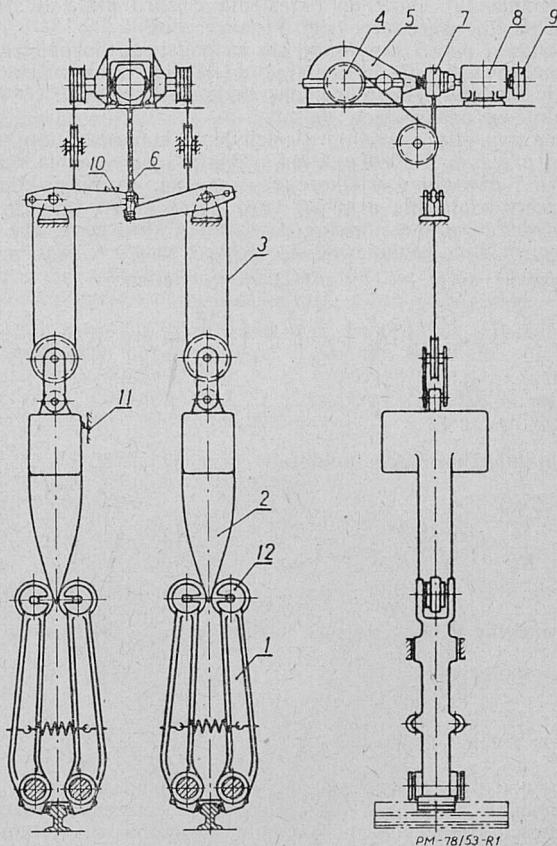
L. S.

(Więstnik Maszynostrojenia 1/53, str. 64)

KLINOWE ZABEZPIECZENIA PRZECIWWIATROWE DŹWIGNI

Niewłaściwe działanie zabezpieczeń przeciwwiatrowych w wielu przypadkach było przyczyną poważnych uszkodzeń dźwigni. Wybór więc metody obliczeniowej, zapewniającej uzyskanie jak najwyższego stopnia niezawodności działania tych zabezpieczeń, staje się szczególnie ważny. Literatura techniczna¹⁾ nie omawia w wyczerpujący sposób wszystkich zagadnień związanych się z obliczaniem klinowych zabezpieczeń przeciwwiatrowych. Jako uzupełnienie może służyć przytoczony poniżej sposób obliczenia, przyjęty przy projektowaniu suwnic bramowych o udźwigu 500 T, przeznaczonych dla nadwoziańskich zakładów hydroenergetycznych.

Z chwilą zetknięcia się szczęk urządzenia z szyną klin 2 może opadać jedynie dzięki odchyleniu przezeń dźwigni 1 (rys. 1) z równoczesnym pokonywaniem oporu tarcia w rolkach 12.



Rys. 1. Schemat zabezpieczeń przeciwwiatrowych suwnicy bramowej 500/50 T. 1 — kleszcze, 2 — klin, 3 — lina, 4 — bęben, 5 — reduktor, 6 — drążek hamulca 7 (dla zatrzymania napędu po spadku siły w linach), 8 — hamulec dla utrzymania klina w górnym położeniu, 9 — hamulec dla utrzymania klina w dolnym położeniu, 10 — zderzak, 11 — wyłącznik krańcowy (dla wyłączenia silnika 8 i włączenia hamulca 9 przy górnym położeniu klinów), 12 — rolki.

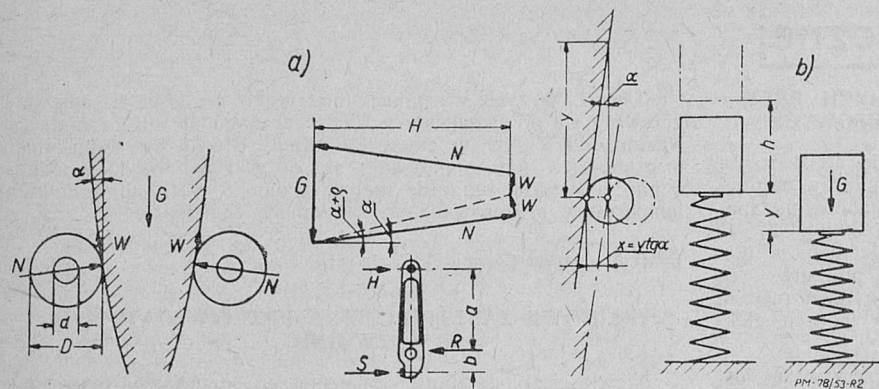
Opór tarcia W (rys. 2) wyrazi się wzorem

$$W = N \left(f \frac{d}{D} + \frac{2k}{D} \right) = f_0 N = \operatorname{tg} \rho N, \quad [1]$$

gdzie: N — nacisk na rolkę, f — współczynnik tarcia w łożysku rolki, d — średnica czopa rolki, D — średnica rolki, k —

¹⁾ Maszynostrojenie t. IX. Maszgiz 1949

Kifer i Abramowicz: Gruzopodimnyje maszyny, t. II. Maszgiz 1949.



Rys. 2.

współczynnik tarcia potoczystego, f_0 — zredukowany współczynnik tarcia, ρ — kąt tarcia odpowiadający f_0 .

Z warunku równowagi klina (rys. 2a) wynika, że ciężar klina:

$$G = 2H \operatorname{tg}(\alpha + \rho) = 2S \frac{b}{a} \operatorname{tg}(\alpha + \rho) = T \frac{b}{a} \frac{\operatorname{tg}(\alpha + \rho)}{f'}, \quad [2]$$

gdzie: H — obciążenie końca dźwigni, α — kąt pochylenia pobocznic klina, S — siła na szczęcie, b i a — długość ramion dźwigni, T — napór wiatru przypadający na rozpatrywane kleszcze, f' — współczynnik tarcia pomiędzy kleszczami i szyną.

Równanie [2] służy do określenia ciężaru klina G , według którego można wyznaczyć siłę S na szczęcie.

Zazwyczaj siłę S przyjmuje się za podstawę do obliczeń wytrzymałościowych, nie doceniając wielkości rzeczywiście działających obciążeń. Postępowanie takie jest błędne, co można udowodnić w następujący sposób.

Oznaczmy siłę powodującą odchylenie końca dźwigni szczęk o 1 cm przez K . Przesuw klina o wielkość y wywoła odchylenie każdej dźwigni o wielkość $x = y \cdot \operatorname{tg} \alpha$. Ruchowi klina zatem przeciwdziała siła $v = 2H \operatorname{tg}(\alpha + \rho) = 2K \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg}(\alpha + \rho)y = K_0 y$, proporcjonalna do skoku y klina (rys. 2b). Równanie ruchu klina przybierze więc postać: $m y'' + K_0 y = G$.

Ponieważ $y(0) = 0$ i $y'(0) = v_0$, zatem

$$y = \frac{G}{K_0} + \sqrt{\left(\frac{G}{K_0}\right)^2 + \left(\frac{v_0}{\varphi}\right)^2} \sin(\varphi t + \gamma), \quad [3]$$

$$\text{gdzie: } \varphi^2 = \frac{K_0}{m} \quad \text{ i } \quad \operatorname{tg} \gamma = -\frac{G \varphi}{K_0 v_0}.$$

Klin zajmuje najniższe położenie przy $\varphi t + \gamma = \frac{\pi}{2}$; zatem

$$y_{\max} = \frac{G}{K_0} + \sqrt{\left(\frac{G}{K_0}\right)^2 + \left(\frac{v_0}{\varphi}\right)^2} = \frac{G}{K_0} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{v_0^2 K_0}{gG}}\right).$$

Ponieważ przy działaniu statycznym ciężaru klina G , jego przesuw wynosiłby $y = \frac{G}{K_0}$, wobec tego przy $K_0 = 2K \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ współczynnik

$$\mu = 1 + \sqrt{1 + \frac{v_0^2 K_0}{gG}} \quad [4]$$

jest miarą dynamicznego oddziaływania klina i wskazuje, w jakim stosunku wzrastają odkształcenia i obciążenia poszczególnych części kleszczy w porównaniu z ogólnie przyjętym obciążeniem „statycznym”.

Jeśli przed zaciśnięciem szczęk kleszczy na szynie klin opada swobodnie (bez hamowania), wówczas można do równania (4) podstawić wartość $v_0^2 = 2gh$. Wtedy

$$\mu = 1 + \sqrt{1 + 2 \frac{hK_0}{G}}, \quad [4']$$

gdzie: h — wysokość swobodnego opadania klina.

Z powyższego wywodu wynika, że przy pominięciu współczynnika dynamicznego μ otrzymujemy niższe siły obliczeniowe. Jest to szczególnie niebezpieczne, gdyż naprężenia dopuszczalne — zgodnie z normami²⁾ — są przyjmowane rzędu 0,9 granicy plastyczności użytego materiału.

Z równania [4] wynika, że wpływ dynamiczny maleje ze wzrostem podatności dźwigni i ze spadkiem strat tarcia w rolkach (maleje K_0). Największy wpływ na wielkość μ ma szybkość v_0 , z jaką klin wchodzi między dźwignie. Np. przy $K = 27000$ kGcm; $\operatorname{tg} \alpha = 0,1$; $\operatorname{tg} \rho = 0,02$; $G = 700$ kG i $v_0 = 10$ cm/sec (wg danych dla suwnicy 500/50 T); $K_0 \approx 2K \operatorname{tg} \alpha$ ($\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \rho$) = 650 kG/cm, a współczynnik dynamiczny

$$\mu = 1 + \sqrt{1 + \frac{10^2 \cdot 650}{980 \cdot 700}} = 2,05.$$

Przy swobodnym spadaniu klina z wysokości $h = 30$ cm otrzymamy z równania [4]

$$\mu = 1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 30 \cdot 650}{700}} = 8,6, \text{ a przy } h = 60 \text{ cm; } \mu = 11,6.$$

Wynika stąd, że stosowanie kleszczy ze swobodnie spadającym klinem jest niecelowe. Klin musi opadać z małą prędkością, co jest możliwe przy użyciu silnika prądu stałego lub silnika prądu zmiennego i hamulca odśrodkowego. Urządzenie do przymusowego opadania klina wymaga także hamulca działającego w chwili spadku napięcia liny (tj. w chwili wejścia klina między dźwignie), aby nie dopuścić do jej dalszego rozwijania się z bębna. Na wypadek niedziałania krańcowego wyłącznika górnego położenia klina, należy przewidzieć amortyzator sprężynowy lub gumowy oraz dać linę z 8-10-krotnym współczynnikiem bezpieczeństwa. Współczynnik tarcia pomiędzy kleszczami a szyną zaleca się przyjmować $f = 0,2 - 0,22$, a nie $\frac{1}{3}$ jak dotychczas — $f = 0,3$.

L. S.

(Więstnik Maszynostrojnika 1/53, str. 30)

WIERTARKA DO GŁĘBOKICH OTWORÓW

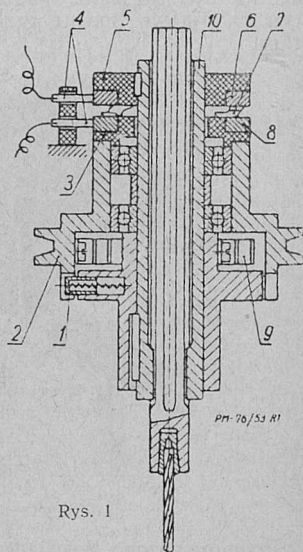
Wiertarki tego rodzaju przystosowane są do wiercenia otworów o długości równej $35 \div 40 d$, gdzie d jest średnicą wiertła. W celu lepszego wykorzystania takiej obrabiarki należy wyposażyć ją w automatyczne urządzenie, które by chroniło wiertło przed złamaniem.

Praktyka wykazuje, że łamanie wiertel następuje na skutek wzrostu momentu obrotowego, spowodowanego zakleszczaniem się wiórów w rowkach wiórowych wiertła i otworze. Do niedawna przy wierceniu głębokich otworów wiertła zabezpieczało się przed złamaniem, wycofując je z otworu po zagłębieniu się na określoną wielkość lub po określonym okresie pracy. Ten sposób nie zabezpieczał całkowicie wiertła przed złamaniem, gdyż przekroczenie przez moment wartości krytycznej może nastąpić bezpośrednio po wycofaniu i powtórным wprowadzeniu wiertła.

W Związku Radzieckim opracowano urządzenie do automatycznego wycofywania wiertła w przypadku nadmiernego wzrostu momentu obrotowego. Stosuje się je przy wierceniu otworów o średnicy $d = 2,5 \div 10$ mm i o głębokości do 40 d . Urządzenie to poza tym zwiększa wydajność obrabiarki, gdyż unika się zbędnych jałowych ruchów wiertła.

Moment obrotowy przenoszony jest z silnika na wrzeciono przez koło pasowe 2 (rys. 1) i sprężynę spiralną 9. Sprężyna ta powinna być wstępnie napięta, przy czym siła napięcia zależy od wytrzymałości wiertła na skręcanie. Sprężynę napina się przez obrót koła pasowego 2 i unieruchomienie go w żądanym położeniu zatraskiem 1.

Na korpus koła pasowego 2 i na tuleję 10 nałożone są dwa pierścienie 6 i 8 na podkładkach 3 i 5 wykonanych ze złego przewodnika elektryczności. Do górnego pierścienia 6 przymocowane są dwie blaszki 7 zamykające obwód prądu tylko przy zetknięciu z odpowiednimi występami na pierścieniu 8. Z pier-

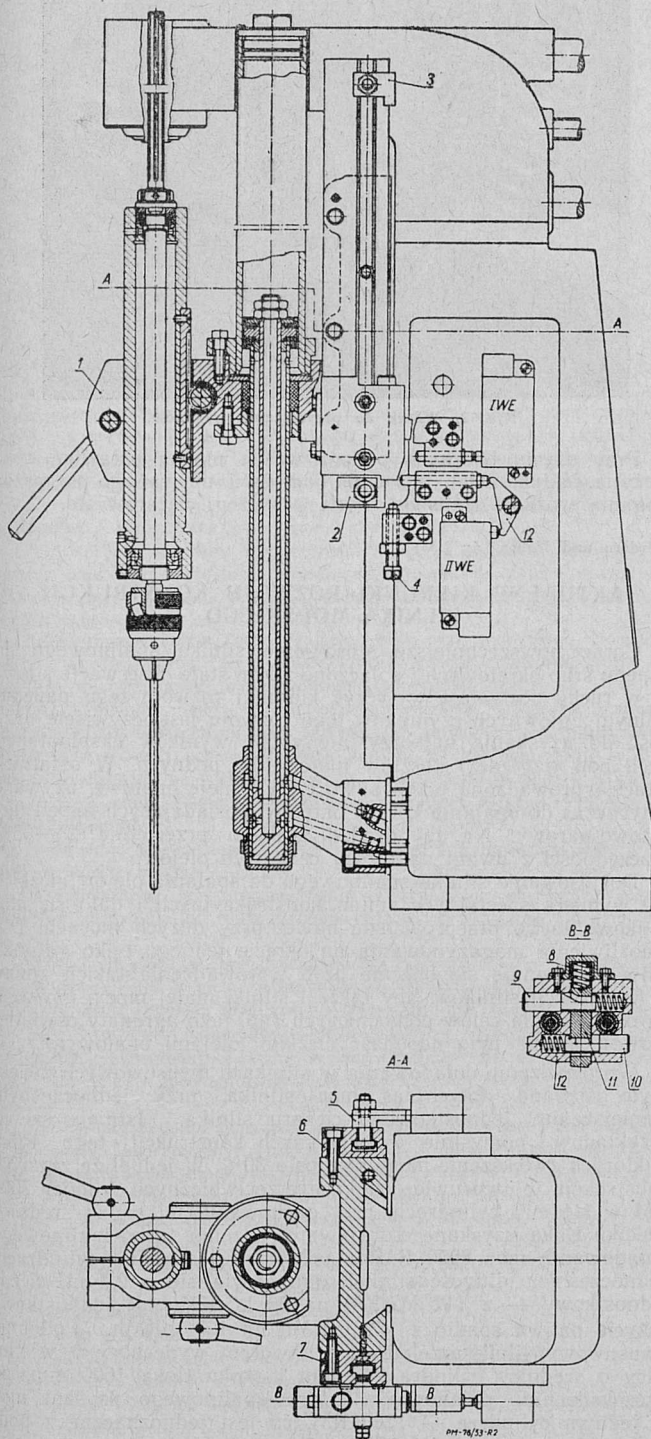


Rys. 1

²⁾ Osnovnye daniye po projektirovaniyu i rascetu kranov. Gosenergizdat 1943.

cieniami 6 i 8 stykają się końcówki 4, doprowadzając prąd elektryczny.

Pierścienie ustawia się tak, aby blaszka 7 nie stykała się z występem na pierścieniu 8, lecz z podkładką 3, tzn. aby nie zamykała obwodu prądu. W przypadku wzrostu momentu obrotowego w czasie skrawania i przekroczenia wartości odpowiadającej wstępnemu napięciu sprężyny 9, wrzeciono zatrzymuje się, a obracające się dalej koło pasowe 2 powoduje skrócenie sprężyny i zamknięcie obwodu elektrycznego przez blaszkę 7, która połączy wtedy pierścienie 6 i 8. Zamknięcie obwodu powoduje zmianę kierunku ruchu posuwu, a więc wycofanie wiertła. Po wycofaniu wiertła następuje automatyczne przełączenie kierunku ruchu posuwu i wiertło ponownie zagłębia się w otwór.



Rys. 2

Stosowanie mechanizmów napędu hydraulicznego za pomocą urządzeń elektromagnetycznych odbywa się w następujący sposób: Suwak 1 wrzeciona (rys. 2) wyposażony jest z obu stron w płytki 6 i 7, w których zamocowane są zderzaki 2, 3 i 5 oraz

wahliwa dźwignia 12, sterująca wyłącznikami elektromagnetyczne I WE i II WE umieszczone na kolumnie wiertarki. Wyłącznik I WE steruje dosuw przyspieszony, a II WE steruje ruch wycofujący wrzeciona.

Przy ruchu suwaka w dół natrafia on na zderzak 4. Na $1 \div 1,5$ mm przed dojściem do zderzaka, dźwignia 12 powoduje przełączenie wyłącznika II WE, który zmienia posuw przyspieszony na roboczy.

W momencie zagłębienia się wiertła na żadaną głębokość zderzak 3 naciska na kołek 10, który zwalnia zderzak 11, wypychany przez sprężynę 8. Zderzak ten naciska na wyłącznik I WE, który powoduje zmianę kierunku ruchu posuwu i wycofanie wrzeciona wraz z wiertłem w górne położenie. Równocześnie dźwignia 12 zajmuje poprzednie położenie, ponieważ zderzak 2, naciskając na kołek 8, powoduje cofnięcie się zderzaka 11.

W. N.

(Stanki i Instrument, nr 11/52)

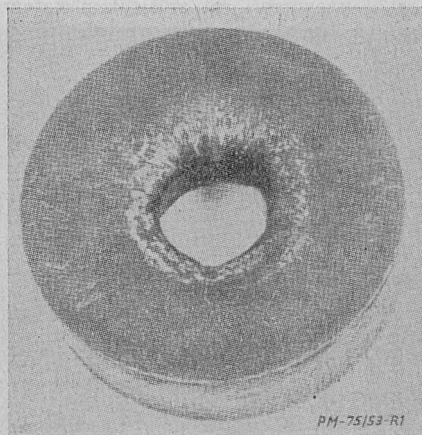
SZKŁO JAKO ŚRODEK SMARUJĄCY PRZY WYCISKANIU STALI

Opracowanie opłacalnych ekonomicznie metod wyciskania przedmiotów z metali i stopów, których temperatura topnienia wynosi ponad 900°C , napotykało do niedawna na duże trudności. Na przykład wyciskanie na zimno stali, jakkolwiek możliwe, wymagało jednak stosowania bardzo wysokich ciśnień. Wstępne nagrzewanie stali pozwalało co prawda zmniejszyć wielkość ciśnienia, niemniej jednak było ono znacznie wyższe aniżeli ciśnienie przy wytłaczaniu metali miękkich, jak np. aluminium.

Również nadmiernie duże tarcie powstające podczas wyciskania powodowało szybkie zużywanie się części pracujących, tym bardziej, że wysoka temperatura rozgrzanego do czerwonego żaru metalu komplikuje problem smarowania.

Konieczne zatem okazało się zastosowanie środka smarnego niepalnego w temperaturze 900°C , a nawet wyższej. Ponadto środek ten powinien charakteryzować się dość szerokim zakresem temperatury topnienia. W wyniku kilkuletnich doświadczeń stwierdzono, że szkło jest do tego celu najodpowiedniejszym materiałem, zwłaszcza zaś szkło w postaci włókien lub tkaniny. Jakość i ilość użytego szkła w procesie wyciskania gra bardzo dużą rolę. Stosuje się trzy rodzaje szkła różniące się zawartością tlenków krzemu, wapnia, glinu i magnezu.

Drugim ważnym czynnikiem przy wyciskaniu jest odpowiednia konstrukcja matrycy. Długie i żmudne doświadczenia, przeprowadzane z wyciskaniem stali węglowych i stopowych przy użyciu szkła, doprowadziły do skonstruowania matrycy odbiegających kształtem znacznie od stosowanych dotychczas.

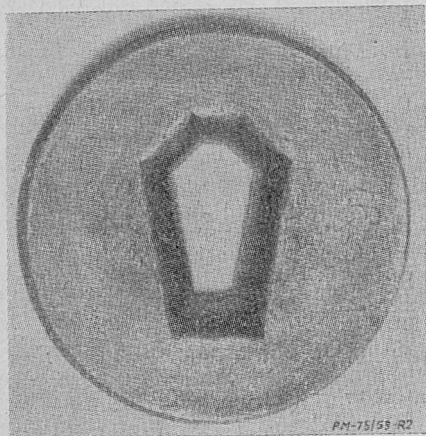


Rys. 1. Matryca ze stali stopowej po przetłoczeniu 1 pręta bez smarowania.

Korzyści wynikające z zastosowania szkła przy wyciskaniu stali uwiarygodniono na rys. 1 i 2. Rys. 1 przedstawia matrycę ze stali stopowej, która uległa poważnemu zniszczeniu po przetłoczeniu przez nią tylko jednego pręta przy użyciu zwykłego smaru, przy czym wytłoczony pręt nie nadawał się do użytku. Bardziej skomplikowana w kształcie matryca na rys. 2 nie uległa widocznemu uszkodzeniu po wytłoczeniu 32 sześciobocznych prętów przy użyciu szkła jako środka smarnego. Przed operacją wyciskania stal była podgrzana w piecu gazowym do temperatury $1260 \div 1370^{\circ}\text{C}$; tak jednak, by nie utworzyła się zgorzelina, która spowodowałaby zwiększenie tarcia. Końcowe nagrzanie przeprowadzono w kąpeli solnej w celu ochrony stali przed utlenianiem w czasie przenoszenia do prasy.

Stosując szkło jako środek smarny, można wyciskać rury ze stali nierdzewnej o długości około 20 m z jednego bloku stali. Przebieg operacji jest następujący:

materiał podgrzewa się najpierw w dużym okrągłym piecu wyposażonym w obrotowy przenośnik. W czasie jednego obrotu w przenośniku materiał nagrzewa się do temperatury roboczej,



Rys. 2. Matryca ze stali stopowej po przetłoczeniu 32 prętów. Smarowano za pomocą szkła.

a następnie stacza się na płytę z tkaniny szklanej, która topniejąc przykleja się do metalu. Z kolei na poziomej prasie przez bryłę materiału przebija się otwór za pomocą stempla pokrytego tkaniną szklaną, po czym materiał przenosi się do wrzącej kąpieli solnej w celu ostatecznego nagrzania. Bryłę, rozgrzaną po wydobyciu z kąpieli do temperatury czerwonego żaru, obtacza się powtórnie na tkaninie szklanej, po czym umieszcza się ją we wgłębieniu poziomej prasy wywierającej ciśnienie do 250 at. W przebity w bryle otwór zakłada się trzpień pokryty tkaniną szklaną, a na drugi koniec trzpienia nasuwa się metal przez otwór matrycy, otrzymując cienkościenną rurę.

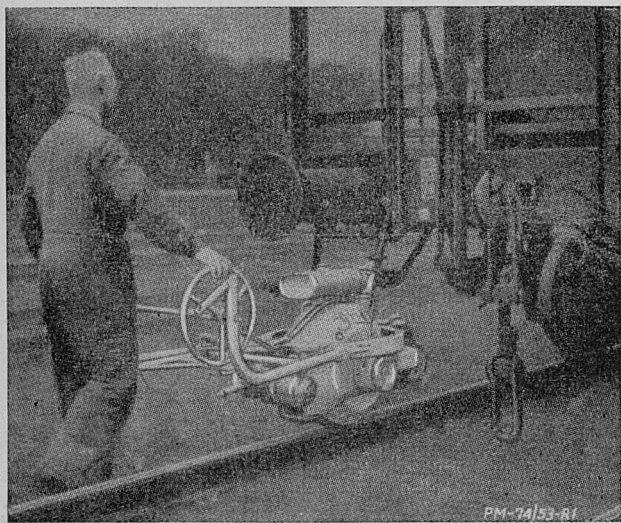
Metodą tą można wyciskać stale szybkołnące oraz wysokowęglowe stale stopowe, zawierające takie składniki jak *Ni*, *Co*, *Cr*, *W*, *Mo* i *Cn*.

(Metal Industry, January 30, 1953)

M. Ch.

WÓZKI DO PRZETACZANIA WAGONÓW

Rys. 1 przedstawia wózek szynowy do popychania wagonów. Popychacz wózka ustawiony jest pod takim kątem, ażeby na-

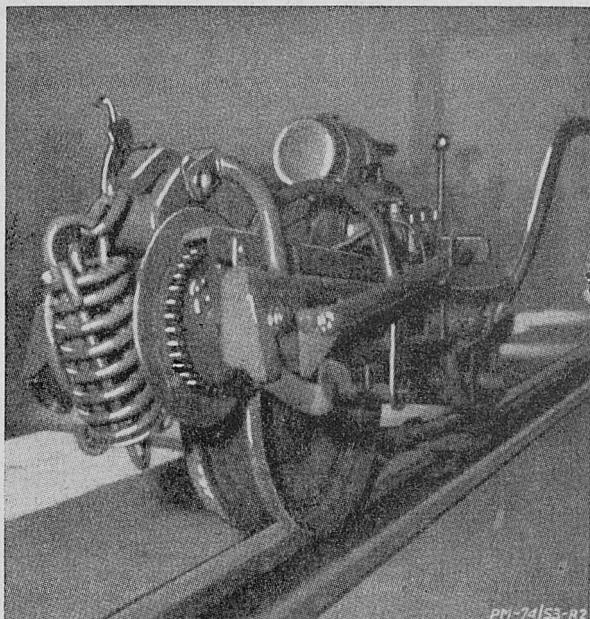


Rys. 1. Wózek do popychania wagonów.

cisk na koło jezdne powodował duży opór tarcia. Wózek ten, wyposażony w silnik o pojemności 250 cm³ i mocy 6 KM, jest zdolny do ruszenia wagonów o łącznym ciężarze do 100 T. Obrotowa kierownica umożliwia prowadzenie wózka z tyłu lub z boku.

Wózek do przyciągania wagonów (rys. 2) działa podobnie jak przyciągarka. Jest on wyposażony w bęben o długości nawoju liny 40 m, obracany przez silnik mocy 2 ÷ 3 KM.

Do unieruchomienia wózka na szynie służy urządzenie do zakleszczania, którego szczęki zaciskają się przy ruchu wózka do przodu, a rozsuwają się przy cofaniu go. Wózek zdolny jest do przyciągania wagonów o ciężarze do 80 T.



Rys. 2. Wózek do przyciągania wagonów.

Przy użyciu bocznych podpór wózek można ustawiać również na jakimkolwiek twardym podłożu i używać go do przyciągania wózków transportowych, przyczep, ciężarów itd.

F. M.

(Fördern und Heben, nr 3/53)

AKTUALNE KIERUNKI ROZWOJU KONSTRUKCJI SILNIKA MORSKIEGO

Coraz powszechniejsze stosowanie silnika spalinowego do napędu śrub okrętowych i połączone z tym stałe obserwacje silowni w ruchu pozwalają wytyczyć kierunki rozwoju tego napędu. Jednym z głównych czynników tego rozwoju jest oczywiście dążność do uzyskania najkorzystniejszych wyników eksploatacyjnych pod względem kosztów materiałów pędnych. W ostatnich latach wprowadzono jako paliwo ciężkie oleje opałowe, używane dotychczas do opalania kotłów okrętów, posiadających napęd turbinowo-parowy. Na tej drodze zyskano przeciętnie 25—35% oszczędności z uwagi na niższą cenę tych olejów.

Dostosowanie silnika spalinowego do spalania olejów ciężkich nie wymaga specjalnych zmian konstrukcyjnych i dało się stosunkowo łatwo przeprowadzić nawet przy dużych mocach. Dla umożliwienia magazynowania na okręcie jednego tylko gatunku paliwa, dokonuje się obecnie prób wprowadzenia takich zmian w konstrukcji silników, aby także i silniki małej mocy, używane na okrętach dla celów pomocniczych (np. jako agregaty oświetleniowe), można było napędzać ciężkimi olejami opałowymi.

Wprowadzenie doładowania w silnikach dwusuwowych zwiększyło osiąganą dotychczas moc silnika, przy jednoczesnym zmniejszeniu jednostkowego ciężaru silnika. Istnieje szereg przykładów pomyślnie rozwiązanych konstrukcji tego typu, w których zwiększenie mocy wyniosło 30%. W jednej ze znanych konstrukcji, w dwusuwie o tłokach przeciwbieżnych, o mocy 7000 KM w siedmiu cylindrach, przy zachowaniu tej samej średnicy i skoku tłoka uzyskano dzięki wprowadzeniu turbo-spalinowego doładowania moc 8000 KM w jednostce o sześciu cylindrach. Jednocześnie długość silnika zmniejszyła się o 2,7 m, ciężar jednostkowy — z 112 kG/KM na 80 kG/KM, zaś jednostkowe zużycie paliwa spadło z 172 g/KMh na 163 g/KMh. Podobnie dwusuwowy silnik przelotowy z zaworem wydechowym w głowicy o średnicy cylindra 740 mm i skoku tłoka 1600 mm, po wprowadzeniu doładowania turbo-spalinowego uzyskał moc w jednym cylindrze — 1250 KM, co jest jednoznaczne z podwyższeniem mocy o ok. 35%.

W innym przypadku zastosowanie doładowania turbo-spalinowego do silnika z tłokami przeciwbieżnymi o wymiarach: średnica cylindra 600 mm, łączny skok tłoka — 2000 mm, zwiększyło moc prawie o 50%, zaś jednostkowe zużycie paliwa zmniejszyło do 149 g/KMh przy 80% obciążeniu silnika.

Z. R.

Bibliografia

G. W. Akimow — **Podstawy nauki o korozji i ochronie metali.** Przełożył z języka rosyjskiego mgr inż. Marian Orman. Format B5, stron 359, rysunków 371, tablic 58 + 6. PWT, Katowice, 1952. Cena zł 56.—.

Wydane tłumaczenie książki G. W. Akimowa, wybitnego specjalisty z dziedziny korozji metali, wzbogaca ubogą jak dotychczas literaturę techniczną w języku polskim z zakresu nauki o korozji.

Stale rozwijający się przemysł i zwiększenie intensyfikacji procesów technologicznych stwarza coraz trudniejsze warunki pracy tworzyw. Równocześnie, na całym świecie, odczuwa się niedobór metali z natury odpornych na korozję jak: miedź, nikiel, chrom itp. Powoduje to konieczność stosowania różnych materiałów zastępczych. W rezultacie liczba i znaczenie problemów korozyjnych w przemyśle niepomniernie wzrasta. O popularności zagadnienia świadczy choćby znaczna ilość prac (do kilkuset rocznie) publikowanych w zagranicznych czasopismach technicznych, poświęconych problemom związanym z korozją.

Autor omawianej książki zebrał i przedstawił w przystępnej formie wiele najnowszych zdobyczy z tej dziedziny.

Książka przeznaczona jest dla pracowników naukowych instytutów badawczych i laboratoriów. Może być ona również bardzo użyteczna dla inżynierów i techników pracujących w tych gałęziach przemysłu, w których specjalnie ostro występują zjawiska korozji.

Książka podzielona jest na 7 rozdziałów, w których omówiono następujące zagadnienia:

Wstęp. — Autor określa podstawowe pojęcia z zakresu nauki o korozji, podaje klasyfikację z licznymi przykładami różnych typów korozji oraz krótki zarys historyczny ze specjalnym podkreśleniem osiągnięć ZSRR w tej dziedzinie.

I. Korozja chemiczna. — Omówiono mechanizm korozji chemicznej, podając na przykładach jej przebieg oraz wpływ czynników na szybkość korozji. Decydujący wpływ na przebieg korozji wywiera wytwarzająca się na powierzchni metalu warstwa produktów korozji. W przypadku powstawania szczelnej i silnie przylegającej warstwy spełnia ona rolę powłoki ochronnej i zabezpiecza metal przed dalszą korozją.

II. Korozja gazowa. Wpływ temperatury na szybkość utleniania się metali oraz wpływ objętości powstającego tlenku na dalszy postęp utleniania w myśl równania *Pillinga i Bedwortha*. Podano sposoby ilościowego pomiaru korozji gazowej.

Opisano mechanizm korozji żelaza i stali oraz wyjaśniono zachowanie się stali żaroodpornej. Przy opisie korozji miedzi omówiono wpływ dodatków różnych metali na podniesienie odporności miedzi.

III. Podstawy teorii korozji elektrochemicznej. Obszernie omówiono teorię korozji elektrochemicznej, mikroogniów galwanicznych, ogniwo elektrodowych oraz schemat procesu korozji. Wpływ polaryzacji oraz potencjału elektrod na szybkość korozji. Ocena korozji metali z wykresu polaryzacji anody i katody na podstawie krzywych Evansa i sposoby wykonania pomiarów.

Omówiono wpływ depolaryzacji wodorowej i tlenowej na korozję metali w wodzie morskiej i słonej.

Wytłumaczono powstawanie ogniwo stężeńowych na skutek różnego stężenia elektrolitu lub różnego napowietrzenia przy jednej i drugiej elektrodzie.

IV. Szybkość i rozprzestrzenianie się korozji zależne jest od wielu czynników; jedne z nich związane są z własnościami środowiska korozyjnego, jego składem chemicznym, stężeniem, pH, temperaturą; inne od samego tworzywa, jednorodności jego struktury, naprężeń wewnętrznych i obróbki powierzchni. Znaczny wpływ wywiera równocześnie współdziałanie czynników mechanicznych, jak tarcie, uderzenie i naprężenia statyczne.

V. Metody badań i pomiarów korozji. Sklasyfikowano i omówiono metody badań laboratoryjnych przyspieszonych i długotrwałych, metody badań w warunkach naturalnych atmosferycznych i w urządzeniach przemysłowych. Podano sposoby oceny odporności na korozję.

VI. Metody ochrony przed korozją. Omówiono sposoby ochrony przed korozją, polegające na:

1. doborze właściwego tworzywa, jego obróbki cieplnej i powierzchniowej,
2. racjonalnym wyborze konstrukcji,
3. ochronie katodowej,
4. zastosowaniu inhibitorów w środowisku korozyjnym,
5. doborze powłok ochronnych.

Podano wytyczne, którymi należy się kierować przy wyborze właściwego sposobu ochrony.

VII. Odporność chemiczna metali. Omówiono odporność chemiczną żelaza, stali, stopowych i nierdzewnych, stopów aluminium, magnezu, cynku, kadmu, cyny, ołowiu, miedzi, niklu i metali szlachetnych w różnych środowiskach korozyjnych.

Jako dodatek podano niektóre stałe fizyczne, wartości pH roztworów soli, kwasów i wód naturalnych, współczynniki rozpuszczalności gazów w wodzie i równoważniki elektrochemiczne.

Książka zainteresuje niewątpliwie zarówno chemików jak i mechaników stykających się w praktyce zawodowej ze zjawiskami korozji. Również konstruktorzy i inżynierowie ruchu znajdą w niej wiele cennych rad i wskazówek, które ułatwią im skuteczne zwalczanie korozji. Bez dokładnej bowiem znajomości teorii i sposobów ochrony niemożliwa jest skuteczna i ekonomiczna walka z korozją.

Książka nie jest wolna od pewnych wad i usterek wynikłych z tłumaczenia. Część ich powstała wskutek braku odpowiednich wyrażeni w języku polskim i nieujednolicenia słownictwa w tej dziedzinie. Do tej grupy usterek należą: str. 14 — „korozja lokalna“, str. 15 — „korozja kropkowa“, str. 179 — „zarodki korozji“, „ośrodek korozji“ — użyty jako środowisko korozji, a na str. 263 jako miejsce zapoczątkowania korozji.

Użyto również niewłaściwych wyrażeni na określenie pojęć o ustalonym już słownictwie technicznym, np. str. 31 — „barwa cienkich warstewek“ (barwy interferencyjne), str. 92 — „drobiny polarne“ (drobiny biegunowe), str. 93 — „powiększenia ponadmikroskopowe“ (powiększenia ultramikroskopowe), str. 97 — „hydratacja jonów“ (uwodnienie jonów), str. 320 — „granica płynności Qr“ (granica plastyczności).

„Utwardzanie stopu (antikorodol) można osiągnąć przez zahartowanie go do wysokich temperatur i następnie zestarzenie“ — PN/H-01200 określa jednoznacznie wymienione zabiegi obróbki cieplnej jako: przesycanie i starzenie.

Spotyka się również wyrażenia niezręczne lub wręcz niezrozumiałe, jak np. na str. 263 — „Zjawisk występowania granic odporności na korozję“, „Części obrabierek i silników powinny być stale odporne na korozję“, „Pokrywanie fosforanami daje podobnie dobre wyniki po wypełnieniu powłok tłuszczem“.

Str. 286 — „żelazo i stal są najważniejszymi metalami dzisiejszej techniki...“, „na wielkości potencjału elektrodowego żelaza ma ogromny wpływ tlen, również w postaci utleniaczy znajdujących się w roztworze“. Str. 318 — „stop ten leje się trudno“, str. 319 — „stan naprężony“, str. 320 — „nałożonych naprężeń“, str. 321 — „stopy oparte o układ Al-Mg-Mn“.

Mimo usterek książka stanowi cenny nabytek w naszej literaturze technicznej w zakresie nauki o korozji metali. Uwzględniono w niej najnowsze poglądy i zdobycze, przez co stanowi właściwie jedyną obszerniejszą publikację w tej dziedzinie na wyższym poziomie, wydaną w języku polskim.

M. M.

J. Gałtaj i D. Górewicz — **Walcowanie blach na zimno.** — Tłumaczyli z języka rosyjskiego mgr inż. W. Nowakowski i A. Stanisławski. Format B5, stron 167, rysunków 98, tablic 11. PWT, Katowice, 1952. Cena zł 16.—.

Książka ta porusza ważne dla naszego przemysłu hutniczego problemy produkcji blach i taśm na zimno.

Omawia ona kolejno ogólne zagadnienia produkcji blach, następnie bezpieczeństwo pracy, otrzymywanie półwyrobów i ich jakość, dalej zaś urządzenia walcownic, zasady teorii walcowania, aby w końcu poruszyć ogólne właściwości procesu walcowania, szczegóły samego procesu technologicznego, rodzaje wyrobów i kontrolę techniczną, a wreszcie także i organizację miejsca pracy.

Tematyka książki obejmuje więc całość zagadnień związanych z produkcją blach na zimno.

Książka napisana jest w postaci podręcznika, ujmującego poszczególne zagadnienia w sposób możliwie jasny, prosty i przystępny, zaś na końcu każdego rozdziału podane są pytania kontrolne, przy pomocy których czytelnik może sprawdzić stopień opanowania nabytych wiadomości. Dlatego też książka ta nadaje się nie tylko dla ruchowców, lecz także dla uczniów średnich i niższych szkół zawodowych.

Nie obyło się jednak bez pewnych małych potknięć ze strony Autorów, a mianowicie:

Str. 50 — opis rys. 10 — zamiast „Walcownie duo, czyli walcownie nawrotne do walcowania kęsów okrągłych“ powinno być: „Walcowanie duo, czyli walcownie do walcowania kęsów, prętów i kształtowników“, a to dlatego, że istnieje wiele walcowni duo-nienawrotnych np. w układach ciągłych, zaś kęsy okrągłe stanowią nikły wyjątek wśród półwyrobów, a więc nie są typowym półwyrobem i należało je skreślić.

Str. 139, rys. 90 — Rysunek przedstawia nie walcarkę Steckela, lecz zwykłą walcarkę kwarto.

Str. 140, rys. 92 — Ten rysunek natomiast przedstawia walcarkę Steckela, co nie zostało uwidocznione w podpisie pod rysunkiem.

Str. 151 i dalsze — Brak rysunków i fotografii objaśniających poszczególne przykłady wybraków utrudnia ich zrozumienie, rozpoznanie, a tym samym ich zwalczanie.

Str. 152, pkt. 5 — Rysy i przyczyny ich powstawania — podane jest bardzo niejasno i pobieżnie.

Tłumaczenie zostało wykonane poprawnie, dobór słownictwa technicznego właściwy, nie obeszło się jednak także bez pewnych niedociągnięć ze strony tłumaczy:

Str. 15 — zamiast „dużo roztopionych gazów” — lepiej będzie „rozpuszczonych gazów”, brak tych słów jednak w oryginale.

Str. 5, 18, 70, 90, 92, 96, 97, 99, 118 i 126 — wszędzie użyto termin „material”, który należało zastąpić terminem „metal”. Przez materiały bowiem rozumiemy twory otaczającej nas przyrody, które bardzo często w ogóle nie nadają się do przeróbki plastycznej jak: kamienie, skały, cegły itp.

Str. 17, 40, 41, 57, 75, 79, 80, 122, 123, 125, 127, 128, 133, 134, 136, 139, 140 — zamiast terminu „rulony” należało użyć poprawnego określenia „kregi”, tak jak to się już utarło na walcowniach.

Str. 17, str. 22 rys. 4, str. 23, str. 50 rys. 12, str. 51 — zamiast określenia „walcownie blach” należało użyć terminu „walcownie blach taśmowych”, tak jak to przyjęło już w projektach norm.

Podobnie na str. 40 — powinno być „blachy taśmowe”.

Str. 26, 31, 36, 66, 68, 72, 73, 74 — zamiast „mufa” powinno być „nasuwka”.

Str. 92 — „współczynnik zgniotu” — jest to określenie nieznane i nie stosowane.

Str. 4 i 104 — tytuł zamiast „Utwardzenie i rekrystalizacja materiału” ma być „metal”, bo większość materiałów nie rekrystalizuje w przeciwnieństwie do metali.

Usterki redakcyjne: w całej książce nie są ustalone jednoznacznie terminy: klatka robocza, walcarka, zespół walcarek, zespół walcowniczy i walcownia.

Należy również podkreślić, że stosowanie określonej terminologii nie jest konsekwentnie utrzymane na przestrzeni całego tekstu książki, na przykład:

Str. 53 — mowa o walcierce duo w odniesieniu do rys. 14.

Str. 54 — pod rys. 14 podpis: „Walcownia duo”.

Str. 26 — przy omawianiu rys. 14 użyto określenia „zespół walcowniczy”. W rzeczywistości rys. 14 przedstawia tylko walcarkę. Podobnie str. 54, 56 ma być: walcarka kwarto, str. 56 — walcarka sześciowalcowa.

Str. 57, 59 i rys. 25 na str. 65 — „Walcarka kwarto”, str. 66 — „walcarka duo” i rys. 23 na str. 64 — „walcarka trio”. To samo na str. 136, 137, 138, 139, 165 i 166.

Str. 89 i dalsze — określenia i terminy walcownicze są lepiej u nas opanowane i należało trzymać się projektów naszych norm w zupełności, np.: co do gniotu bezwzględного, gniotu procentowego itp. Str. 16, 39, 40, 47, 85, 86 — jeśli mowa o ciężarze, to powinien być symbol kG.

Str. 80, 81, 82 i 84 — nie „mikromierz”, lecz „mikrometr” (patrz artykuł A. T. Troskolskiego „Wiadomości PKN” 1952, Nr 7).

Str. 118 — Dopuszczalne odchyłki grubości blach walcowanych na zimno (Uwaga: Polskie Normy w opracowaniu), to nie jest zupełnie słuszne, ponieważ dla blach zimno walcowanych obowiązuje norma PN/H-92201, której II wydanie znajduje się w druku. Brak natomiast norm na taśmy szerokie zimno walcowane i te są w opracowaniu.

PN/H-01200. Obróbka cieplna. Określenie: „Wyżarzanie normalizujące” względnie „normalizowanie”, a nie „normalizacja” — patrz str. 126. Także dalsze określenia rodzajów obróbek cieplnych nie bardzo zgadzają się z tą normą. (Str. 126 i dalsze).

Trzeba jednak zdawać sobie sprawę z tego, że tak tłumacz, jak również zespół redakcyjny mieli bardzo trudne zadanie stworzenia poprawnej terminologii w zakresie zagadnień, dla których w języku polskim brak było dotychczas odpowiednich publikacji. Stąd przypuszczalnie wynikły pewne niedociągnięcia.

Książka podaje szereg nowych danych, których wykorzystanie bezpośrednio w ruchu może dać pozytywne rezultaty i dlatego stanowi ona wartościowy dorobek naszej literatury technicznej.

Dr inż. Zygmunt Wusatowski

Zygmunt Dobrowolski — Spawalnictwo. Format A5, stron 415, rysunków 390, tablic 42. PWT, Warszawa, 1952, Cena zł 22.—.

Polska literatura spawalnicza wzbogaciła się w roku 1952 o szereg prac, spośród których obszernością zakresu wyróżnia się „Spawalnictwo” Zygmunta Dobrowolskiego. Jest to pierwsza w języku polskim praca ujmująca, jak informuje notatka wstępna, całokształt procesów technologicznych dotyczących łączenia metali za pomocą doprowadzenia ciepła tj. spawanie, zgrzewanie gazowe i elektryczne, lutowanie, a także procesy pokrewne. Ze względu na swój zakres i założony poziom książka ta wypełnia dotkliwą lukę, jaką w naszej literaturze spawalniczej stanowił brak podręcz-

nika, który dostarczałby możliwie dokładnych informacji o każdej metodzie spawalniczej, jaką należy zastosować w danych warunkach produkcji. Jakkolwiek bowiem autor przeznacza pracę do użytku techników, spawaczy i uczniów kursów spawania, niewątpliwie jednak może ona być z powodzeniem wykorzystana w biurach konstrukcyjnych i technologicznych zakładów przemysłowych wykonujących prace spawalnicze.

Poważną zaletą książki Zygmunta Dobrowolskiego jest zebranie w niej wiadomości o najbardziej nowoczesnych metodach spawania, zgrzewania, lutowania i cięcia metali z których szereg (np. spawanie szybkościowe łukiem krótkim, spawanie wiązką elektrod lub zgrzewanie acetylenowo-tlenowe) może znaleźć zastosowanie w każdym prawie warsztacie spawalniczym bez konieczności instalowania nowych urządzeń.

Korzystanie z książki przez personel techniczny dorywczo interesujący się pracami spawalniczymi jest ułatwione przez jasny i logiczny układ rozdziałów stanowiących jak gdyby osobne monografie odpowiednich metod spawalniczych. Należy żałować jednak, że w rozdziale XII, omawiającym zastosowanie spawalnictwa, nie umieścił autor osobnego punktu o zastosowaniu spawania w naprawach. Wiadomości dotyczące tego tematu są wprawdzie rozproszone w innych rozdziałach książki, jednak ze względu na ich wagę, zwłaszcza w przypadku konieczności podjęcia szybkich napraw awaryjnych, wydaje się nieodzowne zebranie pewnego przeglądu typowych metod napraw konstrukcji i urządzeń mechanicznych dokonywanych za pomocą spawania.

Szeroki zakres tematyczny „Spawalnictwa” nie pozwolił autorowi ustrzec się od pewnych drobnych nieścisłości lub zbyt ogólnych sformułowań, które, zwłaszcza u czytelników mniej obeznanych z dziedziną spawalnictwa, mogą spowodować wyrobienie sobie błędnych poglądów o możliwościach tej dziedziny techniki. Tak np. podana na str. 61 informacja, że spoiny na V o grubości 5 mm wykonuje się za jednym przejściem wzdłuż spoiny tj. jednym ścięciem, jest do pewnego stopnia w sprzeczności z danymi tablicy 8 (str. 88), wg których spawanie doczołowe elementów o grubości 6,5 mm wymaga trzech ścięgów nawet przy spawaniu wiązką elektrod obejmującą 3 elektrody o średnicy 4 mm. W innym miejscu, omawiając spawanie miedzi, ogranicza się autor do spawania gazowego, twierdząc na str. 223, że spawanie łukowe miedzi daje dobre wyniki tylko przy zastosowaniu metod specjalnych (spawanie w osłonie argonu i helu) pomijając zupełnie spawanie elektrodą rurową (Lessela), dające — według zgodnej opinii autorów i spawaczy znających te elektrody — bardzo dobre wyniki. Również nie można się zgodzić z podaną na str. 217 informacją, że stale kwasoodporne typu 18/8 mogą być spawane z powodzeniem jedynie przy odpowiedniej zawartości stabilizatorów tzn. tytanu i niobu. Tymczasem wiemy, że zjawisku korozji międzykrystalicznej spoin i stref przejściowych można skutecznie przeciwdziałać przez odpowiednie zmniejszenie zawartości węgla w spawanej stali kwasoodpornej. I tak np. obok krajowej spawalnej stali kwasoodpornej KP2 i KF2 stabilizowanej tytanem przy dopuszczalnej zawartości węgla 0,12% mamy spawalne stale kwasoodporne KP3 i KF3 bez dodatku stabilizatora, w których zawartość węgla ograniczono do maks. 0,07% (Norma PN/H-86021).

Na tyle jasnych i konkretnych informacji, jakie autor daje w większości rozdziałów swej pracy, nieco zbyt pobieżnie wydaje się być również potraktowany temat spawania żeliwa na zimno (str. 220 i 221). Odejście od klasycznego podziału metod spawania żeliwa na gorąco, na zimno i na półgorąco i objęcie tych dwóch ostatnich metod, często różniących się znacznie techniką wykonania, jednym mianem spawania na zimno może wytworzyć pewne pomieszanie pojęć u nieobeznanego z tematem czytelnika. Nie można np. zgodzić się z twierdzeniem (str. 220), że spawanie żeliwa bez podgrzewania palnikiem acetylenowym jest tylko wtedy możliwe, gdy metal nagrany podczas spawania może się kurczyć swobodnie. Dotychczas większość napraw dokonywanych na pękniętych odlewach żeliwnych zwłaszcza o większych grubościach ścianek odbywa się za pomocą łukowego spawania na zimno bez podgrzewania, przy czym sytuacje, w których metal nagrany może kurczyć się swobodnie, należą do zgola wyjątkowych. Temat spawania żeliwa na zimno wymaga tym obszerniejszego potraktowania, że metoda ta o dość znacznej ilości odmian długo jeszcze będzie w mniejszych warsztatach jedynym dostępnym sposobem spawania dużych odlewów żeliwnych.

Usunięcie w dalszych wydaniach książki tych drobnych usterek, których przykłady przedstawiono powyżej, przyczyniłoby się niewątpliwie do podniesienia wartości omawianej pracy, która dzięki swej wszechstronności stanowi przecież pewnego rodzaju encyklopedię wiadomości spawalniczych, tak cenną w dobie żywiołowego rozwoju dziedziny spawalnictwa w naszym przemyśle.

Mgr inż. Zdzisław Szczeciński

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

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

Redaktor Naczelny: prof. mgr inż. MARIAN WAKALSKI

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

Sekretarz redakcji: JULIA KULINICZ

Redaktor techniczny: JÓZEF IZYCKI

M — MATERIAŁOZNAWSTWO

65* M:OM 620.178.16:620.179.5:669.018.25 18
FIELDSZTIEJN E. I.: **Ścieralność metali**. „Istirajuszczaja sposobnost metalow”. Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 11, list. 52, s. 31; 21 × 19 cm, 6 str., 14 mikrogr., 1 rys., 3 wyk., 2 tabl., 6 poz. bibl. — Podano sposób przeprowadzania pomiaru ścieralności metali. Opisano urządzenie, na którym przeprowadzono badania. Wyniki badań ujęte w tablicy i w wykresach. Stwierdzono, że na obrabialność materiałów ma wpływ ścieralność i temperatura. Podano wpływ składników stopowych i obróbki termicznej na ścieralność materiału.

66 MH 621.9-719 18
SALZ L.: **Dobieraj płyny chłodzące z rozważą**. „Choose your metalcutting fluids with care”. Machinist, t. 95, Nr 52, grudz. 51, s. 1987; A4, 4 str. — Własności cieczy chłodząco-smarujących stosowanych przy skrawaniu. Celem zapewnienia olejom wysokiej odporności dodaje się do nich siarki, chloru lub kombinacji obu tych składników. Składniki te przy wysokiej temperaturze i ciśnieniu tworzą na powierzchni narzędzia i obrabianego przedmiotu mikroskopijnej grubości warstwę ochronną siarczanów i chlorków. Omówiono własności olejów sulfuryzowanych, chlorynowanych i emulsji. Poruszono również sposoby zapobiegania chorobom skóry spowodowanym szkodliwym oddziaływaniem oliwy.

67* MH 621.9-719:621-721 18
Smary molibdenowe dla bardzo ciężkich warunków pracy. „Molybdenized lubricants for tough conditions”. Machinist, t. 96, Nr 47, list. 52, s. 1922; A4, 0,25 str. — W wypadkach, gdy zastosowanie zwykłych smarów okazało się niedostateczne na skutek zbyt wysokich ciśnień i temperatury, użycie (na sucho) dwusiarczku molibdenu przyniosło korzystny rezultat. Smary oparte na wspomnianym składniku znalazły zastosowanie przy skrawaniu, tłoczeniu, nacinaniu gwintów oraz w formie pasty przy przeciągaczach i gwintownikach.

68* MH:NE 621.179.54:621.9-719 18
KIMMEL R. T.: **Płyny chłodząco-smarujące do obróbki skrawaniem. Ich dobór i zastosowanie**. „Cutting fluids. Selection and application”. Tool Engineer, t. 28, Nr 1, stycz. 52, s. 61; A4, 6 str., 10 fot., 1 tabl., 2 poz. bibl. — Wpływ zastosowania płynów chłodząco-smarujących na zwiększenie okresu trwałości narzędzia. Rodzaje płynów chłodząco-smarujących w zależności od rodzaju obróbki i materiału obrabianego, skład chemiczny tych płynów. Załączona tablica podaje zastosowanie płynów chłodząco-smarujących w zależności od obróbki i materiału obrabianego.

N — NARZĘDZIA

69* NS 621.923.96:669.018.25 18
BIERIESŁAWSKI A. W., EPSZTIEJN I. Ja.: **Doświadczenia z wprowadzenia bezdiamentowego ostrzenia ściernic na szlifierniach do kół zębatach**. „Opyt wniedrienja biezalmanznoj prawki na zuboszlifowalnych i szlifieszlifowalnych stankach”. Stanki i Instr., t. 23, Nr 11, list. 52, s. 29; A4, 2 str., 3 fot. 6 rys. — Podano fotografię i rysunki oprawki do profilowania, ostrzenia i czyszczenia ściernic sposobem bezdiamentowym. Narzędzie — rolka ze spiekanych węglików metali. Opisano sposób ostrzenia ściernic talerzowych, soczewkowych i tarcowych.

70* NT:QC 621.9:621.78:621.784 18
BRIK S. D. i inni.: **Udoskonalenie obróbki termicznej narzędzi na zakładzie „Frezer”**. „Usowierszeństwowanie termicznej obrabotki instrumenta na zawodzie „Friezier”. Stanki i Instr., r. 23, Nr 5, maj 52, s. 20; A4, 2 str., 1 wyk. — Wyniki doświadczeń zakładów „Frezer” nad doбором warunków przy obróbce cieplnej narzędzi skrawających. Składy kąpieli solnych stosowanych do hartowania i odpuszczania. Skład specjalnej niskotopliwej kąpieli. Skład kąpieli umożliwiającej uzyskanie lśniącej powierzchni. Dane liczbowe, temp. hartowania i odpuszczania. Przebieg obróbki cieplnej.

71* NM:SS 621.921:621.923 18
CANY G.: **Taśmy ściernie**. „Les bandes abrasives”. Machine Outil, t. 17, Nr 68, lip. 52, s. 59; 33 × 22 cm, 4 str., 12 fot., 1 mikrogr., 2 rys. — Zestawienie wszystkich papierów,

płócien i taśm ściernych, ich charakterystyka i zastosowanie. Nowy sposób wykonywania taśm ściernych o celowo ułożonych ziarnach materiału ściernego. Obróbka drewna mas plastycznych i metali. Opis maszyn bębnowo taśmowych do szlifowania i polerowania. Rodzaje obróbki: zdzieranie, planowanie, polerowanie profilowe

72* NS:SU 621.922.3:621.923.96 18
CHARIN I. W., DOBRINSKI I. B.: **Bezdiamentowe profilowanie tarcz szlifierskich (ściernic)**. „Bezalmaznaja prawka szlifowalnych krugow”. Stanki i Instr., t. 21, Nr 12, grud. 50, s. 30; A4, 0,5 str., 3 rys. — Opisano sposób profilowania kształtów tarcz szlifierskich. Jako rolki profilującej użyto resztki tarcz karborundowych, które profiluje się specjalną tarczą z hartowanej, stopowej stali z naciętymi zębami o różnym rozmieszczeniu na obwodzie. Rolką profiluje się ściernice. Zaleta: znaczne skrócenie czasu profilowania. Rysunki konstrukcyjne tarczki stalowej.

73* NS:SS:MN:SO 621.922.3:669.018.25:620.178.18 18
DAWIHL W.: **Badanie i charakter pracy tarcz szlifierskich do twardej metali**. „Über die Prüfung und Arbeitsweise von Schleifscheiben für Hartmetall”. Werkstatt u. Betrieb, t. 85, Nr 7, lip. 52, s. 287; A4, 3 str., 1 fot., 1 mikrogr., 3 rys., 5 tabl., 15 poz. bibl. — Metody badania i określania własności tarcz ściernych. Opis specjalnych przyrządów pomiarowych. Pomiar zużycia tarczy. Porównanie szlifowania ręcznego i automatycznego przy małych i dużych prędkościach szlifowania. Próba wyjaśnienia różnicy w pracy tarcz. Zestawienie i omówienie wyników badań.

74* NK:MN:NS:ST 621.9.02:549:621.923.5/6:621.9.014 18
GRUDOW P. P., CYGANOWA M. P.: **Obróbka metali nożami z nadkładkami ze spieków ceramicznych**. „Obrabotka metalow tiermokorundowymi riezcami”. Stanki i Instr., t. 23, Nr 4, kw. 52, s. 10; A4, 2,5 str., 4 rys., 5 wyk., 3 tabl., 1 poz. bibl. — Opisano wyniki doświadczeń nad spiekami ceramicznymi (termokorundowymi). Spieki te charakteryzują się znaczną kruchością, muszą być sztywno zamocowane. Warunki szlifowania i docierania tych spieków, sposoby mocowania mechanicznego płytek do trzonka, geometria ostrza. Wyniki doświadczeń nad wpływem posuwu na trwałość ostrza. Tablice zalecanych warunków skrawania. Zastosowanie tych spieków do skrawania metali kolorowych oraz obróbki wykończającej stali i żeliwa.

75* NK:MN:ST 621.9.02:549:621.9.013/014:621.791.92.668.31 18
ISAJEW A. I. i inni.: **Zastosowanie ceramicznych materiałów do skrawania metali**. „Primienienie kieramiczeskich matierialow dla riezanija metalow”. Stanki i Instr., t. 23, Nr 4, kw. 52, s. 12; A4, 2,5 str., 1 fot., 2 rys., 1 wyk., 1 poz. bibl. — Podano warunki, jakim odpowiadać powinny spieki ceramiczne. Sposoby ich mocowania, jak lutowanie, przyklejanie i mocowanie mechaniczne. Dane o szlifowaniu i docieraniu. Wzory obliczania szybkości skrawania dla dwóch gatunków spieków. Zalecana geometria ostrzy. Doświadczenia wykazały, że siły skrawania są mniejsze niż przy spiekanych węglkach metali — niższy współczynnik tarcia.

76* NH:Q 621.9-463:621.787.4 18
KARASIEW N. A.: **Ulepszenie narzędzi skrawających śrutowaniem**. „Uprocznienie riezsuszczewo instrumenta naklepom drobju”. Stanki i Instr., t. 23, Nr 10, paźdz. 52, s. 27; A4, 2,5 str., 1 fot., 1 rys., 5 wyk. — Podano urządzenie i warunki do ulepszenia narzędzi skrawających przez bombardowanie ich śrutem żeliwnym o średnicy 0,4 — 0,6 mm z szybkością 57 m/sek. Wyniki doświadczeń przeprowadzonych na wiertłach, rozwiertkach, narzynkach i nożach. Jako wynik doświadczeń podano czas trwania ulepszenia i zalety tej metody. Metodą tą zwiększamy trwałość ostrza średnio 5 — 300%.

77* NM:SS 621.923.6:669-14 18
KARATYGIN A. M., KORSZUNOW B. S.: **Szlifowanie narzędzi odlewanych**. „Zatoczka litowo riezsuszczewo instrumenta”. Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 2, luty 52, str. 23; A4, 3,5 str., 4 wyk., 8 tabl. — Zestawienie wyników badań zmierzających do określenia optymalnych warunków szlifowania narzędzi odlewanych. Czynniki wpływające na wydajność szlifowania i zużycie tarcz szlifierskich. Wykresy wydajności szlifowania w funkcji poszczególnych parametrów szlifowania. Wpływ warunków szlifowania na gładkość powierzchni, występowanie rys i zadziórów na narzędziu. Tabela doboru zalecanych warunków szli-

N — NARZĘDZIA c. d.

fowania narzędzi odlewanych z typowych radzieckich stali szybkotnących.

78* NS:NM 621.923.6:621.02:549 18
KARATYGIN A. M., KORSZUNOW B. S.: **Ostrzenie i docieranie noży z płytkami ze spieków ceramicznych.** „Zatoczka i dowódka rieczow, osnaszczonych minierało-kieramiczeskim i plastinka-mi”. W i e s t. M a s z i n o s t r., t. 32, Nr 11, listop. 52, s. 40; 21 × 19 cm, 3 str., 3 tabl. — Podano sposoby szlifowania i docierania 2 typów spieków ceramicznych. Szlifowania na sucho nie zaleca się ze względu na powstawanie rys i wykruszeń. Warunki szlifowania oraz twardość materiału i ziarnistość ściernic, skład cieczy chłodzącej, szlifowanie ziarnami ściernymi zmieszany z wodą i podawanymi na tarczę. Warunki przy docieraniu. Dane odnośnie wydajności i zużycia ściernic w zależności od szybkości obwodowej ściernicy.

79* NK 621.9.02 18
KISIELIEW N. F.: **Przecinak z mechanicznym umocowaniem nakładek ze spiekanych węglików metali.** „Otrieznoj riezec z miechaniczskim kriepieniem twierdosplawnych plastinok”. S t a n k i i I n s t r., t. 23, Nr 5, maj 52, s. 32; A4, 0,5 str., 1 rys., 1 tabl. — Opisano sposób mocowania płytek ze spieków do trzonka przecinaka. Gniazdo w trzonku wykonane pod kątem 140°. Wsuwanie płytek regulowane jest przy pomocy śruby, o którą opiera się płytka swą tylną powierzchnią. Rozwiązanie to pozwala na dwukrotne zwiększenie szybkości a tym samym dwukrotne skrócenie czasu maszynowego w stosunku do noży z przylutowanymi płytkami.

80* SW:MO:MP 621.95:674.05:679.5 18
KOENIGSBERGER F.: **Wiertło dostosowane do drzewa i mas plastycznych.** „An adjustable drill for wood and plastics”. M a c h i n e r y, t. 74 Nr 1889, stycz. 49, s. 9; 22,5 × 18,5 cm, 1,5 str., 4 rys. — Dokładny opis i rysunki wiertła o średnicy ok. 11 mm. Wiertło składa się z trzonka osadzonego jednym końcem w normalizowanym uchwycie. Drugi koniec trzonka jest sztokowy i żłobkowany. Dwa ostrza umieszcza się w odpowiednich rowkach trzonka i dociska specjalnym pierścieniem dociskowym.

81* NS:SU 621.922.3:621.922.96 18
KUDASOW G. F.: **Szybkościowa mechaniczna obróbka ściernic.** „Skorostnaja miechaniczieskaja obrabotka szlifowalnych krugow”. S t a n k i i I n s t r., t. 21, Nr 11, list. 50, s. 25; A4, 1,5 str., 2 rys., 2 wyk., 1 tabl., 1 poz. bibl. — Omówiono metody mechanicznej obróbki ściernic na specjalnych obrabiarkach oraz na tokarkach; jako narzędzia używa się tarcz metalowych; między ściernicą a tarczą wprowadza się ziarna żeliwne. Podano szybkości skrawania. Zwiększenie wydajności przez dwukrotne zwiększenie szybkości oraz przy obróbce na tokarkach dwukrotne zwiększenie posuwu. Podano szybkości zalecane w zależności od średnic tarczy.

82* NK:UK 621.9.02—229—79.2 18
KURZENKOW B. A.: **Nowe konstrukcje przyrządów i narzędzi.** „Nowyje konstrukciji instrumentow i priborow”. S t a n k i i I n s t r., t. 21, Nr 8, sierp. 50, s. 1; A4, 8,5 str., 4 fot., 20 rys., 1 tabl., 1 poz. bibl. — Opis zasady działania i cechy 20 konstrukcji przyrządów i narzędzi. Ciekawsze z nich to: spiralne przeciągacze do obróbki głębokich otworów — odprowadzenie wiórów przez część kalibrującą, oszczędności materiałowe, dokładność. Pogłębiacze z nadkładkami ze spieków — opis konstrukcji, geometria ostrzy. Frezy tarczowe do przecinania bakielitu o średnicy 75—80 mm i szerokości 0,22 mm, — zęby odchylone na przemian o 0,05 mm od osi zapobiegają zakleszczaniu, zwiększenie wydajności. Sposób mocowania noży w frezach czołowych do szybkościowego frezowania. Przyrząd pneumatyczny do pomiaru gładkości powierzchni płaskich i cylindrycznych, zakres pomiaru — 5 ÷ 10 klasa gładkości. Przyrząd do autokontroli wymiarów przy szlifowaniu wałków, wyłączanie automatu po obróbce zgrubnej i wykańczającej.

83* NK:SU 621.9.02:669.018.25:621.9.014.5 18
MACHAŁADZE M. A.: **Nowa konstrukcja noży do szybkościowego skrawania.** „Nowaja konstrukcja riezca dla skorostnowo riezania”. S t a n k i i I n s t r., t. 21, Nr 11, list. 50, s. 30; A4, 1 str., 2 rys. — Opis konstrukcji noża oprawkowego dla spiekanych węglików metali z płytkami mocowanymi mechanicznie z łamaczem wióra. Zalety tych noży: łamacz wióra nadający się dla dowolnych warunków skrawania, zwiększenie okresu trwałości ostrza, obniżenie kosztów wykonania narzędzi, gdyż nie potrzeba wykonywać trzonków dla każdej płytki spiekanych węglików metali. Próby ich przydatności przeprowadzono przy $V = 100 \div 300$ m/min.

84* NK 621.902:621.941.1:621.753.1 18
RYBKIN G. M., SAMOJŁOW B. J.: **Toczenie wykończające nożami z przesuwaną płytką skrawającą.** „Czystowe tocenie rieczcami

s pieriemieszczajemoj riezuszczej plastinkoj”. S t a n k i i I n s t r., t. 23, Nr 4, kw. 52, s. 20; A4, 2 str., 2 fot., 3 rys., 1 tabl., 2 poz. bibl. — Rysunki konstrukcyjne i zasada działania narzędzia do obróbki wykończającej z przesuwym ostrzem skrawającym. Ostrze w postaci płytki, której kąt przystawienia = 0, zamocowane jest w specjalnym uchwycie. Podano zalety i wady tego narzędzia. Przy skrawaniu tym narzędziem mamy skrawanie swobodne. Dobór kąta pochylenia głównej krawędzi skrawającej λ w zależności od średnicy skrawania.

85* NS 621.922:621.923.96 18
SCHR.: **Samoostrzące się tarcze szlifierskie.** „Selbstschärfende Schleifscheiben”. T e c h n. R u n d s c h a u, t. 44, Nr 25, czerw. 52, s. 26; 48 × 32 cm, 3/8 str., 2 poz. bibl. — Omówienie teorii pracy tarcz szlifierskich. Rozpatrując operacje szlifierskie według rodzaju ostrzonego narzędzia oraz kierunku i rodzaju zużycia się tarczy, można przez odpowiedni dobór kolejności tych operacji uniknąć specjalnego ostrzenia tarczy. Czynniki wpływające na wielkość zużycia tarczy — obliczenia teoretyczne i badania praktyczne.

86* NS:SS:ST 621.922.3:620.191.392.621.9.01 18
TARASZENKO D. M.: **Zużycie tarcz ściernych i gładkość obrabianej powierzchni.** „Izнос szlifowalnych krugow i czistota obrabotannoj powierchnosti”. S t a n k i i I n s t r., t. 29, Nr 4, kw. 52, s. 24; A4, 1,5 str., 4 wyk., 1 tabl. — Wyniki doświadczeń nad badaniem zużycia tarcz ściernych oraz uzyskiwanej gładkości powierzchni. Stwierdzono, że ze wzrostem szybkości wzrasta gładkość powierzchni. Rozważania nad doбором najlepszych warunków szlifowania przy najmniejszym zużyciu tarczy (zwiększenie szybkości obwodowej tarczy i przedmiotu wzgl. głębokości szlifowania). Przy szlifowaniu stali autor podaje, że tarcie o spoiwie organicznym miały większe zużycie ale dawały gładszą powierzchnię niż tarcze o spoiwie ceramicznym. Dane liczbowe.

87* NS:SS 621.923.4 18
VICTORY F. C.: **Precyzyjne szlifowanie kształtowe poprawia jakość narzędzi.** „Precision contour grinding makes better tools”. M a c h i n i s t, t. 96, Nr 45, list. 52, s. 1822; A4, 4 str., 4 fot., 2 rys. — Zagadnienie szlifowania twardych narzędzi. Kalkulacja opłacalności szlifowania w zależności od wymienności narzędzia, okresu trwałości, kształtu, kosztu i podobieństwa do innych. Szlifowanie tarczą zwykłą i tarczą kształtową. Szlifiarka z optyczną kontrolą kształtu. Inne typy szlifierek do szlifowania zwykłego. Formowanie tarczy przez obciążanie i rozgniatanie (crushing) — zalety i wady takich tarcz.

88* NK:MN 621.9.02:669.018.25 18
Płytki ze spieków do obustronnej pracy. „Revertible solid carbide inserts”. M a c h i n i s t, t. 95, Nr 52, grud. 51, s. 1967; A4, 3 str., 10 fot., 1 rys. — Zaczynają się obecnie rozpowszechniać noże tokarskie z ostrzami wykonanymi ze spieków o przekroju kołowym lub o przekroju wieloboku. Ostrza te, wykonane jako płytki, założone są pionowo w imaku nożowym, przy czym dają się bardzo łatwo wyjmować i w razie zupełnego stępienia z jednej strony można je obrócić i założyć z drugiego końca. Noże tego rodzaju zmniejszają wydatnie ilość ostrzeń, przyspieszając tym samym wydajność przy robotach tokarskich.

89 NE 620.179.54 18
Stopień zużycia ostrzy wyznaczony przy pomocy radioaktywnych narzędzi. „Wear rates determined with radioactive tool bits”. M a c h i n i s t, t. 95, Nr 50, grud. 51, s. 1928; A4, 0,5 str. — Laboratoryjne wyznaczenie stopnia zużycia ostrza narzędzi skrawających zostało ostatnio dokonane przez dra Merchanta za pomocą licznika Geigerowskiego, który mierzy radioaktywność wiórów (ok. 97% metalu pochodzącego z zużycia ostrza „przykleja się adhezyjnie” do wiórów). Przed przeprowadzeniem pomiarów nową metodą narzędzia były poddane promieniowaniu stosu atomowego. Dokładność nowego sposobu wynosi ok. 5%, wobec 10% dotychczasowych sposobów wyznaczania zużycia ostrzy.

O — OBRABIARKI

90* OK:ST 621.9.01 18
ELYASBERG M. (Stanki i Instr. Nr 11/ i 12/51): **Analityczne ujęcie mechanizmów posuwowych w obrabiarkach pod względem jednostajności posuwu i dokładności (czułości) nastawienia.** „An analysis of feed mechanismism in machine tools regarding uniformity of advance and sensitivity of adjustment”. E n g r s. D i g., t. 13, Nr 10, paźdz. 52, s. 338; A4, 1,5 str., 2 wyk. — Analityczne obliczanie przesunięcia mechanizmów posuwowych, szybkości i siły tarcia w oparciu o parametry użyte do doświadczeń. Wykresy przedstawiające krzywe sinusoidalne i aperiodyczne; wyliczenie szybkości „krytycznej” powodującej nieciągłość ruchu, wywołanej zmiennością siły tarcia. Praktyczne wnioski rozważań teoretycznych: skonstruowane specjalne prowadnice

O — OBRABIARKI c. d.

ślizgowe z dociskiem sprężynowym. Zastąpienie tarcia ślizgowego tarciem tocznym. Zamiana powierzchni współpracujących z żeliwa na materiały bezpostaciowe np. plastyki, co powoduje zredukowanie szybkości krytycznej i zapewnia mniejsze wahania siły tarcia.

91* OK:ST 621.9—589.23:531.44:621.9.012 18
 ELYASBERG M. E.: Analiza mechanizmów posuwu obrabiarek ze szczególnym uwzględnieniem jednostajności ruchu postępowego i dokładności nastawienia. „An analysis of feed mechanism in machine tools regarding uniformity of advance and sensitivity of adjustment“. *Eng. Des. J.*, t. 13, Nr 9, wrzes. 52, s. 298; A4, 3 str., 1 rys., 7 wyk. — Opracowanie artykułu z czasopisma Stanki i Instrumenty Nr 11 i 12/51. Przyczyny przerywanego ruchu posuwu. Związek między siłą tarcia a szybkością ruchu. Siła tarcia jako funkcja szybkości w przypadku pełnego ruchu względnie jako funkcja przyspieszenia, szybkości i czasu dla bardzo wolnego ruchu. Urządzenie doświadczalne. Równanie siły tarcia oparte na teorii molekularnej tarcia oraz jego rozwiązanie.

92 OC:UE:SV 621.952:621.923.74 18
 HYLER J. E.: Czy wykorzystujecie należycie wasze wiertarki. Are you getting the most out of your drill presses. *Iron Age*, t. 166, Nr 25, grud. 50, s. 83; A4, 4 str., 5 fot. — Opisane urządzenia wiertarskie może być zastosowane nie tylko do wiercenia otworów, lecz również do docierania. Przez zastosowanie specjalnej przekładni można uzyskać bardzo wysokie obroty narzędzia dzięki czemu można szlifować, polerować, docierać w zależności od potrzeby. W artykule podano zastosowanie wyżej wspomnianych urządzeń do różnych rodzajów obróbki.

93* OK 621—212:621.9.002.612.2 18
 KALLIOPIN W. W.: O architekturze obrabiarek. „Ob architektónikie metalórieżuszczewo stanka“. *Stanki i Instr.*, t. 23, Nr 11, list. 52, s. 20; A4, 2,5 str., 4 fot., 1 rys., 1 wyk., 1 poz. bibl. — Opisano w jaki sposób należy dobierać odpowiednie kształty obrabiarek i ich elementy i na co powinien zwrócić uwagę konstruktor przy konstrukcji nowych modeli. Podano przykłady właściwego rozwiązywania kształtów poszczególnych elementów. Jako najlepszą należy zachować proporcję według podziału złotego.

94* OW:PE 621.9—523 18
 KNOWLES J. O.: Kilka ostatnich osiągnięć na polu elektrycznego sterowania obrabiarek. „Some recent developments in electric control of machine tools“. *Machinery*, t. 74, Nr 1899, marz. 49, s. 338; 22,5 x 18,5 cm, 3 str. — Rys rozwojowy napędu i sterowania elektrycznego obrabiarek. Opisano zakres stosowania tych urządzeń na rewolwerówkach (uchwyty elektryczne, szybka zmiana prędkości, posuwu i kierunku ruchu obrabianego przedmiotu) oraz na wiertarkach promieniowych. W obu wypadkach uzyskano znaczne skrócenie czasów poszczególnych operacji oraz ułatwienie obsługi.

95* OC:OK:OB 621.9:621.9.09 18
 MARTIN J. C. Z.: Obrabiarki do celów specjalnych i zasada konstrukcji zespołów elementarnych. „Special purpose machine tools and the unit construction principle“. *Eng. Des. J.*, t. 13, Nr 9, wrzes. 52, s. 301; A4, 5,5 str., 8 fot., 5 rys., 1 wyk., 1 tabl., 10 poz. bibl. — Znaczenie obrabiarki specjalnej w produkcji masowej. Obniżenie kosztu jednostkowego obrabianych części. Opcjonalność instalacji maszyny w zależności od wielkości produkcji w porównaniu z normalną obrabiarką uniwersalną. Konstrukcja zespołów elementarnych zezwala na montaż dowolnej obrabiarki do celów specjalnych przy bardzo niskich kosztach. Opisy zespołów wiertarskich, frezarskich oraz zespołów posuwu. Zespoły posuwu oparte na zasadzie: 1) elektro-mechanicznej, 2) elektro-hydraulicznej, 3) hydrauliczno-elektrycznej, 4) hydrauliczno-mech., ich zalety i wady. Przykłady zestawów obrabiarki specj. z zespołów elementarnych.

96* OS 621.9.09:621—522/523:621.9—752 18
 Trzy niezwykle obrabiarki na wystawie europejskiej. „Three unusual machines of the European show“. *Machinist*, t. 96, Nr 40, paźdz. 52, s. 1627; A4, 4 str., 9 fot., 2 rys. — Nowe rozwiązania konstrukcyjne tokarki-koparki, wiertarki i szlifierki. Koparka budowana specjalnie pod kątem widzenia uniknięcia drgań składa się z dwóch zasadniczych elementów łoża i podstawy, a wierzchoń i konik umieszczone są w pozycji wiszącej. Napęd ruchów hydrauliczno-elektryczny, zaś urządzenia kopiujące — elektroniczne. Wiertarka do wiercenia współrzednego posiada automatyczne urządzenie samonastawne elektryczne. Napęd przesuwu głowicy i stołu hydrauliczny. Szlifierka budowana na zasadzie stałego przedmiotu i ruchomego narzędzia, sterowana hydraulicznie. Bezstopniowa zmiana szybkości stołu. Podano charakterystykę wszystkich trzech obrabiarek.

P — PRZYRZĄDY POMIAROWE

97 PS 621.9—791.2:621.753.3 18
 LINSLEY H. E.: Poznaj swoje kontrolne narzędzia. „Know your inspection tools“. *Machinist*, t. 95, Nr 52, grud. 51, s. 1975; A4, 12 str., 49 rys., 2 tabl., 3 poz. bibl. — Przegląd najróżniejszych typu sprawdzianów i przyrządów pomiarowych od najpopularniejszych do specjalnych. Artykuł nie podaje szczegółowego przeglądu i opisu ale raczej przedstawia je ogólnie z ilustracjami i informuje, co na tym odcinku zrobiono. Opisano najrozmaitsze sprawdziany stałe i nastawcze, przechodnie i nieprzechodnie, pojedyncze i wielokrotne, sprawdziany do gwintów. Różne odmiany sprawdzianów i instrumentów wskaźnikowych, komparatory optyczne, sprawdziany pneumatyczne i elektryczne. Zakresy stosowania. Wzmianki odnośnie wyposażenia do badań wad materiałowych. Przepisy do należytego obchodzenia się ze sprawdzianami. Artykuł nadaje się dla ludzi z pewnym doświadczeniem z tego zakresu.

98* P:OM 669.018.25:539.532:620.178 18
 MURKES J.: Bezwzględna skala twardości. „Absolute hardness scale“. *Eng. Des. J.*, t. 13, Nr 4, kw. 52, s. 112; A4, 3 str., 2 wyk., 3 tabl. — Wzrastająca coraz bardziej produkcja twardej stopów i materiałów ściernych wysunęła konieczność bardzo dokładnego wyznaczania twardości. Pozytywne rozwiązanie wielu problemów jest uzależnione od metod wyznaczania twardości. Skala twardości Mohsa okazała się niedostateczna zwłaszcza w zakresie 9 i 10 stopnia, gdzie potrzebne jest znacznie większe zróżniczkowanie. Omówienie krytyczne metody Rockwella, Brinella, Vickersa i Knoopa. Wykres dla minerałów skali Mohsa z danych uzyskanych z rozmaitych metod pomiarowych (Auersbacha, Bierbauma, Rebintera i innych). Nowa skala twardości wyrażona w kg/mm², w której zakres 9 i 10 stopnia skali Mohsa odpowiadający „corundum-diaament“ został podzielony dodatkowo na 6 „podstopni“.

99* PP:PH 621.753.3:53.082.36 18
 NYSTROM WM. T.: Powietrze może rozwiązać wasz problem kontroli. „Air may solve your gaging problem“. *Machinist*, t. 96, Nr 40, paźdz. 52, s. 1611; A4, 3 str., 4 fot., 5 rys. — Przykłady sprawdzianów powietrznych do pomiaru średnic wewnętrznych i zewnętrznych, położenia osi otworu, odległości osi otworów, gładkości powierzchni i innych. Zasada działania polega na zmianie szybkości powietrza przepływającego przez rurę Venturi'ego, wykazującej odchylenia wymiarów bezpośrednio na odpowiednio wycechowanej tarczy. Sprawdziany powietrzne wielopunktowe, do kontroli kilku wymiarów jednocześnie.

100* P 621.9.014:621.9—791.21:531.781 18
 OPITZ H., KÜSTERS K.: Przyrządy do pomiaru siły i temperatury używane w skrawaniu metali. „Instruments for force and temperature measurement in metal cutting“. *Eng. Des. J.*, t. 13, Nr 5, maj 52, s. 145; A4, 3,5 str., 9 fot., 4 rys., 1 poz. bibl. — Opis 2 metod pomiarowych, opracowanych przez Instytut Obrabiarek Politechniki w Akwizgranie, na dynamometrach do pomiaru sił skrawania (toczenia i strugania), sporządzonych przez Instytut. Zasada pomiaru polega na ugięciu się cienkiej membrany pod działaniem skrawania. Membrana znajduje się wewnątrz 2 uzwojeń, przy ugięciu się zatem i przesunięciu membrany względem 2 uzwojeń, zmienia się w nich rozkład napięcia i przepływ prądu. Zastosowanie pasków oporowych przy pomiarze mniejszych sił. Trudności pomiarów przy frezowaniu — mierzono tylko siłę skręcającą. Przy szybkościach ok. 300 m/min powstawały duże drgania ze względu na dużą masę freza, a oscylogramy zdejmowane przy wyższych szybkościach były bezużyteczne. Zwiększenie czułości pomiarów.

101* PE:UP 621—791.2:621.317.39:621.9—436 18
 Pomiar okrągłości. „Roundness measurement“. *Airer. Prod.*, t. 14, Nr 163, maj 52, s. 151; A4, 2,5 str., 2 fot., 3 makrogr., 2 tabl. — Opis i praca magneto-elektrycznego aparatu do pomiaru okrągłości kulek, wałków, tłoków, cylindrów i in. Niedokładności w kształtach okrągłych nanoszone są na wykres w 200 ÷ 10.000-krotnym powiększeniu.

102* PP 621—791.2:621—85 18
 Pneumatyczny precyzyjny przyrząd pomiarowy do kontroli wymiarów różnych części. „Pneumatische Präzisionsmessgeräte zur Kontrolle der Masshaltigkeit verschiedenartiger Werkstücke“. *Techn. Rundschau*, t. 44, Nr 41, paźdz. 52, s. 28; 48 x 32 cm, 0,5 str., 3 fot., 1 rys. — Opis pneumatycznych przyrządów pomiarowych francuskiej firmy „Etamic“ do precyzyjnych pomiarów i kontroli wymiarów różnych części. Zaletą przyrządu jest możliwość zamontowania na szlifierce i przeprowadzania ciągłej kontroli w czasie obróbki bez przerywania pracy. Dokładność pomiarowa 0,1 mikrona, zużycie powietrza sprężonego 3 m³ na godzinę.

P — PRZYRZĄDY POMIAROWE c. d.

- 103* PK:PF 621—791.2.002.2:531.717.351 18
Automaty pomiarowe i przyrządy wyprodukowane w 1951—1952 r. „Izmeritelnye awtomaty i pribory, sozdannye instrumentalnoj promyshlennostju w 1951—1952 gd.” Stanki i Instr., t. 32, Nr 11, list. 52, s. 23; A4, 2,5 str., 5 fot., 1 rys., 1 tabl., 1 poz. bibl. — Podano przyrządy pomiarowe wyprodukowane w okresie 1951—1952 służące do pomiarów w liniach automatycznych: przyrząd do sprawdzania gwintu w świecach samochodowych automat dla kontroli pierścieni tłokowych, przyrząd do sprawdzania bicia łożysk tocznych i sprawdzanie bieżni kulek wzgl. rolek oraz szereg przyrządów do kontroli kół zębatach.
- 104* PP 621—791.2 18
Specjalna konstrukcja mikrometru. „Specjalni konstrukce mikrometru” Techn. Pr., t. 8, Nr 12, grud. 52, s. 282; A4, 0,5 str., 1 fot., 1 wyk. — Opis konstrukcji specjalnego mikrometru umożliwiającego pomiar średnic narzędzi trzyostrzowych jak wiertła, rozwiertaki i frezy.

S — OBRÓBKA SKRAWANIEM

- 105* SV 621.923.5:621-83 18
ASKINAZI B.M.: Elektromechaniczna metoda wygładzania. „Elektromechanická metoda hlazení.” Techn. Pr., t. 8, Nr 12, grud. 52, s. 267; A4, 1,5 str., 1 mikrogr., 3 rys., 7 wyk. — Opis i schemat instalacji do elektromechanicznego wygładzania na tokarce. Zasada omawianej metody, jej zalety i porównanie z obróbką mechaniczną dla otrzymania takiej samej gładkości powierzchni. Zależność między gładkością obrabianej powierzchni a posuwem, prędkością obrotową, naciskiem. Wpływ elektromechanicznej metody na odporność obrabianego przedmiotu na ścieranie oraz na twardość.
- 106* S:MP 621.91.07:679.5 18
BEACH W. I.: Obróbka i łączenie walcowanych plastyków. „Machining and assembling thermosetting laminated plastics.” Machinery (London), t. 81 Nr 2075, sier. 52, s. 318; 24×18,5 cm, 7 str., 8 fot., 5 rys., 1 tabl. — Obróbka plastyków zbliżona do obróbki metali. Wycinanie części piłą. Specjalna maszyna do wycinania kształtowego zaopatrzona w nóż zbliżony do freza. Prowadzenie narzędzia szablonem. Zasady dobrego wykonania szablonu. Dziurkowanie plastyków przez wiercenie i przebijanie. Dokładność obróbki. Wycinanie piłą taśmową. Specjalne uchwyty wiertarskie. Nitowanie plastyków — minimalne odstępny nitów — maksymalne obciążenia itp. Zszywanie płyt przez kołkowanie. Kontrola wykonania i najczęściej spotykane wady obróbki.
- 107* ST:SS:NB 621.923:621.924 18
BRIEJEV B. P.: Rozwój obróbki szlifowaniem w okresie powojennym. „Razwítie obrabotki obrazimym instrumentom w poslewojennyj pierod.” Stanki i Instr., t. 23, Nr 11, list. 52, s. 6; A4, 4 str. 9 fot. — Opisano rozwój obróbki szlifowaniem w okresie powojennym. Podano o zastosowaniu nowych sposobów obróbki szlifowaniem. Przegląd nowych konstrukcji szlifierek, ostatnie modele przystosowane do pracy w liniach automatycznych. Metody zastosowane celem zwiększenia wydajności szlifowania.
- 108* ST:SU 621.9.014:536.12 18
CHAO B. T., TRIGGER K. J.: Znaczenie wskaźnika cieplnego przy skrawaniu metalu. „The significance of the thermal number in metal machining.” Engrs. Dig., t. 13, Nr 9, wrzes. 52, s. 311; A4, 3 str., 1 rys. 5 wyk., 7 poz. bibl. — Analiza teoretyczna rozkładu ciepła w płaszczyźnie skrawania przy skrawaniu szybkościowym. Wskaźnik cieplny określony stosunkiem iloczynu szybkości skrawania i grubości warstwy skrawanej do
- przenikliwości cieplnej materiału skrawanego. Związki wskaźnika cieplnego z kątem skrawania, rozkładem ciepła i energią potrzebną do usunięcia metalu. Wpływ krzywizny wióra na rozkład temperatur przy zmianie warunków skrawania.
- 109* SV 621.924.7:621.923.5 18
KAHARL D. I.: Doglądanie w bębnach precyzyjnych części napędu odrzutowego. „Barrel finishing precision parts for jet propulsion units” Machinery (London), t. 81, Nr 2088, list. 52, s. 1067; 22,5 × 18,5 cm, 6,6 str., 7 fot., 1 tabl. — Opis szybkiej i ekonomicznej metody (zredukowanie kosztów o ok. 90%) usuwania zadziórów oraz doglądania powierzchni przedmiotów przez umieszczanie ich w bębnach obrotowych wyłożonych gumą wzgl. neoprenem i zawierających wodę, substancje smarujące i cząstki materiału ściernego. Materiał ścierny jest to albo kamień naturalny (ziarenka SiO₂ w niekryształicznym materiale wiążącym), albo tzw. kamień syntetyczny (cząstki Al₂O₃ w materiale wiążącym). Materiały „smarujące” są to roztwory wodne: mydła, środków czyszczących, słabych ługów i kwasów, odtleniaczy i środków antykorozyjnych. Dobór kształtu bębna, materiałów wypełniających, ilości obrotów i czasu pracy bębna w zależności od kształtu, ilości i rodzaju materiału obrabianych części.
- 110* ST:SU:SF 621.9.014.5:621.914.2 18
KASZIRIN A. J., BARBASZOW F. A.: O jednolitych zależnościach sił i szybkości skrawania przy różnych rodzajach obróbki. „O jedinyh zawisimostjach sił i skorosti riezania dla razlicznych widow obrabotki.” Stanki i Instr., t. 21, Nr 12, grud. 50, s. 7; A4, 4,5 str., 1 rys., 4 tabl., 3 poz. bibl. — Wyprowadzono wzory teoretyczne na siłę obwodową i szybkość skrawania przy frezowaniu frezem walcowym i czołowym, doprowadzając wzory te do postaci podobnej do wzorów przy toczeniu. Tablice porównawcze na współczynniki określenia drogą rachunkową i doświadczalną. Wzory na szybkość i siłę przy wierceniu. Wzory na siłę i szybkość dla wszystkich rodzajów obróbki z wyjątkiem szlifowania mają podobną budowę i tylko nieznacznie różnią się wielkością współczynników.
- 111* ST:P 621.9.014:531.78 18
KLUSZIN M. I., GORDON M. B.: Siły tarcia na powierzchni natarcia narzędzia i ich wpływ na proces skrawania metali. „Siły trtenja na pieriedniej grani instrumenta i ich wlijanje na process riezania mietalłow.” Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 3, marz. 52, s. 53; A4, 8 str., 3 rys., 7 wyk., 5 tabl., 7 poz. bibl. — Rozważania teoretyczne zmierzające do uchwycenia na podstawie pomiarów doświadczalnych w matematyczne zależności wielkości i wpływu sił tarcia występujących na powierzchni natarcia narzędzia na proces skrawania. Opis specjalnego przyrządu do pomiaru sił tarcia przy toczeniu. Wpływ prędkości skrawania na wielkość współczynnika tarcia i siły działającej na nóż. Zależność współczynnika śpęczenia od sił tarcia. Wpływ kąta natarcia. Zestawienie i omówienie wyników pomiarów.
- 112* SS 621.923:621.924.24 18
KOPEC R.: Szlifowanie powierzchni pasami ściernymi. „Broušení povrchu brusnymi pasy.” Strojiřensvi, t. 2, Nr 12, grud. 52, s. 548; A4, 4 str., 1 mikrogr., 5 rys., 1 wyk., 1 tabl., 2 poz. bibl. — Wyniki badań porównawczych szlifowania za pomocą pasów z nalepianym nań materiałem ściernym ze szlifowaniem przy pomocy ściernic. W eksploatacji najlepsze okazały się pasy papierowe napędzane filcowymi tarczami. Szlifowanie pasowe daje specjalnie dobre wyniki przy dużych głębokościach szlifowania i przy szlifowaniu płaszczyzn, względnie powierzchni kształtowych. W porównaniu ze szlifowaniem za pomocą tarcz ściernych — niższy jest o 30% koszt obróbki i lepsza gładkość powierzchni.

Badania ścieralności powierzchni elektroiskrowo utwardzanych

Przy wykonywaniu badań elektroiskrowego utwardzania narzędzi zostały wykonane próby, mające na celu wykazanie odporności na ścieranie utwardzanych powierzchni.

Pomiary miały dać materiał orientacyjny, toteż nie chodziło o dokładne precyzowanie wymagań, stawianych tym próbom.

Metoda badań i przyrządy.

Ponieważ odpowiednich urządzeń Instytut nie posiadał, wykonano we własnym zakresie przyrząd poniżej opisany.

Mały silniczek elektryczny poprzez przekładnię zębatą redukcyjną napędzał tarczę stalową o średnicy 80 mm i grubości 2 mm. Do tej tarczy był dociskany badany przedmiot ze stałą siłą ok. 1,5 kG i tarcza wycierała w nim rowek. Z wymiarów rowka była obliczana ilość startego materiału. W tym celu został sporządzony wykres pola przekroju wycinka kołowego w zależności od długości cięciwy dla $D = 80$ mm.

Przy pomiarach badano przez lupę, w jakim stopniu została przetarta utwardzona powierzchnia, czy i w jakim stopniu osiągnięto materiał podstawowy.

Jako tarczę trącą zastosowano tarczę z blachy stalowej mało-węglistej, którą następnie poddano cementacji i zahartowaniu.

Przy próbach stwierdzono, że tarcza po zahartowaniu lekko się wypaczyła oraz jej krawędzie z czasem ulegały silniejszemu zużyciu, wskutek czego wytarty w materiale rowek nie miał przekroju prostokątnego do czego zresztą przyczyniały się nierówności utwardzonych powierzchni. Wymiary rowka trzeba więc było określać w przybliżeniu powodującym błędy w określaniu ilości startego materiału. Błędy te według szacunkowej oceny mogły dochodzić do 20%. Dla wyników, jako orientacyjnych, dokładność taka była najzupełniej wystarczająca. Ilość obrotów tarczy mierzył sprężony z nią licznik.

Materiał badany.

Jako materiał badany stosowano:

- zużyte przyrządy ze stali narzędziowej
- część noża ze stali szybko tnącej
- kawałki pilki ręcznej do cięcia metali
- spieki węglików wolframu, jako materiał porównawczy.

Utwardzanie przeprowadzano spiekami gatunku S3, przy czym starano się wytworzyć możliwie grubą warstwę utwardzoną, by w czasie próby nie została całkowicie przetarta. Niektóre próbki po utwardzeniu spiekami dodatkowo poddawano obróbce elektroiskrowej anodą grafitową.

Należy zaznaczyć, że przy utwardzaniu otrzymywano powierzchnię chropowatą i twardą, trudną do obróbki zwykłymi metodami.

Próby.

Przeprowadzone próby i ich wyniki są podane w tablicy I.

Omówienie prób i wnioski.

1. Próby 1—6 miały na celu ustalenie wpływu sposobu przeprowadzania badań.

Z prób 1 i 2 wynika, że szybkość obrotowa tarczy w granicach stosowanych szybkości nie ma istotnego wpływu na ścieralność. Dalsze próby były wykonywane przy szybkości ok. 100 obr/min.

Próby 3—5 miały na celu ustalenie wpływu nacisku jednostkowego. Przy sile docisku tarczy o stałej wielkości początkowo nacisk jednostkowy jest duży i maleje w miarę wyłabiania rowka, gdyż siła docisku rozkłada się na coraz to większą powierzchnię styku.

Wyniki prób 3—5 wskazują w granicach dokładności pomiarów, że ilość startego materiału jest proporcjonalna do drogi tarcia przy danej stałej sile dociskającej, co przyjęto przy ocenie wyników dalszych prób.

Zestawienie prób 4 i 6 wykazało, że ścieralność zależy wybitnie od jakości materiału ścierającego. Tarcza miękka ścierała dużo mniej niż cementowana i zahartowana.

2. Zestawienie prób 7—17 wskazuje, że elektroiskrowe utwardzanie zwiększa wybitnie odporność stali na ścieranie, przy czym próby 8, 12 i 17 wykazały, że wyniki utwardzania nie zależą od twardości i gatunku utwardzanej stali (podłoża), natomiast inne próby wskazują, że odporność na ścieranie zależy wybitnie od jakości utwardzania. Najkorzystniejsze warunki utwardzania nie zostały ustalone.

Rola dodatkowego utwardzania grafitem nie jest wyraźnie uwidocznioma (próby 9 i 15 w zestawieniu z próbami 8 i 17).

3. Zestawienie prób 18—20 z pozostałymi wykazało, że utwardzanie elektroiskrowe powierzchni trących, podobnie jak i narzędzi tnących nie jest konkurencją dla nakładek ze spieków. Utwardzanie to można stosować w wypadkach, gdy nie można stosować spieków.

4. Na podstawie przeprowadzonych prób należy stwierdzić, że po dokładnym opanowaniu nowej techniki elektroiskrowego utwardzania można przez zastosowanie tej techniki wybitnie zwiększyć trwałość powierzchni trących oraz obniżyć koszt ich produkcji przez stosowanie tańszych materiałów i tańszej obróbki.

Utwardzanie większych powierzchni wymagałoby automatyzacji, gdyż ręczna praca byłaby zbyt uciążliwa.

C. F.

TABLICA I

L. p.	Materiał badany		Twardość tarczy RG	Utwardzanie	Ilość obr. tarczy	Wymiary rowka mm	Starty mater. mm ³	U w a g i
	Gatunek	Twardość RC						
1.	Stal narzędziowa	63	58	—	10000	5,8 × 2	0,2	szybk. 70 obr./min
2.	„ „	63	58	—	10000	5,8 × 2	0,8	„ 300 „
3.	„ „	63	58	—	5000	4,4 × 2	0,34	reszta prób
4.	„ „	63	58	—	10000	5,6 × 2	0,7	przy szybko 100
5.	„ „	63	58	—	20000	7,3 × 2	1,7	obr./min.
6.	„ „	63	miękka	—	10000	3,3 × 1,6	0,13	
7.	„ „	62	58	—	10000	6,5 × 2	1,12	
8.	„ „	62	58	spiek S3	10000	3 × 1,5	0,09	
9.	„ „	62	58	S3 — grafit	20000	3,6 × 1,5	0,15	— 0,075 mm ³ /10000 obr.
10.	„ „	62	58	S3	10000	3,5 × 2	0,20	*)
11.	Stal szybko tnąca	68	58	—	10000	3,5 × 2	0,20	
12.	„ „	68	58	S3	10000	3 × 1,8	0,1	
13.	Pilka stalowa	63	58	—	10000	4,8 × 2	0,44	
14.	„ „	63	58	S3	10000	3,8 × 2	0,24	
15.	„ „	63	58	S3 — grafit	10000	3 × 1,5	0,09	
16.	„ „	miękka	58	—	10000	8,5 × 2,2	2,8	odpuszczona
17.	„ „	„	58	S3	10000	3 × 1,5	0,09	„
18.	Spiek niezany	—	58	—	10000	2,2 × 1,5	0,03	
19.	„ S3	—	58	—	20000	2,3 × 1,0	0,02	
20.	„ H1	—	58	—	20000	2,5 × 1,0	0,03	

*) do utwardzania zastosowano większą energię niż w próbce 8.

Badania nad zdolnością wymienną jonit w czasie elektrolizy (Komunikat 1)

Celem pracy było stwierdzenie, czy w czasie elektrolizy następuje wymuszona pod wpływem prądu elektrycznego wymiana jonów w węglu sulfonowym „Escarbo”.

Do doświadczeń użyto oczyszczony i zregenerowany węgiel sulfonowany „Escarbo” produkcji krajowej o zdolności wymiennej $Z_c = 0,7$ mval/g (oznaczonej w cyklu H-Na). Zasada przyjętej metody polega na obserwacji wymiany jonów w czasie elektrolizy między jonitem a roztworem.

Zasadnicza aparatura, na której przeprowadzano doświadczenia składała się z naczynia sporządzonego wg pomysłu W. Świętosławskiego (rys. 1), które w toku dalszego opisu będzie nazywane „elektrolizerem jonitowym”. Elektrolizer jonitowy był wykonany ze szkła jenajskiego i składał się z trzech zasadniczych części: rury szklanej długości 18 cm i przekroju $\varnothing = 2,3$ cm zakończonej z obydwu końców szlifem oraz dwóch kolanek zakończonych szlifem z jednej strony i posiadających krany w pobliżu szlifów. Część środkowa posiadała wycięte krążki z lejków Schotta, które stanowiły zaporę dla wymiennika. Krany umieszczone w kolankach elektrolizera jonitowego pozwalały na wygodniejsze operacje w czasie wykonywania pomiarów.

Poniżej podaje się zestaw używanej aparatury (rys. 2) oraz schemat połączeń (rys. 3).

W czasie wykonywania pracy używano kationit oczyszczony kwasem solnym następnie zregenerowany użyciem 5% — 25% roztworu KCl. Złoże przemycano wodą destylowaną do zaniku reakcji na chlorki.

Ponadto używano szeregu odczynników o stopniu czystości „chemicznie czyste”, a to w celu uniknięcia wprowadzenia do wymiennika dodatkowych zanieczyszczeń.

Pomiary

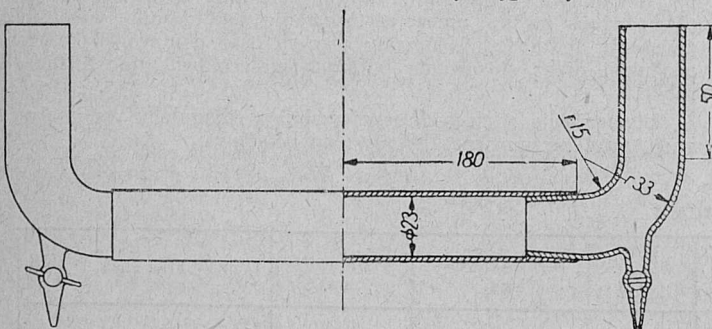
a) Pomiar pierwszy

W pomiarze pierwszym wypełniono elektrolizer jonitowy w sposób następujący: w środkowej części elektrolizera znajdował się K-kationit umieszczony w roztworze 0,09 n wodorotlenku potasowego, który wypełniał również przestrzeń przykatodową. Przestrzeń przyanodową zawierała 0,1 n roztwór wodny amoniaku. Celem pomiaru było wyparcie z wymiennika jonowego silnie alkalizującego jonu potasowego przez zastąpienie go jonem amonowym, wprowadzanym przy użyciu prądu elektrycznego.

Zapoczątkowano doświadczenia przy różnicy potencjałów $V = 25$ woltów i natężeniu prądu $I = 4$ mA.

Po upływie 45,5 godzin zaobserwowano następujące zmiany:

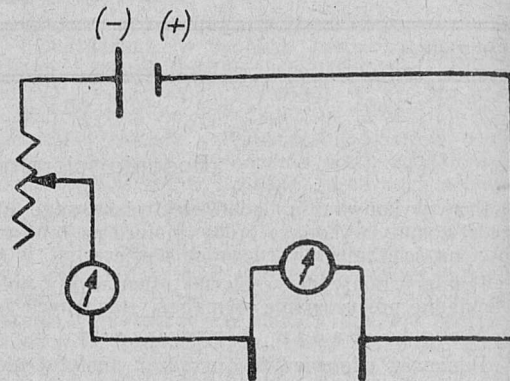
1. Natężenie prądu wzrosło samorzutnie do 7,5 mA
2. Stwierdzono odczyn kwaśny (pH około 2,0) roztworu w przestrzeni przyanodowej
3. Zaobserwowano zmianę barwy roztworów wypełniających elektrolizer z bezbarwnej na brunatną (powodowaną wymyciem barwnych substancji humusowych z jonitu oraz rozkładem węglowej anody)
4. Zaobserwowano utlenianie elektrody węglowej.



Rys. 1

Po przerwaniu przepływu prądu przemycano złoże wodą destylowaną i oznaczono stopień wysycenia wymiennika jonami NH_4^+ badając równocześnie rozmieszczenie podstawianych jonów w przestrzeni złoża umieszczonego w elektrolizerze jonitowym. W tym celu rozdzielono złoże (objętościowo) na 4 równe części jak pokazano na rys. 4 i umieszczono w czterech kolumnkach. Poszczególne kolumnki zawierające jonit, wg oznaczeń wyżej podanych, przemycano roztworem HCl o znanym stężeniu. Wyciek zbierano do kolby miarowej 100 ml dopełniając ją do kreski. Proces przemycania trwał do chwili zrównania stężenia HCl we wcieku i wycieku. Następnie pobrano próbki z wycieku za pomocą kalibrowanej pipety i oznaczano amoniak metodą Kieldhla, co pozwoliło na określenie ilości jonu NH_4^+ wymienionego w czasie elektrolizy. Próbkę jonitu po przemycaniu wodą suszono do

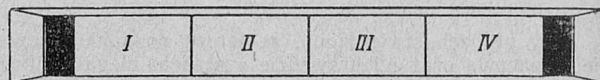
stałej wagi celem określenia ilości jonów amonowych wymienionych przez 1 g wymiennika jonowego.



Rys. 2

b. Pomiar drugi: przeprowadzono analogicznie zmieniając roztwór przyanodowy na NH_4Cl (0,1n) przez co na anodzie zamiast tlenu wydzielal się chlor. Doświadczenie zapoczątkowano przy natężeniu prądu $I = 7$ mA i przeprowadzano przez 168 godzin. Maksymalne natężenie prądu obserwowane w czasie pomiaru wynosiło 75 mA.

c. Pomiar trzeci: w doświadczeniu trzecim stosowano jako roztwór anodowy 0,615 n H_2SO_4 , jako roztwór katodowy zaś 0,6 n K_2SO_4 . Stwierdzono po upływie 37 godzin wzrost natężenia prądu z 70 mA do 85 mA. W wyniku ostatniego doświadczenia otrzymano jonit w formie wodorowej tak, że w wycieku



Rys. 3

poszczególnych kolumniek oznaczano ilościowo stężenie jonów wodorowych a nie amoniak jak w pomiarach poprzednich.

Wyniki uzyskane w opisanych 3 doświadczeniach przedstawia poniższa tablica.

Pomiar	Masa poszczególnych próbek wymiennika w formie wodorowej	Czas trwania pomiaru w godzinach	% wysycenia złoża badanymi jonami	Samorzutny wzrost natężenia (pocz. i max.)
I	5,0916 g 5,4267 4,7156 4,2972	45,5	59,15 9,31 2,66 1,68	4,0 — 7,5
II	4,4183 g 5,8967 5,3061 5,9870	168,0	21,07 34,16 33,67 20,51	7,0 — 75
III	4,8804 g 7,0449 5,7997 4,9525	37,0	45,85 50,00 36,00 8,54	70,0 — 85

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w wymienniku jonowym „Escarbo” zachodzi wymuszona pod wpływem prądu elektrycznego wymiana jonów, przy czym jonit zachowuje się jak przeciętny elektrolit z tą różnicą, że sam jako faza stała nie bierze udziału w elektrolizie.

Stwierdzono doświadczalnie, że elektroliza prowadzona przez dłuższy odstęp czasu powoduje bardziej równomierne rozmieszczenie się jonów w złożu wymiennika, natomiast prowadzona w krótkich odstępach czasu powoduje wysycenie jonitu gwałtownie malejące w miarę zbliżania się jonu wprowadzanego do katody. Wyniki uzyskane w niniejszej pracy są zgodne z badaniami K. S. Spieglera i C. D. Coryella*) którzy pracowali na amerykańskiej żywicy „Dovex 50” lecz w nieco odmiennych warunkach (obserwacja wędrowki jonów w czasie trwania samej elektrolizy przy użyciu pierwiastków radioaktywnych).

Ze względu na to, że w czasie trwania elektrolizy na skutek reakcji wtórnych powstają jony wodorowe, które również obsadzają grupy czynne wymiennika na równi z jonami np. amonowymi wydaje się być możliwa regeneracja jonitu bez udziału roztworów obcych przy stosowaniu prądu o odpowiednim natężeniu w ciągu określonego czasu. Zagadnienie to poddane zostanie odpowiednim doświadczeniom.

Z. K. i A. R.

*) Spiegler K. S., Coryell C. D., Scienc., 113.546/1951.

Drażenie elektroiskrowe

Drażenie sposobem elektroiskrowym pozwala na wykonywanie otworów o dowolnych kształtach w stalach hartowanych, spiekanych węglkach metali i stopach twardych. Obecnie już w przemyśle krajowym stosuje się ten sposób obróbki metali do wykonywania matryc o skomplikowanych kształtach otworów w stali hartowanej i w spiekanych węglkach metali oraz do wykonywania ciągadeł do drutu w spiekanych węglkach metali.

Jednym z najważniejszych zagadnień nastroczających duże trudności do tej pory, jest odpowiedni dobór warunków obróbki i odpowiedni dobór materiału i kształtu elektrod. W Instytucie Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem wykonuje się prace badawcze, mające na celu rozwiązanie tych zagadnień. Prace przeprowadzono do tej pory na urządzeniu zasilanym prądem stałym.

Przebieg wyładowań iskrowych i erozja elektryczna zależna jest od:

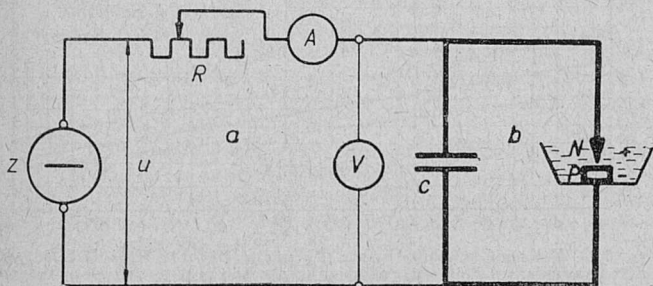
- warunków elektrycznych (napięcia zasilania U_0 , pojemności C oraz prądu zwarcia I_z),
- rodzaju materiału elektrody roboczej,
- rodzaju materiału obrabianego,
- oraz rodzaju dielektryka.

Odpowiedni dobór tych czynników warunkuje obrobienie danego przedmiotu z odpowiednią wydajnością i dokładnością oraz otrzymanie żądanej gładkości powierzchni.

Na przykład pojemność wpływa na wydajność drażenia, od pojemności bowiem zależy energia wyładowań iskrowych

$$E = \frac{CU^2}{2} \text{ dżuli;}$$

od wartości pojemności zależy również stała czasu obwodu ładowania (zaznaczony literą a na rys. 1) $\tau_1 = R \cdot C$; oraz stała czasu obwodu wyładowania b (rys. 1) $\tau_2 = N \cdot C$;



Rys. 1 — Podstawowy obwód prądu roboczego dla obróbki iskrowej.

Stała czasu określa czas, po którym napięcie na kondensatorze i prąd osiągną praktycznie swe wartości graniczne.

gdzie: R — opór w obwodzie ładowania,
 N — opór w obwodzie wyładowania,
 C — pojemność.

A zatem przez zwiększenie pojemności zwiększa się energia pojedynczego wyładowania, a z drugiej strony zmniejsza się częstotliwość wyładowań i przedłuża się czas trwania wyładowania, —

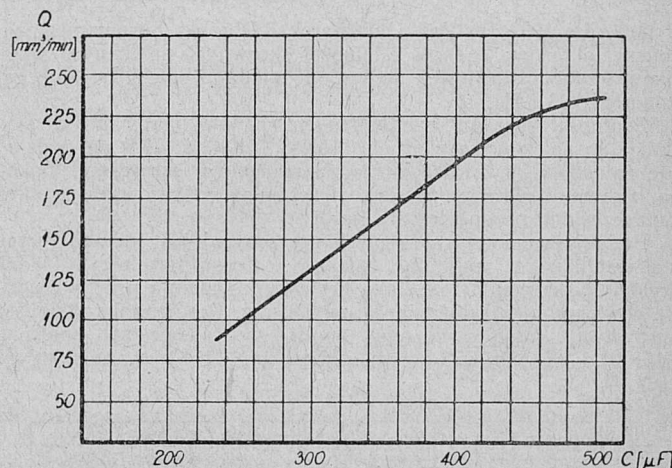
¹⁾ Natężenie prądu zwarcia mierzone w czasie zwarcia elektrod.

co powiększa straty ciepłone energii wyładowania. W wyniku nadmiernego zwiększania pojemności — wydajność wzrasta minimalnie w stosunku do zwiększania pojemności (rys. 2).

Dla obróbki zgrubnej, gdzie chodzi o jak największą wydajność należy stosować przy elektrodach roboczych miedzianych pojemność nie większą jak 500 μF .

Podobnie wzrost napięcia zasilania wpływa na wydajność drażenia i częściowo na częstotliwość wyładowań. Natężenie prądu zwarcia należy dobrać w stosunku do włączonej pojemności, które zależy od mocy źródła prądu, jak też od oporu R w obwodzie ładowania. Od oporu R zależy również częstotliwość wyładowań iskrowych.

Na podstawie badań przeprowadzonych dotychczas, przy doborze materiału na elektrody robocze, odpornego na zużycie wskutek erozji, — najlepsze wyniki dały elektrody miedziane, aluminiowe i mosiężne CuZn37. Materiał stosowany na elektrody powinien zawierać jak najmniej zanieczyszczeń. Przy stosowaniu powyższych materiałów na elektrody robocze otrzymuje się również dużą wydajność drażenia.



Rys. 2 — Zależność wydajności drażenia od wartości pojemności. Materiał elektrody roboczej: Cu; $U_0 = 220$ V; $I_z = 45$.

Przy pracy na urządzeniach do obróbki sposobem elektroiskrowym należy zwrócić szczególną uwagę na elektryczne przepisy bezpieczeństwa pracy²⁾, jak również na możliwość zapalenia się dielektryka w czasie pracy.

Poziom dielektryk powinien być 100 mm powyżej górnej powierzchni przedmiotu obrabianego. Ważne jest również odpoietrzanie przestrzeni pracy, ponieważ — jak wykazała wstępna analiza ilościowa — ponad wanną unoszą się duże ilości pyłu powstałego w wyniku procesu drażenia.

Mgr inż. Kazimierz Albiński

²⁾ Artykuł: „Elektroiskrowa obróbka metali” — Ochrona Pracy nr 1 — 1953 r.

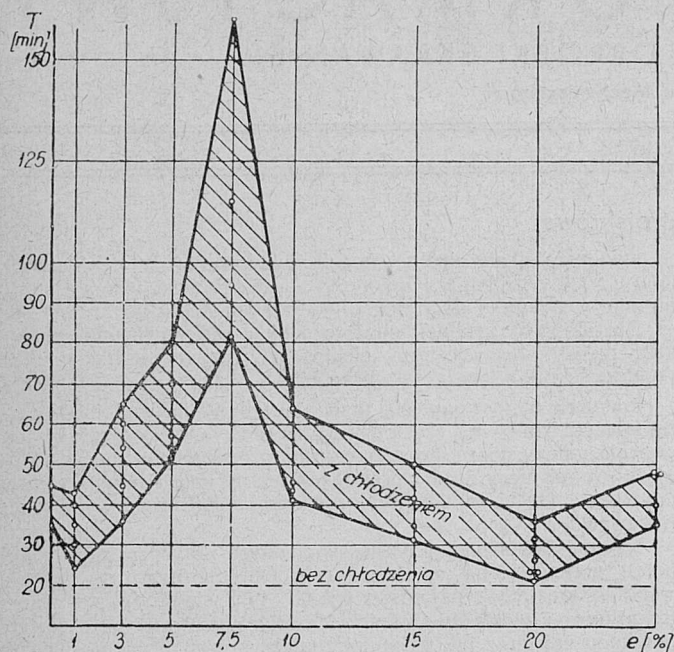
Dobór emulsji przy frezowaniu i wierceniu

Ciecze chłodziwo-smarujące stosowane przy obróbce metali skrawaniem stanowią jeden z czynników wpływających na możliwość podwyższenia wydajności skrawania. Celowe i racjonalne stosowanie i użytkowanie cieczy umożliwia bowiem podwyższenie takich parametrów skrawania jak głębokość, posuw, a głównie prędkość skrawania przy niezmiennym okresie trwałości ostrza. W warunkach warsztatowych dobór rodzaju i stężenia chłodziwa odbywa się zwykle w sposób przypadkowy, ani nie uwzględniający specyficznych warunków danej odmiany obróbki, ani nie zapewniający pełnego wyzyskania własności fizyko-chemicznych chłodziwa.

Racjonalne użytkowanie chłodziwa posiada szczególne znaczenie przy stosowaniu tzw. emulsji olejowych. Własności emulsji mogą być w dość szerokich granicach regulowane przez odpo-

wiednie zestawienie składników. Zmieniając stężenie emulsji powoduje się wzrost lub obniżenie jej własności chłodziwczących i smarujących. Badania Instytutu Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem zmierzały do ustalenia wytycznych odnośnie racjonalnego stosowania chłodziwa przy wierceniu i frezowaniu w oparciu o dane uzyskane na drodze doświadczalnej. Badaniu podlegały zarówno własności fizyko-chemiczne (np. lepkość, własności smarujące, korodujące itp.), jak i jej wpływ na własności skrawane narzędzi. Obserwowano również uboczne działanie chłodziw jak: trwałość emulsji, tworzenie osadów, szkodliwy wpływ na organizm obsługi obrabiarki, działanie na powierzchnie metali, powłoki itp.

Przebadano emulsje sporządzone z typowych krajowych olejów emulgujących, a mianowicie emulsję z oleju E i cieczy pod nazwą „Viertol”. Optymalne stężenie emulsji określano mierząc



Rys. 3 — Zależność trwałości ostrza narzędzia od stężenia emulsji z oleju E. Materiał obrabiany: żeliwo szare $H_B = 211$ kG/mm². Warunki skrawania: $v = 56,5$ m/min; $n = 180$ obr/min; $p_t = 28$ mm/min; $p_z = 0,156$ mm/zab; $B = 80$ mm; $g = 3$ mm; $d = 100$ mm; $z = 1$; Materiał ostrza: SW9; przekrój trzonka: 32×25 ; Geometria ostrza: $\alpha = 10^\circ$; $\gamma = 12^\circ$; $\epsilon_g = 60^\circ$; $\epsilon_p = 87^\circ$.

okres trwałości ostrza narzędzia przy ustalonych warunkach obróbki i zmiennych stężeniach.

Próby wiercenia dokonywano wierząc otwory do momentu stępienia ostrza w stali 0045. Próby frezowania przeprowadzono na frezarce pionowej specjalną, jednoostrzową głowiczką nożową, która pozwoliła na wyeliminowanie ubocznych czynników, mogących mieć wpływ na wyniki pomiarów. Frezowano żeliwo szare o twardości $H_B = 211$ i stal węglową 055.

Na podstawie pomiarów sporządzono wykresy zależności okresu trwałości ostrza od stężenia emulsji (rys. 3). Analiza wykresów i pozostałych własności emulsji pozwoliła na określenie optymalnego stężenia emulsji dla danego rodzaju obróbki i materiału obrabianego.

Na podstawie analizy ekonomiczności stosowania chłodzenia emulsją stwierdzono, że koszt oleju emulgującego jest rzeczą drugorzędną i stanowi jedynie pewną niewielką część kosztów narzędziowych. Wpływ stężenia emulsji na koszty godzinowe narzędzia jest zależny od własności użytkowych emulsji i zaznacza się jej wpływem przede wszystkim na okres trwałości ostrza.

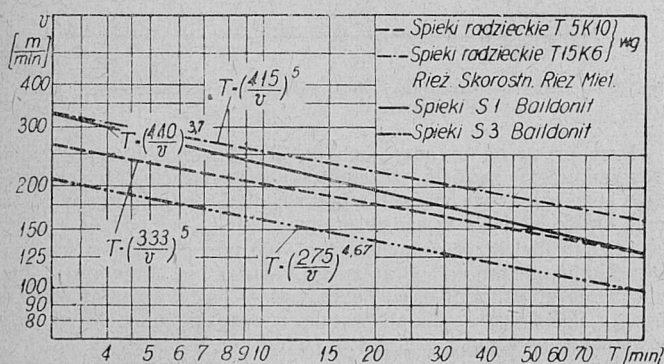
mgr inż. Roman Śniechowski i mgr inż. Adam Bułat

Zdolności skrawne spieków polskich przy toczeniu

W roku 1952 Instytut Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem zakończył okresowe badania zdolności skrawnych spieków węglowych produkcji krajowej. Badaniom poddano spieki krajowe gatunku S1, S3 i H1.

Zdolności skrawne wymienionych spieków określano w stosunku do spieków radzieckich T15K6, T5K10 i WK8 na podstawie zależności trwałości ostrza od warunków skrawania. Dokonano również porównania skrawności spieków krajowych ze spiekami czeskimi produkcji huty Poldi.

Badania własności skrawnych przeprowadzono metodą toczenia wzdłużnego, znajdując zależność okresu trwałości (T) od szybkości skrawania (v). Jako kryterium stopienia przyjęto starcie powierzchni przyłożenia $h_p = 0,8$ mm. Porównanie zdolności skrawnych przeprowadzono pomiędzy radzieckim spiekami T15K10 i polskim S3 oraz radzieckim T15K6 i polskim S1 (rys. 4).

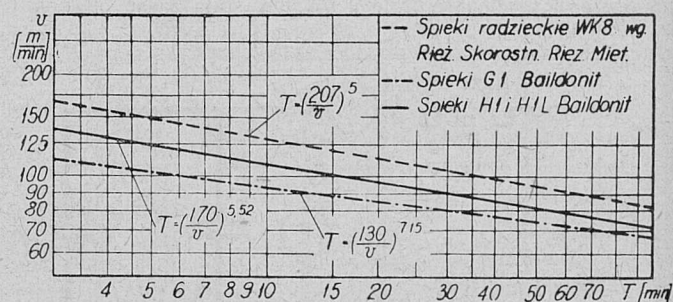


Rys. 4 — Zależność trwałości ostrza (T) spieku S1 i S3 od szybkości skrawania (v). Materiał obrabiany: dla spieku S1: stal węglowa o wytrzymałości $R_p = 70,7$ do $72,8$ kG/mm²; dla spieku S3: stal węglowa o wytrzymałości $R_p = 60,1$ kG/mm². Warunki skrawania: dla spieku S1: $g = 3$ mm; $p = 0,42$ mm/obr; $\alpha = 45^\circ$; ostrze ścinowe; dla spieku S3: $g = 2$ mm; $p = 0,6$ mm/obr; $\alpha = 45^\circ$; ostrze ścinowe.

W celu uzyskania pełnego obrazu zdolności skrawnych spieków S1 krajowych poddano badaniom spieki pochodzące z różnych partii produkcyjnych. Okazało się, że różnice w gatunku surowców wyjściowych oraz w procesach technologicznych wytwarzania spieków wpływają w znacznym stopniu na ich zdolności skrawne.

Przy obróbce żeliwa przeprowadzono porównanie własności skrawnych spieków polskich gatunku G1 i H1 ze spiekami radzieckimi WK8 (rys. 5). Należy zwrócić uwagę, iż wśród spieków H1 znajdowały się spieki wytwarzane przez hutę Baildon z węglików wolframu, otrzymanych ze złomu płytek wg technologii opatentowanej przez inż. B. Zacharzewskiego. Przyjąć można, iż

spieki gatunku H1L „regenerowane” poddane próbom skrawania wykazywały przeciętnie takie same zdolności skrawne jak spieki H1 wytwarzane z nowych surowców. Wskazuje to na wielkie znaczenie ekonomiczne tej nowej technologii, pozwalającej na przetwarzanie złomu na pełnowartościowy produkt. Jako wskaźnik wydajności spieków przyjęto okresową szybkość skrawania v_{90} , tzn. szybkość, przy której okres trwałości ostrza $T = 90$ min.



Rys. 5 — Zależność trwałości ostrza (T) spieku G1 oraz H1 i H1L od szybkości skrawania (v). Materiał obrabiany: dla spieku G1: żeliwo o twardości $H_B = 187$ do 202 kG/mm²; dla spieku H1 (nieregenerowanego) i H1L (regenerowanego): żeliwo o twardości $H_B = 179$ do 192 kG/mm². Warunki skrawania: dla spieku G1: $g = 2$ mm; $p = 0,42$ mm/obr; $\alpha = 45^\circ$; ostrze ścinowe; dla spieku H1 i H1L: $g = 2$ mm; $p = 0,42$ mm/obr; $\alpha = 60^\circ$; ostrze bez-ścinowe.

W ten sposób określana wydajność spieków produkcji krajowej jest niższa od wydajności spieków radzieckich i wynosi w warunkach przeprowadzanych prób: gatunku Baildonit S3 średnio o 23% mniej od spieków T5K10, gatunku Baildonit S1 średnio o 16% od spieków T15K6 (różne serie produkcyjne wykazywały wydajność niższą w granicach od 23% do 12%), gatunku Baildonit G1 o 18% mniej od spieku WK8, gatunku Baildonit H1 o 14% mniej od spieków WK8.

Wskaźniki dla spieków wolframowych są orientacyjne, ponieważ spiek radziecki WK8 różni się od gatunków G1 i H1 składem chemicznym.

Należy zwrócić uwagę, iż podane procenty obniżonej wydajności spieków krajowych nie są wartościami stałymi, lecz zależne są od rodzaju obrabianego materiału i warunków skrawania, jak np. głębokości skrawania i posuwu. Ponadto — wskaźniki wydajności spieków węglowych metali produkcji krajowej, jak stwierdzono w przeprowadzonych badaniach, zmieniają się w zależności od rodzaju stosowanych surowców i technologii wytwarzania³⁾.

Mgr inż. Andrzej Józefik

³⁾ Trzeba podkreślić jednak, że średnie wskaźniki skrawności jakie otrzymano w badaniach w r. 1952 są przeciętnie 10 do 15% lepsze od analogicznych wskaźników otrzymanych w badaniach w 1951 r. (przyp. red. I.O.O.S.).

Książki nadesłane

Doc. S. G. Bogdanow, *Kandydat Nauk Technicznych* — METALOZNAWSTWO I OBRÓBKA CIEPLNA STALI. Tłumaczył z języka rosyjskiego Wiktor Chitruk. Format A5, rysunków 124, tablic 40. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 20.—

Książka zawiera podstawowe wiadomości z zakresu metalografii i obróbki cieplnej stali i żeliwa. Omówione są również metale nieżelazne i stopy łożyskowe. Osobny rozdział poświęcono obróbce cieplnej stali szybko tnących, jak również zasadom plastycznej obróbki stali na zimno; inny rozdział dotyczy metod ochrony metali przed korozją.

Książka jest przeznaczona dla wysokokwalifikowanych robotników, majstrów i techników zajmujących się obróbką cieplną.

Prof. dr inż. Robert Durrer — PRZERÓBKA HUTNICZA RUD ŻELAZA (OPRÓCZ PRZERÓBKI W WIELKIM PIECU NA KOKSIE). Tłumaczyli z języka niemieckiego mgr Marek Grabania i inż. mgr Feliks Zieliński. Format A5, stron 148, rysunków 34, tablic 2. PWT, Stalinogród, 1953. Cena zł 10.50.

Autor poddaje w swym dziełku krytycznej analizie wady procesu wielkopieczowego i w wyczerpujący sposób omawia możliwości rozwojowe przeróbki hutniczej rud żelaza oprócz przeróbki w wielkim piecu prowadzoną na koksie. Metody te, nie współzawodnicząc z procesem wielkopieczowym ani się mu nie przeciwstawiając, stanowią jedynie jego uzupełnienie i znalazły już, lub mogą znaleźć — obok niego — zastosowanie w praktyce. Pozwalają one na bezpośrednie i pośrednie wytwarzanie stali, na wyzyskanie rud niskoprocenowych tudzież miału kokсового i umożliwiają użycie innych prócz węgla paliw czy też prądu elektrycznego.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów, techników i ekonomistów interesujących się hutnictwem żelaza.

Mgr inż. Jerzy T. Pindera — ZARYS ELASTOOPTYKI. Format B5, rysunków 250, tablic 12. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 28.—

W książce omówiono elastooptyczne metody badania naprężeń na tle zagadnień dotyczących metody analizy wytrzymałości konstrukcji i elementów maszynowych.

Praca przeznaczona jest dla inżynierów-konstruktorów, dla pracowników instytutów naukowo-badawczych oraz może stanowić pomoc dla studentów wydziałów mechanicznych wyższych szkół technicznych.

Dr inż. Bolesław Totłoczko, profesor Politechniki Warszawskiej — KOTŁY PAROWE. Tom pierwszy. Zeszyt 3. Format B5, rysunków 129. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 6.40.

Zeszyt trzeci tomu pierwszego (Paliwo, spalanie i paleniska) zawiera obszernie dane o paleniskach mechanicznych: samozrzucających, z rusztem taśmowym, Makariewa, podsuwowym, z rusztem schodkowym i nawrotnym.

Praca przeznaczona jest głównie dla inżynierów i magistrów oraz dla studentów wyższych szkół technicznych.

K. Gierdziejewski — ODLEWNICTWO. Wydanie drugie poprawione i uzupełnione. Opracowano na podstawie podręcznika H. Fettweiss i L. Frede. Format A5, stron 356, rysunków 726. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 11.50.

W książce omówiono w przystępny sposób całokształt wiadomości z dziedziny odlewnictwa. Obok wiadomości zasadniczych z praktyki odlewnictwa żeliwa, staliwa i metali nieżelaznych, książka podaje szczegółowe opisy charakterystycznych czynności w pracy formierza i odlewniczy oraz zawiera wiele wskazówek praktycznych.

Książka jest przeznaczona dla wykwalifikowanych robotników odlewni, dla uczniów szkół zasadniczych, oraz jako książka pomocnicza dla techników odlewniczych.

I. A. Syromiatnikow — PRACA SILNIKÓW ASYNCHRONICZNYCH. Tłumaczył z języka rosyjskiego mgr inż. Bohdan Walentynowicz. Format B5, rysunków 117, tablic 23. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 23.—

W książce omówiona jest praca silnika asynchronicznego, przebiegi charakterystyk oraz nagrzewanie się w różnych wa-

runkach pracy i przy różnych rodzajach mechanizmów napędzanych. Podano w niej również sposób wyznaczenia mocy silników, które mogą być nie odłączane przy zaniku napięcia i wykonują po powrocie napięcia samorozruch. Prócz tego przeprowadzono analizę pracy silnika w warunkach asymetrii oraz omówiono pomiary i próby eksploatacyjne silników.

Książka jest przeznaczona dla inżynierów zajmujących się eksploatacją silników asynchronicznych, a zwłaszcza dla inżynierów odpowiedzialnych za właściwą pracę napędów w elektrowniach i w przemyśle oraz dla studentów szkół wyższych.

K. I. Klimienko — SPOSOBY PODNIESIENIA WYDAJNOŚCI PRACY W PRZEMYŚLE MASZYNOWYM ZSRR. Tłumaczył z języka rosyjskiego inż. Euzebiusz Koch. Format A5, stron 172, tablic 6. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 10.90.

W książce omówiono zagadnienie wzrostu wydajności pracy w przemyśle maszynowym i wskazano na wpływ, jaki wywierają na ten wzrost poszczególne czynniki techniczne i organizacyjno-techniczne oraz ruch współzawodnictwa pracy i racjonalizatorstwa.

Książka przeznaczona jest do użytku techników i inżynierów oraz wszystkich osób zajmujących jakiegokolwiek stanowiska kierownicze w przemyśle maszynowym, od najniższych stanowisk począwszy, a także dla aktywistów partyjnych i związkowych z terenu zakładów przemysłu maszynowego.

A. A. Matalin, *Kandydat Nauk Technicznych* — PODSTAWY WYMIAROWE I TECHNOLOGICZNE. Tłumaczył z języka rosyjskiego mgr inż. W. Wasiljew. Format A5, stron 150, rysunków 99, tablic 15, 2 załączniki. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 11.90.

W książce podano klasyfikację podstaw stosowanych przy konstruowaniu, obróbce i montażu dokładnych wyrobów oraz wytyczne racjonalnego wymiarowania rysunków. Poza tym książka zawiera opis badań nad dokładnością zamocowania części w uniwersalnych uchwytych, stosowanych w budowie maszyn oraz przykłady konstruowania i wykonania dokładnych przyrządów w warunkach produkcji wielkoseryjnej.

Książka przeznaczona jest dla konstruktorów i technologów oraz dla studentów wydziałów mechanicznych wyższych uczelni technicznych.

„Przegląd Techniczny” — Organ Główny Naczelnej Organizacji Technicznej — zeszyt kwietniowy z 1953 r. zawiera artykuły: Odszedł Człowiek, którego imieniem nazywać się będzie epoka (1) — Prof. dr inż. Witold Wierzbicki, Prezes NOT, Wiceprezes PAN. — Nauki i idee Stalina muszą zwyciężyć (0,7) — Bolesław Bierut (Z wypowiedzi w okresie uroczystości żałobnych). — Z planu pracy NOT i stowarzyszeń w 1953 r (4,5). — Analiza ekonomiczna procesu technologicznego (3). — Dr inż. Zygmunt Zbichorski. — Techniczna dokumentacja produkcji w przedsiębiorstwie przemysłowym (2) — inż. Tadeusz Wasiljew. — Walka z fluktuacją sił roboczych w budownictwie (3,5). — Wacław Serajin. — Uregulowanie obciążenia odbiorników elektrycznych w zakładach przemysłowych (4) — inż. Józef Michejda. — Elektrolityczne polerowanie metali (3) — inż. Henryk Borman. — Mechanizacja transportu wielkich mas (3) — inż. Wiktor Gawlikowski. — Początki szkolnictwa technicznego w Królestwie Polskim (3) — inż. Kazimierz Sawicki. — Wolna Trybuna (3). — Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń (2,5). — Konferencje naukowo-techniczne (1,5). — Zebrania Komisji Geotechniki i Robót Podziemnych (0,2). — O Dom Technika w Lublinie (0,2). — Konkurs na recenzję książki technicznej (0,6). — O współpracy NOT z „Głosem Pracy” (1). — Dr A. Bardach. — Prof. dr inż. E. Warchałowski (1). — Wśród książek i wydawnictw (3). — Wydawnictwa PWT (1). — Kronika (1). — Biuletyn Centralnego Instytutu Dokumentacji Naukowo-Technicznej (2). — Przegląd Dokumentacyjny Metrologii (2). — Wydawnictwa nadesłane (1).

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

- Aleksiejew A. E.: Konstrukcja maszyn elektrycznych. Tłum. z ros. W. Pelczewski. 1953, s. 374, zł 59,50 (w oprawie)
- Birszenk A.: Piece mieszkaniowe i trzony kuchenne. Budowa i użytkowanie. 1953, s. 144, zł 7,80
- Blauth T., Dębowski Z.: Dozór i konserwacja maszyn budowlanych. 1953, s. 133, zł 7,70
- Byszewski S.: Chłodnie automatyczne w sieci dystrybucyjnej. 1953, s. 148, zł 8,80
- Chwała A.: Pomocnicze środki chemiczne w przemyśle włókienniczym. Tłum. z ros. J. Gosiewski i L. Zółtowski. 1953, s. 320, zł 41,— (w oprawie)
- Ciborowski J.: Inżynieria chemiczna. Część 2. 1953, s. 233, zł 27,— (w oprawie)
- Dąbrowski L.: Ochrona pracy w młynarstwie zbożowym. 1953, s. 183, zł 10.
- Elastomery i plastomery. Tom I — Podstawy teoretyczne. Tłum. z ang. zespół. 1953, s. 476, zł 47,— (w oprawie)
- Garliński B.: Architektura polska 1950—1951. Album. 1953, s. 211, zł 110,— (w oprawie)
- Groszkowski J.: Technologia wysokiej próżni. 1953, s. 348, zł 36,— (w oprawie)
- Jarosz K., Stein R., Zięborek K.: Odwadnianie spirytusu. 1953, s. 208, zł 12,50
- Kamler J., Kamler W.: Pralnie. 1953, s. 162, zł 13,50
- Karpiński P. A.: Metoda inż. Kowalowa w hutnictwie. Tłum. z ros. Z. Gorradini. 1953, s. 26, zł 1,30
- Lis B.: Liczniki energii elektrycznej. Działanie — Użytkowanie — Instalowanie. 1953, s. 140, zł 7,50
- Magazynowanie produktów spożywczych w zakładach żywnościowych. Praca zbiorowa. 1953, s. 168, zł 9.—
- Nowacki W., Dąbrowski R.: Silosy. Metody obliczeń i konstrukcja. 1953, s. 301, zł 27,50 (w oprawie)
- Oświetlenie zakładów przemysłowych. Stowarzyszenie Elektryków Polskich. Polski Komitet Oświetleniowy. 1953, s. 20,50
- Pozin M. E.: Technologia soli mineralnych. Tłum. z ros. ze 1953, s. 548, zł 46,—
- Szwarczajtajn E.: Przemysł papierniczy w Planie 6-letnim. s. 86, zł 4,—
- Troicki Ch. L.: Eksploatacja i remont maszyn budowlanych. Tłum. z ros. W. Dzik. 1953, s. 320, zł 18,80 (w oprawie)
- Walewski E., Roszkowski S.: Ochrona pracy w odlewniach. s. 243, zł 12,50
- Woropajew I. S.: Kompleksowa mechanizacja małej odlewni. Tłum. z ros. J. Lutosławski. 1953, s. 88, zł 5,70
- Woźniakiewicz W.: Materiałoznawstwo futrzarskie. 1953, s. 21,— (w oprawie)
- Wykłady o mechanizacji robót górniczych. Zeszyt 1 — Ścisła wiedza techniczna, wiertarki i obudowa przodków zmechanizowanych. Instytut Mechanizacji Górnictwa. 1953, s. 19, zł 16,50
- Wykłady o mechanizacji robót górniczych. Zeszyt 2 — Węgiel i kombajny. Instytut Mechanizacji Górnictwa. 1953, s. 14,40
- Wykłady o mechanizacji robót górniczych. Zeszyt 3 — Ładowniki kopalniane. Instytut Mechanizacji Górnictwa. 1953, s. 12,80

Książki wydane poprzednio

- Bruins D. H.: Obrabiarki do metali. Tłum. z niem. T. Pietrzkiewicz. 1953, s. 305, zł 19.— (w oprawie) (Zatwierdzono do użytku szkolnego przez CUSZ).
- Coenen M.: Elementy obrabiarek. Tłum. z niem. W. Kamiński. 1952, s. 195, zł 34.—
- Hilbert H.: Tłocznictwo. Tłum. z niem. Z. Kazubiński. Tom I. 1952, s. 169, zł 22.— (w oprawie)
- Hoare W.E.: Blacha biała. Produkcja i zastosowanie. Tłum. z ang. K. Tarnowski. 1953, s. 40, zł 2,80
- Ignatow I. I.: Młoty matrycowe. Tłum. z ros. K. Bosiacki. 1953, s. 367, zł 38,30 (w oprawie)
- Mechanik. Poradnik techniczny. Dzieło zbiorowe pod red. J. Troskoleńskiego. Tom II. Część 3. Wyd. 3 całkowicie przebudowane. 1953, s. 244, zł 20,50 (w oprawie)
- Pietrzkiewicz T.: Pomiar mocy silników spalinowych. 1953, s. 8,50
- Szczukariew B. A.: Metody potokowe w produkcji wielkoseryjnej. Tłum. z ros. W. Kamiński. 1953, s. 151, zł 14,10
- Szupp B.: Kurs spawania acetylenowego (w pytaniach i odpowiedziach). Wyd. 5 niezmiennione. 1953, s. 108, zł 4.—
- Tomaszewski A.: Zarys metrologii warsztatowej. Podstawy teoretyczne i środki miernicze do pomiarów długości i kąta. 1953, s. 451, zł 58,50 (w oprawie)

Do nabycia w księgarniach technicznych Domu Książki

