

PRZEGŁĄD MECHANICZNY



MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY

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

ROK XIII

LUTY 1954

ZESZYT 2

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

<i>Mgr inż. Piotr Moroz</i> — Zagadnienie rozwoju obróbki plastycznej na tle też IX Plenum KC PZPR	str. 35
ARTYKUŁY GŁÓWNE	
<i>Mgr inż. Wacław Tomaszczyk</i> — Pelzanie w zagadnieniach konstrukcyjnych	37
<i>Dr inż. Stefan Perycz</i> — Określenie tolerancji wykonania połączeń skurcznych tarcz wirnikowych	40
<i>Mgr inż. Henryk Hawrylak i mgr inż. Tadeusz Zur</i> — Sterowanie żurawi samojezdnych	45
<i>Mgr inż. Zygmunt Wójcik</i> — Zagadnienie drobnosiarnistości stali	50
<i>Mgr Stanisław Bąk i Zofia Krzemińska</i> — Filtry świetlne i ich zastosowanie do pomiarów długości	53
<i>Prof. Kazimierz Szawłowski</i> — Wtrysk paliwa w silnikach wysokoprężnych (<i>dokończenie</i>)	55
<i>Mgr inż. Marian Chrzanowski</i> — Zastosowanie ultradźwięków do obróbki skrawaniem	57
<i>Mgr inż. Stanisław Marczewski</i> — Wielowarstwowe zbiorniki wysokociśnieniowe	59
PRZEGŁĄD PRASY TECHNICZNEJ	
Kucie i walcowanie kół zębatach — <i>J. St. K.</i>	60
Komorowy zasilacz do pneumatycznego transportu materiałów sypkich — <i>J. G.</i>	61
Zwiększenie wydajności obróbki obwiedniowej — <i>W. S.</i>	62
Silnik wysokoprężny w układzie trójkątnym — <i>W. S.</i>	62
Chromowanie tulei cylindrowych — <i>Z. R.</i>	63
WIADOMOŚCI SIMP	64
BIBLIOGRAFIA	64
Biuletyn Informacyjny I. O. O. S.	64
Biuletyn Informacyjny IMAN	
Przegląd Dokumentacyjny Mechaniki	

W ZESZYCIE NASTĘPNYM

ukaza się m. in. artykuły:

Oszczędność tworzyw w budowie obrabiarek do metali
 Nowe i zastępcze tworzywa otrzymywane przy pomocy metalizacji natryskowej
 Wtórne odlewnicze stopy aluminium
 Struktura elektrolitycznie osadzanych warstw chromu
 Koncepcja tarcia anizotropowego w świetle doświadczeń
 Pomiar gładkości powierzchni metodą całkowania pneumatycznego

WARUNKI PRENUMERATY**Prenumerata normalna**

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

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

Pojedyncze zeszyty „Przeglądu Mechanicznego” można nabyć jedynie w Wydziale Zbytu Czasopism Technicznych NOT, Warszawa, Czackiego 3/5. Zakupu można dokonać osobiście względnie przesyłką pocztową po uprzednim wpłaceniu należności (za zeszyt i koszt przesyłki) na konto PKO W-wa, 1-21338/113 z wyszczególnieniem opłaconych zeszytów. Cena pojedynczego zeszytu zł. 9, porto zł. 0.45.

Prenumerata ulgowa

(½ ceny prenum. norm.)

Z prenumeraty ulgowej mogą korzystać członkowie stowarzyszeń technicznych NOT, członkowie klubów racjonalizacji i techniki oraz studenci szkół wyższych. Zgłoszenia (tylko zbiorowe) przez oddziały wojewódzkie NOT oraz koła naukowe studentów przyjmuje PPK „Ruch” Warszawa, ul. Srebrna 12, Centralna Ekspedycja, po uprzednim wpłaceniu należności na konto PKO Nr 1-14000/110.

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

Zagadnienie rozwoju obróbki plastycznej na tle też IX Plenum KC PZPR

Mgr inż. PIOTR MOROZ
Dyr. gen. MPMasz.

Artykuł niniejszy nabiera szczególnego znaczenia w związku z mającą się odbyć w marcu br. Krajową Konferencją Obróbki Plastycznej organizowaną przez SIMP przy współudziale PKPG i MPM. Materiał zawarty w artykule niewątpliwie znajdzie odzwierciedlenie w obradach konferencji, których myślą przewodnią będzie postawienie wniosków dotyczących szerszego wprowadzenia obróbki plastycznej do przemysłu i przyspieszenia przez to realizacji zadań zawartych w tezach IX Plenum KC PZPR.

Redakcja

Tezy IX Plenum podkreślają znaczne osiągnięcia na odcinku rozwoju produkcji przemysłu ciężkiego, stanowiącego podstawę do industrializacji kraju. Najsilniejsze tempo w rozwoju przemysłu ciężkiego wykazał przemysł maszynowy.

Wzrost produkcji maszyn 7-krotny w stosunku do przedwojennego i 9-krotny na 1 mieszkańca, ponad 2,5-krotny w stosunku do roku 1949 — świadczy dobitnie o zasadniczej zmianie struktury tego przemysłu i planowej budowie bazy materiałno-technicznej socjalizmu. W toku realizacji planu 6-letniego wystąpiły jednak znaczne nierówności w rozwoju gospodarki narodowej, przejawiające się przede wszystkim w zbyt słabym tempie rozwoju rolnictwa, w niedostatecznym pod względem ilościowym, asortymentowym i jakościowym w stosunku do rosnących potrzeb ludności — wzroście produkcji przemysłowych artykułów konsumpcyjnych, a w konsekwencji w niepełnym wykonaniu zadań planu 6-letniego w dziedzinie podniesienia stopy życiowej mas pracujących.

Kraj nasz wchodzi obecnie, w myśl wskazania IX Plenum, w nowy okres budownictwa socjalistycznego, w okres ofensywy zmierzającej do przyspieszenia wzrostu dobrobytu materialnego i kulturalnego szerokich mas ludzi pracy. Zadania te mogą być rozwiązane jedynie na bazie dalszej szybkiej industrializacji kraju oraz rekonstrukcji całej gospodarki narodowej na nowym, wyższym poziomie technicznym, na bazie szybkiego wzrostu wydajności pracy i obniżki kosztów własnych.

Rekonstrukcja rolnictwa, przemysłu lekkiego i spożywczego może nastąpić jedynie na podstawie szybkiego rozwoju produkcji nowoczesnych maszyn rolniczych, włókienniczych, urządzeń dla przemysłu lekkiego i spożywczego oraz zapewnienia pokrycia potrzeb tych przemysłów w części zamiennie.

Przemysł maszynowy nie wykorzystał dotychczas swoich możliwości w zakresie rozszerzenia asortymentów artykułów powszechnego użytku jak: aparaty radiowe, rowery, motocykle, aparaty fotograficzne, pralki, lodówki i urządzenia ułatwiające organizację życia domowego. Nie rozwinął produkcji ubocznej na bazie wykorzystania odpadków materiałowych.

Widzimy z tego, że nowe w naszej pracy po IX Plenum polega na tym, że od ofensywy na froncie industrializacji, przechodzimy do ofensywy na całym froncie gospodarki narodowej. Realizacja tego programu wymaga nowego rozstawienia sił, większego wykorzystania istniejących zdolności produkcyjnych zakładów przemysłu maszynowego, walki na odcinku postępu technicznego, podniesienia wydajności pracy, obniżki kosztów własnych, oszczędności materiałowych itp.

Aby osiągnąć postęp techniczny w całej gospodarce narodowej, należy w pierwszym rzędzie wprowadzić go szerokim frontem w przemysł maszynowy. Jednak zadań na tym odcinku nie można rozpatrywać w oderwaniu od zmian, jakie zachodzą w przemyśle maszynowym.

W przemyśle maszynowym rozwinęła się produkcja wielkoseryjna szeregu nowych wyrobów. Powstały nowe gałęzie przemysłu, jak przemysł okrętowy, motoryzacyjny, łożysk tocznych, elektrotechniczny, maszyn rolniczych itp. Równocześnie szybkie

tempo rozwoju przemysłu maszynowego wysunęło na czoło sprawę racjonalnego wykorzystania naszych zasobów materiałowych, czynnika decydującego o możliwościach utrzymania dotychczasowego tempa wzrostu produkcji maszyn i urządzeń. Wreszcie zagadnienie obniżki kosztów własnych wiąże się ściśle z obniżką pracochłonności wyrobów oraz z oszczędnością materiałów, których udział w kosztach własnych dochodzi do 50%.

Zadania te nie mogą być rozwiązane pomyślnie bez szerokiego rozwoju postępu technicznego, bez unowocześnienia technologii i organizacji produkcji, bez doprowadzenia tych czynników do poziomu wymaganego przez produkcję wielkoseryjną i seryjną.

Jednym z czynników decydujących o wzroście wydajności pracy, obniżce zużycia materiałów i kosztów własnych jest szerokie wprowadzenie obróbki plastycznej do procesów technologicznych.

Rozwój obróbki plastycznej może się odbywać jedynie na bazie uruchomienia krajowej produkcji podstawowych asortymentów pras i młotów, na szerokiej znajomości technologii kucia i tłoczenia przez naszych techników i majstrów, na opanowaniu konstrukcji i produkcji foremników, wykrojników itp.

Obecne konstrukcje szeregu maszyn kuciennych pozwalają na szerokie wprowadzenie procesów obróbki plastycznej do produkcji wyrobów seryjnych, co pozwoli na poważną obniżkę kosztów własnych i zużycia materiałów.

Dla zilustrowania wpływu obróbki plastycznej na produkcję maszyn przytoczmy parę przykładów:

Maszyna, do produkcji której zużywało się początkowo 70% godzin obróbki mechanicznej i 30% godzin na montaż, obecnie jest wykonywana przy 50% pracochłonności na obróbkę mechaniczną, 40% na obróbkę bezwiorową i 10% na montaż. Im bardziej złożona część maszyny, tym oszczędność jest większa. Dla najprostszyszych elementów maszyn jak: wałki, koła, czopy obniżenie pracochłonności obróbki mechanicznej wynosi od 35 ÷ 50%, przy częściach bardziej złożonych pracochłonność spada kilkakrotnie i więcej.

Zasadniczym, czynnikiem przemawiającym za rozszerzeniem obróbki plastycznej jest m. in. poważna oszczędność materiału, przy jednoczesnym podniesieniu jego własności wytrzymałościowych.

Stopień wykorzystania materiałów prętowych jest u nas jeszcze bardzo niski i wynosi w szeregu gałęzi przemysłu dla wyrobów walcowanych 40 do 55%. Rozszerzenie obróbki plastycznej pozwala na prawie dwukrotne podniesienie procentu wykorzystania materiału.

Niesłuszne jest twierdzenie, że obróbka plastyczna może być szeroko wprowadzona jedynie przy produkcji wielkoseryjnej. Szereg obecnych konstrukcji maszyn kuciennych (kuźniarki młoteczkowe) i metod obróbki plastycznej (np. wyciskanie) pozwalają na szerokie wprowadzenie jej do produkcji seryjnej. Dla przykładu w tablicy I podano efekty osiągnięte przy kuciu wałków na kuźniarce młoteczkowej w jednej z fabryk obrabiarek. Nic dziwnego, że w krajach o rozwiniętym przemyśle maszynowym udział pias w parku obrabiarkowym jest wysoki i zwiększa się stale.

TABLICA I

Lp. części	Waga po obróbce KG	Wykonanie stare			Wykonanie na kowarce			Czas kucia w min
		wymiary materiału mm	waga kG	% wykorzyst.	wymiary materiału mm	waga kG	% wykorzyst.	
1	3,62	Ø 55 × 483 + 5	9,1	39,8	Ø 55 × 290 + 5	5,50	66	5
2	2,61	Ø 55 × 312 + 5	5,91	44,2	Ø 55 × 238 + 5	4,53	57,5	1,5
3	8,41	Ø 55 × 738 + 5	13,85	60,6	Ø 55 × 601 + 5	11,3	74,5	3
4	5,60	Ø 55 × 566 + 5	10,65	52,1	Ø 55 × 421 + 5	7,95	70,5	3
5	4,70	Ø 65 × 619 + 5	11,64	40,4	Ø 65 × 294 + 5	5,58	84,3	6
6	5,80	Ø 65 × 721 + 5	13,54	42,7	Ø 65 × 354 + 5	6,7	87	6,8

Rozwój przemysłu ciężkiego, maszyn rolniczych, motoryzacji, maszyn włókienniczych, wyrobów powszechnego użytku nie jest możliwy bez szerokiego wprowadzenia obróbki plastycznej. Zagadnienie budowy pras i młotów w Polsce oraz rozwój obróbki plastycznej są poważnie zaniedbane, mimo że gospodarka planowa stwarza wszystkie niezbędne warunki dla prawidłowego ustalenia zadań na tym odcinku i zapewnienia właściwej linii rozwojowej tego przemysłu.

Krajowa baza produkcji maszyn jest w stanie wykonać wszystkie podstawowe asortymenty maszyn do obróbki plastycznej, a istniejące biura konstrukcyjne winny zapewnić właściwy poziom konstrukcyjny i nowoczesność budowanych w kraju maszyn.

Rozwój produkcji pras i młotów należy oprzeć na bazie technologii podstawowych gałęzi przemysłu maszynowego, w nawiązaniu do najnowszych metod produkcji i zdobyczy nauki na tym odcinku.

Dla określenia zadań ilościowych należy oprzeć się na statystyce. Przeciętny udział maszyn do obróbki plastycznej w krajach wysoko uprzemysłowionych wynosi 25 ÷ 27%, w stosunku do ilości obrabiarek skrawających. Dla poszczególnych gałęzi przemysłu maszynowego waha się on w dość znacznych granicach ilościowych jak też i w układzie asortymentowym. Dla przykładu podano w tablicy II procentowy udział maszyn do obróbki plastycznej dla kilku gałęzi przemysłu na podstawie dostęp-

TABLICA II. Udział procentowy maszyn do obróbki plastycznej w stosunku do ilości obrabiarek skrawających do metalu dla różnych gałęzi przemysłu maszynowego:

Lp.	Rodzaj produkcji	Udział % maszyn do obr. plastycznej
1	Traktory i maszyny rolnicze	22
2	Samochody	30,7
3	Tabor kolejowy	28,8
4	Okręty, ciężki sprzęt	20,6
5	Obrabiarki	4,9
6	Elektrotechnika	32,3
7	Wyroby metalowe	52
8	Maszyny gospodarstwa domowego i pomocnicze	42,3
9	Maszyny biurowe i rejestrujące	23,4
10	Mechanika precyzyjna	20

nej statystyki. Z zestawienia tego wynika, że rozwój obróbki plastycznej winien być rozpatrywany w ścisłym powiązaniu z technologią produkcji poszczególnych gałęzi przemysłu.

W rozważaniach tych winna być wydzielona grupa ciężkich pras i młotów, decydujących o możliwościach produkcyjnych ciężkich maszyn jak: turbiny, kotły, ciężkie silniki okrętowe itp.

Ciężkie prasy i młoty stanowią podstawę do rozwoju industrializacji kraju w oparciu o rozwój przemysłu ciężkiego. Tezy XIX Zjazdu KPZR zalecają: „znacznie rozszerzyć istniejące i uruchomić nowe urządzenia produkcyjne do wytwarzania wielkich obrabiarek, młotów i pras”, jednocześnie ustalają zwiększenie produkcji ciężkich młotów i pras 8-krotnie.

Dla stworzenia obrazu składu maszyn do obróbki plastycznej w tablicy III podano procentowy udział poszczególnych maszyn na podstawie statystyki USA z 1950 roku.

W przekroju ogólnym odchylenia w poszczególnych grupach będą nieznaczne i tablica III może być podstawą do orientacyjnego ustalenia udziału poszczególnych grup asortymentowych.

Poważnym niedociągnięciem naszego przemysłu jest stosunkowo przestarzała technologia w naszych kuźniach, brak doświadczeń produkcyjnych w zakresie nowoczesnych metod obróbki plastycznej jak procesu wyciskania, dołaczania oduwek, kucia wielokrotnego, elektro-szczepiania, wykonywania przedkuwek na walcach kopiujących, wykonywanie oduwek na prasach Maxima, prasowanie z ciekłego metalu itp.

Również proces grzania metalu przeważnie nie zabezpiecza przed zgorzeliną; mało doświadczenia posiadamy w grzaniu indukcyjnym i konstrukcji nowoczesnych pieców kuziennych. Pełne wykorzystanie posiadanej zdolności produkcyjnej naszych kuźni wymaga uzupełnienia i zharmonizowania poszczególnych agregatów jak piece, młoty matrycowe, prasy do okrawania, powiększenia mechanizacji transportu i obsługi, podniesienia higieny i bezpieczeństwa pracy.

Zadania na odcinku unowocześnienia i rozszerzenia obróbki plastycznej w przemyśle maszynowym mogą być rozwiązywane jedynie w oparciu o podnoszenie i rozszerzanie kwalifikacji naszych kadr technicznych, stworzenie silnego instytutu przemysłowego, przeszkolenie technologów i konstruktorów w zakresie nowoczesnych konstrukcji tłoczonych, głębszej znajomości nowoczesnych procesów obróbki plastycznej, konstrukcji przyrządów

TABLICA III. Procentowy udział poszczególnych typów maszyn do obróbki plastycznej wg statystyki USA z r. 1950.

Grupa i rodzaj	% w stosunku do całości	% w stosunku do grupy
Maszyny do obróbki plastycznej	100	—
Maszyny do gięcia i zwińania	11	100
Walce do gięcia blach i płyt	—	25,2
„ „ „ prętów i profili	—	8,5
Prasy do wykonywania profili	—	26,3
Walce do zwińania	—	9,3
Maszyny do gięcia rur i prętów	—	10,4
Inne	—	20,3
Prasy hydrauliczne	6,6	100
Prasy hydraul. pionowe pojed. działania	—	71,5
„ „ „ wielokrotne	—	7,7
„ „ „ poziome	—	9,7
„ „ „ inne	—	11,1
Prasy powietrzne	1,05	—
Prasy mechaniczne	50,0	100
Prasy przechyłne	—	48,5
„ pionowe jednoramienne	—	17,0
„ „ dwuramienne	—	22,2
„ do głębokiego tłoczenia	—	1,1
„ poziome	—	1,2
„ inne	—	10,0
Prasy do przebijania otworów i cięcia	12,3	100
Prasy do przebijania otworów	—	36,4
„ do cięcia płyt i blach	—	37,2
„ „ „ prętów i katowników	—	9,3
Nożyce krążkowe	—	8,1
Inne	—	9,0
Maszyny kuźnicze	5,1	100
Młoty parowe i powietrzne	—	24,5
„ spadowe	—	24,6
„ trzonowe	—	9,6
Kuźniarki	—	31,3
Inne	—	10,0
Kowarki obrotowe	1,0	—
Maszyny do drutu i taśm	2,7	—
Maszyny do odlewów wtryskowych	1,7	100
Maszyny z komorą gorącą	—	52,5
„ „ „ zimną	—	47,5
Prasy do plastików	1,55	100
Prasy wtryskowe	—	27,7
„ inne	—	72,3
Maszyny do nitowania	7,0	—

i wykrojników, normalizacji i typizacji ich elementów i zespołów.

Konieczne jest opracowanie i stworzenie długofalowego programu konstrukcyjnego i produkcyjnego maszyn do obróbki plastycznej w oparciu o analizę potrzeb i rozwoju technologii poszczególnych gałęzi przemysłu oraz o najnowsze zdobycze nauki i techniki produkcyjnej ze specjalnym uwzględnieniem maszyn ciężkich.

Zachodzi konieczność stworzenia ośrodka konstrukcyjnego i uruchomienia produkcji nowoczesnych pieców kuziennych oraz urządzeń do nagrzewania indukcyjnego.

Konieczna jest szybka modernizacja naszych kuźni i prasowni, uzupełnienie parku maszynowego, powiększenie mechanizacji pracy oraz budowa podstawowych kuźni matrycowych i tłoczni dla poszczególnych gałęzi przemysłu maszynowego, jak również rozszerzenie stosowania kuźniarek młoteczkowych, kucia matrycowego itp. dla przemysłów o produkcji seryjnej.

Zadania te w oparciu o dotychczasowy rozwój przemysłu maszynowego są możliwe do wykonania, jednak sprawna realizacja tych zadań wymaga ścisłej koordynacji wysiłków na tym odcinku.

W związku z uchwałami IX Plenum — szybkiego podniesienia stopy życiowej mas pracujących, rozszerzenia ofensywy z odcinka industrializacji na pełny front rozwoju gospodarki narodowej, i rekonstrukcji wszystkich gałęzi gospodarki na nowym,

wyższym poziomie technicznym, gwarantującym znaczne podniesienie wydajności pracy, podniesienie jakości produkcji i spadek kosztów własnych — zachodzi konieczność podniesienia zdolności produkcyjnej przemysłu maszynowego i zwiększenia produkcji ilościowej i jakościowej maszyn i urządzeń.

Zadania te mogą być rozwiązane w pełni przy szybkim rozwoju obróbki plastycznej, pozwalającej podnieść znacznie produkcję przy tym samym parku obrabiarek skrawających, zmniejszyć poważnie zużycie stali na jednostkę wyrobu, obniżyć poważnie koszty własne produkcji.

Postawienie tych zagadnień przed aktywnym technicznym fabryk, biur konstrukcyjnych, technologicznych i instytutów, pozwoli na mobilizację naszych techników i inżynierów przy realizacji tych zagadnień, pozwoli na szybkie pokonanie trudności na tym odcinku.

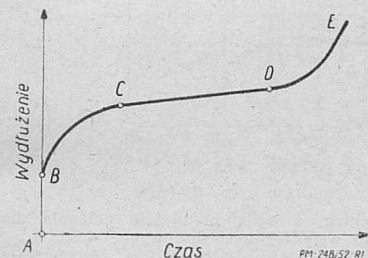
Pełzanie w zagadnieniach konstrukcyjnych

620.172.251.226:669.14.018.29

Mgr inż. WACŁAW TOMASZCZYK

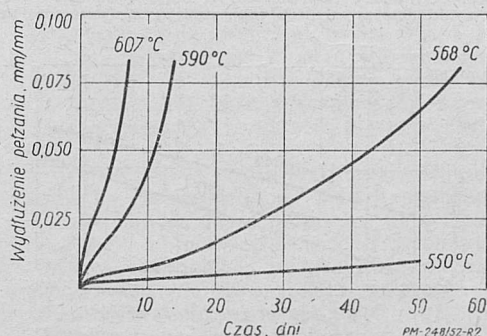
Rozwój urządzeń energetycznych oraz nowych silników spalinowych spowodował wzrost zainteresowań własnościami metali w wysokich temperaturach. Powstały nowe ważne zagadnienia jak właściwy dobór materiału oraz sposoby jego oceny, oparte głównie na badaniu zjawiska pełzania. Poniżej omówiono szereg metod interpretacji tych badań z punktu widzenia konstruktora.

Rozwój wysokopiętnych kotłów parowych, turbin parowych, nowych typów silników lotniczych oraz turbin gazowych spowodował powstanie szeregu trudnych zagadnień konstrukcyjnych związanych z doбором materiałów oraz ze sposobem oceny ich zdolności do przenoszenia znacznych obciążeń przy wysokich temperaturach. Początkowo sądzono, że dla określenia dopuszczalnych naprężeń wystarczy wykonać próbę rozciągania w danej temperaturze i następnie zastosować ten sam sposób postępowania jaki stosuje się do określenia dopuszczalnych naprężeń w normalnych warunkach pracy. O niewłaściwości tej metody przekonano się, gdy stwierdzono, że konstrukcja obciążona „dopuszczalnymi” naprężeniami odkształca się w sposób ciągły z upływem czasu. Następnie usiłowano określić graniczną wartość naprężenia, pod działaniem którego najbardziej czu-
lymi ekstensometrami nie obserwowano by zjawiska pełzania. Okazało się jednak, że wartość tego naprężenia malała ze wzrostem czułości stosowanych do pomiaru ekstensometrów; w niektórych przypadkach w ogóle nie można jej było określić, w innych zaś była tak niska, że obliczona na tej podstawie konstrukcja była zupełnie nieekonomiczna (l. 9).



Rys. 1. Typowy przebieg krzywej pełzania przy rozciąganiu.

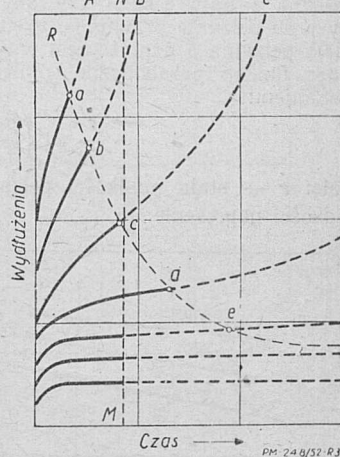
Po tych doświadczeniach zmieniono pogląd na zagadnienie konstrukcji pracujących w wysokich temperaturach, uznano, że zjawisko pełzania musi w tych warunkach występować, a dopuszczalne naprężenia powinny być tak ustalone, aby wywoływały odkształcenia pełzania ściśle określonej wielkości. Ważnym więc zagadnieniem stało się gromadzenie wyników doświadczeń nad przebiegiem zjawiska pełzania w zależności od czasu, naprężeń i temperatury oraz opracowanie sposobów interpretacji wyników. Najwięcej danych uzyskano z prób pełzania przy rozciąganiu.



Rys. 2. Krzywe pełzania dla stali węglowej 0,39% C w stanie kuty. Naprężenie 4,72 kg/mm². Temperatura wskazana na rysunku.

Krzywa pełzania

Typowy przebieg krzywej pełzania przy rozciąganiu przedstawia rys. 1. Rozróżnić na niej można cztery okresy. Okres pierwszy A—B odpowiada sumie odkształceń sprężystych i plastycznych powstałych w chwili obciążenia. Okres drugi B—C charakteryzuje się zmniejszającą się z upływem czasu prędkością pełzania. Po nim następuje okres w przybliżeniu stałej prędkości pełzania C—D, posiadający zasadnicze znaczenie dla obliczeń konstrukcyjnych, w końcu okres czwarty D—E charakteryzujący się wzrastającą prędkością pełzania, równie ważny, chociaż dotąd w doświadczeniach niedostatecznie uwzględniany. Rzeczywisty przebieg pełzania może odbiegać od nakreślonego wyżej w zależności od rodzaju materiału, temperatury i naprężeń.



Rys. 3. Wpływ naprężeń na kształt krzywej pełzania przy stałej temperaturze.

Na rys. 2 przedstawiono krzywe pełzania stali węglowej o zawartości 0,39% C w stanie kuty przy naprężeniu 4,72 kg/mm² i różnych temperaturach wskazanych na rysunku (l. 10). Widoczny jest silny wpływ na kształt krzywych pełzania względnie małych różnic temperatury. Wzrost temperatury z 550 do 568°C przy tym samym naprężeniu powoduje zupełną zmianę w przebiegu pełzania; próbka badanego materiału przy temperaturze 550°C odkształcać się będzie w ciągu długiego okresu czasu, natomiast przy temperaturze 568°C zerwanie nastąpi znacznie wcześniej.

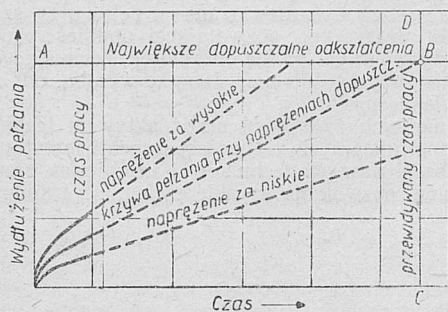
Wpływ wzrastających naprężeń na kształt krzywej pełzania przy stałej temperaturze zaznaczono schematycznie na rys. 3 (l. 6). Linia R—S łączy punkty przegięcia krzywych pełzania. Punkty te odznaczają trzeci okres pełzania (o prawie stałej prędkości) od czwartego okresu kończącego się zerwaniem próbki.

Sposoby ekstrapolacji

W większości przypadków czas trwania próby pełzania jest bardzo mały w porównaniu z przewidywanym czasem pracy danego materiału. Linia M—N na rys. 3 zamyka przedział czasowy doświadczeń, na których oparte są nasze wiadomości o zjawiskach pełzania metali. Celem określenia odporności materiału na pełzanie w przewidywanym okresie pracy konieczna jest ekstrapolacja uzyskanych wyników badań.

Większość sposobów ekstrapolacji opiera się na założeniu istnienia stałej prędkości pełzania w okresie odpowiadającym czasowi pracy, czyli przyjmuje możliwość przedłużenia prostoli-

nijnej części krzywej pełzania znacznie poza czas próby (rys. 4). Z charakteru przytoczonych poprzednio krzywych pełzania jasne jest, że założenie to może być spełnione tylko dla pewnego okresu czasu zależnego od temperatury i naprężeń.



Rys. 4. Wpływ naprężeń przy stałej temperaturze na kształt ekstrapolowanej krzywej pełzania.

Drugą charakterystyczną cechą sposobów interpretowania wyników pełzania jest konieczność założenia określonego czasu żywotności konstrukcji oraz wielkości dopuszczalnych jej odkształceń w tym czasie. W większości stosowanych metod dalszy tok postępowania polega na wyznaczeniu naprężeń, które w danej temperaturze wywołają wielkość odkształceń przyjętych uprzednio jako dopuszczalne w przewidywanym czasie pracy (rys. 4).

Ekstrapolacja w układzie podwójnie logarytmicznym

Jedną z najwcześniej używanych metod interpretacji wyników prób pełzania przyjmuje, że zależność pomiędzy stałą prędkością pełzania a naprężeniem przy stałej temperaturze ma charakter funkcji parabolicznej. Zależność tę można przedstawić równaniem:

$$\frac{\dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_0} = \left(\frac{\sigma}{\sigma_0} \right)^m, \quad [1]$$

gdzie: $\dot{\epsilon}$ — stała prędkości pełzania; σ — odpowiadające tej prędkości naprężenie; m , $\dot{\epsilon}_0$, σ_0 — stałe, określane doświadczalnie. Wykładnik potęgowy m może przyjmować wartości $1 < m < \infty$.

Równanie [1] po zlogarytmowaniu daje wyrażenie następującej postaci.

$$\log \dot{\epsilon} = m \log \sigma + C. \quad [2]$$

Wykonując szereg prób pełzania przy różnych naprężeniach i stałej temperaturze, wyznacza się z ich przebiegu stałą prędkość pełzania (praktycznie średnią prędkość pełzania w przedziale czasu dostatecznie odległym od początku próby, np. pomiędzy 900 a 1000 godziną).

Wartości te nanosi się następnie jako funkcję naprężeń w podwójnie logarytmicznym układzie, $\log \sigma$ — $\log \dot{\epsilon}$, otrzymując szereg punktów leżących w przybliżeniu na jednej prostej, co znacznie ułatwia ekstrapolację. Analogiczne proste otrzymuje się z doświadczeń przeprowadzonych przy innych temperaturach pokrywających zakres stosowania danego materiału (rys. 5).

Z otrzymanych w ten sposób zależności łatwo teraz sporządzić wykres stanowiący podstawę do określenia dla danych warunków pracy dopuszczalnych naprężeń. Przyjmując na przykład dopuszczalną prędkość pełzania 10⁻⁵% na godzinę, odczytuje się z rys. 5 odpowiednie naprężenie wywołujące tę prędkość pełzania przy różnych temperaturach. Odczytane wartości nanosi się w układzie współrzędnych temperatura — naprężenie, przy czym wykresy takie można sporządzić dla różnych wartości dopuszczalnych prędkości pełzania.

Zaletą opisanej metody interpretacji wyników prób pełzania jest prostota oraz dobre praktyczne wyniki. Należy jednak zaznaczyć, że niektórzy autorzy wyrażają zastrzeżenia odnośnie poprawności ekstrapolacji prędkości pełzania w podwójnie lo-

garytmicznym układzie do zbyt małych wartości. Z teoretycznego punktu widzenia zależność [1] nie jest całkowicie poprawna: przy założeniu równego, lecz przeciwnie skierowanego naprężenia prędkość pełzania musi być ujemna. Według równania [1] warunek ten będzie spełniony tylko dla niektórych wartości m , na przykład 1, 3, 5 itd., co oczywiście jest sprzeczne z doświadczeniem.

Ekstrapolacja w układzie pojedynczo logarytmicznym

Ekstrapolacja w układzie pojedynczo logarytmicznym jest w zasadzie podobna do opisanej poprzednio. Opiera się ona na zależności:

$$\sigma = \sigma_e \log \left(\frac{2 \dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_0} \right), \quad [3]$$

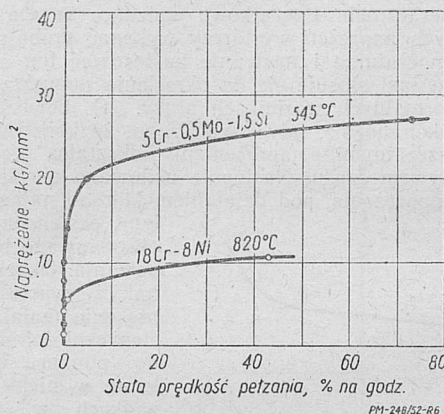
gdzie: σ — naprężenie, $\dot{\epsilon}$ — stała prędkość pełzania, $\dot{\epsilon}_0$, σ_e — stałe materiałowe posiadające wymiar prędkości odkształcenia i naprężenia.

Ekstrapolację przeprowadza się wzdłuż prostej w układzie współrzędnych σ — $\log \dot{\epsilon}$, określając naprężenie wywołujące z góry zadaną prędkość pełzania. Dalsze opracowanie wyników ma przebieg podobny jak w wyżej opisanej metodzie.

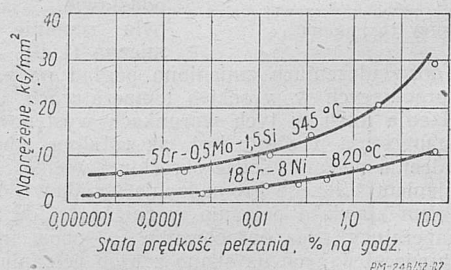
Zależność [3] podają również w postaci funkcji wykładniczej

$$\dot{\epsilon} = \frac{\dot{\epsilon}_0}{2} e^{\frac{\sigma}{\sigma_0}} \quad [4]$$

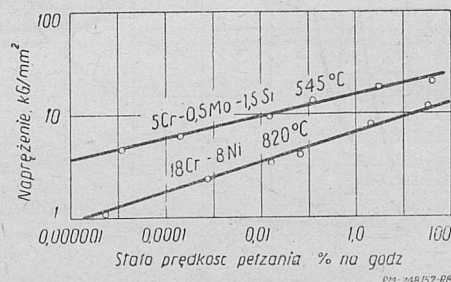
(e — podstawa logarytmów naturalnych).



Rys. 6. Zależność między naprężeniem a stałą prędkością pełzania dla dwóch stali w układzie współrzędnych liniowych.



Rys. 7. Zależność między naprężeniem a stałą prędkością pełzania dla dwóch stali w układzie pojedynczo logarytmicznym (porównaj rys. 6 i 8).



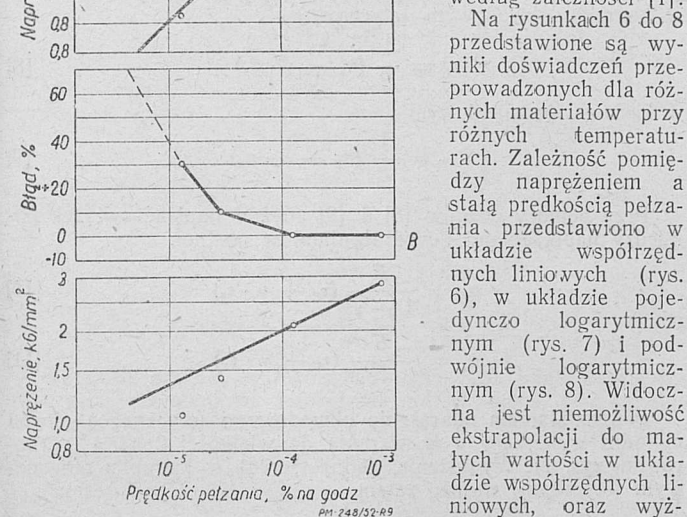
Rys. 8. Zależność między naprężeniem a stałą prędkością pełzania w układzie podwójnie logarytmicznym (porównaj rys. 6 i 7).

Stwierdzono, że metoda ekstrapolacji w układzie pojedynczo logarytmicznym daje dostatecznie dobre wyniki dla względnie dużych wartości zmiennych (σ , $\dot{\epsilon}$). Ekstrapolacja do małych wartości tych zmiennych, tzn. do wartości zasadniczo potrzebnych w obliczeniach konstrukcyjnych, nie pozbawiona jest pewnych niedokładności. Wynika to stąd, że w zależności [4] dla $\sigma = 0$ prędkość pełzania $\dot{\epsilon} = \frac{\dot{\epsilon}_0}{2}$, czyli przy nieobciążonej prób-

ce istniałaby skończona różna od zera prędkość pełzania. Błąd jaki wynika przy ekstrapolacji w układzie pojedynczo logarytmicznym zwiększa współczynnik bezpieczeństwa.

Obie metody ekstrapolacji, mimo że stosowane są w niektórych krajach bardzo szeroko, nie posiadają żadnych fizycznych podstaw.

Zdania różnych autorów nie są ze sobą zgodne odnośnie tego, która z obu metod ekstrapolacji jest lepsza. W publikowanych jednak pracach częściej stosowana jest ekstrapolacja według zależności [1].



Rys. 9. Porównanie błędów wynikających przy ekstrapolacji do małych prędkości pełzania za pomocą zależności sinusa hiperbolicznego (A) oraz według zależności potęgowej (B), przy założeniu, że dane są tylko wyniki dwóch prób pełzania; przy napężeniu 2,8 i 2,1 kg/mm².

jące tylko stałą prędkość pełzania, zaniedbują częściowo odkształcenia powstałe we wcześniejszym okresie pełzania. Nie powoduje to większego błędu, gdy wielkość dopuszczalnych odkształceń jest dostatecznie duża.

Ekstrapolacja oparta na zależności sinusa hiperbolicznego

$$\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_0 \sinh \frac{\sigma}{\sigma_0} = \frac{\dot{\epsilon}_0}{2} \left(e^{\frac{\sigma}{\sigma_0}} - e^{-\frac{\sigma}{\sigma_0}} \right) \quad [5]$$

zaproponowana została przez Nadai'a (l. 8). W równaniu [5] $\dot{\epsilon}_0$ i σ_0 są stałymi doświadczalnymi, zależnymi od materiału i temperatury. Jeżeli znane są stałe $\dot{\epsilon}_0$ i σ_0 , można na podstawie równania [5] określić stałą prędkość pełzania dla dowolnego napężenia. Dalszy sposób postępowania jest analogiczny jak w innych metodach ekstrapolacji.

Dwie charakterystyczne cechy zależności sinusa hiperbolicznego zasługują na podkreślenie: a) przy wysokich naprężeniach wzór ekstrapolacyjny [5] staje się identyczny ze wzorem wykładniczym [4], względnie logarytmicznym [3]; b) spełnia ona warunek: prędkość pełzania równa zero dla napężenia równego zero.

Nadai i Mc Vetty (l. 7) podali przykłady wielu doświadczeń, które wykazały, że ekstrapolacja do małych prędkości pełzania według zależności sinusa hiperbolicznego, daje lepsze wyniki, aniżeli ekstrapolacja za pomocą zależności potęgowej.

Na rys. 9 zestawiono błędy wynikające z ekstrapolacji do małych prędkości pełzania w oparciu o zależność [5] sinusa hiperbolicznego, oraz według zależności potęgowej [1] przy założeniu, że dane są tylko wyniki prób pełzania przy napężeniu 2,1 i 2,8 kg/mm².

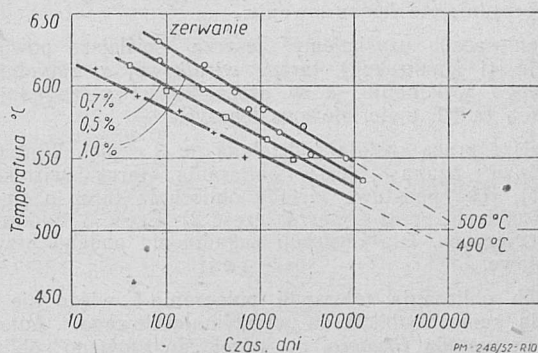
Widoczna jest znaczna zgodność w pierwszym i duże odchyłki przy ekstrapolacji do małych prędkości pełzania — w drugim przypadku. Pewne trudności sprawia wyznaczenie stałych $\dot{\epsilon}_0$ i σ_0 , lecz Nadai i Mc Vetty opracowali nomogramy ułatwiające określenie tych wielkości (l. 8). Należy podkreślić, że podczas gdy pierwsze dwie metody ekstrapolacji zaliczyć można do metod graficznych, ostatnia jest metodą analityczno-graficzną.

Wspomniano wyżej, że metody interpretacji wyników prób pełzania, oparte jedynie na stałej prędkości pełzania, pomijają częściowe odkształcenia powstałe we wcześniejszym okresie pełzania. W tych przypadkach, gdy wielkość dopuszczalnych odkształceń jest bardzo mała, na przykład dla łopatek turbiny (ułamek procenta na 100 000 godzin) powinny być wzięte pod uwagę całkowite odkształcenia pełzania. Jedną z metod wyznaczania dopuszczalnych naprężeń uwzględniającą całkowite wydłużenia pełzania zaproponował A. W. Bailey (l. 2).

Ekstrapolacja oparta na wydłużeniu całkowitym

Sposób postępowania jest w tej metodzie następujący: przeprowadza się szereg prób pełzania przy stałym naprężeniu bliskim przewidywanym naprężeniu roboczym i przy różnych temperaturach. Zakres temperatur prób obejmuje temperatury praktycznie stosowane i nieco wyższe, na przykład dla stali niskostopowych 450 do 650°C. Dla każdej serii prób całkowite odkształcenia pełzania nanosi się jako funkcję logarytmu czasu. Na podstawie otrzymanych wykresów kreśli się następnie zależność pomiędzy temperaturą a logarytmem czasu koniecznego do wywołania określonego wydłużenia pełzania, na przykład 0,2, 0,5% itd. (rys. 10).

Przez ekstrapolację do niższych temperatur (i dłuższych okresów czasu) określić można temperaturę, w której dane naprężenie wywoła w czasie np. 100 000 godzin wydłużenie pełzania, np. 0,2% (w przykładzie podanym na rys. 10 temperatura ta wynosi 490°C).



Rys. 10. Zależność pomiędzy temperaturą a logarytmem czasu koniecznego do wywołania wydłużenia plastycznego 0,2, 0,5 i 1% oraz zerwania przy napężeniu 11,0 kg/mm² dla niskostopowej stali molibdenowej.

Po przeprowadzeniu serii doświadczeń przy innych naprężeniach otrzymuje się w końcu zależność temperatury od naprężenia wywołujących określoną wielkość wydłużenia pełzania (np. 0,2%) w określonym czasie (np. 100 000 godzin).

Wadą opisaną metodą jest konieczność przeprowadzenia znacznej ilości prób zajmujących bardzo wiele czasu. (c. d. n.)

Literatura

1. Bailey R. W. — Fracture in Creep (The Inst. Metallurg. 1950, 29).
2. Bailey R. W. — The Utilisation of Creep Test Data in Engineering Design (Proc. I. Mech. Engr., 131, 1953. Wg J. Glen — Fundamentals of High Temperature Testing of Steel — J. West Scott. Iron Steel Inst. 48, 1940, 41 — 19).
3. Croos H. C., Jackson L. R. — The Use of Creep Data in Design (Symposium on Plasticity and Creep of Metals, Proc. ASTM, Special Techn. Publ. Nr 107, 1949 — 37).
4. Johnson A. E. — The Plastic Creep and Relaxation Properties of Metals (Engineering, 21, 1949 — 2).
5. Larson F. R., Miller J. — A Time — Temperature Relationship for Rupture and Creep Stress (Trans. ASME, 74, 1952 — 765).
6. Mc Vetty P. G. — Interpretation of Creep Test Data (Proc. ASTM, 43, 1943 — 707).
7. Nadai A., Mc Vetty P. G. — Creep of Metals at Elevated Temperatures — The Hyperbolic Sine Relation between Stress and Creep Rate (Trans. ASME, 65, 1943 — 761; wg G. V. Smith, Properties of Metals at Elevated Temperatures, Mc Graw — Hill Book, 1950).
8. Nadai A., Mc Vetty P. G. — Hyperbolic Sine Chart for Estimating Working Stresses of Alloys at Elevated Temperatures (Proc. ASTM, 43, 1943 — 735).
9. Smith G. V. — Properties of Metals at Elevated Temperatures (Mech. Engrn., 72, 1950 — 779).
10. Tapnell J., Johnson A. E. — Special Report nr 17 (wg P. G. Mc Vetty — Interpretation of Creep Test Data — Proc. ASTM, 43, 1943 — 707).
11. Tomaszczuk W. — Ustalenie dla stali TR1 i TR4 własności przy podwyższonych temperaturach (Sprawozdanie z pracy I. Met., 1952).

Określenie tolerancji wykonania połączeń skurcznych tarcz wirnikowych

621.753.1:621.88.084—253

Dr inż. STEFAN PERYCZ

Obliczanie wytrzymałościowe tarczy wirującej równej grubości z otworem i bez otworu w osi. Obliczanie tarczy o zmiennej grubości. Metoda Grubera; przykład obliczenia. Obliczanie tolerancji połączenia skurcznego; przykład. Zależność klasy tolerancji połączenia skurcznego od średnicy.

Problem obliczania wytrzymałościowego tarcz wirnikowych w turbinach parowych posiada bogatą literaturę. Autorzy, zajmując się obliczaniem naprężeń w tarczy oraz teoretyczną wielkością wymaganego wcisku (w przypadku zastosowania rozpowszechnionego w turbinach parowych połączenia skurcznego), nie interesowali się jednak wpływem dokładności utrzymania wymiarów połączenia skurcznego (tolerancji wykonania otworu i wału) na zmianę wielkości naprężeń w tarczy. Na podstawie jednej z nowszych metod obliczeniowych, podanej przez Grubera, udało się autorowi znaleźć proste związki pomiędzy wielkością odchyłki wymiaru wcisku a zmianą naprężeń w tarczy. Okazuje się, że niewielka (kilka setnych mm) odchyłka od teoretycznego wcisku zmienić może w sposób decydujący właściwości połączenia, powodując albo luzowanie tarczy na wale, albo silny wzrost naprężeń. Dotychczas stosowana klasa wykonania 6/7 nie zawsze jest właściwa.

Praktyczne znaczenie określenia właściwej klasy tolerancji jest poważne. Przy danym materiale i danym współczynniku bezpieczeństwa obliczenie pozwala na zastosowanie możliwie najtańszej klasy wykonania. Na odwrót — przez zastosowanie wysokiej klasy wykonania możemy zrealizować żądany współczynnik bezpieczeństwa przez zastosowanie możliwie najtańszego materiału. Oczywiście zwiększenie dokładności samego obliczenia dzięki dokładnemu ujęciu dodatkowego wpływu tolerancji wykonania na „nominalne” naprężenia, pozwala w konsekwencji na obniżenie współczynnika bezpieczeństwa, czyli oszczędniejsze konstruowanie.

W ten sposób uzyskujemy jeszcze ściślejsze powiązanie obliczenia (i konstrukcji) tarczy wirnikowej z zagadnieniem oszczędnego wykonania, a w szczególności z zagadnieniem stosowania tanich materiałów zastępczych.

Niniejsza praca została podzielona na 3 części. Wprowadzenie stanowi znana teoria obliczania tarcz wirnikowych (część 1), jako podstawa metody obliczania tarcz o zmiennej grubości podanej przez Grubera (część 2). Część 3 stanowi właściwy przyczynek. Dla ilustracji zagadnienia podano przykłady obliczeniowe.

Sposób obliczania tolerancji połączenia wiąże się ściśle z metodą samego obliczania wytrzymałościowego. Autor jest zdania, że metoda Grubera, do której „dopasowano” obliczenia tolerancji wcisku, powinna u nas zastąpić rozpowszechnioną dotychczas metodę Donatha.

1. OBLICZANIE WYTRZYMAŁOŚCIOWE TARCZY WIRUJĄCEJ

1.1. Obliczanie wytrzymałościowe tarczy wirującej o równej grubości (1. 5).

Weźmy element tarczy o grubości $b = \text{const}$, określony wg rys. 1.

Siła odśrodkowa tego elementu wynosi

$$\begin{aligned} dC &= dm \cdot r \cdot \omega^2 = \\ &= \frac{\gamma}{g} \cdot b \cdot r \cdot dr \cdot d\varphi \cdot r \cdot \omega^2 = \frac{\gamma}{g} \cdot b \cdot \omega^2 \cdot r^2 \cdot dr \cdot d\varphi \end{aligned} \quad [1]$$

Istniejące naprężenia wywołują siły: na wewnętrznym promieniu

$$dR_w = \sigma_r \cdot b \cdot r \cdot d\varphi \quad [2]$$

na zewnętrznym promieniu

$$dR_z = (\sigma_r + d\sigma_r) \cdot b \cdot (r + dr) \cdot d\varphi \quad [3]$$

Siła styczna wynosi

$$dT + \sigma_t \cdot b \cdot dr \quad [4]$$

ma ona składową skierowaną do środka obrotów

$$dT \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} \approx dT \cdot \frac{d\varphi}{2} \quad [5]$$

Siły skierowane zgodnie z narysowanymi wektorami przyjmujemy jako dodatnie. Z równowagi sił wynika:

$$dC + dR_z = dR_w + 2 dT \frac{d\varphi}{2}$$

$$dC + dR_z = dR_w + dT \cdot d\varphi \quad [6]$$

Podstawiając wartości za dC , dR_z , dR_w i dT wg równań [1] ÷ [4], oraz pomijając wielkości nieskończenie małe drugiego rzędu otrzymamy po uporządkowaniu:

$$\frac{\gamma}{g} \cdot \omega^2 \cdot r^2 + \sigma_r - \sigma_t + r \frac{d\sigma_r}{dr} = 0 \quad [7]$$

Ze współdziałania naprężeń σ_t i σ_r wynikają wydłużenia: w kierunku obwodowym (stycznym)

$$\epsilon_t = \frac{1}{E} (\sigma_t - \nu \cdot \sigma_r) \quad [8]$$

w kierunku promieniowym

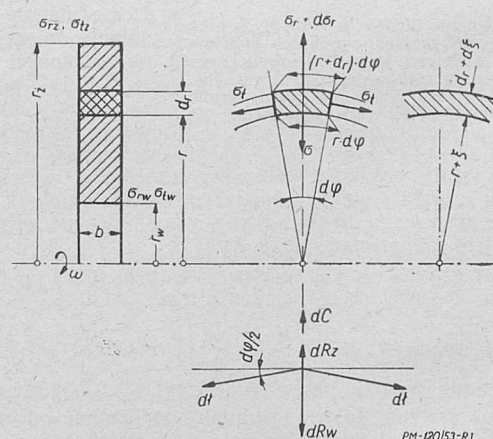
$$\epsilon_r = \frac{1}{E} (\sigma_r - \nu \cdot \sigma_t) \quad [9]$$

Przy pomocy wzorów [8] i [9] można napisać związek pomiędzy naprężeniami i wydłużeniami w postaci:

$$\sigma_r = \frac{E}{1 - \nu^2} (\epsilon_r + \nu \cdot \epsilon_t) \quad [10]$$

$$\sigma_t = \frac{E}{1 - \nu^2} (\epsilon_t + \nu \cdot \epsilon_r) \quad [11]$$

Pod działaniem naprężenia obwodowego (stycznego) obwód cylindra wynoszący $2\pi r$ wzrasta do wielkości $2\pi(r + \xi)$ (porównaj rys. 1). Wydłużenie (jednostkowe) w kierunku obwodowym (stycznym) wynosi zatem



Rys. 1.

$$\epsilon_t = \frac{2\pi(r + \xi) - 2\pi r}{2\pi \cdot r} = \frac{\xi}{r} \quad [12]$$

Wydłużenie jednostkowe w kierunku promieniowym wynosi (pierścień o szerokości dr wydłuża się o $d\xi$):

$$\epsilon_r = \frac{d\xi}{dr} \quad [13]$$

Podstawienie [12] i [13] do [8] i [9] daje:

$$\sigma_r = \frac{E}{1 - \nu^2} \left(\frac{d\xi}{dr} + \nu \frac{\xi}{r} \right) \quad [14]$$

$$\sigma_t = \frac{E}{1 - \nu^2} \left(\frac{\xi}{r} + \nu \frac{d\xi}{dr} \right) \quad [15]$$

Różniczkując obustronnie równania [14] i [15] i podstawiając do [7] otrzymamy po uporządkowaniu

$$\frac{d^2 \xi}{dr^2} + \frac{d \xi}{r dr} - \frac{\xi}{r^2} + \frac{\gamma}{g} (1 - \nu^2) \frac{\omega^2 \cdot r}{E} = 0 \quad [16]$$

Jest to znane równanie różniczkowe dla tarczy o równej grubości. Całkując dwukrotnie równanie [16] otrzymujemy:

$$\xi = -\frac{\gamma}{8 \cdot g} (1 - \nu^2) \frac{\omega^2}{E} p^3 - \frac{C_1}{2} \cdot r + \frac{C_2}{r} \quad [17]$$

Różniczkując równanie [17] według dr otrzymujemy wyrażenie na $\frac{d \xi}{dr}$, co podstawione razem z [17] do równań [14] i [15] dostarcza wzorów na naprężenia:

$$\sigma_r = -\frac{3 + \nu}{8} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \omega^2 \cdot r^2 - \frac{E}{2(1 - \nu)} \cdot C_1 - \frac{E}{1 + \nu} \cdot \frac{C_2}{r^2} \quad [18]$$

$$\sigma_t = -\frac{1 + 3\nu}{8} \cdot \frac{\gamma}{g} \cdot \omega^2 \cdot r^2 - \frac{E}{2(1 - \nu)} \cdot C_1 + \frac{E}{1 + \nu} \cdot \frac{C_2}{r^2} \quad [19]$$

Oznaczając

$$\left. \begin{aligned} \frac{\gamma}{g} \cdot \omega^2 \cdot r^2 &= \rho \\ -\frac{E}{2(1 - \nu)} \cdot C_1 &= K_1 \\ -\frac{E}{1 + \nu} \cdot C_2 &= K_2 \end{aligned} \right\} \quad [20]$$

otrzymujemy:

$$\sigma_r = K_1 + \frac{K_2}{r^2} - \frac{3 + \nu}{8} \cdot \rho \quad [21]$$

$$\sigma_t = K_1 - \frac{K_2}{r^2} - \frac{1 + 3\nu}{8} \cdot \rho \quad [22]$$

Te nowe stałe K_1 i K_2 można wyznaczyć, jeżeli znamy np. styczne i promieniowe naprężenia na obwodzie zewnętrznym σ_{tz} i σ_{rz} (lub dowolne dwa inne z czterech: σ_{tz} , σ_{tw} , σ_{rz} , σ_{rw}).

Dla $r = r_z$, $\rho = \rho_z$ otrzymujemy:

$$K_1 = \frac{\sigma_{rz} + \sigma_{tz}}{2} + \frac{1 + \nu}{4} \cdot \rho_z \quad [23]$$

$$K_2 = r_z^2 \frac{1 - \nu}{8} \cdot \rho_z + \frac{r_z^2}{2} (\sigma_{rz} - \sigma_{tz}) \quad [24]$$

Teraz już możemy obliczyć σ_r i σ_t na dowolnym promieniu r , a więc i na promieniu wewnętrznym r_w .

Podstawienie [23] i [24] do [21] i [22] daje po uporządkowaniu:

$$\sigma_{rw} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right] \cdot \sigma_{rz} - \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right] \cdot \sigma_{tz} + C_r \quad [25]$$

$$C_r = \frac{1 + \nu}{4} (\rho_z - \rho_w) + \frac{1 - \nu}{8} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 \cdot \rho_z - \rho_w \right] \quad [25_1]$$

$$\sigma_{tw} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right] \cdot \sigma_{tz} - \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right] \cdot \sigma_{rz} + C_t \quad [26]$$

$$C_t = \frac{1 + \nu}{4} (\rho_z - \rho_w) - \frac{1 - \nu}{8} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 \cdot \rho_z - \rho_w \right] \quad [26_1]$$

Są to znane wzory dla tarczy o równej grubości. Podstawienie [20] i wydzielenie stałych [25₁] i [26₁] zastosował Gruber (l. 3).

Deformacje

Obwód koła o promieniu r wydłuża się o $2 \pi r \cdot \epsilon_t$, zatem promień koła zwiększa się o wielkość (p. równanie [8]):

$$\xi_r = r \cdot \epsilon_t = \frac{r}{E} (\sigma_t - \nu \cdot \sigma_r) \quad [27]$$

Znając naprężenia znamy również deformacje na dowolnym promieniu.

1.2. Tarcza bez otworu w osi

Dla $r_w = 0$ istnieje tylko jedno naprężenie

$$\sigma_{rw} = \sigma_{tw}$$

Z równości [25] = [26] wynika po uporządkowaniu (liczbę Poissona przyjęto $\nu = 0,3$):

$$\sigma_{tw} = 0,238 \cdot \rho_z + \sigma_{tz} \quad [28]$$

$$\sigma_{rw} = 0,412 \cdot \rho_z + \sigma_{rz} \quad [28_1]$$

[28] = [28₁] stąd:

$$\sigma_{tz} = 0,174 \cdot \rho_z + \sigma_{rz} \quad [29]$$

1.3. Tarcza o zmiennej grubości

Tarczę o zmiennej grubości można zastąpić pewną ilością pierścieni o stałej grubości wg rys. 2.

Dla pierścienia zewnętrznego jest znane z reguły σ_{rz} jako obciążenie siłą odśrodkową układu łopatkowego.

σ_{tz} nie jest znane.

Dla pierścienia wewnętrznego dane jest na ogół σ_{rw} jako wcisk potrzebny aby tarcza nie oderwała się od wału i przeniosła moment obrotowy.

Przejdzie od jednego pierścienia do następnego jest związane warunkiem tych samych odkształceń obu pierścieni na promieniu dzielącym je (rys. 3).

Dla pierścienia 1:

$$\xi_w = \frac{r_w}{E} (\sigma_{tw} - \nu \cdot \sigma_{rw}) \quad [30]$$

Dla pierścienia 2:

$$\xi'_z = \frac{r'_z}{E} (\sigma'_{tz} - \nu \cdot \sigma'_{rz}) \quad [31]$$

Ponieważ musi być

$\xi_w = \xi'_z$ oraz $\xi_w = \xi'_z$, otrzymujemy z [30] = [31] warunek:

$$\sigma_{tw} - \nu \cdot \sigma_{rw} = \sigma'_{tz} - \nu \cdot \sigma'_{rz} \quad [32]$$

wiązący naprężenia na wewnętrznym promieniu pierścienia 1 z naprężeniami na zewnętrznym promieniu pierścienia 2.

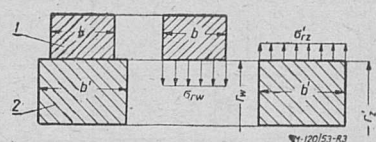
Naprężenia promieniowe σ_r rozkładają się przy przejściu z b na b' na innej powierzchni, czyli z równowagi sił w kierunku promieniowym:

$$b \cdot \sigma_{rw} = b' \cdot \sigma'_{rz} \quad [33]$$

Z równania [32] i [33] wynika

$$\sigma'_{rz} = \frac{b}{b'} \cdot \sigma_{rw} \quad [34]$$

$$\sigma'_{tz} = \sigma_{tw} - \nu \cdot \sigma_{rw} \left(1 - \frac{b}{b'} \right) \quad [35]$$



Rys. 3.

Znając naprężenia σ_r i σ_t w pierścieniu 1 potrafimy znaleźć naprężenia σ'_r i σ'_t w następnym pierścieniu 2.

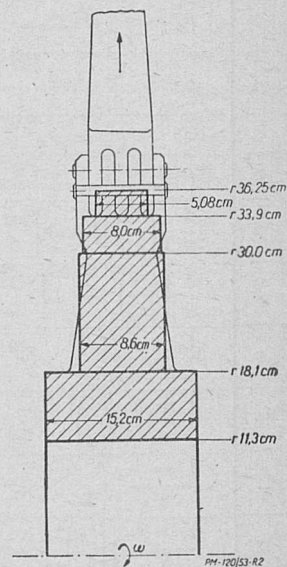
2. METODA GRUBERA

Z równań [25] i [26] wynika, że dla znalezienia naprężeń na obwodzie wewnętrznym σ'_{rw} i σ'_{tw} potrzebna jest znajomość obu naprężeń zewnętrznych σ_{rz} i σ_{tz} .

Znane jest σ_{rz} , ale σ_{tz} nie jest znane. Gruber zauważył, że budowa równań [25] i [26] jest tego rodzaju, że zależność naprężeń na obwodzie wewnętrznym od σ_{tz} jest prostoliniowa.

Również przejście od jednego pierścienia do następnego, jak wynika ze wzorów [34] i [35] jest tego rodzaju, że naprężenia w następnym pierścieniu są również liniową funkcją naprężenia σ_{tz} w pierścieniu pierwszym.

Wobec tego przyjmuje się dla pierwszego pierścienia $\sigma_{tz} = X$ jako zmienną niezależną i prowadzi obliczenia aż do ostatniego pierścienia wewnętrznego, gdzie dodatkowy warunek brzegowy na σ_{rw} pozwala wyznaczyć niewiadomą σ_{tz} . W ten sposób wszystkie naprężenia — wyrażone w funkcji σ_{tz} — mogą być wyznaczone.



Rys. 2.

TABLICA I. Obliczenie tarczy wirnikowej metodą Grubera:

$$\sigma_{rw} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right] \sigma_{rz} - \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right] \sigma_{tz} + C_r; \quad C_r = \frac{1+\nu}{4} (\rho_z - \rho_w) + \frac{1-\nu}{8} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 \rho_z - \rho_w \right]$$

$$\sigma_{tw} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right] \sigma_{tz} - \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right] \sigma_{rz} + C_t; \quad C_t = \frac{1+\nu}{4} (\rho_z - \rho_w) - \frac{1-\nu}{8} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 \rho_z - \rho_w \right]$$

L.p.	W i e l k o ś ć	Wymiar	Obliczenie	N u m e r p i e r ś c i e n i a			
				1	2	3	4
1	r_z	cm	z rysunku	36,25	33,9	30,0	18,1
2	r_w	cm	z rysunku	33,9	30,0	18,1	11,3
3	$\rho_z = \frac{\gamma}{g} \omega^2 r_z^2$	kG/cm ²	$\frac{\gamma}{g} \omega^2 \cdot (1)^2$	1335	1170	915	333
4	$\rho_w = \frac{\gamma}{g} \omega^2 r_w^2$	kG/cm ²	$\frac{\gamma}{g} \omega^2 \cdot (2)^2$	1170	915	333	129,5
5	$\Delta \rho = \rho_z - \rho_w$	kG/cm ²	(3) - (4)	165	255	582	203,5
6	$(r_z/r_w)^2$	—	(3) : (4)	1,145	1,28	2,76	2,56
7	$\frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right]$	—	$\frac{1}{2} [(6) + 1]$	1,073	1,14	1,88	1,78
8	$\frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right]$	—	(7) - 1	0,073	0,14	0,88	0,78
9	$\frac{1-\nu}{8} \left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2$	—	0,0875 · (6)	0,100	0,112	0,242	0,224
10	$\frac{1-\nu}{8} \left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 \rho_z$	kG/cm ²	(9) · (3)	133,5	131	222	74,5
11	$\frac{1-\nu}{8} \rho_w$	kG/cm ²	0,0875 · (4)	102,5	80,1	29,2	11,3
12	$\frac{1-\nu}{8} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 \rho_z - \rho_w \right]$	kG/cm ²	(10) - (11)	31	51,0	192,8	63,2
13	$\frac{1+\nu}{4} (\rho_z - \rho_w)$	kG/cm ²	0,325 · (5)	53,7	83,0	189	66
14	C_t	kG/cm ²	(13) - (12)	22,7	32,0	4,0	28
15	C_r	kG/cm ²	(13) + (12)	84,7	134,0	382,0	129,2
16	b	cm	z rysunku	5,08	8,0	8,6	15,2
17	b'	cm	z rysunku	8,0	8,6	15,2	—
18	b/b'	—	(16) : (17)	0,636	0,932	0,567	—
19	σ_{rz}	kG/cm ²	— (29) z popr. kolumny	1070	784 - 0,0463 x	980 - 0,1902 x	1416 - 0,820 x
20	σ_{tz}	kG/cm ²	(32) z popr. kolumny	x	- 190,1 + 1081 x	- 316,5 + 1,2427 x	- 1787,2 + 2,6902 x
21	$-\frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right] \sigma_{rz}$	kG/cm ²	— (19) · (8)	- 78,2	- 109,8 + 0,0065 x	- 862,5 + 0,1672 x	- 1105 + 0,640 x
22	$C_t = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right] \sigma_{rz}$	kG/cm ²	(14) + (21)	- 55,5	- 77,8 + 0,0065 x	- 866,5 + 0,1672 x	- 1102,2 + 0,640 x
23	$\frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right] \sigma_{tz}$	kG/cm ²	(7) · (20)	1,073 x	- 216,6 + 1,232 x	- 594,8 + 2,334 x	- 3181,0 - 4,78 x
24	σ_{tw}	kG/cm ²	(23) + (22)	- 55,5 + 1,073 x	- 294,4 + 1,2385 x	- 1461,3 - 2,5012 x	- 4283,2 + 5,42 x
25	$\frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right] \sigma_{rz}$	kG/cm ²	(7) · (19)	1148	893 - 0,0528 x	1842 - 0,357 x	2520 - 1,458 x
26	$C_r + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right] \sigma_{rz}$	kG/cm ²	(15) + (25)	1232,7	1027 - 0,0528 x	2224 - 0,357 x	2649,2 - 1,458 x
27	$-\frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right] \sigma_{tz}$	kG/cm ²	— (8) · (20)	- 0,073 x	26,5 - 0,1515 x	278,5 - 1,093 x	1393 - 2,095 x
28	σ_{rw}	kG/cm ²	(26) + (27)	1232,7 - 0,073 x	1053,6 - 0,2043 x	2502,5 - 1,450 x	4042,2 - 3,553 x
29	$-\sigma'_{rz} = \frac{b}{b'} \sigma_{rw}$	kG/cm ²	— (18) · (28)	- 784 + 0,0463 x	- 980 + 0,1902 x	- 1416 + 0,810 x	—
30	$\Delta \sigma_r = \sigma_{rw} - \sigma'_{rz}$	kG/cm ²	(28) + (29)	448,7 - 0,0267 x	73,6 - 0,0141 x	1086,5 - 0,630 x	—
31	$-\nu \cdot \Delta \sigma_r$	kG/cm ²	— 0,3 · (30)	- 134,6 + 0,0080 x	- 22,1 + 0,0042 x	- 325,9 + 0,189 x	—
32	$\sigma'_{tz} = \sigma_{tw} - \nu \Delta \sigma_r$	kG/cm ²	(24) + (31)	- 190,1 + 1,081 x	- 316,5 + 1,2427 x	- 1787,2 + 2,6902 x	—
33	σ_{tz}	kG/cm ²	(20)	1152	1054	1114	1306
34	σ_{tw}	kG/cm ²	(24)	1179	1131	1414	1947

L.p.	W i e l k o ś ć	Wymiar	Obliczenie	N u m e r p i e r ś c i e n i a			
				1	2	3	4
35	σ_{rz}	kG/cm ²	(19)	1070	721	761	473
36	σ_{rw}	kG/cm ²	(28)	1148,7	819	833	— 47,8
O b l i c z e n i e k o n t r o l n e: $\sigma_{tz} = 1152$							
19	σ_{rz}	kG/cm ²	— (29) z popr. kolumny	1070	730	762,5	473
20	σ_{tz}	kG/cm ²	(23) z popr. kolumny	1152	1054	1115	1309,8
21	$-\frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right] \sigma_{rz}$	kG/cm ²	— (19) · (8)	— 78,2	— 102	— 671	— 369
22	$C_t - \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right] \sigma_{rz}$	kG/cm ²	(14) + (21)	— 55,5	— 70,0	— 675	— 366,2
23	$\frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right] \sigma_{tz}$	kG/cm ²	(7) · (20)	1235	1202	2094	2330
24	σ_{tw}	kG/cm ²	(23) + (22)	1179,5	1132	1419	1964
25	$\frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right] \sigma_{rz}$	kG/cm ²	(7) · (19)	1148	832,5	1435	843
26	$C_r + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right] \sigma_{rz}$	kG/cm ²	(15) + (25)	1232,7	966,5	1817	972,2
27	$-\frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right] \sigma_{tz}$	kG/cm ²	— (8) · (20)	— 84,0	— 147,5	— 980	— 1020
28	σ_{rw}	kG/cm ²	(26) + (27)	1148,7	819,0	837	— 47,8
29	$-\sigma'_{rz} = \frac{b}{b'} \sigma_{rw}$	kG/cm ²	— (18) · (28)	— 730	— 762,5	— 473	—
30	$\Delta \sigma_r = \sigma_{rw} - \sigma'_{rz}$	kG/cm ²	(28) + (29)	418,7	56,5	364	—
31	$-\nu \cdot \Delta \sigma_r$	kG/cm ²	— 0,3 · (30)	— 125,6	— 16,9	— 109,2	—
32	$\sigma'_{tz} = \sigma_{tw} - \nu \Delta \sigma_r$	kG/cm ²	(24) + (31)	1053,9	1115	1309,8	—

Przykład 1

Dana tarcza wirnikowa turbiny, rys. 2. Obroty obliczeniowe $n = 3400$ obr/min ($\omega = 355$ sek⁻¹). Siła odśrodkowa od układu łopatkowego wynosi: $\Sigma C = 1240 \cdot 10^3$ kG.

Naprężenie promieniowe skierowane na zewnątrz:

$$\sigma_{rz} = \frac{\Sigma C}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot b} = \frac{1240 \cdot 10^3}{\pi \cdot 72,5 \cdot 5,08} = 1070 \text{ kG/cm}^2$$

(Uwaga: jednostki: kG, cm, sek).

Tarcza jest osadzona z wciskiem, który przy $n = 3400$ obr/min ma wynosić 50 kG/cm². Stąd warunek brzegowy dla wewnętrznego pierścienia

$$\sigma_{rw} = -50 \text{ kG/cm}^2$$

(znak minus oznacza naprężenie skierowane do materiału, ścisające).

Obliczenie przeprowadzamy tabelarycznie (tablica I).

Jak wynika z tablicy rachunek zaczyna się od pierścienia zewnętrznego I na obwodzie zewnętrznym dla którego znamy $\sigma_{rz} = 1070$ kG/cm², zaś $\sigma_{tz} = X$.

Dla ostatniego (czwartego) pierścienia otrzymujemy równanie na naprężenie promieniowe (p. tabl. poz. 4/28)

$$\sigma_{rw} = 4042,2 - 3,553 \cdot X \quad [a]$$

Według założenia

$$\sigma_{rw} = -50 \quad [b]$$

Stąd, ponieważ $[a] = [b]$:

$$X = \frac{4042,2 + 50}{3,553} = 1152 \text{ kG/cm}^2$$

Znając X obliczamy wszystkie pozostałe naprężenia (podane w rzędach 33, 34, 35 i 36).

Tak obliczone X może jednocześnie służyć do obliczenia naprężenia kontrolnego. Obliczenie kontrolne przeprowadza się wg podanej tabelki, przy czym dla pierścienia I przyjmuje się oba naprężenia zewnętrzne znane:

$$\begin{aligned} \sigma_{rz} &= 1070 \text{ kG/cm}^2 \\ \sigma_{tz} &= X = 1152 \text{ kG/cm}^2 \end{aligned}$$

W wyniku prostych przeliczeń winno się otrzymać wszystkie naprężenia σ_r i σ_t takie jak poprzednio. Drobne odchyłki mogą wynikać z błędów wsuwkowych.

Metoda Grubera ma niezaprzeczalną wyższość nad rozpowszechnioną metodą Donatha (l. 1, 4). Jest naturalniejsza i nie wymaga próbowania, od razu prowadzi do celu. Z metody Grubera wynika zresztą, że ilość prób w metodzie Donatha jest ograniczona do trzech (trzecia zawsze trafia). Ponieważ dla ostatniego pierścienia otrzymujemy zależność typu

$$\sigma_{rw} = a \cdot X + b \quad [c]$$

z tego wyniku, że przez interpolację prostoliniową przy dwu dowolnych X otrzymujemy taką trzecią wartość $X = \sigma_{tz}$, która spełnia warunek [c].

3. OBLICZENIE TOLERANCJI POŁĄCZENIA SKURCZNEGO

W stanie rozłączonym, w spoczynku, promień wytoczenia piasty wynosi r_p , promień zewnętrzny wału r_w .

W złożeniu — przy danych obrotach przyrost promienia piasty wynosi

$$\xi_p = \frac{r_p}{E} (\sigma_{tw} - \nu \cdot \sigma_{rw}) \approx \frac{r}{E} (\sigma_{tw} - \nu \cdot \sigma_{rw}) \quad [36]$$

dla wału

$$\xi_w = \frac{r_w}{E} (\sigma_{tz} - \nu \cdot \sigma_{rz}) \approx \frac{r}{E} (\sigma_{tz} - \nu \cdot \sigma_{rz}) \quad [37]$$

(Podstawienie $r_p = r_w = r$ daje błąd rzędu 0,1%).

W złożeniu naprężenia promieniowe w miejscu zetknięcia się piasty i wału są równe:

$$\sigma_{rz} = \sigma_{rw} \quad [38]$$

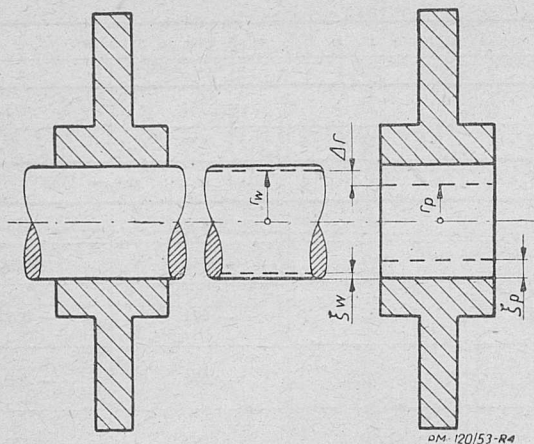
Aby przy obrotach promień wału i piasty był równy (aby tarcza nie odrywała się od wału) należy wykonać promień piasty mniejszy o ξ_p , zaś promień wału mniejszy o ξ_w . Różnica daje wcisk (p. rys. 4)

$$\Delta r = \xi_p - \xi_w = \frac{r}{E} (\sigma_{tw} - \sigma_{tz}) \quad (39)$$

Wcisk względny (dla $d = 2r$, $\Delta d = 2 \cdot \Delta r$)

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{\sigma_{tw} - \sigma_{tz}}{E} \quad [39_1]$$

W rzeczywistości należy jeszcze uwzględnić tolerancję wykonania wału i piasty. Δd we wzorze [39₁] jest to min Δd , wcisk nie może być wykonany mniejszy, gdyż



Rys. 4.

połączenie nie przenosiłoby momentu obrotowego (zabezpieczenie minimalną wartością $\sigma_{p_{rw}}$), lub mogło oderwać się od wału. Rzeczywisty wcisk $\Delta d'$ wynosi zatem

$$\Delta d \leq \Delta d' \leq (\Delta d + \delta) \quad [40]$$

gdzie δ oznacza sumę odchyłki tolerancyjnych dla piasty i wału.

Wg wzoru [39₁] dla $\Delta d' = \Delta d + \delta$ otrzymujemy:

$$\frac{\Delta d + \delta}{d} = \frac{(\sigma_{p_{tw}})' - (\sigma_{w_{tz}})'}{E} \quad (39_2)$$

pisząc

$$\left. \begin{aligned} (\sigma_{p_{tw}})' &= \sigma_{p_{tw}} + \Delta \sigma_{p_{tw}} \\ (\sigma_{w_{tz}})' &= \sigma_{w_{tz}} + \Delta \sigma_{w_{tz}} \end{aligned} \right\} \quad [41]$$

i podstawiając [39₁] i [41] do [39₂] otrzymujemy:

$$\frac{\delta}{d} = \frac{\Delta \sigma_{p_{tw}} - \Delta \sigma_{w_{tz}}}{E} \quad [42]$$

podstawowy wzór, który zresztą wynika wprost ze wzoru [39₁]. Widzimy, że przyrost naprężenia stycznego w piaście wynosi

$$\Delta \sigma_{p_{tw}} = \Delta \sigma_{w_{tz}} + E \cdot \frac{\delta}{d} \quad [42_1]$$

Przyrost $\sigma_{p_{tw}}$ zależy od odchyłki δ oraz od przyrostu $\sigma_{w_{tz}}$

Przyrost $\sigma_{w_{tz}}$ — dla wału — jest różny zależnie od tego czy wał jest z otworem czy bez otworu.

A. Dla wału bez otworu

$$\sigma_{w_{tz}} = 0,174 \cdot \rho_z + \sigma_{w_{rz}} \quad [29_1]$$

czyli

$$\Delta \sigma_{w_{tz}} = \Delta \sigma_{w_{rz}} \quad [43]$$

Z drugiej strony tabelka Grubera dostarcza związku pomiędzy naprężeniami w piaście:

$$\sigma_{p_{rw}} = a \cdot \sigma_{p_{tw}} + b \quad [44]$$

czyli

$$\Delta \sigma_{p_{rw}} = a \cdot \Delta \sigma_{p_{tw}} \quad [45]$$

Ponieważ wg [38] jest $\sigma_{p_{rw}} = \sigma_{w_{rz}}$, czyli $\Delta \sigma_{p_{rw}} = \Delta \sigma_{w_{rz}}$ można napisać [43] = [45], podstawienie

$$\Delta \sigma_{w_{tz}} = a \cdot \Delta \sigma_{p_{tw}} \quad [46]$$

do [42₁] daje ostateczny wzór:

$$\Delta \sigma_{p_{tw}} = \frac{1}{1-a} \cdot E \cdot \frac{\delta}{d} \quad [47]$$

B. Dla wału z otworem

$$\sigma_{w_{rz}} = 0 = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1 \right] \cdot \sigma_{w_{rz}} - \frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right] \cdot \sigma_{w_{tz}} + C_r \quad [25_1]$$

(r_z i r_w oznaczają tu promień zewnętrzny i wewnętrzny wału). Z [25₁] wynika:

$$\sigma_{w_{tz}} = \frac{\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1}{\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1} \cdot \sigma_{w_{rz}} + \frac{C_r}{\frac{1}{2} \left[\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1 \right]} \quad [25_2]$$

czyli

$$\Delta \sigma_{w_{tz}} = C \cdot \Delta \sigma_{w_{rz}} \quad [48]$$

gdzie

$$C = \frac{\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 + 1}{\left(\frac{r_z}{r_w} \right)^2 - 1} \quad [48_1]$$

łącąc [48] i [44] otrzymujemy

$$\Delta \sigma_{p_{tw}} = \frac{1}{1-a \cdot C} \cdot E \cdot \frac{\delta}{d} \quad [49]$$

wzór będący odpowiednikiem wzoru [47].

Ze wzorów [47] i [49] wynika, że przyrost naprężenia stycznego w piaście $\Delta \sigma_{p_{tw}}$ jest wprost proporcjonalny do wielkości odchyłki δ .

Mając daną klasę tolerancji wału i piasty czyli δ możemy łatwo ustalić przyrost naprężenia $\sigma_{p_{rw}}$ a zatem i pozostałe naprężenia w tarczy.

Niestety zależność naprężenia wypadkowego

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_t^2 + \sigma_r^2} - \sigma_t \cdot \sigma_r \quad [50]$$

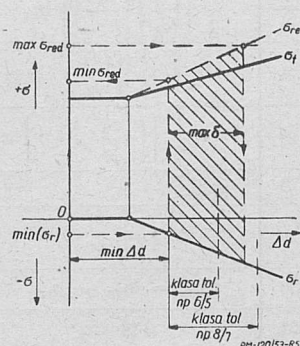
od δ nie jest już prostoliniowa, jak to wynika ze wzoru [50]. Jest ona jednak mało różna od prostoliniowej i to ma praktyczne znaczenie.

Rys. 5 przedstawia wykres zależności σ_r , σ_t i σ_{red} od $\Delta d'$ czyli od δ .

Postępując odwrotnie, przyjmujemy dopuszczalny przyrost

$$\sigma_{red} \text{ (max } \sigma_{red}) \text{ czyli także } \text{max } \sigma_{p_{tw}} = \sigma_{p_{tw}} + \text{max } \Delta \sigma_{p_{tw}}$$

stąd określamy odpowiednią odchyłkę $\text{max } \delta$ i granicznie dopuszczalną klasę tolerancji.



Rys. 5.

Przykład 2.

Dla tarczy obliczonej w przykładzie I wcisk minimalny:

$$\Delta d = d \cdot \frac{1}{E} (\sigma_{p_{tw}} - \sigma_{w_{tz}})$$

$$\sigma_{w_{tz}} = 0,174 \cdot \rho_{wz} + \sigma_{w_{rz}} = 0,174 \cdot 129,5 - 50 = 22,5 - 50 = -27,5 \text{ kG/cm}^2$$

$$\Delta d = 226 \frac{1}{2,2 \cdot 10^6} (1947 + 27,5) = 0,203 \text{ mm}$$

Obliczenie tolerancji wcisku
Z tablicy I, poz. 4/24

$$\sigma_{p_{tw}} = -4283,2 + 5,42 \cdot \sigma_{w_{tz}} \quad [a]$$

z poz. 4/28:

$$\sigma_{p_{rw}} = 4042,2 - 3,553 \cdot \sigma_{p_{tz}} \quad [b]$$

Stąd otrzymujemy warunek [44] w formie:

$$\sigma_{p_{rw}} = -0,655 \cdot \sigma_{p_{tw}} + 6852 \quad [c]$$

czyli

$$a = -0,655 \quad [d]$$

Dla przyjętej alternatywnie klasy 6/6 przy średnicy $d = 226 \text{ mm}$ otrzymujemy

$$\delta = 0,029 + 0,029 = 0,058 \text{ mm}$$

$$\text{max } \Delta d = \Delta d + \delta = 0,203 + 0,058 = 0,261 \text{ mm.}$$

Przyrost naprężenia stycznego wg [47] wynosi:

$$\Delta \sigma_{p_{tw}} = \frac{1}{1-a} E \cdot \frac{\delta}{d} = \frac{1}{1+0,655} \cdot 2,2 \cdot 10^6 \cdot \frac{0,058}{226} = 340 \text{ kG/cm}^2$$

wg [45]:

$$\Delta \sigma_{p_{rw}} = a \cdot \Delta \sigma_{p_{tw}} = -0,655 \cdot 340 = -223 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{max } \sigma_{p_{tw}} = \sigma_{p_{tw}} + \Delta \sigma_{p_{tw}} = 1947 + 340 = 2287 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{max } \sigma_{p_{rw}} = \sigma_{p_{rw}} + \Delta \sigma_{p_{rw}} = -50 - 223 = -273 \text{ kG/cm}^2$$

$$\text{max } \sigma_{red} = \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_t^2} - \sigma_r \cdot \sigma_t =$$

$$= \sqrt{273^2 + 2287^2} + 273 \cdot 2287 = 2430 \text{ kG/cm}^2$$

$$(\text{zamiast } \sigma_{red} \approx \sigma_{p_{tw}} = 1947 \text{ kG/cm}^2).$$

Dla klasy 8/7

$\delta = 0,072 + 0,046 = 0,118 \text{ mm}$

przyrost naprężeń:

$$\Delta \sigma_{p_{tw}} = 340 \cdot \frac{0,118}{0,058} = 690 \text{ kG/cm}^2$$
$$\Delta \sigma_{p_{rw}} = - 0,655 \cdot 690 = - 452 \text{ kG/cm}^2$$
$$\max \sigma_{p_{tw}} = 1947 + 690 = 2 \cdot 637 \text{ kG/cm}^2$$
$$\max \sigma_{p_{rw}} = - 50 - 452 = - 502 \text{ kG/cm}^2$$

$$\max \sigma_{red} = \sqrt{502^2 + 2637^2} + 502 \cdot 2637 = \infty 2960 \text{ kG/cm}^2$$

Jak widać wzrost naprężenia σ_{red} jest tu olbrzymi. Klasa 8/7 w danym przypadku odpada. Również klasa 6/6 prowadzi do znacznego wzrostu naprężeń — w skrajnym przypadku

$$\sigma_{max} = \sim 2430 \text{ kG/cm}^2.$$

W danym przykładzie należałoby się zdecydować raczej na klasę 5/5.

Połączenie skurczne tarcz wirnikowych wymaga tym wyższej klasy tolerancji im silniej jest obciążona tarcza. Dla małych σ_{red} można przyjąć większą różnicę $\max \Delta \sigma_{red}$. Aby $\max \sigma_{red}$ wypadło w granicach dopuszczalnych przy dużych σ_{red} można dopuścić nieznaczne $\max \Delta \sigma_{red}$.

Proste rozważania doprowadzają do wniosku, że przy tym samym dopuszczalnym przyroście naprężenia $\max \Delta \sigma_{red}$ klasa tolerancji wypada tym wyższa im mniejsza średnica piasty.

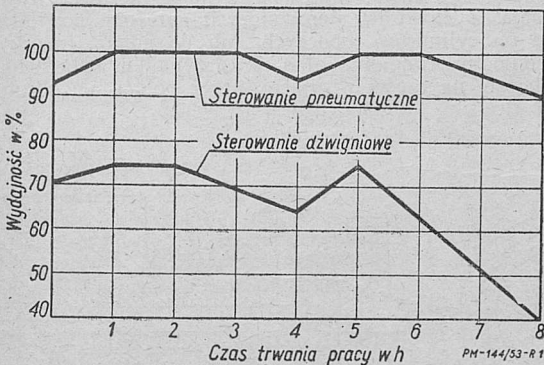
Sterowanie żurawi samojezdnych

629.113.5:621.873.2/.3-521.522.525

Artykuł niniejszy stanowi uzupełnienie i rozwinięcie fragmentu pracy tych samych autorów pt. „Rozwiązania konstrukcyjne żurawi samojezdnych na podwoziu ogumionym”, opublikowanej w „Przeglądzie Mechanicznym” nr 3/53.

Omówiono różne rodzaje sterowania żurawi samojezdnych, a mianowicie: sterowanie mechaniczne, pneumatyczne, próżniowe, parowe oraz hydrauliczne bezpośrednie i pośrednie. Podano charakterystyki konstrukcyjne oraz zalety i wady różnych rodzajów sterowania.

Sterowanie żurawi samojezdnych wymaga od dźwigowego skupionej uwagi i szybkiej decyzji, co przy częstych włączeniach poszczególnych mechanizmów sprawia, że pracę dźwigowego zalicza się do prac trudnych i złożonych. Ilość włączeń (np. przy pracy chwytakiem) może dojść do ok. 120 w/min. Czas trwania cyklu roboczego zależy od kwalifikacji i stanu psychicznego dźwigowego. Zależność wydajności dźwigowego, jako funkcję czasu przy intensywnej pracy, dla sterowania dźwigowego i pneumatycznego przedstawia rys. 1.



Rys. 1. Wydajność dźwigowego jako funkcja czasu trwania pracy.

W czasie sterowania dźwigowy przy każdym włączeniu wykonuje pracę:

$$L = P_1 \cdot s_1,$$

gdzie P_1 — siła przyłożona do dźwigni w kG,
 s_1 — skok w m.

Efektywna praca sterowania

$$L_e = P_2 \cdot s_2,$$

Mianowicie przyrost naprężenia jest w przybliżeniu proporcjonalny do stosunku odchyłki δ do średnicy d :

$$\Delta \sigma = \sim A \cdot \frac{\delta}{d} \quad [51]$$

($A = \text{const}$)

Ze wzoru tolerancyjnego (l. 2) wynika:

$$\delta = a \cdot i = a \left(0,45 \sqrt[3]{d} + 0,001 d \right) \quad [52]$$

$$\frac{\delta}{d} = a \left(0,45 \frac{1}{\sqrt[3]{d^2}} + 0,001 \right) \quad [52.1]$$

[52.1] $\rightarrow$ [51] daje

$$a = \frac{\Delta \sigma}{A \left(0,45 \frac{1}{\sqrt[3]{d^2}} + 0,001 \right)} = \frac{\Delta \sigma \cdot \sqrt[3]{d^3}}{0,45 \cdot A} \quad [53]$$

Ilość jednostek tolerancyjnych — a — (odpowiednik klasy tolerancji) jest przy danym $\Delta \sigma$ tym większa (klasa tolerancji niższa) im większa średnica d .

Literatura

1. G. Bauer — Der Schiffsmaschinenbau, II tom, 1927, Anhang VI.
2. H. Dubbel — Taschenbuch für den Maschinenbau, tom I, 1943, str. 500.
3. W. Gruber — Berechnung umlaufender Scheiben, Forschung Ing. Wes. 1939, str. 142.
4. M. J. Janowski — Konstruowanie i rachunek na przyczynę dietalej parowych turbin, 1947.
5. G. Karrass — Die Bauteile der Dampfturbinen, 1927, str. 42—56.

Mgr inż. HENRYK HAWRYŁAK i
mgr inż. TADEUSZ ŻUR

gdzie: P_2 — średnia siła przyłożona do elementu włączanego (sterowanego),

s_2 — skok roboczy elementu sterowanego.

Przełożenie

$$i = s_1/s_2.$$

Sprawność sterowania

$$\eta = Le/L = P_2 \cdot s_2/P_1 s_1.$$

Praca wykonana w jednostce czasu

$$L_f = L_1 \cdot n_1 + L_2 \cdot n_2 + \dots L_n \cdot n_n,$$

gdzie: $L_1, L_2, \dots L_n$ — prace potrzebne na włączenie poszczególnych mechanizmów,

$n_1, n_2, \dots n_n$ — ilość włączeń każdego mechanizmu w jednostce czasu.

Aby wielkość jednostkowej pracy sterowania nie przekroczyła wartości dopuszczalnej, przy projektowaniu sterowania należy dobrać maksymalne siły i skoki dźwigni oraz pedałów zgodnie z wartościami podanymi w tablicy I.

TABLICA I. Maksymalne siły i skoki dźwigni i pedałów w sterowaniu dźwigniowym.

Dźwignie lub pedały	Dźwignie		Pedały	
	siła kG	skok mm	siła kG	skok mm
Podstawowych mechanizmów lub często włączanych	6 ÷ 8	400 ÷ 450	8 ÷ 14	250
Pomocniczych mechanizmów lub rzadko włączanych	12 ÷ 16	400	20 ÷ 30	250

Moc przyłożona do dźwigni nie powinna przekroczyć 0,05 KM.

W żurawiach samojedźnych stosowane są następujące rodzaje sterowania:

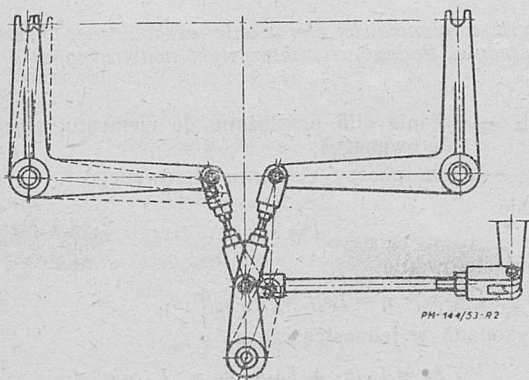
- a) sterowanie mechaniczne dźwigniowe z bezpośrednim działaniem dźwigni na mechanizmy,
- b) sterowanie mechaniczne za pomocą serwomotoru, wydzielające dla włączenia mechanizmu moc silnika przez zastosowanie pomocniczej tarczy i ręcznego hamulca,
- c) sterowanie pneumatyczne,
- d) sterowanie próżniowe,
- e) sterowanie hydrauliczne bezpośrednie,
- f) sterowanie hydrauliczne pośrednie.

Sterowanie mechaniczne

Przy sterowaniu mechanicznym wszystkie dźwignie i pedały wyprowadzone są do miejsca obsługi przy pomocy układu cięgier. Rzadko pracujące mechanizmy włączają się za pomocą sprzęgieł kłowych, których siła włączania jest w zasadzie niezależna od przekazywanego momentu obrotowego. O ile nie zachodzi konieczność szybkiego włączania mechanizmu stosuje się sprzęgła cierne wielopłytkowe, a dla przeniesienia niewielkich momentów, cierne sprzęgła stożkowe. W przypadku częstych włączeń najodpowiedniejsze są cierne sprzęgła taśmowe z taśmami wewnętrznymi i zewnętrznymi, jako prostsze w wykonaniu i wygodniejsze w regulacji. Sprzęgła z taśmami wewnętrznymi są włączane bezpośrednio przez układ dźwigniowy.

Sprzęgła z taśmą zewnętrzną umożliwiają zastosowanie serwowspółpręża wykorzystującego energię stale obracającego się wału do włączenia sprzęgła głównego. W konstrukcji tej na wale jest ułożona tarcza serwowspółpręża, opasana taśmą. W tarczy znajduje się nacięcie, w którym przemieszcza się sworzeń, zamocowany w piaście koła ustalonego na wale za pomocą wpustu. Taśma na tarczy głównego sprzęgła cierne jest zaciągana przez dźwignię kolankową i cięgło, które jest związane przegubowo z tarczą serwowspółpręża. Taśma serwowspółpręża jest zaciągana przez dźwigowego za pomocą dźwigni, w wyniku czego tarcza opóźnia się o kąt ograniczony wielkością nacięcia, w którym przemieszcza się sworzeń.

Obrót tarczy serwowspółpręża włącza właściwe sprzęgło. Po wrócie wyłączonego serwowspółpręża w położenie wyjściowe następuje pod działaniem sprężyny.



Rys. 2. Układ dźwigni sterujących.

Wadami opisanego systemu są dodatkowe straty energii, konieczność stałego naciskania na dźwignię sterującą w czasie pracy i możliwość włączania sprzęgła tylko w czasie ruchu stałe obracającego się wału, co utrudnia regulację, oraz możliwość stosowania sprzęgieł tylko przy wałach obracających się jednokierunkowo.

Rys. 2 przedstawia rozwiązanie sterowania mechanizmu zwrotnego składającego się z dwu dźwigni kątowych, połączonych skośnie ułożonymi łącznikami z wspólną dźwignią prowadzącą. Korzyścią tego układu jest osiągnięcie dużych sił włączania, oraz wykluczenie możliwości równoczesnego włączenia obu sprzęgieł.

Sterowanie pneumatyczne

Sterowanie pneumatyczne znajduje coraz szersze zastosowanie w żurawiach samojedźnych, skutecznie konkurując ze sterowaniem hydraulicznym. Przyczyną tego są jego poważne zalety:

- 1) zastosowanie jako medium powietrza, posiadającego niezmienną lepkość niezależną od temperatury;

- 2) płynność włączenia bez zastosowania specjalnych dodatkowych urządzeń, co jest szczególnie ważne w sprzęgłach mechanicznych obrotu;

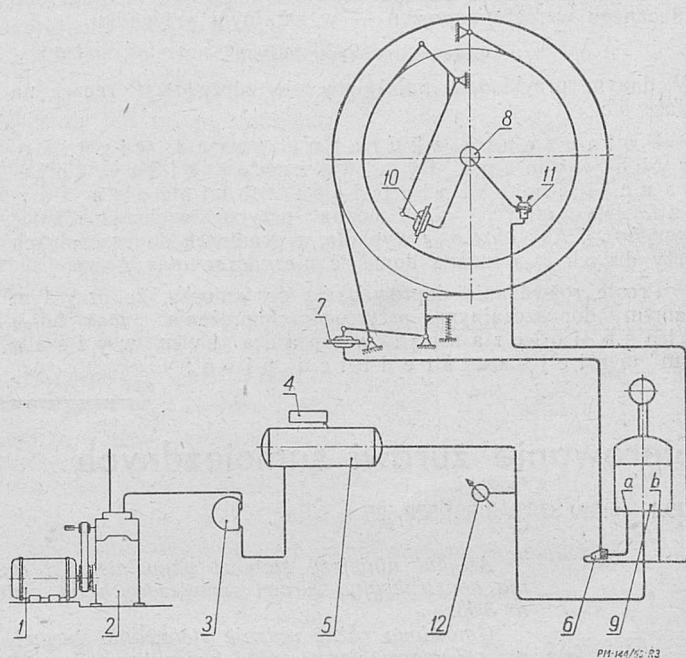
- 3) łatwość blokowania, przy pomocy prostych urządzeń;

- 4) łatwość utrzymania stałego ciśnienia;

- 5) stosowane medium — powietrze nie powoduje kosztów przy uzupełnianiu strat.

Ujemną stroną sterowania pneumatycznego jest: konieczność osuszania sprężonego powietrza, celem niedopuszczenia do wydzielania się kondensatu, który zamarza w niskich temperaturach.

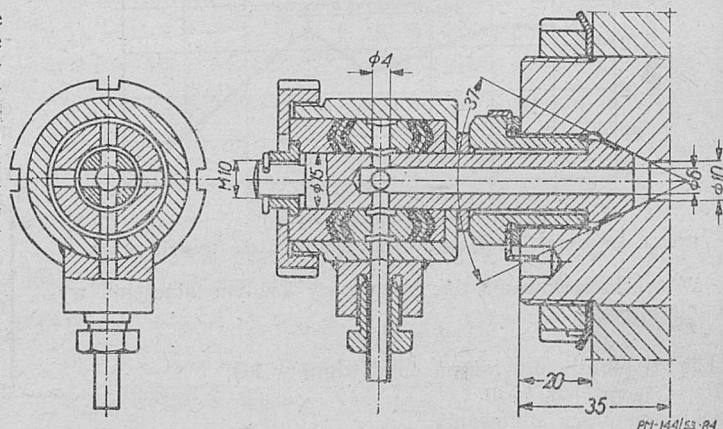
Zasadniczymi urządzeniami stosowanymi w sterowaniu pneumatycznym są: a) sprężarka, b) filtr, c) zbiornik sprężonego powietrza, d) zawór sterowniczy.



Rys. 3. Schemat sterowania pneumatycznego.

Ciśnienie robocze panujące w przewodach wynosi od 6 do 10 atn, a wydajność waha się w granicach od 60 do 300 l/min.

Rys. 3 przedstawia schemat sterowania pneumatycznego sprzęgła taśmowego wewnętrznego i hamulca taśmowego zewnętrznego. Sprężynka 2 napędzana przez silnik 1 zasysa powietrze i sprężone podaje przez filtr 3 — oddzielający wodę i smar — do zbiornika 5, zaopatrzonego w zawór bezpieczeństwa. Sprężone powietrze doprowadzane jest do zaworu sterowniczego 6. Każdy zawór sterowniczy może sterować dwie różne operacje. Z zaworów sterowniczych sprężone powietrze dostaje się do cylindrów roboczych, lub do komór roboczych 7, bezpośrednio przewodami, albo w przypadku ustawienia komory roboczej na części wirującej, przez połączenie obrotowe 8 (rys. 3 i 4).

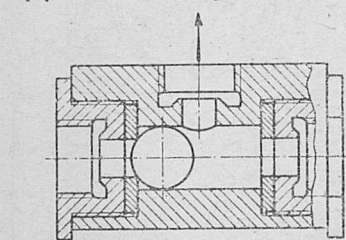


Rys. 4. Urządzenie doprowadzające medium do części obrotowych.

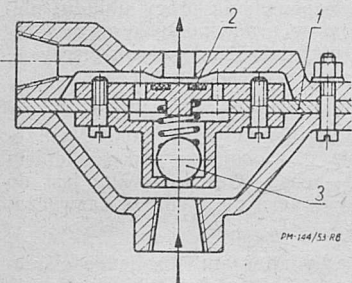
Aby uzyskać włączenie samego hamulca (opiszczenie), lub włączenie sprzęgła i wyłączenie hamulca (podnoszenie), stosuje się zaworek kulkowy dwustronnego działania 9 (rys. 3 i 5). W momencie otwarcia zaworu *a*, powietrze wpada do zaworka kulkowego 9, skąd dostaje się do komory roboczej 7, zwalniając hamulec. W chwili otwarcia zaworu *b* sprężone powietrze wpada do komory roboczej 10, włączając sprzęgło, a przez zaworek kulkowy do komory roboczej 7, zwalniając hamulec. W celu szybkiego opróżnienia cylindrów lub komór roboczych w przewód wstawia się zaworek automatyczny 11, działający następująco: sprężone powietrze wpada przez dolny otwór, naciskając na przeponę 1 i kulkę 3 (rys. 6). Ugięta pod wpływem nacisku przepona zamyka wkładką gumową 2 górny otwór. Kulka unosi się do góry i przepuszcza sprężone powietrze do cylindra. W chwili wyłączenia zaworu sterującego powietrze ulatuje w atmosferę.

Stosowane są trzy rodzaje zaworów sterowniczych: grzybkowe, obrotowe i tłoczkowe.

Zawór sterowniczy przedstawiony na rys. 7 jest zaworem grzybkowym trójkomorowym. Komora 1 jest stale połączona z akumulatorem, komora 11 z atmosferą, a komora 10 z cylindrem roboczym. Przez otwory zaworowe komora 10 może być połączona z komorą 1, albo z komorą 11. Zasada działania jest następująca: sprężone powietrze dostaje się z akumulatora do komory 1, a stamtąd przez otwór do przestrzeni podzaworowej 2. Przy ruchu dźwigni w prawo lub lewo, krzywka 4 obraca dźwigenkę 5 i śrubę 14 przez tłoczek 6 ścisną sprężynę 7. W miarę obniżania tłoczka 6 początkowo zamyka on połączenie pomiędzy przestrzenią 10 i 11, a potem przez równoczesny ruch tłoczka 8 i iglicy 9 uzyskuje się połączenie przestrzeni 2 i 10.



Rys. 5. Zawór kulkowy.



Rys. 6. Zawór automatyczny

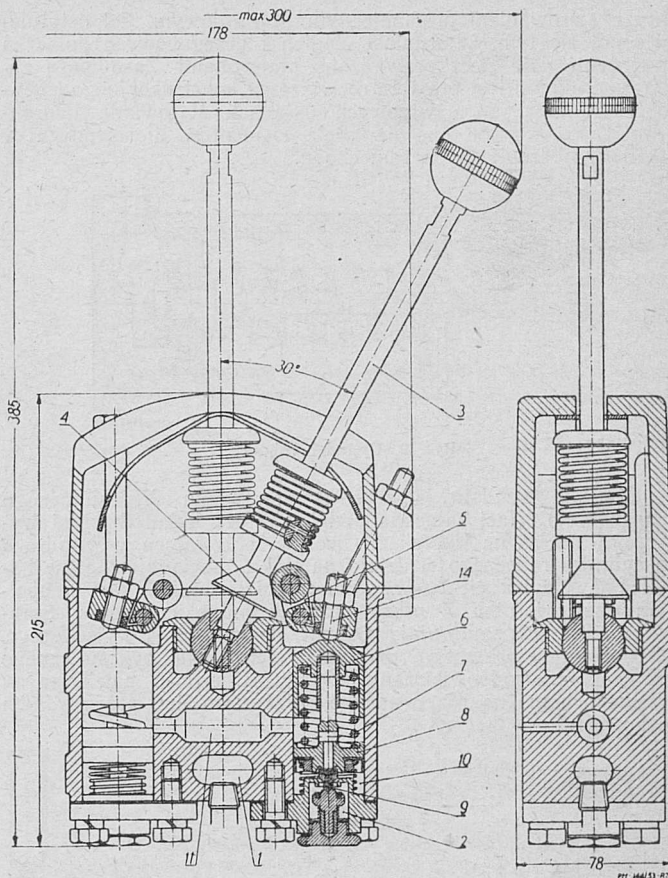
Ciśnienie w przestrzeni 10 i cylindrze roboczym zależy od stopnia ugięcia sprężyny roboczej 7, to znaczy od kąta obrotu dźwigni 3. Przy ruchu dźwigni 3 w kierunku przeciwnym proces przebiega odwrotnie, to znaczy początkowo zamyka się połączenie pomiędzy komorą 1 i przestrzenią 10, a następnie otwiera połączenia komory 10 z przestrzenią 11.

Działanie różnicowe zaworu sterowniczego polega na tym, że siła ugiętej sprężyny 7 jest równoważona przeciwcisnieniem powietrza dostającego się do komory 10 z przestrzeni podzaworowej 2. W położeniach pośrednich dźwigni 3 nadmiar powietrza ulatuje przez otwór w tłoczku 8 do atmosfery, do momentu ustalenia się równowagi. W miarę ściskania sprężyny 7 zwiększa się przeciwcisnienie w komorze 10, a zatem i ciśnienie robocze. Ruch powrotny dźwigni odciąża sprężynę, w wyniku czego następuje obniżenie ciśnienia w komorze roboczej.

Zawór obrotowy czopowy składa się z korpusu, do którego doprowadzone są trzy przewody. W korpusie osadzony jest czop obrotowy, łączący przez nawiercony otwór przewód doprowadzający sprężone powietrze z akumulatora z przewodami doprowadzającymi je do komór roboczych.

Zawór tłoczkowy jest analogiczny do stosowanego w sterowaniu hydraulicznym, gdzie zostanie omówiony.

Z zaworu sterowniczego powietrze doprowadzane jest do komory roboczej (rys. 8) lub do cylindra roboczego (rys. 9). Komora robocza składa się z dwóch wypukłych czasz metalowych 1 i 2, między którymi osadzona jest przepona 3, wykonana z nagumowanej tkaniny. Przepona opiera się o krążek 4, zamocowany do drążka 5 połączonego z dźwignią sterowanego mechanizmu. Sprężyna 6 i 7 cofa przeponę do położenia wyjściowego. Zaletą komór roboczych tego typu jest brak powierzchni tarcia i prosta obróbka mechaniczna, wadą zaś mały skok drążka 5, oraz nierówne siły wywołane tym samym ciśnieniem



Rys. 7. Zawór sterowniczy.

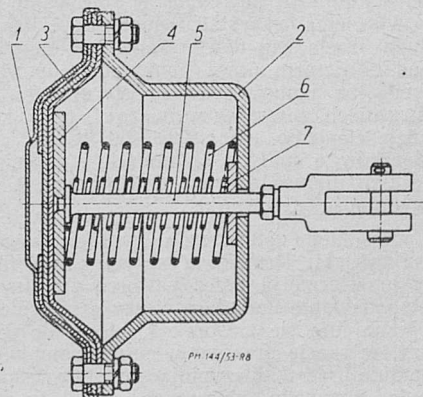
w różnych położeniach drążka. Z tego powodu hamulce mechanizmu podnoszenia są sterowane przez cylinder roboczy (rys. 9).

Sterowanie próżniowe

Sterowanie próżniowe jest stosowane rzadko, ponieważ wymaga dużej szczelności i znacznych średnic serwocylindrów. Najczęściej spotyka się je w przypadku napędu od silnika spalinowego. Podciśnienie otrzymuje się przez podłączenie urządzenia do rury ssącej silnika, jakkolwiek nieraz stosuje się specjalną pompkę. Ciśnienie robocze wynosi $0,14 \div 0,15 \text{ kg/cm}^2$.

Sterowanie parowe

Sterowanie parowe jest możliwe do zrealizowania tylko wtedy, gdy do napędu żurawia zastosowano silnik parowy. Ciśnienie pary w przewodach wynosi $8 \div 12 \text{ kg/cm}^2$, dzięki czemu można osiągnąć prawie dowolne moce włączania.

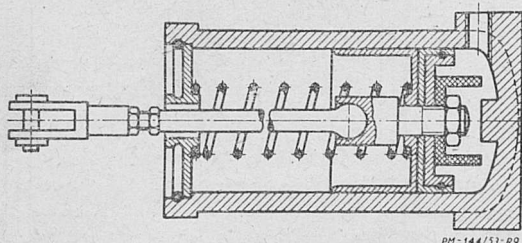


Rys. 8. Komora robocza.

Sterowanie hydrauliczne

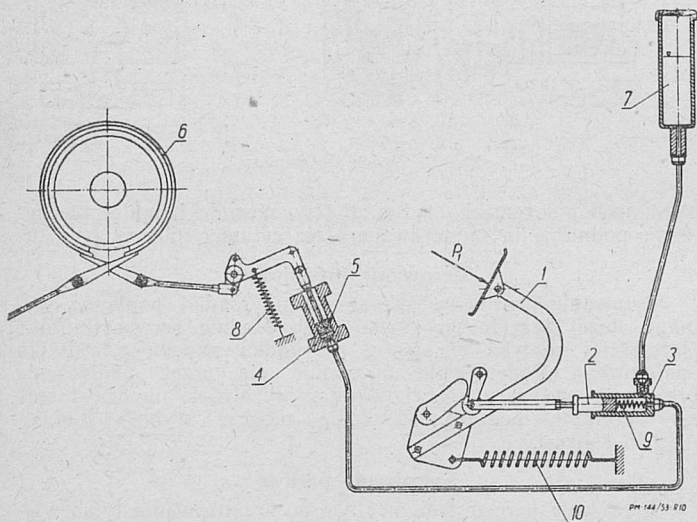
Sterowanie hydrauliczne bezpośrednie (rys. 10) stosuje się do mechanizmów, które wymagają dużej czułości sterowania, np. hamulce mechanizmu podnoszenia. Sterowanie to nie daje dużego zmniejszenia siły na dźwigniach i pedalach w porówna-

niu ze sterowaniem mechanicznym dźwigniowym. Od ostatniego różni się tym, że zamiast ciągłych i przegubowych połączeń przełożenie daje ciecz prowadzona przewodami. Zasadniczą zaletą tego układu jest prostota rozwiązania konstrukcyjnego i pewność działania. W dźwigniowych układach sterowania hydraulicznego używa się obecnie wiele elementów stosowanych w układach hydraulicznych samochodu.



Rys. 9. Cylinder roboczy.

Rys. 10 przedstawia schemat sterowania hydraulicznego (hamowanie). Naciskając na pedał 1, przez układ dźwigni wywieramy nacisk na tłoczek 2. Ciecz, przepływająca z cylindra 3 do cylindra roboczego 4, działa na tłok 5, zaciągając taśmę hamulca 6. Ubytek cieczy wywołany nieszczelnością jest uzupełniany ze zbiornika 7 przez zaworek jednokierunkowy. Sprężyny 8, 9 i 10 zapewniają powrót do położenia wyjściowego. Warunkiem poprawnego działania sterowania hydraulicznego jest dokładne odpowietrzenie układu. Obecność powietrza w przewodach można rozpoznać po sprężystym lub przerywanym ruchu pedału.

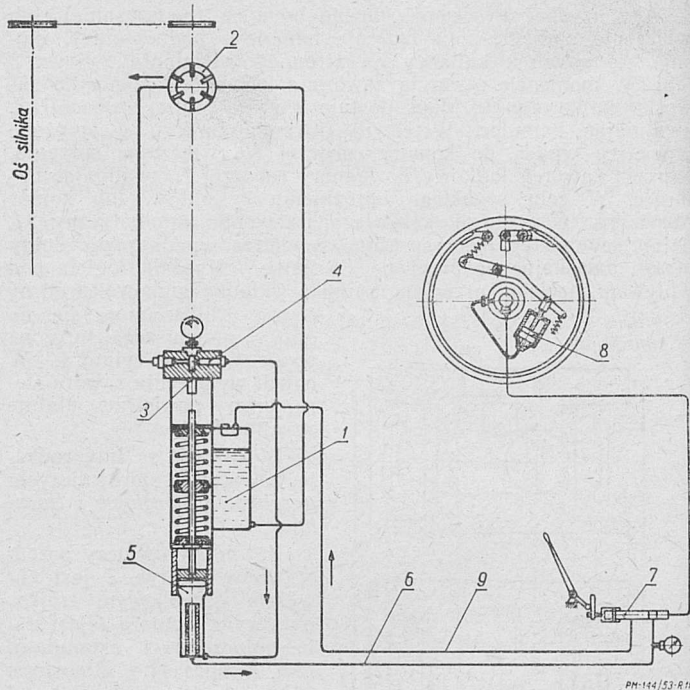


Rys. 10. Schemat sterowania hydraulicznego bezpośredniego.

Sterowanie hydrauliczne pośrednie. W sterowaniu tym energię potrzebną do włączenia wszystkich sprzęgieł i hamulców daje specjalna pompa. Zadaniem dźwigniowego jest kierowanie cieczy podawanej pod ciśnieniem przez pompę do odpowiedniego cylindra roboczego za pomocą zaworu sterującego. Siły sterowania na dźwigniach zaworów wynoszą 1 do 2 kg. Zastosowane w układzie ciśnienie, osiągające 60 kg/cm^2 , pozwala na stosowanie tłoczków o małych średnicach i uniknięcie długich dźwigni, poza tym ułatwiają pracę dźwigniowego, a tym samym zwiększają wydajność sterowania.

Schemat pośredniego sterowania hydraulicznego przedstawiony jest na rys. 11. Pompka 2 zasysa przez filtr ciecz ze zbiornika 1 i przetłacza ją przez zaworek zwrotny 3, którego zadaniem jest podawanie nadmiaru cieczy z powrotem do zbiornika 1. Dalej znajduje się zaworek 4, który nie dopuszcza do powrotu cieczy, w czasie przerwy w pracy pompki. Ciecz zbiera się w akumulatorze 5, utrzymującym stałe ciśnienie i stąd dostaje się do przewodu zbiorczego 6, który rozprzodza ciecz do poszczególnych zaworów sterowniczych 7. Działając na dźwignię, puszczamy ciecz do cylindra roboczego 8, uruchamiając sprężkę lub hamulec. Przy ruchu powrotnym dźwigni ciecz z cylindra sływa przewodem odprowadzającym 9 do zbiornika 1.

Pompy. W układzie sterowania hydraulicznego pośredniego używane są pompki zębate, łopatkowe, śrubowe i tłokowe.

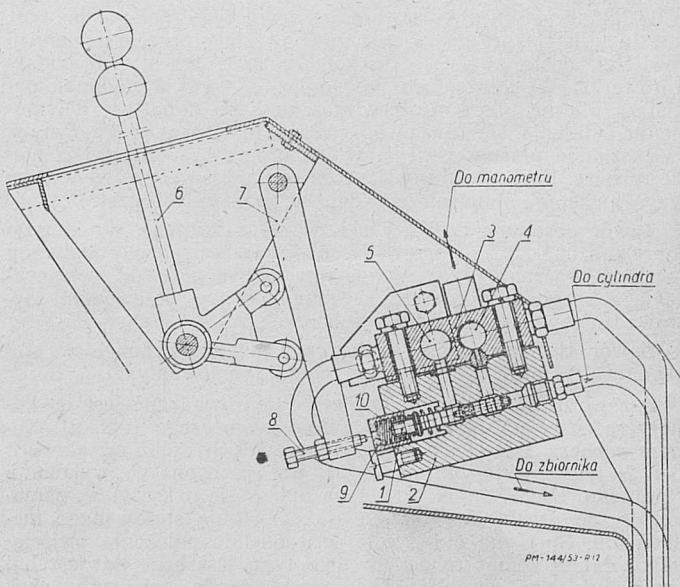


Rys. 11. Schemat sterowania hydraulicznego pośredniego.

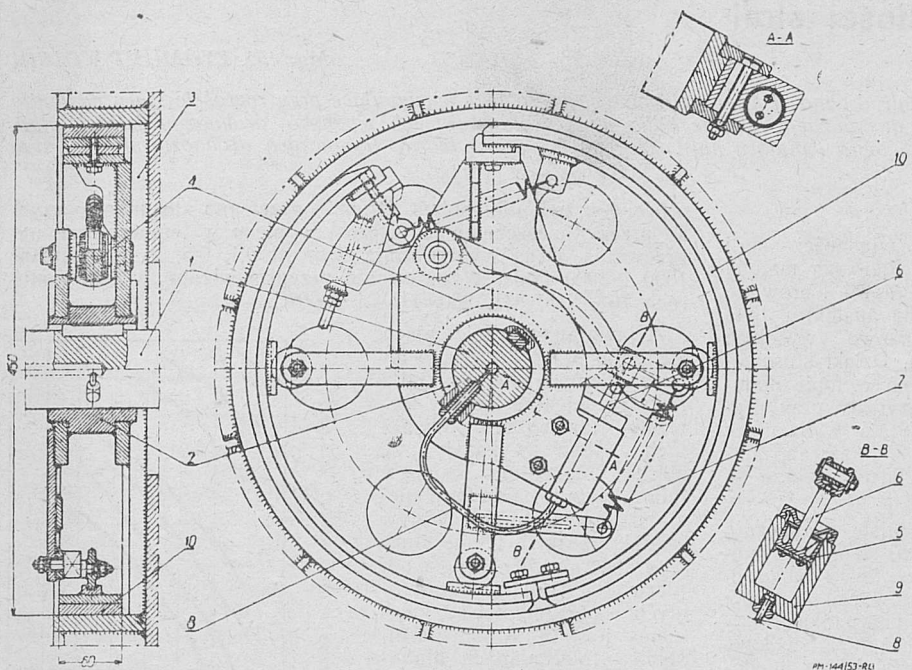
Najczęściej stosuje się dwa pierwsze typy, ze względu na prostotę wykonania, małe wymiary i niewielki ciężar. Pompki zębate używa się do ciśnień sięgających ok. 30 kg/cm^2 , a skrzydełkowe do ok. 60 kg/cm^2 . Dla zapewnienia pracy układu, niezależnie od krótkotrwałych przerw w pracy pompki oraz w celu utrzymania stałego ciśnienia niezależnie od poboru cieczy — stosuje się akumulatory gazowe lub sprężynowe.

Akumulator gazowy składa się z cylindra, wewnątrz którego przesuwają się odpowiednio uszczelniony tłok. W przestrzeni nad tłokiem znajduje się gaz obojętny pod ciśnieniem 45 atm, natomiast pod tłokiem — ciecz. Gaz ładowany jest do akumulatora w zakładzie produkcyjnym i nie wymaga zazwyczaj uzupełniania w czasie pracy.

W akumulatorze sprężynowym niezbędne ciśnienie w układzie zapewnia sprężyna. Akumulator taki składa się z zewnętrznej obudowy, w której znajduje się nieruchomy tłok z nasadzoną cylindrem. Ciecz dostaje się pod cylinder przez otwór nawiercony w tłoku, i unosząc go do góry, ścisną sprężynę. Po uniesieniu cylindra do skrajnego położenia górnego ciecz zaczyna wypływać (przez specjalny otwór) do zewnętrznej obudowy, skąd odprowadzana jest od zaworu sterowniczego.



Rys. 12. Zawór sterowniczy.



Rys. 13. Sprzęgło taśmowe wewnętrzne sterowane hydraulicznie.

Zawory sterownicze stosuje się zwykle dwupozycyjne. Przy sterowaniu wielu punktów można je sprzęgać z sobą równolegle. Zawór sterowniczy przedstawiony na rys. 12 składa się z cylindrycznego tłoczka 1 osadzonego w korpusie 2, który połączony jest z rozdzielaczem 3. Z rozdzielacza do zaworu prowadzą dwa kanały, doprowadzający 4 i odprowadzający 5. Kanał 4 połączony jest z akumulatorem, a kanał 5 ze zbiornikiem. Przy wylocie każdego kanału w korpusie 2 wykonane są pierścieniowe wytoczenia. Tłoczek w swej środkowej części ma również podtoczenie pierścieniowe, połączone otworkiem nawierconym z wewnętrzną przestrzenią tłoczka. Przy naćśnięciu na dźwignię 6, dźwignia 7 przez śrubę regulacyjną 8 naciska na cylinder 9, działając przez sprężynę 10 na tłoczek 1, przesuwając go do przodu: pierścieniowe podtoczenia tłoczka i cylindera znajdują się naprzeciw siebie, w wyniku czego ciecz z kanału 4 dostaje się przez wnętrze tłoczka i przewód do cylindra roboczego.

Ostrość włączenia łagodzi się w nieznaczny stopień dzięki temu, że kanał doprowadzający ciecz jest prostopadły do tłoczka, a otwór odprowadzający leży w jego osi. W rezultacie na tłoczek, a tym samym na dźwignię sterowniczą działa ciśnienie proporcjonalne do ciśnienia panującego w cylindrze roboczym. Ciśnienie to powoduje cofnięcie tłoczka, który ścisnąc sprężynę zamyka otwór doprowadzający ciecz. Zwiększając nacisk na dźwignię i przesuwając znowu tłoczek do przodu, dźwignię zwiększa ciśnienie w cylindrze roboczym, ponieważ jest ono proporcjonalne do stopnia ugięcia sprężyny. Przy ruchu powrotnym dźwigni 6 w położenie początkowe, pod działaniem ciśnienia panującego w cylindrze roboczym i sprężyny 11 następuje cofnięcie tłoczka 1. Równocześnie tłoczek przesłania kanał doprowadzający ciecz, a przy dalszym ruchu odsłania kanał 5, przez który ciecz powraca z cylindra roboczego do zbiornika. Przy doprowadzeniu cieczy do cylindra roboczego umieszczonego na części wirującej, stosuje się połączenie przedstawione na rys. 4.

Typowe rozwiązanie sprzęgła taśmowego wewnętrznego sterowanego hydraulicznie przedstawia rys. 13. Na obracającym się wale 1 osadzona jest na wpuszcie piasta sprzęgła 2, do której zamocowane jest ramię 3 podtrzymujące jeden koniec taśmy, drugi zaś zamocowany jest do dźwigni 4. Unoszenie dźwigni wywołane jest działaniem tłoczka 5. Powrót dźwigni do położenia wyjściowego powoduje sprężyna 7 za pośrednictwem trzonka 6. Ciecz z zaworu sterowniczego doprowadzana jest do otworu wydrążonego wewnątrz wału i przewodem 8 do wnętrza cylindra 9. Pod działaniem cieczy tłoczek 5 przez dźwignię 4 dociska taśmę 10 do bębna sprzęgła włączając je.

Obok licznych zalet, sterowanie hydrauliczne ma poważną wadę, którą jest ostre włączenie spowodowane praktyczną nieściśliwością cieczy i brakiem sprężystych elementów między zaworem sterującym i cylindrem roboczym. Zjawisko to wystę-

puje szczególnie silnie w mechanizmie obrotu przy włączaniu sprzęgła mechanizmu zwrotnego. Tak np. w mechanizmie żurawia o udźwigu 10 t, cylinder roboczy wypełnia się w przeciągu 0,10 do 0,15 sek, co powoduje uderzeniowe włączanie mechanizmów. Włączenie płynne można uzyskać przez dowolny obrót dźwigni sterowniczej, co pociąga za sobą znaczne obniżenie wydajności żurawia i dlatego nadaje się do praktycznego wykorzystania.

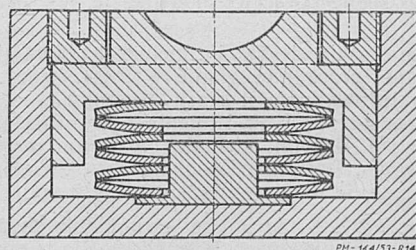
Obecnie stosowane są trzy metody obniżenia ostrości włączenia mechanizmów sterowanych hydraulicznie:

- a) sztuczne przedłużanie procesu włączania,
- b) ograniczenie ciśnienia w pewnych tylko cylindrach roboczych,
- c) włączanie mechanizmu przez dodatkowo wstawiony element sprężysty.

Pierwszy sposób osiąga się przez wstawienie między zaworem a cylindrem roboczym przepony dławiącej o średnicy otworu ok. 1 mm. Ciecz, trafiając na znaczny opór, zwiększa czas przepływu, co w efekcie łagodzi włączenie. Złą stroną tego sposobu jest skłonność do tworzenia emulsji, wywołana wzrostem prędkości przepływu cieczy przez zwężkę. Zastosowanie zwężki powoduje także przedłużenie cyklu roboczego. Z tych powodów urządzenie to jest stosowane dzisiaj rzadko.

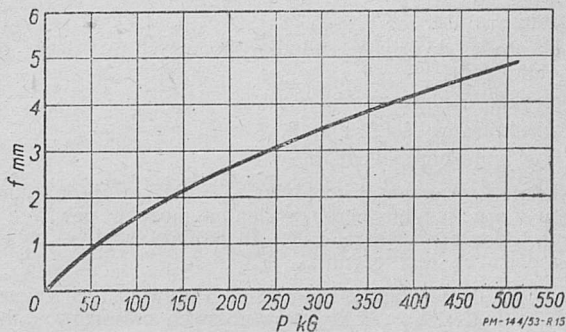
Ograniczenie ciśnienia cieczy w cylindrze roboczym osiąga się na skutek skrócenia skoku cylindra, przez zastosowanie zderzaka w zaworze sterującym.

Trzecią możliwość łagodnego włączania daje zastosowanie między cylindrem roboczym, a elementem włączanym wkładek elastycznych (rys. 14) np. sprężyn talerzowych. Charakterystyka



Rys. 14. Tłoczek z elementem sprężystym.

sprężyny talerzowej przedstawiona jest na rys. 15. W czasie włączania początkowa siła wywierana na mechanizm narasta zgodnie z charakterystyką sprężyny, aż do chwili jej całkowitego ściśnięcia. Dalszy wzrost siły jest proporcjonalny do ruchu dźwigni sterowniczej, jednak siła działająca na sprężynę nie zwiększa się ponieważ obudowa oprze się o dno tłoczka.



Rys. 15. Charakterystyka sprężyny talerzowej.

W celu ułatwienia obsługi żurawi samojezdnych stosuje się w układzie napędowym przekładnie hydrokinetyczne. Dzięki samoczynnemu dostosowaniu się do obciążenia przekładnia hydrokinetyczne daje zwiększenie wydajności pracy dźwigowego, możliwość zatrudnienia mniej wykwalifikowanej obsługi oraz płynność włączania poszczególnych mechanizmów.

Zagadnienie drobnoziarnistości stali

620.186.8:669.14

Mgr inż. ZYGMUNT WOJCIK

Cechą charakterystyczną stali drobno- i grubo-ziarnistych są różnice występujące przy rozroście ziarn austenitu przy takich samych warunkach austenizacji. Istnieje kilka hipotez tłumaczących zjawisko drobnoziarnistości stali. Najbardziej nowoczesną z tych teorii i mającą najlepsze podstawy jest teoria tłumacząca drobnoziarnistość stali wpływem azotku glinu AlN .

1. Wstęp

Zagadnienie wpływu ziarna austenitu na własności stali zostało po raz pierwszy wysunięte w 1921 r. Pierwszą metodą ujawniania ziarna austenitu w stali, według której kierowano się w badaniach nad wpływem wielkości ziarna austenitu, była próba nawęglania przeprowadzona w stosunkowo wysokich temperaturach i długich czasach wygrzewania. Dzięki stosowaniu tej próby zauważono, że stale, przy których wytopie dodawano do kąpieli aluminium metaliczne, wykazywały przy próbie nawęglania strukturę drobnoziarnistą. Stale wykazujące średnie ziarno mniejsze niż nr 6 wg skali ASTM nazwano stalami drobnoziarnistymi, a stale wykazujące ziarno większe — stalami gruboziarnistymi¹⁾.

Stwierdzono poza tym, że stale drobnoziarniste odznaczają się (przy takim samym składzie chemicznym) lepszymi niektórymi własnościami (wyższa granica plastyczności i odporności na starzenie) oraz posiadają mniejszą hartowność niż stale gruboziarniste. Podobny wpływ w niektórych przypadkach wywierają dodatki stopowe. W związku z tym nasunęła się kwestia, w jakim stopniu można zastąpić drogą (a nieraz niedostępną) dodatki stopowe przez modyfikację stali za pomocą metalicznego aluminium. Jednocześnie zaś podjęto intensywne badania celem teoretycznego wytłumaczenia wpływu dodatku glinu na własności stali.

2. Rozrost ziarn austenitu w stalach drobnoziarnistych i gruboziarnistych

Podstawową wstępną próbą technologiczną stwierdzającą, czy dodatek aluminium w danej stali znajduje się w dostatecznej ilości, by mógł spowodować jej modyfikację, jest badanie ziarna austenitu.

W praktyce stosuje się zwykle metodę badania siatki cementytu uzyskiwanej przez nawęglanie w $930^{\circ}C$ w czasie 8 godz. Jak wiadomo jednak, rozrost ziarn austenitu w stali zachodzi w całym zakresie temperatur istnienia roztworu stałego (austenitu), przy czym drugim niemiernie ważnym czynnikiem jest czas wygrzewania. Poza tym kinetyka rozrostu ziarna austenitu może się znacznie różnić w poszczególnych stalach.

Jest więc oczywiste, że próba nawęglania, nawet wykonywana zawsze w tych samych warunkach dla wszystkich stali, jest próbą bardzo jednostronną i w wielu przypadkach dającą mylne wyniki. Badanie kinetyki rozrostu ziarn austenitu musi być oparte o cały szereg prób przy różnych temperaturach i czasach wygrzewania. Stosowane są więc jeszcze metody ujawniania ziarn austenitu albo na podstawie siatki ferrytu albo przez trawienie ziarna martenzytu.

Z dotychczasowych badań wynika, że na rozrost ziarn austenitu w stali zasadniczy wpływ wywierają następujące czynniki:

- czas wygrzewania w zakresie roztworu stałego,
- temperatura,
- obecność drobnych submikroskopowych wtrąceń niemetalicznych,
- szybkość nagrzewania stali,
- struktura wyjściowa stali,
- specjalne obróbki cieplne.

Ostatnie trzy czynniki wpływają nieznacznie na kinetykę rozrostu ziarn, jedynie obróbka cieplna może w pewnych przypadkach odegrać większą rolę. Zasadniczy wpływ wywierają jednak pierwsze trzy czynniki.

Miller (l. 1) wykonał badania nad wpływem tych czynników, pobierając materiał z 17 wytopów różnych gatunków stali konstrukcyjnych. Część tych wytopów była odtleniana krzemem, część krzemem i glinem. Poza tym dodawano także cyrkon. Znormalizowane i pocięte próbki wygrzewano w zakresie austenitu w zatopionych rurkach kwarcowych, z których uprzednio wypompowano powietrze. Jedynie w niskich temperaturach i przy krótkich czasach wygrzewania nie stosowano żadnej

ochrony przed utlenieniem. Próbkę ogrzewano stosunkowo szybko przez umieszczenie ich wprost w piecu w temperaturze nagrzewania. Czas wygrzewania wynosił 0,1, 0,5, 2, 10, 50, 200, 1000 i 5000 godz. Wygrzewanie przeprowadzano w temperaturach 760, 815, 871, 980, 1150 i $1260^{\circ}C$.

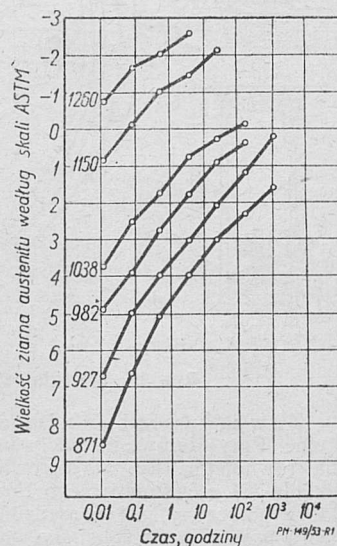
Ujawnianie granic ziarn austenitu przeprowadzano albo za pomocą metody siatki ferrytycznej albo metody trawienia martenzytu. Wyniki tych badań wykazały, że ziarna austenitu rosną w miarę wygrzewania w danej stałej temperaturze. Wpływ jednak czasu i temperatury wygrzewania różni się zasadniczo dla stali gruboziarnistych (odtlenianych krzemem) i stali drobnoziarnistych (odtlenianych aluminium lub cyrkonem). Ziarna austenitu w typowo gruboziarnistej stali rosną ze wzrostem czasu i temperatury (rys. 1), natomiast mechanizm wzrostu w stalach drobnoziarnistych jest bardziej skomplikowany (rys. 2). Rozkłada się on na kilka etapów:

a) W niższych temperaturach zakresu austenitu ziarna wzrastają bardzo powoli.

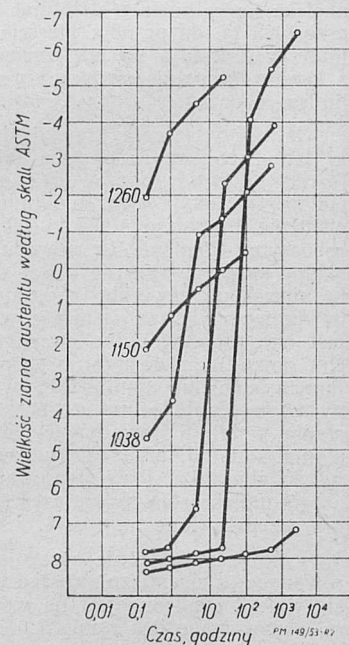
b) Przy trochę wyższych temperaturach ($925-980^{\circ}C$) niektóre ziarna wzrastają bardzo szybko, osiągając stosunkowo znaczną wielkość. W ten sposób tworzy się struktura składająca się z dużych i małych ziarn i dopiero po długim czasie wygrzewania, wszystkie ziarna osiągają jednakową wielkość.

c) W temperaturze ok. $1040^{\circ}C$ zaczyna rosnąć więcej ziarn, jednak szybkość ich wzrostu jest mniejsza niż w zakresie temperatur $925-980^{\circ}C$. W konsekwencji otrzymuje się mniejszą średnią wielkość ziarna.

d) W zakresie temperatur $1150-1260^{\circ}C$ ziarna austenitu rosną bardzo szybko w wyniku czego tak wielkość średnia jak i wielkość pojedynczych ziarn jest znacznie większa niż w temperaturach niższych



Rys. 1. Wpływ czasu wygrzewania przy różnych temperaturach na wielkość ziarna austenitu w stali o składzie: 0,20% C, 0,84% Mn, 0,22% Si, 0,48% Mo, 0,005% Al, 0,006% Al_2O_3 , 0,005% N₂. Stal odtleniana krzemem.



Rys. 2. Wpływ czasu wygrzewania przy różnych temperaturach na wielkość ziarna austenitu w stali o składzie: 0,15% C, 0,47% Mn, 0,23% Si, 0,032% Al, 0,009% Al_2O_3 , 0,015% N. Stal odtleniana krzemem i aluminium.

3. Dotychczasowe teorie drobnoziarnistości stali

Aluminium w postaci metalicznej, dodane do kąpieli metalicznej w piecu, może znajdować się w stali w następujących postaciach:

- jako roztwór stały metalicznego Al w siatce krystalograficznej żelaza α lub γ ,
- jako tlenek Al_2O_3 ,
- jako azotek AlN.

¹⁾ Patrz artykuł inż. J. Chodorowskiego „Metody określania wielkości ziarna w stali” Przegl. Mech. 1952, zeszyt 7—8.

Hipotezy, tłumaczące działanie aluminium na drobnoziarnistość stali, opierały się więc albo na działaniu Al metalicznego, albo na działaniu tlenków lub azotków Al.

Tak więc *Mc Quaid* (l. 2) jeden z pierwszych badaczy zajmujących się problemem ziarna austenitu wysunął hipotezę, że główną przyczyną drobnoziarnistości stali jest wpływ metalicznego Al znajdującego się w roztworze. Atomy Al wg *Mc Quaida* mogą działać dwojako:

a) w przypadku, gdy znajdują się one na granicach ziarn tworząc barierę przeszkadzającą rozrostowi ziarn,
b) w przypadku natomiast, gdy znajdują się one wewnątrz siatki krystalograficznej, hamują rozpuszczanie się węglików i dyfuzję węgla.

Ten drugi przypadek ma być główną przyczyną drobnoziarnistości stali. *Mc Quaid* powołał się przy tym na wyniki analiz chemicznych przeprowadzonych w wielu laboratoriach, według których w stalach drobnoziarnistych znajduje się zawsze aluminium metaliczne.

Podobne wyniki otrzymano także w Związku Radzieckim (l. 3). Udowodniono jednak, że przy rozpuszczaniu stali w kwasie solnym bardzo drobne cząsteczki Al_2O_3 mogą się rozpuszczać i stawać powodem błędów. Dlatego też hipotezy *Mc Quaida* nie można uznać za przekonującą.

Hipoteza, według której drobnoziarnistość stali jest powodowana submikroskopowymi wtrąceniami tlenku glinu Al_2O_3 i tlenku SiO_2 , opiera się na badaniach *Mehla*, *Derge'a* i *Kommela* (l. 4). Sporządzili oni serię bardzo czystych stopów żelaza z glinem, krzemem, Al_2O_3 i SiO_2 . Tarcze z żelaza karbonylowego pokrywano elektrolitycznie glinem względnie umieszczano w sproszkowany krzem, a następnie homogenizowano w atmosferze czystego suchego wodoru w temperaturach nie przekraczających 6000°C. Następnie połowki tych tarcz wyważano w temperaturze 1100°C w atmosferze wilgotnego wodoru, przy czym ciśnienie pary wodnej było takiego rzędu, że następowało utlenienie Al na Al_2O_3 lub Si na SiO_2 jednakże bez utlenienia żelaza. Wszystkie próbki nawęglano w atmosferze wodoru przepuszczanego przez dipentan. Ziarna austenitu ujawniano za pomocą siatki ferrytycznej po normalizacji w temperaturach 800, 900, 1000 i 1100°C.

Z badań tych autorzy wysunęli wniosek, że powodem drobnoziarnistości stali są submikroskopowe wtrącenia tlenków Al_2O_3 i SiO_2 . Czym mniejsze są te wtrącenia, tym wpływ ich jest silniejszy. Natomiast krzem i glin, znajdujące się w roztworze stałym w austenicie, nie wywierają żadnego wpływu na rozrost ziarn.

Hipoteza ta posiada bardzo dużo zwolenników, w ostatnich jednak czasach gromadzi się coraz więcej dowodów, że przyczyną drobnoziarnistości stali jest azotek glinu AlN. Hipotezę tę wysunęli *Houdremont* i *Schrader* (l. 5) na podstawie następujących badań:

W skali laboratoryjnej przeprowadzono wytopy stali zawierającej ok. 1% C, stosując atmosferę powietrza, azotu oraz próżnię. Do każdej serii tych wytopów dodawano aluminium metaliczne w ten sposób, że w gotowej stali ilość jego wynosiła 0,005, 0,01, i 0,02%. W tablicy I zestawiono wyniki tych badań.

TABLICA I.

Atmosfera w piecu	Do- datek Al	Skład chemiczny w %			Temperat. początku rozrostu ziarn	Wielkość ziarna wg <i>Mc Quaida</i> — <i>Ehna</i>
		Al met.	Al_2O_3 Al x Ny	N ₂		
Próżnia	0	0,045	0,003	0,002	840	4
	0,005	0,049	0,012	0,002	840	3 miejscami 5
	0,01	0,047	0,026	0,004	860	2 — 4, na brzegu 7.
	0,02	0,061	0,014	0,005	840	4
Powietrze	0	0,007	0,003	0,027	860	1
	0,005	0,042	0,008	0,025	960	1 miejscami 7
	0,01	0,029	0,012	0,025	940	1 miejscami 7.
	0,02	0,028	0,010	0,018	980	8
Azot	0	0,033	0,007	0,021	800	4 — 5
	0,005	0,004	0,014	0,022	840	2 miejscami 7.
	0,01	0,004	0,013	0,023	840	1 miejscami 7.
	0,02	0,016	0,013	0,017	940	1 częściowo 7.

Z badań tych wynika, że w wytopach prowadzonych w atmosferze powietrza lub azotu zawartość w stali 0,02% Al wpływa na zahamowanie rozrostu ziarn austenitu. Natomiast ta sama zawartość nie wywiera żadnego wpływu przy wytopach przeprowadzanych w próżni. *Houdremont* stwierdził poza tym, że dla każdego wytopu stali istnieje pewna optymalna zawartość Al, jeśli chodzi o polepszenie takich własności jak granica plastycz-

ności i odporność na starzenie. Powyżej tej zawartości własności te znów się pogarszają mimo, że stal jest w dalszym ciągu drobnoziarnista. Wyniki badań hartowności, przeprowadzone na badanych wytopach, były całkowicie zgodne z badaniami ziarna austenitu w stali.

Teoria, że przyczyną drobnoziarnistości stali jest AlN, uzyskała znaczne poparcie przez badania przeprowadzone ostatnio przez *K. Borna* i *W. Kocha* (l. 6).

W badaniach tych oparto się na mikroanalitycznych oznaczeniach wtrąceń niemetalicznych w stali wg metody opracowanej przez *Kocha* i *Klingera* (l. 7). Metoda ta polega na rozpuszczaniu elektrolitycznym próbki badanej stali, oddzieleniu nierozpuszczalnych wtrąceń niemetalicznych oraz oznaczeniu ich składu chemicznego. Zastosowanie tej metody pozwoliło na bardziej ściśle i systematyczne zbadanie wpływu dodatku Al na własności stali.

Stwierdzono przy tym, że o ile syntetyczny azotek glinu rozkłada się już w czystej wodzie, to ten sam związek, wydzielony elektrolitycznie ze stali, jest bardziej trwały. Można więc przypuszczać, że azotek ten posiada odmienne własności niż azotek syntetyczny. W oparciu o tę metodę przeprowadzono badania na wytopach stali w skali laboratoryjnej w piecu indukcyjnym wysokiej częstotliwości (12 kg), w piecu łukowym 5 t o wyłożeniu zasadowym oraz w skali przemysłowej w piecu martenowskim zasadowym 50-tonowym. Przy prowadzeniu wytopów stosowano różne sposoby odtleniania oraz różne dodatki aluminium do kąpiel. Na próbkach stali pochodzących z tych wytopów przeprowadzono badania wytrzymałościowe, dokładną analizę chemiczną łącznie z oznaczeniem tlenku i azotu oraz oznaczenie wielkości ziarna metodą nawęglania.

Z przytoczonych badań można wyciągnąć szereg wniosków.

Na wytopach z pieca indukcyjnego wysokiej częstotliwości stwierdzono, że podwyższenie granicy plastyczności oraz odporność na starzenie występowały jedynie w tych przypadkach, gdy po związaniu tlenu kąpeli przez Al pozostawała jeszcze pewna ilość glinu metalicznego. Jednocześnie jednak stal musi zawierać znaczne ilości azotu. W tych przypadkach stwierdzono także znaczne obniżenie tendencji do rozrostu ziarn austenitu.

Na wytopach, pochodzących z pieca łukowego, stwierdzono, że przy podwyższaniu dodatku aluminium granica plastyczności osiąga maksimum (3÷5 kg/cm²) powyżej granicy plastyczności próbek bez dodatku Al), po czym zaś znów obniża się. Maksymalna wartość, osiągana przez granicę plastyczności w stosunku do zawartości Al, zależy od uprzedniego odtlenienia kąpeli krzemem. Im słabiej jest odtleniona kąpiel, tym większy musi być dodatek aluminium.

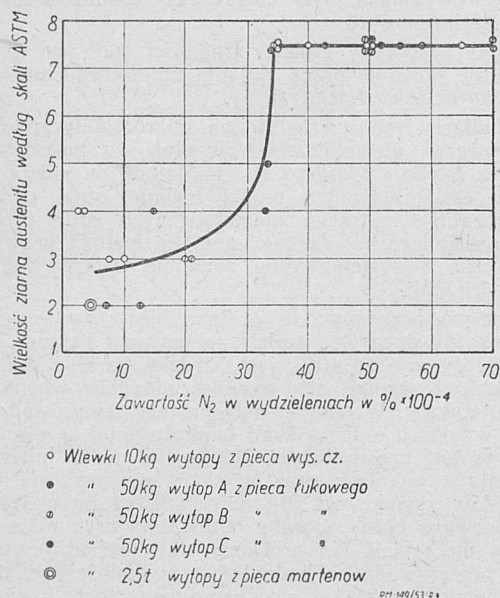
Przez przekucie w wysokiej temperaturze zanika częściowo lub całkowicie wpływ dodatku aluminium, mimo następnego normalizowania stali. Wyzyskanie więc całkowite korzystnego wpływu aluminium zależy nie tylko od odpowiedniego odtlenienia przygotowawczego stali, lecz także od temperatur kucia lub walcowania. Należy więc uważać, by temperatury te nie leżały zbyt wysoko. Dotyczy to także i temperatury wyważania. Jak wynika z przeprowadzonych badań, przy przekroczeniu temperatury 1000°C granica plastyczności obniża się znacznie.

Jak wspomniano, istnieje hipoteza, że na obniżenie tendencji rozrostu ziarn austenitu wpływa także tlenek aluminium Al_2O_3 w rozdrobnieniu submikroskopowym.

Born i *Koch* przeprowadzili badania rozdrobnienia wydzielni, uzyskanych na drodze elektrolitycznej, przez rozpuszczenie stali grubo- i drobnoziarnistej. Badania te przeprowadzono przy użyciu mikroskopu elektronowego przy powiększeniu 35000 razy. Stwierdzono, że wielkość cząstek Al_2O_3 w obu przypadkach jest takiego samego rzędu (ok. 0,05 μ). Można stąd wnioskować, że Al_2O_3 nie wywiera żadnego wpływu na drobnoziarnistość stali. Stwierdzono natomiast, że zawartość azotu w wydzieleniach jest związana ściśle z wielkością ziarna austenitu w stali.

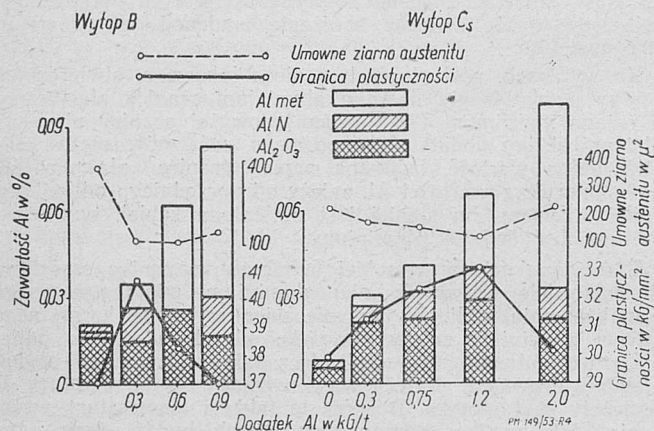
Tak więc w wydzieleniach, pochodzących ze stali gruboziarnistych, zawartość azotu nie przekracza 0,0035%. Przy niewielkich natomiast dodatkach aluminium w wydzieleniach można stwierdzić obecność glinu metalicznego, a jednocześnie zawartość azotu wzrasta kilkakrotnie; ze zwiększeniem dodatku aluminium do kąpeli wzrasta oczywiście także zawartość glinu metalicznego w wydzieleniach, jednak zawartość azotu osiąga pewną maksymalną wartość przy ok. 0,025% Al metalicznego utrzymując się z dalszym zwiększeniem glinu na tym samym poziomie.

Stwierdzono także, że wielkość umownego ziarna austenitu w próbkach normalizowanych jest zależna od zawartości azotu (rys. 3).



Rys. 3. Zależność wielkości ziarna austenitu od zawartości azotu w wydzieleniach otrzymanych na drodze elektrolitycznej.

Na rys. 4 przedstawiono dla poszczególnych wlewów wytopu B i C, wykonanych w piecu łukowym zasadowym, zawartości Al w postaci metalicznej oraz związanej w postaci Al_2O_3 i AlN. Poszczególne wlewki z tych wytopów były odtleniane



Rys. 4. Zależność ziarna austenitu oraz granicy plastyczności od postaci w jakiej występuje aluminium w stali.

w kadzi za pomocą dodatku krzemu (wlew pierwszy) oraz dodatku krzemu i aluminium w różnym stosunku (dalsze wlewki). Analizę chemiczną tych wytopów podano w tablicy II, a w tablicy III — skład chemiczny i ilość w % wtrąceń niemetalicznych w poszczególnych wlewach.

Jak wynika z wykresów, we wlewach odtlenianych tylko krzemem zawartość azotu w postaci azotków jest bardzo nieznaczna. Glin w tym przypadku dostaje się tylko z zanieczysz-

czeń żelazokrzemem. W następnym wlewku zawartość ta znacznie się zwiększa, natomiast w dobrze odtlenionym wlewku wytopu B, zawierającym znaczną zawartość glinu metalicznego, ilość AlN niewiele się zmienia. Wielkość umownego ziarna austenitu zmienia się stosownie do zawartości azotku aluminium, natomiast aluminium w postaci metalicznej nie wy-

TABLICA II. Skład chemiczny wytopów B i Cs (przy spuszczeniu stali)

Wytop	Skład chemiczny w %						
	C	Si	Mn	P	S	Ni	O ₂
B	0,23	0,45	0,67	0,038	0,019	0,008	0,024
C _s	0,15	0,25	0,53	0,010	0,022	0,008	0,021

wiera żadnego wpływu. Wpływ taki istnieje jednak jeśli chodzi o granicę plastyczności. W tym przypadku należy przypuszczać, że grają tu rolę dwa przeciwne działające czynniki: AlN wpływa na podwyższenie granicy plastyczności, zaś glin metaliczny na jej obniżenie.

Dalszym ciekawym zjawiskiem, spotykanym w stalach drobnoziarnistych, jest silny rozrost ziarn austenitu powyżej pewnych temperatur krytycznych.

Dla wytopu B temperatura ta leżała w zakresie 995–1045°C. Na próbkach tej stali wykonano następujące doświadczenia:

a) wygrzewanie w temperaturze 1100°C w czasie jednej godziny i chłodzenie w wodzie,

b) wygrzewanie w temperaturze 950°C w takich samych warunkach i chłodzenie w wodzie.

W tak obrobionych cieplnie próbkach zawartość azotku w pierwszym przypadku obniżyła się z 0,007% na 0,0001%, w drugim zaś przypadku ilość azotku nie uległa zmianie. Z doświadczeń tych można wyciągnąć wniosek, że w temperaturze rozrostu ziarn azotki ulegają przemianom, tzn. przypuszczalnie przechodzą w roztwór.

* * *

Na podstawie przytoczonych prac można więc sądzić, że przy miękkich stalach węglowych można otrzymać stal drobnoziarnistą oraz podwyższenie granicy plastyczności, jeśli w kąpeli metalicznej znajduje się w roztworze aluminium i azot. Poniżej ok. 1000°C następuje wydzielanie się submikroskopowych wtrąceń azotku aluminium AlN. Zjawisko to jest niezależne od rodzaju procesu stalowniczego.

Należy poza tym zaznaczyć, że drobnoziarnistość stali może być także w pewnym stopniu powodowana dodatkami stopowymi wykazującymi silną tendencję węglotwórczą, np. Ti, W, Mo i Cr. Wśród tych pierwiastków W i Ti tworzą także azotki. Zahamowanie rozrostu ziarn austenitu w tym przypadku powodowane jest trudną rozpuszczalnością w austenicie bardzo drobnych węglików lub azotków danego pierwiastka.

Literatura

1. Miller — Some Factors Affecting the Grain Size of Steel, Trans. ASM 1951, str. 260.
2. Mc Quaid H. W. — The Importance of Aluminium Additions in Modern Commercial Steels, Trans. ASM 23 (1953), str. 797.
3. Bolchowitinow N. F. — Wieliczyna ziarna i swojstwa stali, Metalurgizdat 1943.
4. Derge G., Kommel A. R., Mehl R. F. — Some Factors Influencing Austenitic Grain Size in High Purity Steels, Trans. ASM 26 (1938), str. 153.
5. Houdremont E., Schrader H. — Wirkung von Aluminium im unlegierten Stahl, Arch. Eisenhüttenw. 12 (1939), Nr 8, str. 393.
6. Born K., Koch W. — Einfluss des Aluminiums auf die Eigenschaften weicher unlegierter Stähle, Stahl u. Eisen 72 (1952), Nr 21, str. 1268.
7. Beiträge zur Metallkundlichen Analyse, Stahl — Eisen, Düsseldorf 1949.

TABLICA III. Skład chemiczny i ilość wtrąceń niemetalicznych w wytopach B i C_s w zależności od dodatku aluminium metalicznego

Wytop	Wlew	Dodatek Al kg/t	Tlenki					Związki Al			W wydziel. N ₂		Wielkość ziarna
			ogółem %	Si i O ₂ %	Al ₂ O ₃ %	MnO %	FeO %	Al całk. %	Al w Al ₂ O ₃ %	Al nie związ. z tlen. %	%	N ₂ zw. %	
B	1	0,30	0,036	5	81	1	11	0,034	0,015	0,019	0,0065	81	7 ÷ 8
	2	0,60	0,032	5	78	1	8	0,065	0,013	0,052	0,0070	88	7 ÷ 8
	3	0,90	0,038	4	85	1	8	0,085	0,017	0,068	0,0070	88	7 ÷ 8
C _s	1	0,30	0,058	18	72	4	4	0,031	0,022	0,069	0,0032	40	2 ÷ 6
	2	0,75	0,053	7	78	2	3	0,042	0,022	0,020	0,0053	66	7 ÷ 8
	3	1,20	0,070	6	80	1	6	0,066	0,030	0,036	0,0055	69	7 ÷ 8
	4	2,00	0,049	6	83	1	6	0,120	0,022	0,098	0,0059	74	7 ÷ 8

Filtry świetlne i ich zastosowanie do pomiarów długości

531.71:535.345.6:621

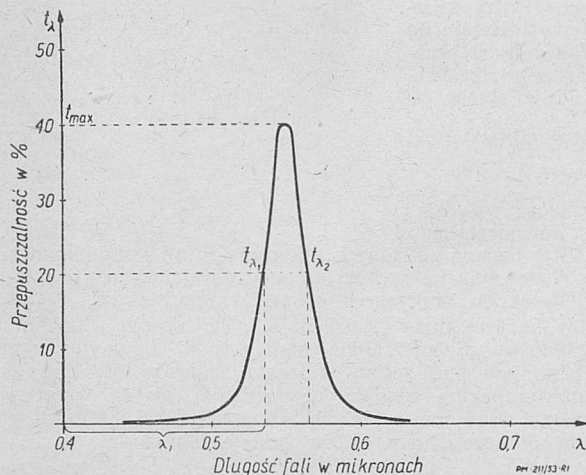
Mgr STANISŁAW BĄK
ZOFIA KRZEMIŃSKA

Artykuł omawia ogólnie budowę filtrów świetlnych, ich własności i zastosowanie do pomiarów płytek wzorcowych interferencyjną metodą bezwzględną.

Poza tym w artykule zamieszczone są wyniki badania filtrów barwnych oraz filtrów interferencyjnych. Filtry opisane są używane do pomiarów płytek wzorcowych dla przemysłu przy zastosowaniu interferencyjnej metody bezwzględnej.

Filtry świetlne są to przezroczyste płytki, posiadające własność przepuszczania jedynie określonych barw, a pochłaniania pozostałych barw światła wielobarwnego. Do płytek mających tę własność należą między innymi zwykłe szkła barwne, używane na przykład do sygnalizacji świetlnej na kolejach.

Zwykłe szkła barwne nie są jednak wystarczające do pomiarów długości płytek wzorcowych, ponieważ każdej z barw odpowiada nie jedna długość fali, lecz pewien obszar fal o długościach do siebie zbliżonych. Przepuszczane przez filtr światła scharakteryzować można w sposób przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1.

Ilość przepuszczanego przez filtr światła jest różna dla różnych długości fal. Wykres uwidoczniiony na rys. 1 przedstawia krzywą, która objaśnia, że filtr rozpatrywany przepuszcza wszystkie barwy o długościach fal mniej więcej od 0,5 μm do 0,6 μm, a największą intensywność ma wiązka o długości fali ≈ 0,55 μm, przy czym przepuszczalność tej wiązki wynosi 40%. Rozkład przepuszczalności światła przez filtr charakteryzuje się często dwoma parametrami, a mianowicie:

t_{max} — największą przepuszczalnością — i

$\Delta\lambda$ — obszarem równym połowie największej intensywności przepuszczonego przez filtr światła. Obszar $\Delta\lambda$ rozumie się jako różnicę długości fal $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$, gdzie λ_1 i λ_2 są długościami fal, których przepuszczalność jest równa połowie przepuszczalności największej, a więc:

$$t_{\lambda_1} = t_{\lambda_2} = \frac{t_{max}}{2}$$

Dla filtrów świetlnych, przeznaczonych do pomiarów długości płytek wzorcowych, wymaga się, aby krzywa przepuszczalności była możliwie stroma i wysoka. Ma to miejsce wówczas, gdy filtr przepuszcza duży procent światła o długościach fal bardzo zbliżonych do siebie lub identycznych.

Istniejące filtry świetlne, spełniające tę własność, dzielą się na dwie grupy, a mianowicie:

- 1) filtry barwne,
- 2) filtry interferencyjne.

Filtry barwne są to zespoły odpowiednio dobranych szkieł barwnych. Tego rodzaju płytki szklane skleja się w zespoły przy pomocy balsamu kanadyjskiego¹⁾.

Barwy szkieł w zespole dobiera się tak, aby obszary przepuszczalności poszczególnych szkieł zachodziły na siebie częściowo. Tą drogą można uzyskać dość dobre zawężenie krzywej przepuszczalności przy jednocześnie wysokim współczynniku t_{λ} .

Aby uzyskać wydzielenie jeszcze ciaśniej określonego obszaru fal, przez filtry te przepuszcza się dla celów pomiarowych

światło specjalne, odznaczające się stosunkowo małą różnorodnością barw. Najczęściej używa się do tego celu światła lamp: helowych, rtęciowych, neonowych i kryptonowych. Filtry barwne firmy „Carl Zeiss”, Jena, używane w Głównym Urzędzie Miar, posiadają przepuszczalność wg poniższego zestawienia:

I. W świetle lampy rtęciowej —

1) filtr żółty przepuszcza barwę żółtą, odpowiadającą długościom fal: $\lambda_1 = 0,57907 \mu$ oraz $\lambda_2 = 0,57699 \mu$, przy czym dominujące znaczenie posiada mniejsza długość fali z przepuszczalnością ponad 50%,

2) filtr zielony przepuszcza barwę zieloną o długości fali $\lambda = 0,54607 \mu$,

3) filtr fioletowy przepuszcza barwy fioletowe o długościach fal: $\lambda_1 = 0,43583 \mu$, $\lambda_2 = 0,43475 \mu$ oraz $\lambda_3 = 0,43392 \mu$. Z wymienionych w widmie światła rtęciowego występuje jedynie $\lambda_1 = 0,43583 \mu$. Barwa ta przepuszczana jest przez filtr w 30%.

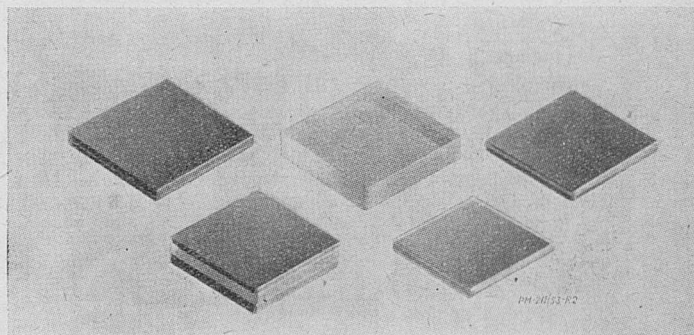
II. W świetle lampy helowej —

1) filtr czerwony przepuszcza barwę czerwoną o długości fali $\lambda = 0,66781 \mu$,

2) filtr żółty przepuszcza barwę żółtą o długości fali $\lambda = 0,58756 \mu$ w 40%,

3) filtr fioletowy przepuszcza barwę fioletową o długości fali $\lambda = 0,44715 \mu$.

Wygląd ogólny opisanych filtrów barwnych przedstawia rys. 2.



Rys. 2.

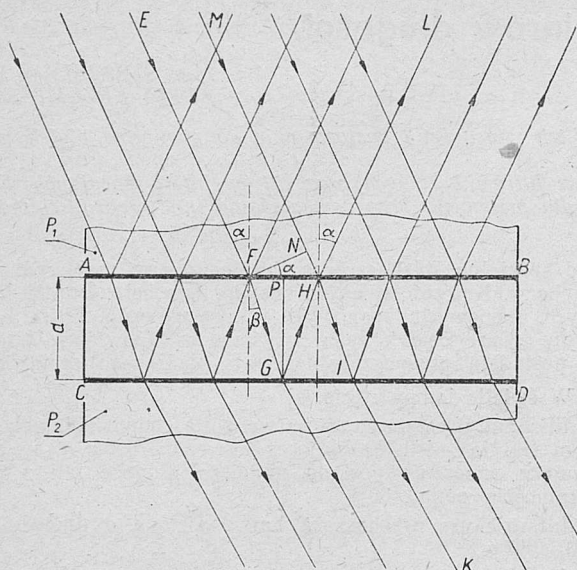
Filtry interferencyjne wydzielają światło jednobarwne (monochromatyczne) na nieco innej zasadzie. Pomiedzy dwiema płytkami szklanymi P_1 i P_2 (rys. 3), napyłonymi cienkimi warstwami AB i CD metalu (np. srebra), jest umieszczona warstwa materiału przezroczystego o grubości d . Grubość warstw AB i CD jest taka, iż powoduje odbicie światła w około 90%. Warstwę o grubości d można otrzymać przez napylenie jednej z warstw (AB lub CD) materiałem przezroczystym przed złożeniem płytek szklanych P_1 i P_2 . W pewnych przypadkach warstwę tę można uzyskać również z materiałów przezroczystych, które można otrzymać w postaci cienkich łusek. Do tych celów nadają się np. cienkie warstewki kriolit, fluorku sodowo-glinowego lub miki. Promienie EF i MN , jak widać na rys. 3, padając na powierzchnię górną AB pod kątem α , częściowo odbijają się od niej, a częściowo biegną w głąb warstwy o grubości d , załamując się pod kątem β . Wewnątrz warstwy może nastąpić kilkakrotne odbicie wiązki. Promień EF przebiega do punktu interferencji w H drogą $FG + GH$ w warstwie o grubości d i współczynnika załamania n . W tymże czasie interferujący z nim promień MN , licząc od czoła fali FN , przebiega do punktu H drogą NH . Jeżeli różnica tych dróg jest równa całkowitej wielokrotności λ , to w wyniku interferencji następuje największe wzmocnienie fal.

W przypadku tym ma zatem miejsce równość:

$$(FG + GH)n - HN = m\lambda, \quad (m = 1, 2, 3, 4, \dots) \quad [1]$$

przy czym n — współczynnik załamania warstwy d .

¹⁾ Patrz art. inż. Z. Leguna pt. „Sklejanie elementów optycznych” Przegląd Mechaniczny, nr 11/52, str. 483.



Rys. 3.

$$d = FG \cos \beta; \quad NH = FH \sin \alpha;$$

$$FP = \frac{1}{2} FH; \quad FP = d \cdot \operatorname{tg} \beta.$$

Zatem:

$$(FG + GH)n - NH = \frac{2dn}{\cos \beta} - 2d \cdot \operatorname{tg} \beta \sin \alpha.$$

I wobec [1]:

$$2d \left(\frac{n}{\cos \beta} - \operatorname{tg} \beta \sin \alpha \right) = m\lambda, \quad (2)$$

przy czym: $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$.

Rzucając zatem na warstwę o danej grubości d wiązkę różnobarwną (tj. o różnych długościach fal), uzyska się w wyniku interferencji wzmocnione światło tylko tych długości fali λ , które spełniają to równanie. Przyjmując dla przykładu, że rzuciona wiązka jest prostopadła do warstwy d oraz: $2d = 1,6 \mu$ ze wzoru [2], wobec $\alpha = \beta = 0$, otrzymamy: $2d = 1,6 \mu = m\lambda$ ($m = 1, 2, 3, 4, \dots$). Stąd:

$$2d = 2 \cdot 0,8 \mu^2)$$

$$3 \cdot 0,533 \mu$$

$$4 \cdot 0,4 \mu.$$

2) Równość: $2d = 1,6 \mu$ pominięto, ponieważ długość fali $\lambda = 1,6 \mu$ wykracza poza obszar widzialności oka ludzkiego.

TABLICA II. Odchylenia (w mikronach) wymiarów płytek wzorcowych od ich wymiarów nominalnych. Wyniki ustalone interferencyjną metodą bezwzględną przy użyciu: a) pryzmatu, b) filtrów interferencyjnych, c) filtrów barwnych.

Wymiar nom. mm	Przy użyciu pryzmatu					Przy użyciu filtrów interferencyjnych									Przy użyciu filtrów barwnych					
	w świetle helu					w świetle helu			w świetle rtęci			w świetle helu			w świetle rtęci					
	b a r w y					b a r w y			b a r w y			b a r w y			b a r w y					
	czerwona	żółta	zielona	nieb.	fiolet	czerwona	żółta	zielona	fiolet	żółta	zielona	fiolet	czerwona	żółta	fiolet	żółta	zielona	fiolet	żółta	zielona
0,5	+0,04	+0,06	+0,06	+0,06	+0,04	0,00	+0,03	+0,02	+0,02	+0,03	+0,02	+0,05	0,00	+0,03	+0,02	+0,02	+0,02	+0,05	+0,02	+0,05
1	+0,06	+0,05	+0,04	+0,04	+0,05	+0,05	+0,03	+0,02	+0,02	+0,07	+0,05	+0,06	+0,05	+0,03	+0,02	+0,07	+0,05	+0,05	+0,07	+0,05
1,1	0,00	+0,01	+0,02	+0,02	+0,01	-0,01	+0,01	+0,02	+0,01	+0,02	+0,04	+0,04	+0,02	+0,02	+0,01	+0,03	+0,04	+0,04	+0,03	+0,04
1,2	-0,06	-0,07	-0,04	-0,05	-0,05	-0,02	-0,04	-0,02	-0,02	-0,07	-0,04	-0,05	-0,03	-0,04	-0,02	-0,07	-0,04	-0,04	-0,07	-0,04
1,3	-0,05	-0,03	-0,04	-0,02	-0,05	-0,07	-0,07	-0,08	-0,06	-0,01	-0,05	-0,04	-0,07	-0,07	-0,05	-0,02	-0,05	-0,05	-0,02	-0,05
1,4	+0,07	+0,07	+0,10	+0,07	+0,08	+0,05	+0,04	+0,04	+0,04	+0,07	+0,07	+0,07	+0,05	+0,04	+0,04	+0,07	+0,07	+0,07	+0,07	+0,07
1,5	+0,04	+0,05	+0,05	+0,06	+0,05	+0,03	+0,05	+0,02	+0,06	+0,07	+0,09	+0,09	+0,03	+0,05	+0,06	+0,07	+0,09	+0,08	+0,07	+0,08
2	+0,07	+0,06	+0,08	+0,08	+0,07	+0,06	+0,07	+0,05	+0,06	+0,06	+0,07	+0,07	+0,06	+0,05	+0,06	+0,06	+0,06	+0,06	+0,06	+0,07
2,5	-0,03	+0,01	-0,02	-0,01	+0,01	+0,03	+0,02	+0,03	+0,02	-0,03	-0,01	-0,02	0,00	+0,02	+0,02	-0,03	-0,01	-0,02	-0,03	-0,02
3	+0,02	+0,03	+0,02	+0,04	+0,03	-0,03	+0,01	0,00	-0,01	+0,01	0,00	+0,02	-0,03	+0,01	-0,01	+0,01	0,00	+0,02	+0,01	+0,02
3,5	+0,06	+0,08	+0,07	+0,05	+0,08	+0,05	+0,06	+0,06	+0,07	+0,07	+0,06	+0,08	+0,03	+0,06	+0,06	+0,07	+0,06	+0,06	+0,07	+0,08
4	+0,02	+0,01	+0,03	+0,03	+0,03	+0,01	+0,02	+0,01	+0,01	0,00	+0,01	+0,01	0,00	+0,02	+0,03	0,00	+0,01	+0,02	0,00	0,00
4,5	+0,01	-0,01	+0,01	+0,02	+0,03	0,00	+0,02	+0,01	+0,01	-0,02	0,00	0,00	0,00	+0,02	+0,01	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
5	-0,05	-0,06	-0,09	-0,06	-0,06	-0,08	-0,09	-0,07	-0,08	-0,05	-0,05	-0,04	-0,08	-0,09	-0,08	-0,05	-0,05	-0,04	-0,05	-0,04

Wanstwa taka ze światła widzialnego przepuszcza jedynie fale świetlne o długościach:

$$\lambda_1 = 0,8 \mu; \quad \lambda_2 = 0,533 \mu; \quad \lambda_3 = 0,4 \mu.$$

Rzucając to światło na odpowiedni filtr barwny, można ograniczyć przepuszczalność do jednej z tych długości, np. $\lambda = 0,8 \mu$ (światło czerwone). Używane filtry interferencyjne są najczęściej wykonywane jako zespoły, składające się z właściwego filtru interferencyjnego oraz szkielek odpowiednio barwionych. Obszar połowy natężenia największego z najdokładniejszych filtrów interferencyjnych wynosi $\Delta\lambda \cong 0,001 \mu$. Wygląd ogólny jednego z filtrów interferencyjnych przedstawia rys. 4.

Wydzielanie przez filtry świetlne barw o długościach fal nie jednakowych, lecz zbliżonych do siebie, nie zawsze jest możliwe. Przeciętne filtry świetlne nie rozdzielają na przykład żółtych prążków światła rtęciowego o długościach:

$$\lambda_1 = 0,5791 \mu$$

$$\lambda_2 = 0,5770 \mu.$$

Własność wydzielania równoczesnego przez filtry barw o zbliżonych długościach fali jest jednym z powodów stosowania ich w interferencyjnych pomiarach bezwzględnych jedynie do mniejszych obszarów mierniczych.

Filtry barwne firmy „Carl Zeiss“, Jena, oraz filtry interferencyjne firmy „Schott“, Jena, podlegały w Głównym Urzędzie Miar badaniom pod kątem widzenia zastosowania do pomiarów interferencyjną metodą bezwzględną płytek wzorcowych w obszarze do 5 mm włącznie. Długości fal świetlnych przypisywane poszczególnym filtrom podaje tablica I.

TABLICA I. Długości fal świetlnych przypisywanych poszczególnym filtrom.

	Filtry interferencyjne		Filtry barwne	
	Barwa przepuszczana	Długość fali μ	Barwa przepuszczana	Długość fali μ
w świetle helu	czerwona żółta zielona fioletowa	0,66781 0,58756 0,50157 0,44715	czerwona żółta — fioletowa	0,66781 0,58756 — 0,44715
w świetle rtęci	żółta zielona fioletowa	0,57907 0,57699 0,54608 0,43583	żółta zielona fioletowa	0,57907 0,57699 0,54608 0,43583

Pomiary wykonane interferencyjną metodą bezwzględną w obszarze do 5 mm płytek wzorcowych w ilości około 100 sztuk przy użyciu zarówno filtrów barwnych jak też interferencyjnych dały wyniki zgodne z wynikami pomiarów wykonanych w świetle monochromatycznym uzyskanym przez rozszczepienie pryzmatem.

Ilustracją tej zgodności jest tablica II.

Jak widać, największa zmienność wyników nie przekracza 0,07 μ . Jest to zmienność niewielka, jeżeli się zważy, że pomiary wykonano na interferometrze bez termostatu, przy czym stolik, na którym ustawiano mierzone płytki, był pokreślany w czasie pomiaru bezpośrednio ręką, co wprowadzało nienuknione wahania temperatury.

Widoczność filtrów barwnych jest nieco lepsza od widoczności filtrów interferencyjnych. Tłumaczy się to różnicą budowy filtrów barwnych i interferencyjnych. Filtry interferencyjne mają prócz szkła barwnych dwie warstwy AB i CD napylonego metalu, co oczywiście powoduje dodatkowe straty światła.

Obszar mierniczy w badaniach ograniczono do 5 mm ze względu na rodzaj układu optycznego użytego interferometru, jak również z uwagi na brak termostatu i duże wahania temperatury. Płytki w tym obszarze stanowią jednak około 60% ogólnej liczby płytek wzorcowych przeciętnego kompletu.

Dalsze badania tych filtrów z punktu widzenia zwiększenia obszaru mierniczego będą kontynuowane na interferometrach innego typu.

Filtry świetlne jako urządzenie do otrzymywania światła jednorodnego mają przewagę nad pryzmatem w aspekcie szybkości pomiaru i prostoty konstrukcyjnej interferometru. Zastosowanie pryzmatu wymaga bowiem ustawienia, co oczywiście zabiera więcej czasu. Zastosowanie filtrów świetlnych natomiast jest bezpośrednie i natychmiastowe przez umieszczenie ich w polu widzenia interferometru. Toteż pomiar płytek wzorcowych klas wyższych metodą interferencyjną bezwzględną przy zastosowaniu opisanych filtrów świetlnych winien być gorąco polecany w przemyśle metalowym i elektrotechnicznym.

Wtrysk paliwa w silnikach wysokoprężnych

621.43.038.001.12

(dokończenie z nr 1/54)

Prof. KAZIMIERZ SZAWŁOWSKI

9. W ostatnich latach w okrętownictwie coraz bardziej zwraca się uwagę na zastosowanie dla napędu silników wysokoprężnych ciężkich paliw (kotłowych olejów opałowych), które są o ok. 40% tańsze od olejów napędowych; w grę wchodzi spalanie mazutów (bunker B i bunker C). Główne charakterystyki tych paliw są następujące:

Właściwość	Bunker B	Bunker C	Jednostki
Ciepota właściwa	0,90 — 0,95	powyżej 0,94	G/cm ³
Lepkość w stop. Englera: przy 50°C	12	85	
„ „ 100°C	1,8	4,5	
Wartość opałowa	100250	9900	kcal/kg
Zawartość asfaltów twardych	5	10	

Należy więc zastanowić się nad wpływem tych odmiennych właściwości fizykalnych na przebieg wtrysku.

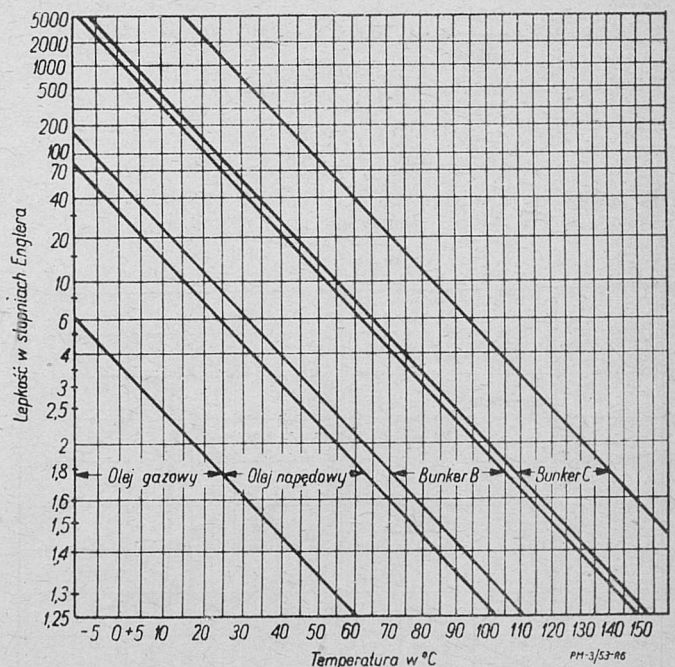
Z przytoczonych równań wynika, że na przebieg wtrysku ma wpływ przede wszystkim gęstość paliwa ρ i jego moduł elastyczności ε . Obydwie te wartości decydują o szybkości dźwiękowej a . Przez podgrzewanie ciężkich olejów można warunki wtrysku przybliżyć do warunków, jakie odpowiadają olejom napędowym, a mianowicie przez podgrzanie oleju bunkrowego C do temperatury 80°C obniża się lepkość do ok. 30E, a ciężar właściwy do ok. 0,9 G/cm³. Oczywiście zmniejsza się moduł elastyczności, opierając się na badaniach Jessupa (l. 8). Ponieważ jednak o dobroci rozprzestrzeniania się wtrysniętej dawki decyduje ciśnienie wtrysku, które dla ciężkich paliw waha się w granicach od 300 do 450 at, więc z tej przyczyny moduł elastyczności zwiększa się. Ostatecznie, z praktycznych pomiarów wynika, że zagrzany do ok. 80°C olej bunkrowy B pod ciśnieniem ok. 420 at posiada moduł elastyczności ok. 17000 do 18000 kG/cm², czyli szybkość dźwiękowa jest w granicach 1350 do 1400 m/sec. Na wykresie (rys. 6) pokazane są zmiany lepkości w stopniach Englera w zależności od temperatury podgrzania dla czterech gatunków paliw stosowanych dla silników wysokoprężnych, a więc oleju gazowego, oleju napędowego, oleju bunkrowego B i bunkrowego C. Obydwa ostatnie gatunki używane są dla silników wolnobiężnych okrętowych pracujących jako dwusuwne.

Na przykładzie praktycznym pokazany został sposób wyznaczenia przebiegu ciśnień przy pomocy wyprowadzonych równań. Sposób jest bardzo prosty, nie wymaga wiele czasu, a przy tym jest dostatecznie dokładny. Pomiary oscylografem potwierdzają dokładność wyliczeń.

10. Przykład

Dla ośmiocylindrowego silnika okrętowego dwusuwowego o jednostronnym działaniu i mocy 553 KM_e w cylindrze przy 150 obr./min należy wyznaczyć sposobem obliczeniowym ciśnienie podczas wtrysku paliwa w pompce i przed wtryskiwaczem.

Srednica tłoczka pompki 33 mm, skok tłoczka 25 mm. Przewód wtryskowy o długości 10,5 m wykonany jest ze stali o za-



Rys. 6. Lepkość oleju gazowego, oleju dieslowego, oleju bunkrowego B i oleju bunkrowego C w zależności od temperatury podgrzania.

wartości 5% niklu. Średnica przewodu 6/17 mm, moduł elastyczności stali $E = 2100000$ kG/cm². Jako paliwo zastosowany jest olej napędowy wzgl. bunkrowy B, o ciężarze właściwym przy 50°C — 0,89 G/cm³. Moduł elastyczności oleju w warunkach ruchowych wynosi $\varepsilon = 17000$ kG/cm².

$$\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{0,89 \cdot 10^{-3}}{981} = 0,91 \cdot 10^{-6} \text{ kGsek}^2/\text{cm}^4$$

Na podstawie ρ , ε i wymiarów stalowego przewodu oblicza się szybkość dźwiękową:

$$a = \sqrt{\frac{1}{\frac{1}{17000} + \frac{1}{2100000} \cdot \frac{0,6}{0,5}}} = 135000 \text{ cm/sec}$$

Ciśnienie w przewodzie p wywołane pompką wtryskową w zależności od szybkości tłoczka v_p , uwzględniając przekrój tłocz-

ka pompy $F = 8,553 \text{ cm}^2$ i przekrój przewodu wtryskowego $f = 0,28 \text{ cm}^2$, wynosi w oparciu o równość [13]:

$$p = \rho \cdot a \cdot v = \frac{\gamma}{g} \cdot a \cdot \frac{F}{f} \cdot v_p = 0,91 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{8,553}{0,28} \cdot 135000 \cdot v_p = 3,74 \cdot v_p$$

Czas, w którym impuls pompki przebiega długość $L = 10,5 \text{ m}$ przewodu wtryskowego:

$$\Delta t = \frac{10,5}{1350} = 0,00778 \text{ sek},$$

a wyrażony kątem obrotu krzywki przy 150 obrotach na minutę:

$$\Delta t = 6 \cdot n \cdot \Delta t = 6 \cdot 150 \cdot 0,00778 = 7^\circ$$

Dla początku czas ten jest dłuższy, gdyż szybkość dźwiękowa jest mniejsza. Ocenia się tę szybkość na ok. 900 m/sek (z pomiarów). A zatem czas wynosi:

$$\Delta t_1 = \frac{10,5}{900} = 0,01165 \text{ sek},$$

względnie

$$\Delta t_1 = 900 \cdot 0,01165 = 10,5^\circ.$$

Wtryskiwacz posiada rozpylacz o 10 otworkach $0,5 \text{ mm } \phi$. Całkowity przekrój otworków rozpylacza wynosi $f_d = 0,0196 \text{ cm}^2$; współczynnik dławienia $\mu \approx 0,7$. Dla tych wymiarów rozpylacza i przewodu wtryskowego oblicza się stałą C równania [16]:

$$C = 0,7 \cdot \frac{0,0196}{0,28} \cdot 135000 \sqrt{2 \cdot 0,91 \cdot 10^{-6}} = 8,92,$$

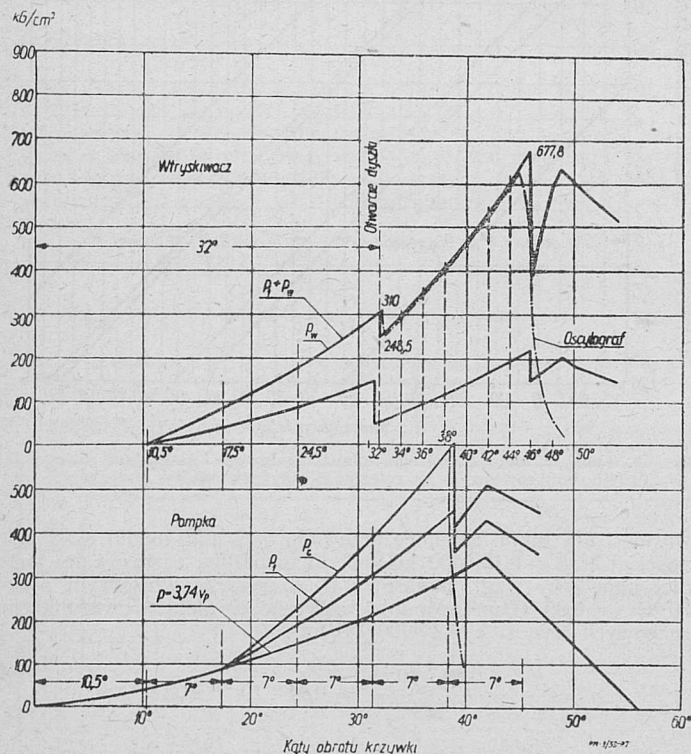
czyli:

$$C^2 = 79,6$$

$$0,5 \cdot C^2 = 39,8$$

$$0,25 \cdot C^2 = 19,9.$$

Poszczególne ciśnienia p_w wylicza się na podstawie uproszczonego wzoru [16] i wnosi się do wykresu (rys. 7).



Rys. 7. Przebieg ciśnień podczas wtrysku paliwa w pompce i wtryskiwaczu obliczony sposobem analitycznym (do przykładu). Linie kreskowane - - - - - podają przebiegi według oscylogramów zdjętych w ruchu silnika.

W tabelicy podane są ciśnienia p_w i p_1 , jakie występują w pompce i wtryskiwaczu od chwili otwarcia się rozpylacza, a więc podniesienia iglicy. Linie przerywane dają obraz przebiegu ciśnień według pomiaru. Porównując przebieg linii pełnych (z wyliczenia) i przerywanych (z pomiaru), stwierdzić można, że stopień pokrywania się jest dostateczny.

α	p_1	A	B	C	D	E	F
32	195	234,8	390	409,9	180,5	53,5	248,5
34	230	269,8	460	479,9	195	74,8	304,8
36	260	299,8	520	539,9	207	92,8	352,8
38	295	334,8	590	609,9	220	114,8	409,8
40	330	369,8	660	679,9	232	137,8	467,8
42	370	409,8	740	759,9	245,8	164,0	534,0
44	410	449,8	820	839,9	253	191,8	601,8
46	455	494,8	910	929,9	272	222,8	677,8
48	405	444,8	810	829,9	240	150,8	401,8
49	430	469,8	860	879,9	265	203,8	633,8
50	415	454,8	830	849,9	260	194,8	609,8
52	385	424,8	770	789,9	250	174,2	559,8
54	350	389,8	700	719,9	239,5	150,3	500,3

W tabelicy oznaczają:

$$A \dots p_1 + \frac{1}{2} \cdot C^2$$

$$B \dots 2 \cdot p_1$$

$$C \dots \frac{1}{4} \cdot C^2 + 2 \cdot p_1$$

$$D \dots C \cdot \sqrt{\frac{1}{4} \cdot C^2 + 2 \cdot p_1}$$

$$E \dots p_1 + \frac{1}{2} \cdot C^2 - C \sqrt{\frac{1}{4} \cdot C^2 + 2 \cdot p_1} \dots = p_w$$

$$F \dots p_1 + p_w$$

(Przyjęto $p_o \approx p_z$)

Na wykresie (rys.7) u dołu pokazany jest przebieg ciśnień w pompce wtryskowej, zaś u góry — we wtryskiwaczu. Iglica wtryskiwacza otwiera się przy 310 at., a więc przy ciśnieniu, które zostało wypróbowane w ruchu pod względem rozprzestrzeniania strug w przestrzeni spalania cylindra i w ogólne spalania. Ciśnienie to jest stosunkowo niskie. Dla spalania bardziej ciężkich paliw (olej bunker C) ciśnienie jest o 100 at wyższe.

Literatura

- 1) Alexander D. H.: Airless injection and combustion of fuel in high compression heavy oil engine, Trans. I.M.E., tom 39, strona 366, 1927.
- 2) Allievi L.: Allgemeine Theorie ueber die veraenderliche Bewegung des Wassers in Leitungen, Berlin, J. Springer, 1909.
- 3) Andrewskij I. A. i Fadin A. A.: Eksperimentalnoje isledowanie raboty i rasczet nanos — forsunki dizela, książka 5, Maszgiz, 1948.
- 4) Blaum E.: Einspritzgesetz der schnellaufenden Dieselmachine, V.D.I., Berlin, 1942.
- 5) Eichelberg G.: Ueber die Mittel zur Kompressorlosen Brennstoffeinspritzung, Berlin, V.D.I., tom 70, strona 1079, 1926.
- 6) Etanskij W. I.: Ocenka kaczestw motornych topliw, M. Gostoptech - wydanie 1946.
- 7) Giffen E., Rowe A. W.: Pressure calculations for Oil-Engines-Fuel-Injections Systems, Proceedings I.M.E., tom 141, październik 1939.
- 8) Jessup R. S.: Compressibility and thermal expansion of petroleum oils in the range 0° to 300°C, Bur. Stan. Journal Res., Wash., strona 985—1039, 1930.
- 9) Librowicz B. G.: O fizyko-chemicznym rasczecie raboczego procesa w dizelach, „Raboczije procesy D.W.S.”, Maszgiz, 1946.
- 10) Loewy R.: Druckschwankungen in Druckrohrleitungen, Wiedeń, J. Springer, 1928.
- 11) Pischinger A.: Gemischbildung und Verbrennung im Dieselmotor, Wiedeń, J. Springer, 1939.
- 12) Prosecy wpryskiwania i raspyliwania topliwa. Monografia iz inostranoj literatury pod red. Wasiliewa, tom I i V. ONTI, 1936 i 1939.
- 13) Ricardo H. R.: The High-Speed Internal-Combustion Engine, Blackie & Sons, 1932.
- 14) Sass Fr.: Dieselmachines, I tom, drugie wydanie 1948, Springer, Berlin, Goettingen, Heidelberg.
- 15) Schweitzer P. H.: Penetration of Oil Sprays, Biuletyn nr 46, Pennsylvania State College, 1937.
- 16) Triebnigg H.: Untersuchungen an Pumpen und Brennstoffventilen fuer Dieselmotoren, Berlin V.D.I., Sonderheft, Dieselmachines V, 1932.
- 17) Umberto Montalenti: Calcola delle caratteristiche di funzionamento dei dispositivi di iniezione, Biuletyn Fiat Stabilimento Grandi Motori, Nr 4, strona 126—144, 1951.
- 18) Williams C. G., Wilson A.: Diesel Fuel Research at Thornton Research Centre, Londyn, Biuletyn D.E.U.A., październik 1948.
- 19) Wolfer H.: Der Zuenderzug in Dieselmotor, Forschungsheft V.D.I. 392, strona 15, 1937.

Zastosowanie ultradźwięków do obróbki skrawaniem

621.91.07:534.321.9

Mgr inż. MARIAN CHRZANOWSKI

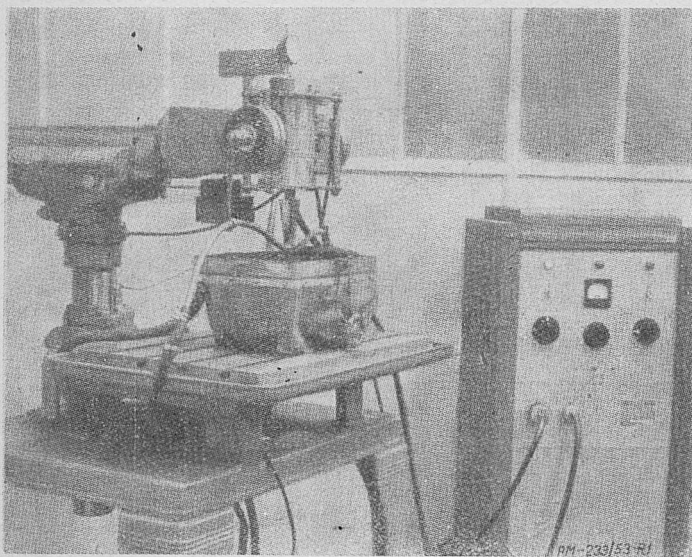
Bardzo młoda stosunkowo gałąź techniki ultradźwiękowej znajduje coraz szersze zastosowanie w przemyśle. Już dziś można naliczyć około osiemdziesiąt różnych zastosowań ultradźwięków. W technicznej literaturze światowej napisano już kilka książek oraz parę tysięcy artykułów na ten temat w ciągu ostatnich dziesięciu lat. Poniżej omówiono zastosowanie ultradźwięków do obróbki skrawaniem.

Cenną zaletą ultradźwięków jest to, że jako mechaniczne periodyczne drgania działają one bezpośrednio na cząstki materii, podczas gdy np. fale elektromagnetyczne działają na materię za pośrednictwem ładunków elektrycznych. Drugą cenną zaletą ultradźwięków jest możliwość osiągania gęstości przepływu energii fali ultradźwiękowej rzędu kilku do kilkunastu W/cm^2 (wg niektórych autorów udało się osiągnąć gęstość przepływu do $1 kW/cm^2$).

Fale ultradźwiękowe najlepiej przenikają ciała stałe i ciecze i to tym łatwiej, im mniejsza jest ich częstotliwość. Metale, minerały o dużej twardości oraz kryształy są dla ultradźwięków prawie zupełnie przezroczyste.

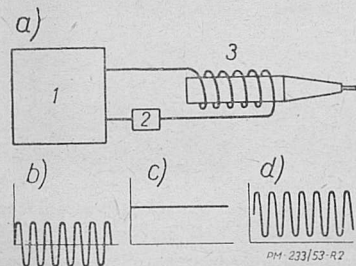
Jednym z ostatnich osiągnięć w dziedzinie ultradźwięków jest zastosowanie ich do obróbki skrawaniem.

Urządzenie ultradźwiękowe do obróbki skrawaniem przypomina nieco z wyglądu zewnętrznego wiertarkę (rys. 1).



Rys. 1. Urządzenie do obróbki za pomocą ultradźwięków. Z lewej strony widoczny przetwornik zamocowany w obsadzie wiertarki promieniowej w celu ułatwienia ustawienia go nad obrabianym przedmiotem. Na prawo widoczny generator prądów szybkodziennych.

Widoczny z prawej strony generator lampowy wytwarza szybkozmienne drgania elektromagnetyczne o częstotliwościach w zakresie 16000 do 29000 Hz. Drgania te są przekazywane do urządzenia zwanego przetwornikiem magnetostrykcyjnym. Przetwornik składa się z niklowego rdzenia (lub innego metalu ferromagnetycznego, jak np. nikiel lub kobalt, albo też ich stopów), na który nawinięte jest izolowane uzwojenie cewki. Cewka jest zasilana prądem szybkodziennym z generatora lampowego (rys. 2).



Rys. 2. a) — Schemat aparatu do obróbki ultradźwiękowej. 1 — generator prądu szybkodziennego, 2 — źródło prądu stałego, 3 — przetwornik z narzędziem; b) — wykres prądu szybkodziennego; c) — wykres prądu stałego; d) — prąd szybkodzienny o częstotliwości jak prąd pod b), ale jednokierunkowy wskutek nałożenia składowej szybkodzienniej z b) na stałą c).

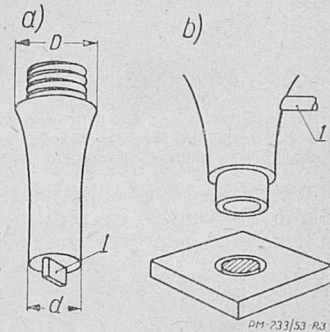
wy rdzeń kurczy się i wydłuża naprzemiennie z tą samą częstotliwością, stając się źródłem mechanicznych drgań ultradźwiękowych.

Na przetwornik nakręcony jest nagwintowany wibrator w kształcie stożka ściętego (rys. 3a i 3b), do którego przylu-

towane jest narzędzie skrawające o kształcie odpowiednim do kształtu jaki ma mieć przedmiot obrabiany po obróbce.

Narzędzie skrawające drga wraz z przetwornikiem. Amplituda tych drgań jest nieduża, wynosi bowiem średnio $0,01 mm$, przy czym wielkość jej zależy od stosunku $\frac{D}{d}$; im większy jest ten stosunek, tym większa amplituda drgań ultradźwiękowych.

Do przestrzeni między narzędziem skrawającym i obrabianym przedmiotem dostarczany jest materiał ścierny (węglik boru B_4C lub karborund SiC) w postaci drobnopiękistego proszku unoszonego w strumieniu wody. Po skierowaniu strumienia wody z materiałem ściernym na przedmiot obrabiany, wywierany jest lekki, nieprzerwany nacisk narzędzia skrawającego, które drgając z częstotliwością 16000–29000 Hz udziela olbrzymiego stosunkowo przyspieszenia drobnym cząstkom materiału ściernego. Cząstki te z kolei uderzają w przedmiot obrabiany z siłą przewyższającą ich własny ciężar $5000 \div 10000$ razy, wyrzucając w ten sposób cząstki materiału obrabianego.



Rys. 3. a) — Wibrator z gwintem do wkręcenia w przetwornik. Przyłutowana do dolnej powierzchni stożka płytka ze stali o twardości $42 \div 45 HRC$ służy do złobienia rowków dla łamacza wióra w nakładce z węglików spiekanych; b) urządzenie do wycinania otworu. Do dolnej części wibratora przyłutowano stalową rurkę. Przez rurkę i dostarczany jest materiał ścierny unoszony z wodą. Kreskowany krążek wycięty z płytki z węglików spiekanych może być wykorzystany do innego celu.

Istotną więc pracę skrawania wykonują nie narzędzie skrawające, które bywa najczęściej z miedzi lub miękkiej stali, lecz cząstki materiału ściernego pod działaniem drgającego z częstotliwością ultradźwiękową narzędzia.

Głębokość wnikania narzędzia w materiał obrabiany w czasie jednego drgania nie przekracza kilku atomów (przy skrawaniu najtwardszych materiałów), olbrzymia jednak szybkość drgań powoduje, że skrawanie przebiega szybko. W ten sposób miękkie stosunkowo narzędzie może przebiegać otwór, skrawać, szlifować, polerować, gwintować, frezować nie tylko hartowane stale narzędziowe, lecz również molibden, kwarc, szkło optyczne, węgliki spiekane, a nawet diamenty.

Narzędzia do tego celu wykonuje się m. in. ze stali węglowej o twardości $42 \div 45 HRC$. Szybkość skrawania zależy od twardości obrabianego materiału, amplitudy i częstotliwości drgań ultradźwiękowych, jak również od grubości ziarna materiału ściernego i mocy generatora lampowego, a ściślej — mocy przenoszonej przez przetwornik.

Stosując węglik boru o ziarnistości $280^{(1)}$ otrzymamy dokładność obróbki $0,05 mm$ przy chropowatości powierzchni $2,5 \mu$.

W celu otrzymania powierzchni wypolerowanej stosuje się pastę sporządzoną z materiału ściernego o ziarnistości 1600 do 2200 z olejem. Zużycie narzędzia jest niewielkie. W celu np. uzyskania otworu w płytce z węglików spiekanych za pomocą narzędzia z miękkiej stali na jeden otwór zużywa się jedno narzędzie.

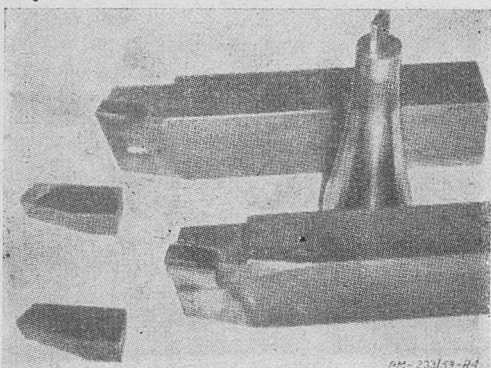
Przy wykonaniu bardzo głębokich otworów przepuszcza się narzędzie dwukrotnie przez otwór.

W celu wykonania np. matrycy z płytki z węglików spiekanych o grubości $3,2 mm$ do tłoczenia wypływowego, zużyto zaledwie 3 minuty. Wykonanie radełka z węglików spiekanych o grubości $9,5 mm$ i średnicy $19 mm$, o głębokości rowków $0,8 mm$ zajęło 26 minut przy zastosowaniu obróbki ultradźwiękowej, podczas gdy dotychczasowa metoda wykonania tej pracy wymagała 30 godzin. Jest to więc siedemdziesięciokrotne skrócenie czasu obróbki.

Ostrzenie narzędzi skrawających, a w szczególności nakładek z węglików spiekanych za pomocą ultradźwięków daje duże

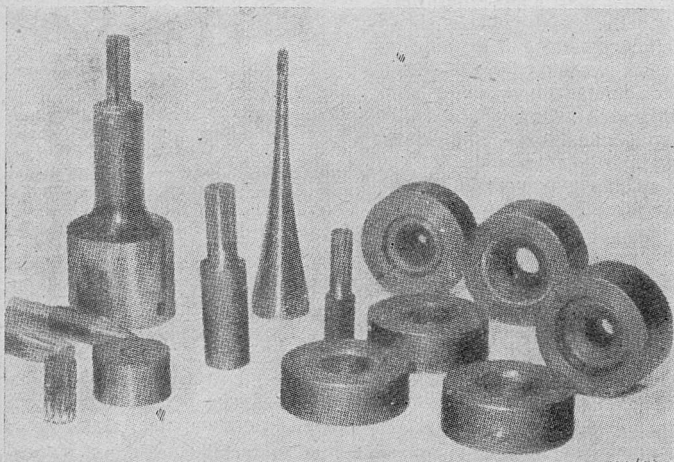
1) Liczba 280 oznacza, że na długości 1 cala (25 mm) znajduje się 280 oczek sita, przez które przechodzi materiał ścierny.

oszczędności na czasie. Na przykład uzyskanie odpowiednich kątów skrawania dla noża kształtowego z dokładnością do 3μ wymaga 14 minut przy zastosowaniu obróbki ultradźwiękowej, podczas gdy na wykonanie tej pracy za pomocą diamentowych ściernic zużywa się 7 godzin. Jest to więc zysk w czasie trzydziestokrotny



Rys. 4. Progi dla łamacza wiórów wykonane w nakładkach z węglików spiekanych za pomocą narzędzia widocznego na zdjęciu z prawej strony.

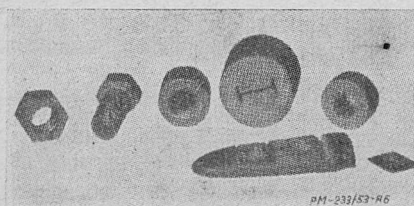
Wykonanie progów dla łamacza wiórów w nakładkach z węglików spiekanych narzędzi skrawających (rys. 4) zajmuje 30 sek do 2 min przy zastosowaniu metody ultradźwiękowej.



Rys. 5. Przeciagadła z węglików spiekanych i narzędzia służące do ich wykonania za pomocą ultradźwięków.

Na rys. 5 pokazano różne typy przeciagadeł z węglików spiekanych oraz narzędzia, za pomocą których wykonano otwory w przeciagadłach stosując ultradźwięki.

Jednym z bardziej interesujących zastosowań ultradźwięków jest nacinanie gwintów. Widoczna na rys. 6 (z lewej strony)



Rys. 6. Różne przedmioty wykonane obróbką przy zastosowaniu ultradźwięków.

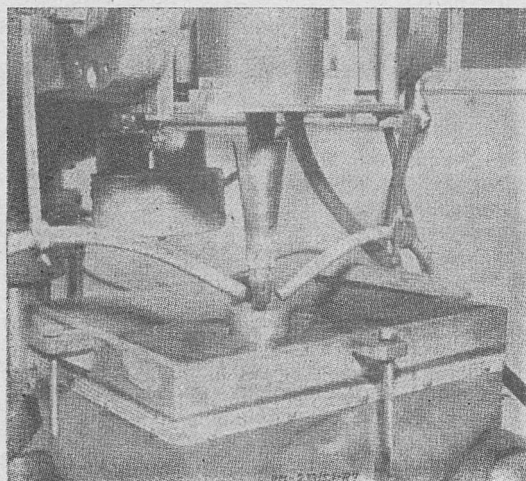
stożka wkręconego do przetwornika, a następnie nadano jej ruch obrotowy za pomocą specjalnego urządzenia. Inne przedmioty na rys. 6 — to obrabiana za pomocą ultradźwięków matryca (rys. 5), gwintowana nakrętka oraz syntetyczne kamienie jubilerskie.

Na rys. 7 pokazano sposób wykonywania stożkowego przeciagadła.

Na rys. 8 pokazano podcięcie w stopie łopatki turbinowej, nacięte za pomocą ultradźwięków. Narzędzie z miękkiej stali jest widoczne z tyłu.

Stosując ultradźwięki można nacinać gwinty wewnętrzne i zewnętrzne w materiałach o twardości dochodzącej do 95 HRC. Materiały miękkie jak ołów, cyna i materiały plastyczne nie nadają się do obróbki ultradźwiękami, gdyż wchłaniają one raczej materiał ścierny.

W celu otrzymania ścisłej tolerancji stosuje się najpierw obróbkę zgrubną, zostawiając naddatek materiału 0,05 mm, po czym wykonuje się obróbkę wykańczającą drugim narzędziem



Rys. 7. Przebijanie otworu w przeciagadle przy zastosowaniu ultradźwięków.

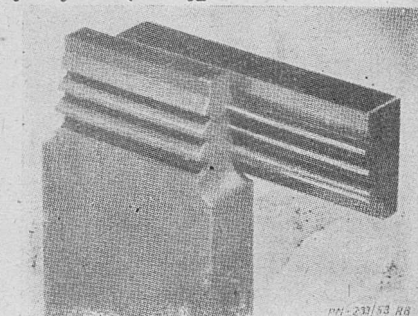
Za pomocą ultradźwięków szczególnie łatwo można wykonać wzorniki do wytłaczania wzorów w szkło, w metalu itp. Przy lutując np. monetę brązową lub medalion do stożkowej części przetwornika, możemy szybko (w ciągu kilku sekund) otrzymać dokładną podobiznę wizerunku lub rysunku w płycie z węglików spiekanych.

Jednym z najbardziej interesujących zastosowań jest wiercenie otworów o dowolnym przekroju poprzecznym (okrągłym, owalnym, wielokątnym) oraz o wzdłużnej osi zakrzywionej.

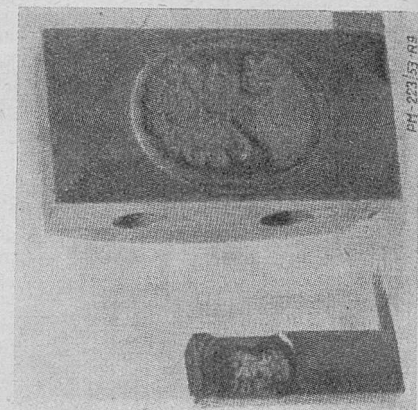
Jak widać z powyższego, opisana metoda przedstawia zupełnie nowe możliwości obróbki materiałów o dużej twardości, w szczególności — nieprzewodników.

Jeżeli chodzi o obróbkę metali (przewodników prądu elektrycznego), to metoda ta ma silnego konkurenta w obróbce elektro-iskrowej i anodowo-mechanicznej.

Dużą zaletą metody obróbki za pomocą ultradźwięków jest prostota obsługi: pracę może wykonywać robotnik zupełnie niewykwalifikowany, ponadto praca jest zupełnie bezpieczna, gdyż robotnik nie ma do czynienia z ostrymi narzędziami, ani z prądem elektrycznym, o napięciu niebezpiecznym dla niego, ponadto przedmiot obrabiany nie podlega zmianom chemicznym lub metalurgicznym w czasie obróbki. Naprężenia wewnętrzne powstałe w wyniku obróbki są znikome, nie ma więc odkształceń, utlenienia lub odpuszczania i rys powierzchniowych.



Rys. 8. Złobienie podcięć w stopie łopatek turbin parowych. Materiał łopatek — węgiel tytanu. Z prawej strony widać narzędzie z miękkiej stali.



Rys. 9. Przykłady wytłaczania wizerunków w płycie z węglików spiekanych. Narzędziem wytłaczającym był mosiężny medalion przylutowany do przetwornika magnetostrykcyjnego, drgającego z częstotliwością ultradźwiękową.

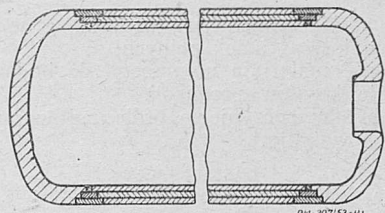
Literatura

1. Prof. inż. I. Malecki — Ultradźwięki. Problemy 9/53.
2. De Groot G. H. — Soft Steel and Ultrasonicsmachine Carbide. (The American Machinist, 15.9.52).
3. Werkstattstechnik und Maschinenbau 7/53.
4. The Machinist 26.9.53.
5. Mechanical Engineering, July 1953.

Wielowarstwowe zbiorniki wysokociśnieniowe

621.595+621.181.41:621.9—419

Od kilkunastu lat w ZSRR i w innych krajach przystąpiono — ze względu na potrzeby przemysłu chemicznego oraz oszczędności materiałów — do budowy zbiorników na wysokie ciśnienie, zamiast z materiału jednolitego, z walczaków wielowarstwowych, odpowiednio przygotowanych i spawanych elektrycznie (rys. 1).



Rys. 1. Szkic zbiornika wielowarstwowego

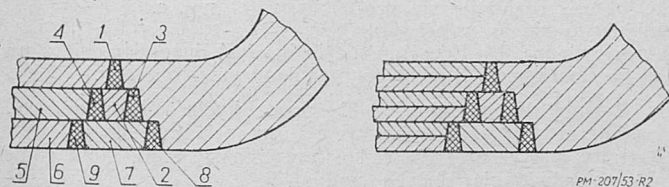
Proces wykonywania da się podzielić na dwa sposoby: a) wzajemnego nasuwania na siebie cylindrów i b) nawijania specjalnych taśm stalowych na podstawowy cylinder.

Sposób wykonywania pierwszych jest następujący: wykonuje się walczak podstawowy o średnicy wewnętrznej takiej, jaką będzie posiadać projektowany zbiornik (rys. 2). Blacha tego walczaka powinna być grubsza niż dalsze walczaki (warstwy) i wykonana z materiału odpowiadającego technologicznym warunkom pracy zbiornika.

Po zwinięciu i spojeniu podstawowego walczaka, prześwietla się go promieniami Roentgena i dokonuje próby szczelności. Następnie zwiija się drugi cylinder o średnicy wewnętrznej odpowiadającej średnicy zewnętrznej walczaka podstawowego i nieco od niego krótszy.

Drugi cylinder, jak również i następne, muszą być wykonane dokładnie do średnic zewnętrznych poprzednich cylindrów i są wciągane wzajemnie na siebie przy pomocy specjalnych uchwytów, zakładanych na końce i środek walczaka, oraz wciśku hydraulicznego.

Sposoby wykonania poszczególnych cylindrów są dwojakie: albo wykonuje się cylinder normalnie spawany i naciąga się go na walczak poprzedni, albo też zwinięty cylinder naciąga się na walczak poprzedni i wtedy zespawia się szew podłużny. Pierwszy sposób jest częściej stosowany. Szwy podłużne nie powinny się pokrywać, tylko winny być względem siebie przesunięte i symetrycznie rozłożone po obwodzie.



Rys. 2. Szczegóły połączeń warstw między sobą oraz z dnami. Kolejność operacji: do warstwy podstawowej przypawia się dno z obrzeżem odpowiednio obrobionym po czym nakłada się pierścień 2 o przekroju trapezowym i tak szeroki, aby pokrył spoinę 1, spawa się z dnem po czym naciąga się drugą warstwę 5 i przypawia do pierścienia 2; każdy następny pierścień musi mieć takie wymiary, aby pokrywał poprzednie spoiny i pierścienie.

Przeciętna grubość blach we wszystkich cylindrach wynosi 6 mm. W zbiornikach na bardzo wysokie ciśnienie i o ogólnej grubości ścianek, ok. 150 mm zewnętrzne warstwy są dodatkowo obciążane, tak aby przy wzrokowej kontroli robiły wrażenie materiału jednolitego. Na czym polega to obciążanie, literatura nie podaje. Dna dla zbiorników mniejszych wykonywane są z materiału jednolitego, w zbiornikach większych są również wielowarstwowe.

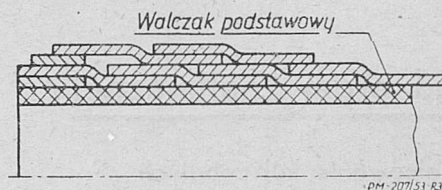
Pierwsze próby z tą produkcją były wykonane w 1931 r. Wykonano wtedy 2 zbiorniki doświadczalne, z góry przeznaczone do zniszczenia, o ściankach i dnach wielowarstwowych (12 warstw), ze zwykłych blach kotłowych o różnych grubościach. Całkowita grubość ścianek wynosiła 98 mm, $\varnothing$ zewn. 1700 mm i długość walczaka 2750 mm. Wg obliczeń winny były one ulec zniszczeniu przy ok. 4000 atn ciśnienia. Próby jednak zakończono przy ciśnieniach 1300 i 1390 atn, gdyż zbiorniki przy nich uległy rozerwaniu.

Mgr inż. STANISŁAW MARCZEWSKI

Próby te jednak, wg sprawozdania wykonawców, dały wyniki zadowalające, gdyż wykazały, że odkształcenia i fragmentacja (rozerwanie) ścianek były równomierniejsze niż w podobnych zbiornikach o ściankach pełnych.

W 1937 r. w tychże zakładach powtórzono próby na 2 zbiornikach, rozszerzając zakres badań. Nowe zbiorniki posiadały po 12 warstw każda grubości ok. 6 mm, całkowita grubość ścianki — ok. 90 mm i $\varnothing$ wewn. 670 mm. Każda warstwa była wykonywana w ten sposób, że z poszczególnych blach po podzieleniu wykonywano dwa identyczne cylindry dla dwóch zbiorników. Jeden z tych zbiorników zagrzano ponadto do temp. 620°C i dociskano od wewnątrz przez 3,5 godziny, a następnie studzono, obniżając stopniowo temperaturę po ok. 45° na godzinę. Obydwa zbiorniki uległy rozerwaniu przy następujących ciśnieniach: zbiornik „A” — nie ściskany dodatkowo — 4100 atn, zbiornik „B” — dodatkowo ściskany — 3800 atn.

W ZSRR już w okresie przedwojennym, a w czasie wojny 1939—45 w Niemczech, zaczęto stosować drugą metodę, polegającą na tym, że taśmy stalowe o specjalnych profilach były nawijane na walczak podstawowy (rys. 3), wykonany ze stali



Rys. 3. Nawijanie taśmy na walczak podstawowy

o właściwościach odpowiadających warunkom pracy zbiornika. Taśmy wykonane ze zwykłej stali o grubości 3 ÷ 6 mm nagrzewano prądem elektrycznym i nawijano przy użyciu prostych przyrządów, dostosowując do tych operacji normalne tokarki. Początki i końce taśm przypawano elektrycznie.

Wyższość tej metody nad poprzednią polega na tym, że nie ma potrzeby budowania specjalnych maszyn, unika się żmudnego i bardzo starannego wykonywania poszczególnych cylindrów i nie trzeba stosować docisków wewnętrznych poszczególnych warstw. Wadami są: trudności wprowadzania nawijanej taśmy rowkami w wypukłości, konieczność pooperacyjnego toczenia zbiorników i nagrzewania w czasie nawijania.

Przy omawianych metodach cylinder wewnętrzny jest wykonywany z materiału najwłaściwszego dla określonych warunków technicznych, cieplnych i chemicznych. Samo projektowanie i obliczanie tych zbiorników nie wymaga specjalnych przygotowań, gdyż oblicza się je wg wzorów Lamégo na zbiorniki pod ciśnieniem. Należy jednak przestrzegać zasady, że wewnętrzny cylinder winien być wykonywany ze stali o największych możliwych własnościach wytrzymałościowych.

Wg opinii prasy radzieckiej i zagranicznej, przed produkcją tego typu zbiorników jest ołbrzymia przyszłość. Ostatnie wymagania przemysłu chemicznego na zbiorniki wytrzymujące ciśnienia dochodzące do 500 atn oraz wysokie temperatury, często wysokoodporne na korozję, wpłynęły na poszukiwanie takich konstrukcji, które potaniłyby wykonanie tych zbiorników i pozwalały zarazem na użycie właściwych materiałów.

Przy wykonywanych obecnie zbiornikach grubościennych z jednego bloku walcowanego dochodzącego często do wagi 200 t, zachodzi konieczność wielokrotnej obróbki cieplnej i mechanicznej. Oprócz trudności, jakie nastręcza wytaczanie wnętrza cylindra oraz bardzo kosztownej robocizny, zachodzą tu straty materiałowe, sięgające 50% wagi cylindra surowego. Z tych względów zaczęto szukać tańszego i racjonalniejszego sposobu wytwarzania zbiorników dla wysokich ciśnień, wysokich temperatur i odpornych na korozję.

Wg konstrukcji wielowarstwowych, zakłady w ZSRR i za granicą wykonują zbiorniki i przewody o dużych średnicach dla wysokich ciśnień, zbiorniki z wykładkami kwasoodpornymi, z metalu szlachetnych i ognioodpornych dla temperatur do 800°C, do cieczy, gazów i plastycznych substancji chemicznych.

Teoria konstrukcji wielowarstwowych jest następująca: przy nakładaniu zewnętrznych warstw, wewnętrzna jest ściskana, a każda zewnętrzna rozciągana, a więc następuje sprzężenie poszczególnych warstw wewnętrznych, co powiększa wytrzymałość całej ścianki. W warstwach zewnętrznych, na skutek wta-

czania ich względnie nawijania na warstwy poprzednie, powstają naprężenia rozciągające, które jednak nie powinny przekraczać 55% dopuszczalnej wytrzymałości. Podczas pracy przy ciśnieniu wewnętrznym, różnica naprężeń w poszczególnych warstwach powiększa się. Dlatego przy wykonywaniu zbiorników należy dążyć do takiego układania warstw, aby nałożenie robocze było równomiernie rozłożone na obwodzie cylindra.

Współczynnik bezpieczeństwa dla zbiorników wielowarstwowych i nawijanych przyjmuje się obecnie 4,2. Próby dokonywane są wg ogólnych zasad, tj. $1,5 \times$ ciśnienie robocze.

* * *

Przeprowadzone próby, doprowadzające do rozerwania zbiorników wielowarstwowych pozwoliły wyciągnąć następujące wnioski:

1) pęknięcia na ściankach są umiejscowione i wskazują na równomierność rozkładu naprężeń;

2) każde pęknięcie jest uprzednio ujawnione w postaci wypukłości, po czym następuje pęknięcie w postaci podłużnej szczeliny, bez rozerwania jednak na kawałki;

3) szwy wykazują pełną wytrzymałość, pęknięcia powstają raczej w rodzimym materiale, a nie w szwach.

Przegląd prasy technicznej

Kucie i walcowanie kół zębatach

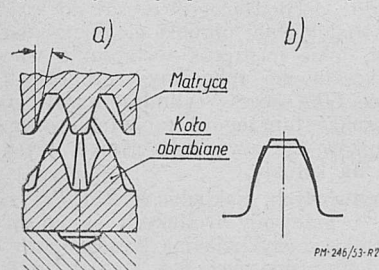
Półfabrykaty kół zębatach otrzymuje się przeważnie jednym z następujących sposobów: przez odcięcie z walcowanego wałka o odpowiedniej średnicy; przez spęczenie z wałka o mniejszej średnicy; przez odkucie w matrycach.

Zaletą pierwszej metody jest prosty sposób otrzymania półfabrykaty (tylko odcięcie z wałka), wadą natomiast — kierunek włókien równoległy do osi odciętego krążka, a zatem niekorzystny z punktu widzenia odporności zębów na uderzenia.

Znacznie lepszy jest sposób drugi, przy czym stopień spęczenia winien być możliwie jak największy, ażeby zapewnić korzystny promieniowy układ włókien w otrzymanym krążku. Zazwyczaj do spęczania bierze się wałek o długości $l = 2,5 d$ (d — średnica).

Praktycznie dobre wyniki daje metoda otrzymywania półfabrykaty przez spęczenie wałka o długości $l = 10 d$ w specjalnej formie (rys. 1), a następnie wykonanie z otrzymanego w ten sposób krążka odkuwki, wymagającej już tylko obróbki wykańczającej skrawaniem. Układ włókien w kołach zębatach wykonanych powyższą metodą jest na ogół promieniowy, toteż odznaczają się one zwiększoną wytrzymałością.

Przy obróbce plastycznej istotną rolę odgrywa kształt koła zębatego. Koła stożkowe mają kształt najlepiej odpowiadający warunkom kucia w matrycach. Przy kuciu kół tarczowych matrycę kształtującą umieszcza się w górnym położeniu (rys. 2) w tym celu, aby stykała się ona z odkuwany kołem tylko przez krótką cewkę — przy uderzeniu bijaka; w ten sposób uchronimy kuty materiał przed zbyt- nym ochłodzeniem podczas kucia.



Rys. 1.

Przy obróbce plastycznej istotną rolę odgrywa kształt koła zębatego. Koła stożkowe mają kształt najlepiej odpowiadający warunkom kucia w matrycach. Przy kuciu kół tarczowych matrycę kształtującą umieszcza się w górnym położeniu (rys. 2) w tym celu, aby stykała się ona z odkuwany kołem tylko przez krótką cewkę — przy uderzeniu bijaka; w ten sposób uchronimy kuty materiał przed zbyt- nym ochłodzeniem podczas kucia.

Opisana metoda obróbki kół zębatach pozwala na uzyskanie znacznych oszczędności. Przy wykonywaniu kół zębatego stożkowego przez frezowanie z pełnego krążka, zapotrzebowanie materiału na jedno koło wyniosło 800 g, czas zaś wykonania — 60 minut. Przy odkucia koła w matrycy zużyto 400 g stali, a całkowity czas wykonania koła wyniósł 8 minut.

W opisanym przykładzie użyto matrycy przedstawionej na rys. 3. Części 2, 3 i 4 wykonane są ze stali wolframowej

Wyrób zbiorników wielowarstwowych za granicą jest wprowadzany z pełnym przekonaniem, że tego rodzaju produkcja ma duże widoki powodzenia na przyszłość, gdyż na razie nie ma innych sposobów praktyczniejszych i oszczędniejszych, mogących zastąpić tę metodę, a to ze względu na następujące zalety.

a) daje możliwości wykonywania zbiorników o nieograniczonej średnicy i grubości ścianek;

b) pozwala stosować we wszystkich przypadkach stale szlachetne na warstwy podstawowe, a więc i praktyczne wykonywanie z każdego materiału;

c) możliwość osiągnięcia równomiernych naprężeń w całej grubości ścianki;

d) wytrzymałość ścianek jest większa, a w każdym razie równa wytrzymałości ścianek pełnych;

e) oszczędność materiału używanego do budowy, a tym samym potanień kosztów produkcji.

Wskazane byłoby poczynienie prób nad wprowadzeniem tej produkcji u nas w kraju.

Literatura

1. Amerikanskaja tiechnika i promyslenost, nr 2, 1946.
2. Chemical Engineering — 1948.
3. Chemical Machinery, R. E. Riegel, 1944.
4. Engineering and Boiler House Review, nr 12, 1944.
5. Survey of the Leading Manufacturers of Pressures Vessels, Fiat 577—1945.
6. Wiestnik maszynostrojenija, 1948.

(5 ÷ 10% W). Kształtującą część matrycy (z zębami) umieszczona jest w dolnej części przyrządu, ponieważ wykonywane koło stożkowe jest stosunkowo wysokie. Koła tarczowe, których wysokość w porównaniu do średnicy jest mała, odkuwa się — jak już wspomniano — w matrycy z ruchomą częścią kształtującą.

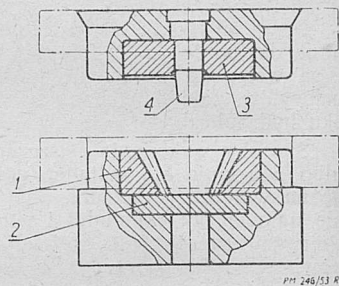
Kucie kół walcowych napotyka na szereg trudności. Operacja ta wymaga przede wszystkim podgrzewania materiału do wysokiej temperatury. Koła większych rozmiarów można wytwarzać przez prasowanie w formie przedstawionej na rys. 4. W tym przypadku bijak działa w kierunku osi koła, materiał zaś rozplynie się promieniowo aż do wypełnienia formy wieńca. Do tłoczenia niezbędne jest duże ciśnienie z uwagi na konieczność szybkiego przebiegu całej operacji.

Zasadniczymi trudnościami przy kuciu kół na gorąco są nadmierne nagrzanie i zużycie form, uciążliwe do wykonania kształty matryc oraz zjawisko kurczenia się stali, które zmusza do pozostawiania dużych naddatków na dalszą obróbkę skrawaniem. Wówczas jednak różnica pomiędzy kosztem nacinania zębów w pełnym materiale i obróbką zębów wytoczonych jest niewielka, a nawet ta ostatnia może okazać się droższa z uwagi na konieczność skrawania twardych powierzchni.

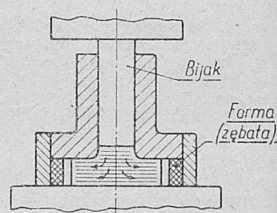
A zatem kucie walcowych kół zębatach większych rozmiarów wchodzi w rachubę tylko wówczas, gdy zależy na uzyskaniu kół wysokiej jakości

Koła walcowe mniejszych rozmiarów można kuć na zimno, materiał jednak powinien być uprzednio dobrze wyżarzony. W przypadku kucia na gorąco koło wymaga dodatkowej obróbki skrawaniem albo kalibrowania na zimno przy użyciu odpowiedniej matrycy, a następnie dokładnego szlifowania. Jednak i przy tej metodzie trwałość narzędzia jest mała, a wyrób kłopotliwy. Z powyższych względów kucie matrycowe kół zębatach walcowych nie rozpowszechniło się.

Na specjalną uwagę natomiast zasługuje o b r ó b k a k ó ł z ę b a t y c h p r z e z w a l c o w a n i e. Metoda ta zapewni prawidłowy zarys zęba bez dodatkowej obróbki

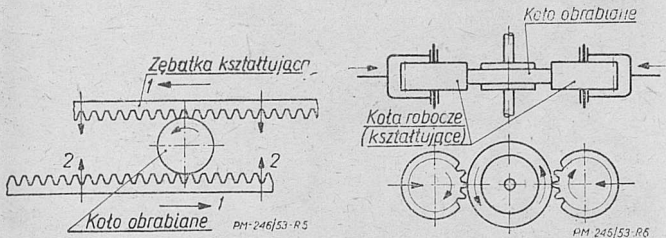


Rys. 3.

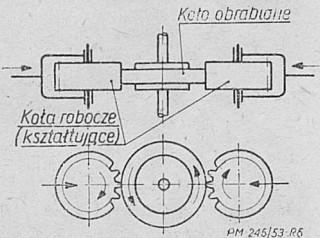


Rys. 4.

skrawaniem. Walcować można przy pomocy dwóch zębatek, które w przypadku wykonywania zębów ewolwentowych mają zarys prostoliniowy, a ruch posuwisto-zwrotny (rys. 5), lub też przy użyciu dwóch kół kształtujących (rys. 6). Koła te osadzone są na sianach i mogą być przesuwane ku środkowi koła walcowanego. Zęby otrzymuje się w wyniku stopniowego dociskania obu kół kształtujących, wykonujących jednocześnie ruch obrotowy.



Rys. 5.



Rys. 6.

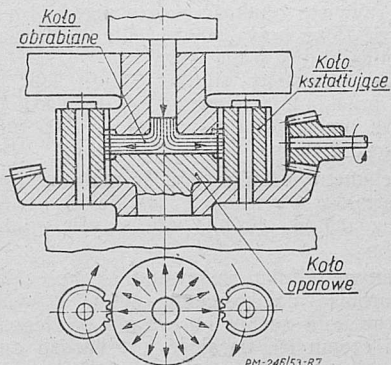
Lepsze jeszcze wyniki daje walcowanie zębów połączone z tłoczeniem. Materiał tłoczony w kierunku osi formowanego koła rozprzestrzenia się promieniowo i zapelnia stopniowo puste przestrzenie na obwodzie formy, gdzie jednocześnie jest kształtowany przez robocze koła zębate (rys. 7). Stała odległość osi tych kół zapewnia utrzymanie właściwej średnicy koła walcowanego, bez względu na ewentualne odchylenia wymiarowe krążka stanowiącego materiał wyjściowy.

Porównując obie metody, należy zauważyć, że przy pierwszym sposobie zęby robocze koła kształtującego wgniatają się stopniowo w materiał, w drugim zaś przypadku materiał wchodzi między zęby robocze.

Realizacja opisanych metod walcowania natrafia na trudności wynikające przede wszystkim ze zmiennego skurczu stali przy walcowaniu na gorąco.

Liczne badania w ZSRR, przeprowadzone przy użyciu specjalnych urządzeń doświadczalnych, wykazały, m. in. że podczas walcowania należy zmieniać kierunek ruchu kół kształtujących co 1 ÷ 2 sek. Wyniki doświadczeń doprowadziły do skonstruowania ulepszonych walcarek do kół zębatach, pracujących na zasadzie pokazanej na rys. 7.

W Czechosłowacji opracowano pewną odmianę metody walcowania zębów przy użyciu dwóch kół kształtujących, w której wyjściowy krążek materiału nagrzewa się przed walcowaniem prądem wysokiej częstotliwości. Krążek wsuwa się do wnętrza cewki induktora nagrzewczego, gdzie pozostaje przez kilka sekund w celu nagrzania do odpowiedniej temperatury, następnie przesuwany jest pomiędzy koła kształtujące. Zaletą tego sposobu jest to, iż nagrzewa się tylko obrzeże krążka, środkowa zaś jego część pozostaje zimna.



Rys. 7.

Główną zaletą opisanej metody jest szybkie nagrzewanie przedmiotu oraz względnie prosty proces, nie wymagający specjalnych umiejętności ani ostrożności.

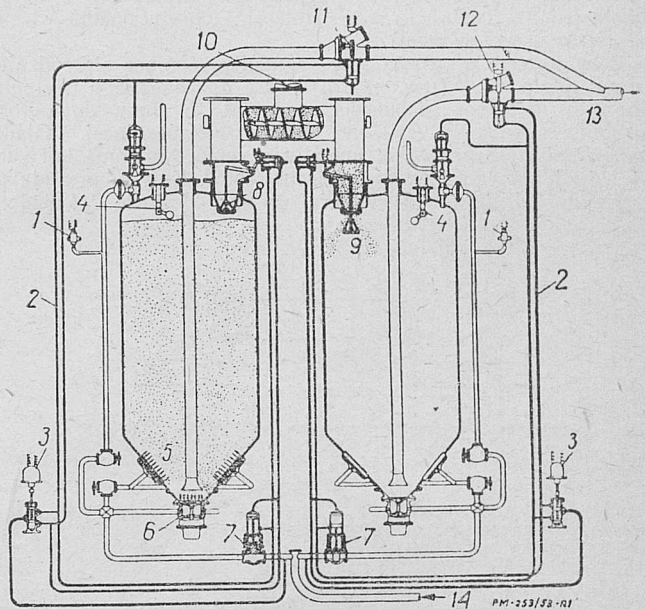
Walcowanie kół zębatach wykazuje szereg zalet w porównaniu z kuciem lub tłoczeniem. Całkowite opanowanie techniki walcowania umożliwi wytwarzanie w szybki, a więc ekonomiczny sposób kół zębatach, wytrzymujących duże obciążenia.

J. St. K.

(Hutnickie Listy, nr 8/53, str. 400).

Komorowy zasilacz do pneumatycznego transportu materiałów sypkich

Schemat zasilacza komorowego przedstawia rys. 1. Materiał zasypywany jest do komory zasilacza za pomocą nawrotnego przenośnika śrubowego tak długo, dopóki regulator napelnienia 4 nie prześle elektrycznego sygnału do elektropneumatycznego suwaka 3 rozrządu powietrza, powodując jego przestawienie. Wówczas powietrze rozrządzące płynie do komory zaworu zasypowego 8, zaworu 7 przewodu powietrza roboczego i zasuwu 11. Zawór zasypowy 8 zamyka się, a zawór 7 i zasuw 11 otwierają się. Sprężone powietrze robocze zaczyna swobodnie dopływać do komory zasilacza i wytwarzając z materiałem mieszaninę o odpowiedniej koncentracji transportuje ją do miejsca przeznaczenia. Po opróżnieniu komory ciśnienie w przewodzie opada i kontaktowy manometr 1 posyła sygnał do elektropneumatycznego suwaka 3 rozrządu drugiej komory, powodując z kolei jej opróżnienie sposobem analogicznym do wyżej opisanego. Podczas gdy materiał podawany jest z jednej komory do przewodu transportowego, druga komora napelniana jest za pomocą przenośnika śrubowego.



Rys. 1. Schemat automatycznego sterowania komorowymi zasilaczami do pneumatycznego transportu materiałów sypkich. 1 — manometr kontaktowy, 2 — przewody powietrza rozrządczego, 3 — elektropneumatyczny suwak rozrządu, 4 — regulator napelnienia, 5 — płytki ceramiczne, 6 — dysza powietrza, 7 — zawór wlotowy powietrza roboczego, 8 — zawór zasypowy zamknięty, 9 — zawór zasypowy otwarty, 10 — zasypywanie materiału, 11 — zasuw otwarty, 12 — zasuw zamknięty, 13 — mieszanina materiału z powietrzem, 14 — doprowadzenie sprężonego powietrza ze sprężarki.

Ważną zaletą zasilaczy komorowych tego typu jest intensywne spulchnianie materiału w dolnej, stożkowej części komory powietrzem doprowadzanym przez porowate ceramiczne płytki 5 i przez specjalną dyszę 6. Zastosowanie automatycznego rozrządu wymaga równomiernego doprowadzania materiału do przewodów rurowych (bez powstawania zatorów). Cel ten osiąga się właśnie przez intensywne spulchnianie i doprowadzenie materiału w górę pionowym przewodem.

Z zasilacza można przesyłać materiał do zbiorników lub silosów na odległość kilkuset metrów (do 2 km) z wydajnością do 200 t/godz. Przelączania zbiorników dokonują specjalne przełączniki na przewodzie sterowane zdalnie. Po napelnieniu zbiornika lub silosu odpowiadny regulator napelnienia przesyła impuls do przełącznika, wskutek czego następuje przełączenie na inny silos lub zatrzymanie komorowego zasilacza.

Opróżnianie silosu odbywa się również za pomocą pneumatycznych urządzeń, nadających pyłowym materiałom postać płynną w obszarze ich spustu, a więc przez spulchnianie materiału powietrzem z dołu. Materiał w tym przypadku odprawia się z silosu przez specjalne dolne lub boczne pneumatyczne spulchniacze.

Zasada spulchniania powietrzem (aeracji) materiałów pyłowych przy ich transporcie, zastosowana już w całym szeregu zakładów, umożliwiła zautomatyzowanie ciężkich i pracochłonnych robót. System ten zapobiega powstawaniu zatorów i zbijaniu się materiału, pozwala na obchodzenie się z materiałami

pyłowymi tak jak z płynami oraz zapobiega szkodliwemu pyleniu i stratom przy odprowadzaniu materiału z silosów do urządzeń transportujących. Automatem komorowe zasilacze, sterowane zdalnie przełączniki przewodów, regulatory napęnlania i inne urządzenia, stanowiące wyposażenie współczesnych zmechanizowanych zakładów i składów materiałów pyłowych, stosuje się w ZSRR w przemyśle aluminiowym i chemicznym, na dużych budowach w zakładach wyrobów betonowych i innych.

J. G.

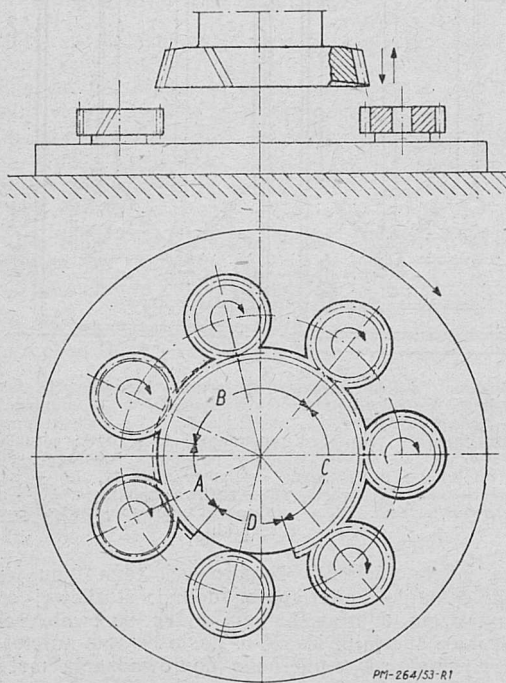
(Mechanizacja trudnych i ciężkich robót, nr 5/53, str. 43).

Zwiększenie wydajności obróbki obwiedniowej

Wydajność obróbki obwiedniowej można zwiększyć przez obrabianie jednym narzędziem i jednocześnie kilku kół zębatych; koła obrabiane ząbkują się jednocześnie z narzędziem w postaci koła zębatego o dużej średnicy.

Ustawienie kół obrabianych w stosunku do narzędzia przedstawia rys. 1. Narzędzie wykonuje jedynie ruch posuwisto-zwrotny, natomiast koła obrabiane, osadzone na wrzecionach obrabiarki, wykonują ruch obrotowy składający się z obrotu dookoła osi narzędzia (wraz ze stołem) i obrotu dookoła własnej osi (wraz z wrzecionem).

Zęby narzędzia tworzą trzy segmenty różniące się rodzajem ostrzy. Segment *A* (tzw. nakrój) służy do wstępnego nacinania zębów o niepełnej głębokości; segment *B* służy do obróbki zgrubnej, a segment *C* — do obróbki wykańczającej. Gładka część *D* obwodu narzędzia umożliwia zamocowywanie kół surowych i zdejmowanie kół po nacięciu zębów. Kąty odpowiadające segmentom *A*, *B*, *C* i *D* dobiera się na podstawie doświadczenia.



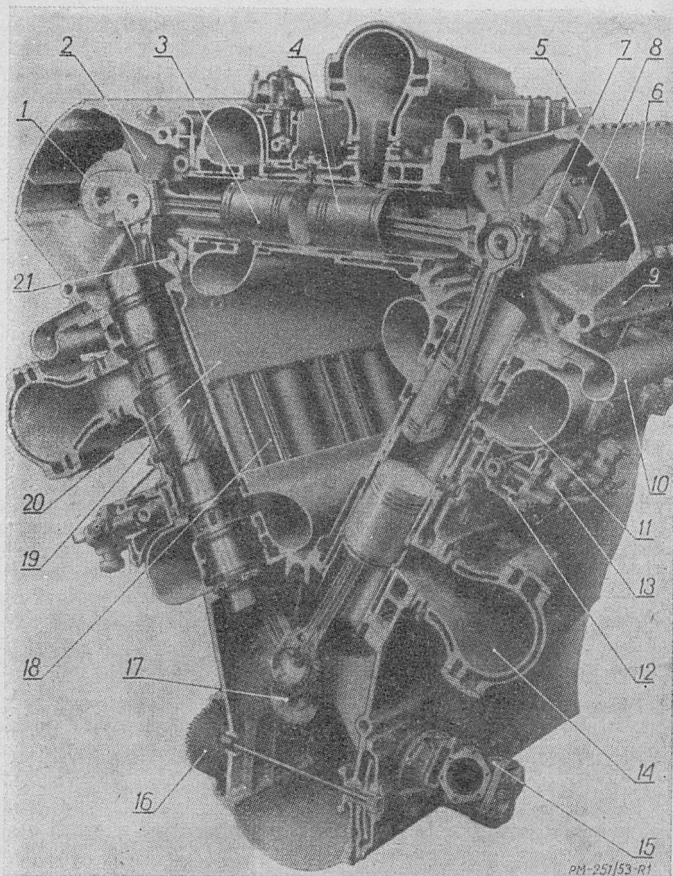
Opisaną metodą można nacinąć zęby proste i śrubowe, zęby kół blokowych, kół o zmniejszonej liczbie zębów, kół o wąskim wieńcu oraz wycinków zębatych. Średnica narzędzia powinna być przynajmniej 2,5 raza większa od średnicy kół obrabianych. Czas obróbki koła zębatego o module $m = 3$ mm i liczbie zębów $z = 40$ wynosi 0,85 min. Dokładność wykonania zębów jest wyższa dzięki temu, że obróbka zgrubna i wykańczająca odbywa się przy jednym zamocowaniu koła obrabianego.

W. S.

(Więstnik Maszynostrojenia, nr 8/53, str. 45).

Silnik wysokoprężny w układzie trójkątnym

Omawiany silnik wysokoprężny (rys. 1) o mocy 2500 KM w 18 cylindrach, umieszczonych w 6 rzędach w układzie trójkątnym, dwusuwowy, przelotowy, o tłokach przeciwbieżnych, zbudowany został głównie dla potrzeb okrętowych, ma jednak również szereg innych zastosowań ze względu na swoje zalety, polegające na dużej mocy i wysokiej sprawności (rys. 2) przy



Rys. 1. Przekrój poprzeczny silnika poprowadzony przez piąty rząd cylindrów. 1 — wał wykorbiony, 2 — skrzynia wału wykorbnego, 3 — tłok sterujący wlot powietrza, 4 — tłok sterujący wylot spalin, 5 — odpowiednie skrzynie korbowe, 6 — skrzynia wału wykorbnego, 7 — wał wykorbiony, 8 — pokrywa głównego łożyska, 9 — śruba łączna skrzyni wału korbowego, 10 — przewody do odprowadzania smaru, 11 — przewody doprowadzające powietrze, 12 — wał pompy wtryskowej, 13 — pompa wtryskowa, 14 — przewody odprowadzające spaliny, 15 — pompa dla chłodziwa, 16 — wałek napędowy pompy, 17 — wał korbowy, 18 — śruby łączne korpusu, 19 — tuleja cylindrowa, 20 — korpus silnika, 21 — wałek napędu dmuchawy.

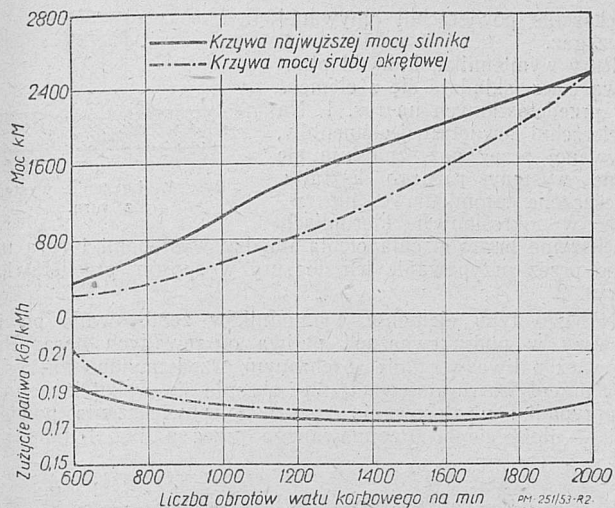
stosunkowo prostej budowie, małym ciężarze i niewielkiej zajmowanej przestrzeni.

Wielkości charakterystyczne silnika są następujące: średnica cylindra — 130,2 mm, skok — 184,15 mm, moc najwyższa — 2500 KM przy 2000 obr/min, moc znamionowa — 1875 KM przy 1700 obr/min, całkowita pojemność skokowa cylindra — 88,2 dm³, rzeczywista objętość skokowa cylindra — 86,8 dm³, średnia prędkość tłoka przy 2000 obr/min jest równa 12,2 m/sek, średnie ciśnienie indykowane przy najwyższej mocy wynosi 6,4 kG/cm², ciężar własny silnika — 3970 kG, tj. 1,6 kG/KM, ciężar wraz z przekładnią nawrotną — 4780 kG, tj. 1,9 kG/KM, długość wraz z przekładnią nawrotną — 3,05 m, szerokość — 1,83 m, wysokość 2,16 m.

Składowe elementy silnika są dość małe, co pozwala na stosowanie materiałów używanych zwykle do budowy silników lotniczych oraz metod obróbki właściwych produkcji silników lotniczych.

W opisywanym silniku stosowane są np. całkowicie hartowane wały korbowe, cienkościenne panewki wylane brązem ołowinym oraz koła zębate hartowane powierzchniowo i szlifowane, dzięki czemu ich trwałość jest bardzo duża. Wszystkie elementy, jak również główne zespoły silnika, np. przekładnia nawrotna, skrzynia prędkości, dmuchawa przepływająca cylindry itp. są wymienne.

Charakterystyczną cechą silnika jest umieszczenie cylindrów w układzie trójkątnym — równobocznym (w przekroju poprzecznym silnika). Przy takim układzie cylindrów dolny wał korbowy musi się obracać w przeciwnym kierunku, niż wały górne. Tego rodzaju układ trójkątny przynosi dwie bezpośrednie korzyści. Po pierwsze uzyskuje się przesunięcie fazy między wykorbieniem wlotowym a wlotowym równe 20° (wykorbienie wylotowe wyprzedza wykorbienie wlotowe), co umożliwia otrzymanie najkorzystniejszego układu pod względem przepłukiwania i ładowania cylindrów. Po drugie czoł każdego wykorbienia jest



Rys. 2. Krzywe charakteryzujące moc i sprawność silnika w układzie trójkątnym o mocy 2500 KM.

połączony z jednym tłokiem sterującym wlot powietrza i z jednym tłokiem sterującym wylot, wskutek czego obciążenie każdego z czopów i moc przenoszona na wał przez każde z wykorbień są jednakowe. Ponieważ każdy z wałów ma sześć wykorbień rozmieszczonych w ten sposób, że zapłony przebiegają w normalnej kolejności (1, 5, 3, 4, 2, 6), przeto silnik osiemnastocylindrowy ma jednakowe odstępy między zapłonami równe 200, dzięki czemu praca silnika jest b. równomierna.

Korpus silnika trójkątnej postaci składa się z trzech jednakowych bloków cylindrowych mieszczących po sześć cylindrów, odlanych ze stopów glinu i umieszczonych na jego bocznych ścianach, oraz z trzech skrzyń korbowych umieszczonych w narożach; dwie górne skrzynie są jednakowe, dolna — głębsza w przekroju — stanowi podstawę silnika, a jednocześnie służy jako zbiornik i odprowadzenie oleju do smarowania. Bloki cylindrowe i skrzynie wałów korbowych są połączone śrubami w ten sposób, że każda ze śrub przechodzi na wskroś przez jeden z bloków cylindrowych i dwie przeciwległe skrzynie korbowe. Śruby są wykonane ze stali o bardzo wysokiej wytrzymałości ze względu na to, że przenoszą pełne obciążenie tłoków. Silnik, dzięki swej trójkątnej obudowie, wyróżnia się wielką sztywnością i wytrzymałością.

W. S.

(Mechanical Engineering, nr 8/53, str. 649).

Chromowanie tulei cylindrowych

Użycie ciężkich olejów opałowych jako paliwa do okrętowych silników wysokoprężnych spowodowało stosunkowo szybkie zużywanie się tulei cylindrycznych.

Ten stan rzeczy skłania do przeprowadzenia szczegółowej analizy zjawisk i szukania środków zaradczych. Jednym z najbardziej skutecznych okazało się chromowanie gładzi cylindrowych.

Warstwa chromu posiada bardzo wysoką twardość rzędu $1000 \div 1150 H_B$, niski współczynnik tarcia i wielką odporność na korozję. Ponieważ gładka powierzchnia warstwy chromu nie jest korzystna, proces pokrywania chromem należy prowadzić tak, aby w rezultacie można było uzyskać określoną porowatość, dzięki której smar lepiej utrzymuje się na powierzchni. Chromowanie przeprowadza się w kąpeli kwasu chromowego przy temperaturze poniżej 650°C , zaś grubość warstwy utrzymuje się na ogół w granicach $0,03 \div 2,5 \text{ mm}$. W przypadku silników wysokoprężnych na ogół dla paliw napędowych grubość warstwy chromu wynosząca $0,8 \text{ mm}$ jest dostateczna, natomiast dla olejów opałowych korzystniej jest zwiększyć grubość warstwy do $1,5 \text{ mm}$.

Przy konstruowaniu tulei należy unikać ostrych krawędzi, na których następuje zagęszczanie linii prądu, powodujące nierównomierne odkładanie się chromu. Prawidłowe osadzanie się warstwy chromu uzależnione jest również od owalizacji tulei, od nierówności obróbkowych itp.; w związku z tym gładź tulei przed chromowaniem powinna być dokładnie obrobiona, np. wstępnie doglądzona (honowana).

Nierównomierne układanie się warstwy chromu może być spowodowane wszelkimi zagłębieniami, jamami, wżerami, skazami powierzchniowymi gładzi itp. (rys. 1). Wymiary tych uste-

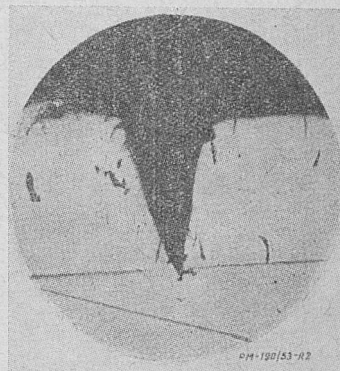
rek powiększają się w trakcie odkładania się chromu. Rys. 2 przedstawia skazę powierzchniową warstwy chromu o wielkości $0,3 \mu$, powstałą na skutek inkluzji ziarna żużla w żeliwie o średnicy około $0,02 \text{ mm}$ — przy grubości warstwy chromu $0,4 \text{ mm}$. Stożkowy kształt zagłębienia świadczy o tym, że wielkość skazy wzrasta w miarę powiększania się grubości warstwy chromu. Jamy odlewnicze znajdujące się na głębokości $0,5 \text{ mm}$ pod powierzchnią gładzi tulei wywierają widoczny wpływ na równomierność odkładania się chromu (rys. 3).

Jak wynika z przeprowadzonych doświadczeń, usterki tego rodzaju nie obniżają sprawności silnika, o ile nie występują w przestrzeni spalania i nie pokrywają powierzchni większej niż wysokość pierścienia. W przypadku przeciwnym występują przedmuchy. Stwierdzono również, że stosowane obecnie metody pokrywania chromem zabezpieczają należyte związanie warstwy chromu z podłożem, przy czym nie zaobserwowano zjawiska łuszczenia się warstwy chromu.

Opublikowane zostały niektóre wyniki pomiarów dokonanych np. na czterosurowym silniku okrętowym wysokoprężnym o wymiarach ϕ cylindra — 650 mm , skok — 1400 mm , pracującym z doładowaniem. Dwie tuleje cylindrowe, z których jedna była chromowana, znajdowały się pod obserwacją podczas biegu silnika w ciągu 20772 godzin, tj. w ciągu około trzech lat. Tuleja niechromowana wykazała przeciętnie zużycie wynoszące około $0,115 \text{ mm}$ na 1000 godzin, podczas gdy zużycie tulei chromowanej wyniosło zaledwie $1/5$ zużycia tulei niechromowanej, tj. $0,024 \text{ mm}$ na 1000 godz.



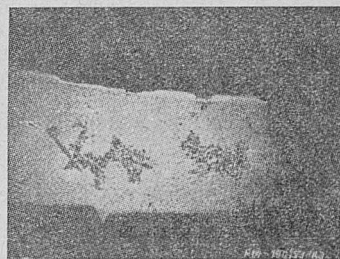
Rys. 1. Warstwa chromu w powiększeniu w miejscu lokalnego wgłębienia.



Rys. 2. Przekrój przez warstwę chromu ułożoną na stali; widoczne zagłębienie w warstwie spowodowane wtrąceniem żużla.

Po trzech latach pracy warstwa chromu została jednak starą do rdzenia żeliwnego na powierzchni od miejsca osadzenia tulei aż do jej górnego czoła. Poniżej osadzania warstwa chromu pozostała nienaruszona, przy czym stwierdzono wszędzie dobre związanie warstwy chromu z podłożem, jak również brak wszelkich oznak łuszczenia się.

Jedną z firm okrętowych (Fiat) stosuje również chromowanie pierścieni tłokowych celem uniknięcia szybkiego ich zużywania się. Inne natomiast wytwórnie silników okrętowych na podstawie dokonanych obserwacji stwierdziły, że nie ma różnicy w zużywaniu się pierścieni chromowanych i niechromowanych, i to zarówno w przypadku stosowania jako paliwa zwykłych olejów napędowych, jak i ciężkich olejów opałowych.



Rys. 3. Przekrój tulei cylindrowej chromowanej; widoczny wpływ wad odlewniczych żeliwa na grubość warstwy.

Holenderskie wytwórnie silników okrętowych wyrażają się na ogół korzystnie o tulejach cylindrowych chromowanych i stosują je prawie zawsze w swoich konstrukcjach. Wytwórnie te przeprowadziły również badania w zakresie zachowania się pierścieni chromowanych. Badania te jednak nie wykazały pozytywnych wyników chromowania pierścieni. Pierścienie chromowane, założone do silnika o tłokach przeciwbieżnych, wykazały zużycie już po 200 godz. biegu. Jednocześnie stwierdzono, iż koszty związane z chromowaniem tulei tego silnika są tak wysokie, że zabieg ten kosztuje mniej więcej tyle, co wyprodukowanie nowej tulei.

Próby, mające na celu określenie trwałości tulei cylindrowych chromowanych, prowadzi się nadal. Między innymi doko-

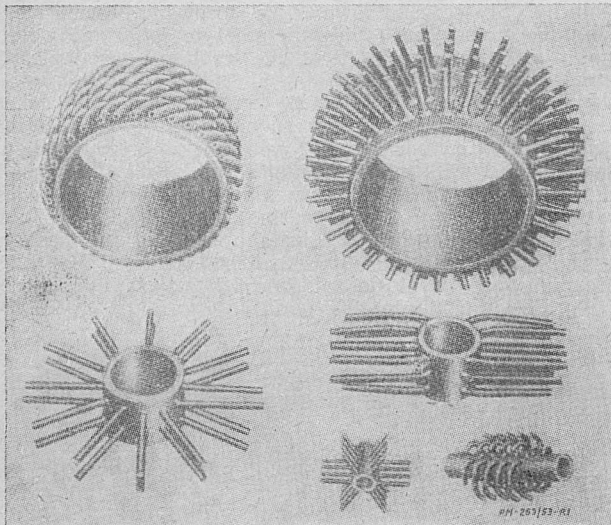
nuje się badań na silnikach obustronnego działania; w tym celu wykorzystano okoliczność, iż na jednym z okrętów zainstalowane są dwa silniki pracujące równolegle i jeden z nich zaopatrzony jest w stalowe tuleje cylindrowe chromowane, zaś drugi — w normalne tuleje żeliwne.

(Motor Ship, nr 7/53, str. 151).

Z. R.

Wymienniki ciepła z powiększoną powierzchnią

W wymiennikach ciepła przejmowanie ciepła pomiędzy ścianką i gazem jest zawsze znacznie mniejsze niż pomiędzy ścianką i cieczą. W celu zwiększenia ilości ciepła przejmowanego po

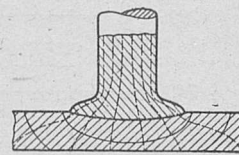


Rys. 1. Elementy wymienników ciepła.

stronie gazu wprowadzono ostatnio nowe konstrukcje wymienników ciepła, których cechą charakterystyczną jest znaczne

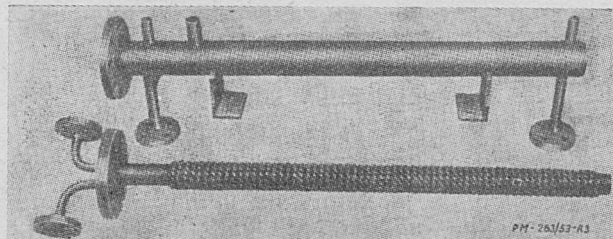
zwiększenie powierzchni omywanej przez gaz.

Rury wymiennika, którymi przepływa ciecz, składają się z elementów przedstawionych na rys. 1. Na powierzchni zewnętrznej elementów, omywanej przez gaz, znajdują się liczne występy różnego kształtu, umieszczone promieniowo lub zagięte w określonych kierunkach. Zwiększenie przewodzenia ciepła między występami i rurą uzyskano przez przypawanie ich do rury w sposób przedstawiony na rys. 2.



Rys. 2. Łączenie występów z rurą.

Nowego typu elementy wymienników zastosowano po raz pierwszy w podgrzewaczach paliwa ogrzewanych parą. Podgrzewacz paliwa w stanie rozłożonym przedstawiono na rys. 3. Para przepływa rurą wewnętrzną i skrapla się, wskutek czego — w przypadku niestosowania znacznego powiększenia powierzchni — ilość ciepła przejmowanego przez paliwo byłaby bar-



Rys. 3. Podgrzewacz paliwa w stanie rozłożonym.

dzo mała. W rozwiązaniu przedstawionym na rys. 3, dzięki zastosowaniu elementów o dużej powierzchni, wymiary podgrzewacza mogą być znacznie mniejsze niż w przypadku stosowania rur gładkich.

Obecnie czynione są próby zastosowania wymiennych elementów w budowie kotłów.

(Konstruktion, nr 9/53, str. 305).

W. S.

Wiadomości SIMP

Uchwała Prezydium Zarządu Głównego SIMP dotycząca konkursu na najlepszy opis pracy koła zakładowego

„Prezydium ZG SIMP na posiedzeniu w dniu 7 stycznia 1954 r. po zaznajomieniu się z warunkami konkursu, ogłoszonego przez Naczelną Organizację Techniczną i Komitet do Spraw Radiofonii „Polskie Radio“, a dotyczącego najlepszego opisu pracy stowarzyszeniowego koła zakładowego — zaleca wszystkim członkom SIMP jak najszerzy udział w konkursie, co pozwoli na zebranie obszernego materiału dla ustalenia metod i zakresu pracy kół zakładowych SIMP w walce o postęp techniczny i wykonanie planów produkcji w zakładach pracy“.

Z działalności Komisji Remontowej ZG SIMP

Zgodnie z brzmieniem rezolucji Krajowej Narady Remontowej z 1952 r. oraz Uchwałą Prezydium Rządu nr 126/53 z dnia 14.II.1953, NOT oraz zrzeszone w niej stowarzyszenia naukowo-techniczne powinny do programu swojej działalności organizacyjnej i naukowo-technicznej włączyć zagadnienia programowe i szkoleniowe oraz inicjować stałą wymianę doświadczeń z dziedziny gospodarki remontowej i walki o przedłużenie życia maszyn i urządzeń.

Doceniając doniosłość racjonalnej gospodarki konserwacyjno-remontowej, Zarząd Główny SIMP na posiedzeniu w dniu 1 października r. ub. powołał Komisję Remontową SIMP, powierzając jej kierownictwo *kol. inż. Józefowi Kowalskiemu*.

Mimo tego, że Komisja działa dopiero niespełna 4 miesiące, wyniki jej pracy są znaczne. Poza bowiem bieżącymi czynnościami, jak np. opiniowanie programów kursów inicjowanych przez oddziały terenowe, typowanie autorów w akcji odczytowej lub wykładów w akcji szkoleniowej, Komisja Remontowa SIMP przystąpiła do generalnego ustalenia wytycznych pracy Stowarzyszenia w dziedzinie spraw szkoleniowych, organizacyjnych, naukowych oraz publicystycznych i wydawniczych, mających związek z zagadnieniami remontowymi.

Wyrazem prac Komisji w dziedzinie szkoleniowej jest opracowany przez *kol. Mikołaja Gutowskiego* plan organizacji kursów, mających za zadanie podnoszenie kwalifikacji zawodowych

specjalistów w dziedzinie remontu obrabiarek, maszyn rolniczych, maszyn budowlanych oraz sprzętu transportu drogowego. Dla wymienionych wyżej czterech zasadniczych tematów kursów zostały już opracowane siatki godzin i szczegółowe programy nauczania, zaś w ciągu najbliższych pięciu miesięcy zostaną wydane odpowiednie skrypty.

W dziedzinie spraw organizacyjnych została opracowana pod kierownictwem *kol. Mieczysława Kalickiego* ramowa instrukcja dla szkół zakładowych SIMP, dotycząca ich działalności w dziedzinie remontów. Instrukcja ta, określająca formy współdziałania kół z Główną Komisją Z. G. SIMP oraz ustalająca w kołach działalność propagandową, odczytowo-szkoleniową oraz techniczną, będzie w najbliższym czasie rozesłana do wszystkich oddziałów terenowych Stowarzyszenia celem upowszechnienia jej w kołach zakładowych.

W chwili obecnej dyskutowany jest przez członków Komisji program rozwoju prac naukowych proponowanych przez SIMP w dziedzinie zagadnień remontowych. Program ten, opracowany przez *kol. Józefa Łapińskiego*, obejmuje te zagadnienia remontowe, które powinny znaleźć odbicie w pracach instytutów naukowo-badawczych, w programach nauczania na wyższych uczelniach itp.

Wreszcie czwartym tematem prac Komisji Remontowej SIMP jest ustalenie planów wydawniczych książek technicznych o tematyce remontowej oraz planu publikacji z dziedziny remontów zamieszczanych w czasopiśmie, wydawanych przez NOT.

Jak widać z podanego powyżej przeglądu działalności Komisji Remontowej SIMP, jej dotychczasowe osiągnięcia zmierzają w szybkim tempie do jak najszerzego spopularyzowania zagadnień remontowych na wszystkich szczeblach organizacyjnych Stowarzyszenia. Aby jednak działalność Komisji Remontowej była skuteczna, niezbędny jest jej bliski kontakt z ogniwami terenowymi. Te zatem oddziały oraz koła zakładowe, które w dziedzinie zagadnień remontowych wykazują działalność lub napotykają w tym zakresie na trudności w pracy, powinny niezwłocznie skontaktować się z Główną Komisją Remontową przy Z. G. SIMP.

Bibliografia

Zagórski Józef — KOTŁY PAROWE. Format A5, stron 574, rys. 295, tablic 38. PWSZ, Warszawa 1953. Cena zł 21,40.

Książka „Kotły parowe” jest pierwszym podręcznikiem dla palaczy, który w tak dużym zakresie i przystępnej formie podaje niezbędne im w pracy wiadomości podstawowo-teoretyczne, techniczne opisy kotłów i urządzeń współpracujących z kotłami oraz przepisy i instrukcje o ruchu kotłów.

Podręcznik napisany jest przede wszystkim dla szkolenia zasadniczego czy też uzupełniającego, zbiorowego, przy którym istnieje pełna możliwość rozwinięcia i dodatkowego omówienia trudniejszych czy mniej zrozumiałych miejsc w treści podręcznika.

Możliwość samodzielnego korzystania z podręcznika przez większość palaczy już pracujących będzie bardzo różna, a w wielu przypadkach znacznie ograniczona ze względu na niedostateczne ogólne przygotowanie, niewystarczającą umiejętność czytania rysunków technicznych, a może też częściową nieznajomość słownictwa technicznego.

W części opisowej podręcznika: palenisk, kotłów i urządzeń współpracujących, kotły z komorą paleniskową na pył, jako kotły największe i najnowocześniejsze, są opisane zbyt krótko, a urządzenia do wytwarzania pyłu, stanowiące najczęstszą część z komorą paleniskową, zostały oddzielone i opisane również niezbyt obszernie w dalszej treści, w urządzeniach współpracujących z kotłami.

Ostatnia część podręcznika, obejmująca przepisy o ruchu kotłów, winna być znacznie szerzej ujęta. W tej części winny być podane w odpowiedniej kolejności:

a) obowiązujące przepisy ogólne o pracy kotłów, wydane przez Urząd Dozoru Technicznego;

b) instrukcje ogólne o pracy kotłów i urządzeń współpracujących;

c) przykładowe, szczegółowe instrukcje obsługi kotłów parowych, po 2–3 instrukcje dla kotłów z rusztami mechanicznymi i z komorami na pył.

Jeżeli w treści podręcznika przedpada się palacza o różnych trudnościach i zaburzeniach ruchowych, to właśnie w części instrukcyjno-ruchowej należy, poprzez odpowiednie instrukcje, podać palaczowi jak ma prowadzić ruch kotła, ażeby uniknąć takich zaburzeń. Należy palaczowi wyjaśnić przyczyny i warunki powstawania zaburzeń, ich przebieg, udział czynników powiększających i zmniejszających zaburzenia oraz możliwości opanowania ich. Właściwej obsługi kotła palacz nauczy się w ruchu, jednak zasady poprawnego prowadzenia kotła winny być podane palaczowi już w podręczniku.

Praca powyższa nie jest całkowicie pozbawiona usterek i mimo dość obszernej erraty widzi się sporo przeoczeń w korekcie i tak np. nawet pod tytuł dotyczący młynów kulowych podany jest jako „młyny szybkie”, zamiast „wolnobieżne”. W podpisach pod rysunkami jest „sklepienie wążce” (rys. 141) zamiast „wiszące”, oraz „kocioł z rusztem posuwowym” (rys. 145) zamiast „podsuwowym”.

Tablice podawane w tekście zawierają wprawdzie dane często spotykane w literaturze krajowej i zagranicznej, nie zawsze jednak są zgodne z praktyką przemysłową; i tak np. w tablicy 21 podano stratę koksiku przy kotłach pyłowych do 6%, podczas gdy w praktyce, kotły rusztowe wykazują nie mniejszą stratę koksiku lotnego niż pyłowe, przy czym dla obu typów strata ta ma znacznie niższą wartość. Tablice 23 i 22 (wytyczne PKPG) nie dają wystarczającego obrazu spalania danego paliwa w danym typie kotła. Obciążenie rusztu taśmowego w tabl. 26 jest za wysokie, podobnie jak natężenie ciepłe komór paleniskowych poza danymi dla kotłów pyłowych. Pomieszczone rusztowny wg patentu „Lopuleo” z rusztowaniami produkowanymi przez firmę Babcock-Zieleniewski. W opisie kotłów okrętowych podano tylko kotły tzw. „szkockie”, przy czym pominięto inne kotły wodnorurkowe okrętowe. W tekście pominięto niektóre opisy i rysunki osprzętu ciężkiego jak np.: wznirków, włazów, zasuw na wylotach z leja itp. Zbyt mało miejsca poświęcono stalom stopowym.

Przy okazji należałoby zwrócić uwagę na jeszcze jedno przeoczenie, które dotyczy tej książki, a w którym nie powinno się zresztą dopatrywać złej woli ani ze strony Autora, ani ze strony Wydawnictwa; chodzi mianowicie o zbyt nikiłe podkreślenie współautorstwa poszczególnych części pracy, w opracowaniu których brał udział dawny asystent prof. Zagórskiego: inż. A. Zmysłowski, J. Kucowski. Ze względu na duży wkład ich pracy zasługują na to, by nazwiska ich ukazały się na stronie tytułowej, o czym również nie należy zapominać przy ewentualnym następnym wydaniu tej książki.

Ogólnie biorąc, podręcznik napisany jest dobrze i nadaje się do szkolenia i użytku palaczy obsługujących duże nowoczesne kotły parowe.

Zygmunt Ostrowski

A. A. Ignatow — MŁOTY MATRYCOWE. Przekład z języka rosyjskiego mgr inż. Kazimierza Bosackiego. Format B5, stron 368, rysunków 237, tablic 130. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 38,30.

Książka porusza wszystkie istotne zagadnienia związane z budową, konserwacją i remontem młotów matrycowych ze specjalnym uwzględnieniem młotów parowych (powietrznych) podwójnego działania typu normalnego, tj. z cieniem trzonem. W ważnym zakresie omówiono również młoty parowe innych typów oraz młoty cierne.

Poszczególne rozdziały książki obejmują: I. Ogólne wiadomości o młotach, II. Fundamenty młotów, III. Szaboty młotów, IV. Stojaki młotów matrycowych, V. Spadające części młotów, VI. Cylindry parowo-powietrznych młotów matrycowych, VII. Urządzenia rozrządu pary w młotach, VIII. Smarowanie parowo-powietrznych młotów matrycowych, IX. Cierne młoty matrycowe i warunki techniczne.

Zarówno przemysł, jak i uczelnia oraz użytkownicy od dawna odczuwali brak książki traktującej o młotach matrycowych w tak szerokim zakresie. Tłumaczenie książki „Młoty matrycowe” wypełniło lukę w naszej literaturze technicznej, która jest uboga w dzieła traktujące o kucie matrycowym i o maszynach stosowanych w kucnictwie.

W omawianej książce podzieleno młoty na 10 różnych typów konstrukcyjnych, mniej lub więcej szczegółowo opisanych. Znacznym ułatwieniem dla ruchowców byłoby podanie przez Autora, niezależnie od numeru konstrukcji młota, również nazwy zakładu wytwórczego, gdyż wg tych danych określa się w kucznictwie typ młota. Książka zawiera bogaty materiał i dużą ilość parametrów dla młotów wszystkich konstrukcji. Parametry te ujęte są w formie tabel i wykresów.

W wielu przypadkach spotyka się znaczne różnice w parametrach dla młotów o tej samej wielkości. Powodem tego jest wykonywanie młotów

przez różne firmy, co w konsekwencji nie daje jasnego poglądu na zagadnienia. W takich przypadkach Autor podaje swoje sugestie co do kierunku, w jakim iść należy.

Książka ta przyniesie duże korzyści konstruktorom młotów, studentom wyższych uczelni, wykonawcom młotów i użytkownikom. Wszyscy ci czytelnicy nie posiadali dotąd żadnego podręcznika, podającego dane dotyczące konstrukcji, wykonania, eksploatacji i remontu młotów.

Tłumaczenie wykonane zostało wzorowo; napotykały w nim jedynie drobne usterki, jak np. użycie trzech różnych wyrażań na określenie jednego i tego samego pojęcia: „wysokość wzniesienia bijaka (tłoka)”, „wysokość spadania bijaka (tłoka)” i wreszcie określenie właściwe — „skok bijaka (tłoka)”. Dalej napotykały wyrażenie: „długość bijaka w kierunku rowka na jaskółczy ogon” zamiast „wysokość bijaka...”; następnie podano: „Kulak nawrotny samochodu” zamiast powszechnie przyjętej nazwy „zwrotnica samochodu”.

Szata graficzna książki jest bez zarzutu. Należy tu podkreślić wysoką jakość wykonania rysunków, które są przejrzyste i w skali większej niż w oryginale, co wyszło na korzyść książki.

Zauważono następujące ważniejsze błędy:

str. 18 — tabl. 6 — poz. H: młot 2500 kG jest 3073, ma być 3078,

str. 19 — tabl. 6 — poz. V: młot 4000 kG jest 833, ma być 933,

poz. N: młot 5000 kG jest 3016, ma być 3061.

str. 52 — tabl. 26 — młot 6000 kG — tak w tłumaczeniu, jak i w oryginale jest błąd, a mianowicie:

jest 410 31,4 610 47 148,

ma być 450 34,6 650 50 145

str. 116 (wiersz 4 od góry) jest 2140, a ma być prawdopodobnie — 1740;

str. 210 (ostatni wiersz ponad tabelą) — jest: „płyty wyrównawcze”,

a ma być „kliny wyrównawcze”.

J. J.

Jan Łukaszek — PORADNIK TOKARZA-METALOWCA. Format A5, stron 316, rysunków 130, tablic 83. PWT, Stalinogród, 1953. Cena zł 25,20.

Plan sześciolletni — plan budowy podstaw socjalizmu w Polsce stawia przed naszym przemysłem między innymi poważne zadania szkolenia kadr robotniczych i technicznych.

W polskiej literaturze technicznej odczuwa się nadal brak podręczników i poradników, napisanych specjalnie dla szerokiego rzesz robotniczych. „Poradnik tokarza-metalowca”, którego autorem jest Jan Łukaszek, tokarz-racionalizator awansowany na mistrza warsztatowego, jest pierwszą tego rodzaju książką dostosowaną pod względem treści i ujęcia do potrzeb tokarzy przemysłu metalowego.

Poradnik składa się z dwóch zasadniczych części. Część pierwsza opisowa zawiera dwanaście rozdziałów, część druga — czterdzieści dwie tablice.

W części pierwszej podany jest w wstępie krótki rys historyczny rozwoju tokarek kłowych. Następnie omówiono konstrukcję tokarki, podając zasady działania najważniejszych jej elementów. W dalszym ciągu znajdujemy opis podstawowych robót tokarskich ze szczególnym uwzględnieniem nacinania gwintów i obliczania kół zmianowych przy toceniu gwintów o różnych skokach.

Rozdział szósty zawiera zasady skrawania nożami tokarskimi, podaje podstawowe rodzaje noży tokarskich i ich zastosowanie, oraz omawia materiały narzędziowe. W rozdziale następnym podane są zasady skrawania szybkościowego, ilustrowane rysunkami noży do obróbki szybkościowej z zaznaczeniem zakresu ich zastosowania. Dalsze rozdziały zapoznają czytelnika ze sposobami obliczania mocy tokarki, tolerancjami i pasowaniem średnic, oznaczeniem gładkości powierzchni oraz sposobami kontroli dokładności tokarki. Część pierwsza ilustrowana jest bogato rysunkami praktycznych rozwiązań warsztatowych z zakresu noży tokarskich, przyrządów mocujących przedmiot obrabiany oraz narzędzi kontrolnych.

W treści podano szereg tablic doboru warunków skrawania oraz geometrii ostrzy noży tokarskich.

Korzystanie z „Poradnika” ułatwią zamieszczone tablice Polskich Norm z zakresu gwintów i układu tolerancji średnic.

Część druga zawiera tablice szybkości skrawania dla szeregu materiałów obrabianych przy użyciu noży tokarskich ze stali szybko tnącej oraz płytkami z węglików spiekanych. Dalsze tablice podają szybkości skrawania i ilości przebiegów narzędzia przy nacinaniu różnego rodzaju gwintów. Bardzo cennym materiałem są rysunki noży tokarskich do obróbki szybko tnącej oraz tablice wielkości kątów ostrzy tych noży.

Podane noże opracowane zostały przez Przetwórczą Grupę Usprawnień Hutnictwa. Są to narzędzia bardzo wypróbowane i z tego względu bez wątpienia przyczynią się poważnie do rozwoju obróbki wysokowydajnej w szeregu zakładów przemysłowych.

Na końcu książki zawiera obszerne tablice doboru kół zmianowych do nacinania gwintów metrycznych, calowych i modułowych z uwzględnieniem różnego rodzaju śrub pociągowych tokarek.

„Poradnik tokarza-metalowca” zawiera wiele cennego materiału i jest bez wątpienia bardzo wartościowym wkładem do literatury technicznej. Będzie on popularny wśród wielu warsztatowców, którzy znajdą w nim swoje pomocnika i doradcę.

Poradnik przeznaczony jest zarówno dla doświadczonych tokarzy, którzy znajdą w nim wiele materiału potrzebnego w praktyce warsztatowej, jak i dla młodych i początkujących tokarzy, którzy korzystając z niego dużo się nauczą i tym samym będą mogli podnieść swoje kwalifikacje zawodowe.

Również wielu młodych techników może znaleźć w tej książce szereg odpowiedzi na interesujące ich zagadnienia z zakresu tokarstwa. W pewnym stopniu mogą korzystać również z „Poradnika” uczniowie technikum i szkoły zasadniczej, przy czym szczególnie ci ostatni zarówno w szkole, jak też stawiając pierwsze kroki na warszacie.

Największą zaletą tej książki jest to, że podaje ona materiały praktyczne, zawarte w rysunkach i tablicach będących wynikiem wieloletniej pracy szeregu robotników, techników i inżynierów, podaje rozwiązania różnych zagadnień spotykanych w codziennej pracy zawodowej, nie zagłębiając się zbyt w teoretyczną w tym przypadku teorię.

Należy tu podkreślić fakt, że „Poradnik tokarza-metalowca” jest wynikiem współpracy doświadczonego tokarza racionalizatora oraz inżyniera, który dopomógł Autorowi w metodycznym ujęciu treści i omówieniu podstaw teoretycznych.

Robotnicy naszego Zakładu w rozmowach na temat „Poradnika tokarza-metalowca” stwierdzili, iż niemożliwa jest rzecz aby podręcznik ten opracowany został przez samego tokarza. Robotnicy są zdania, że podręcznik

ten mógł być wprowadzony opracowany przez tokarza, ale takiego, który obecnie jest już technikami lub inżynierem, co w nagłówku nie zostało uwidocznione.

Wydać się słuszne, aby książka ukazała się na półkach księgarskich pod wspólnym autorem o b. Łukasza i inż. Kosibę co byłoby jeszcze jednym dowodem, że w marszu do socjalizmu personel inżynieryjno-techniczny idzie ramię w ramię z robotnikami.

Lucjan Kwiatkowski
Zakłady Mechaniczne „Ursus“

Mgr inż. J. T. Pindera — ZARYS ELASTOPTYKI. Format B5, stron 350, rysunków 250, tablic 12. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 28.—.

Należy z uznaniem podkreślić wysiłek Autora i PWT, który doprowadził do ukazania się pierwszego w polskim języku podręcznika z dziedziny elastooptyki. Nawet liczba innych publikacji (rozpraw, artykułów) — poza kilkoma artykułami Autora omawianego podręcznika — jest w naszym piśmiennictwie niewielka, co się tłumaczy faktem, że dopiero w Polsce Ludowej stało się możliwe podjęcie prac w tym kierunku, że wzrosło zainteresowanie dla metod badawczych, prowadzących do bardziej nowoczesnych metod konstruowania.

Rozpatrując warunki, którym winno czynić zadość projektowanie konstrukcji jak: pewność działania, lekkość, ekonomia w rozchodzie materiału i kosztach wytwarzania, oraz czynnik, od których zależne jest spełnienie tych warunków, a mianowicie: rodzaj i wielkość obciążeń, rozkład naprężeń i własności materiałów, Autor omawia szersze sposoby i etapy badań gotowych elementów konstrukcyjnych.

Podanie najważniejszych wiadomości z nauki wytrzymałości materiałów oraz metod badania rozkładu naprężeń jest bardzo celowe, gdyż pozwala lepiej zrozumieć rolę i znaczenie metody elastooptycznej. Przy omawianiu badań wytrzymałościowych tworzyw konstrukcyjnych Autor podaje m. i. dokładniej własności plastyczne, w szczególności materiałów używanych na modele dla badań elastooptycznych. Zgodnie z przeznaczeniem pracy stosunkowo dużo miejsca zostało poświęcone omówieniu doświadczalnych metod analizy rozkładu naprężeń. Autor nie tyle wchodzi w szczegóły metod, czy opis urządzeń, ile daje wskazówki praktyczne co do możliwości i celowości stosowania tej czy innej metody (nie dotyczy to metody elastooptycznej, której opis stara się Autor podać możliwie wyczerpująco).

Mając na uwadze, że większość omawianych metod, a zwłaszcza metoda elastooptyczna, mają zastosowanie w przypadkach płaskiego stanu naprężeń, podano podstawowe zależności wytrzymałościowe w płaskim stanie naprężeń. Użycie w tym rozdziale na określenie sił wewnętrznych w przeprowadzonym myślowo przekroju, terminu: „siły powierzchniowe“ jest nieistotne i niezgodne z przyjętym terminem: „siły wewnętrzne“. Podręcznik zawiera należyte objaśnienie linii charakterystycznych płaskiego stanu naprężeń jak: izokliny, trajektorie naprężeń głównych, trajektorie największych naprężeń stycznych, izochromy, izopachy, oraz tzw. punktów osłabliwych. Przy tym podano sposoby konstrukcji wymienionych linii oraz sposób określania kierunków głównych i wartości naprężeń głównych.

Przy omawianiu metod analogii podkreślone zostało ich znaczenie jako metod uzupełniających do badań elastooptycznych. Obiektywna wartość badań elastooptycznych, wykonywanych z reguły na modelach, zostaje uzasadniona prawem podobieństwa.

Przechodząc do omówienia podstaw optycznych elastooptyki, książka podaje podstawowe wiadomości z optyki falowej i geometrycznej. Szkoda, że Autor nie podał interpretacji zjawisk światłowych na gruncie teorii elektromagnetycznej światła co — wydaje się — byłoby celowe zwłaszcza przy omawianiu zjawiska polaryzacji. W szczególności zostało dokładnie omówione zjawisko dwójnośności wymuszonej polem naprężeń względnie odkształceń, będące podstawą elastooptycznych badań rozkładu naprężeń. W dalszym ciągu podręcznik omawia zjawiska optyczne zachodzące w polaryskopie, spowodowane ustawieniem w przestrzeni pomiarowej polaryskopu naprężonego modelu.

Opis aparatury elastooptycznej jest dokładny i zawiera wiele istotnych wskazówek praktycznych; podano tu nie tyle szczegółowy opis aparatury czy jej poszczególnych części, ile podkreślono zasadnicze warunki, które winny być spełnione, by można było osiągnąć poprawne i dokładne wyniki pomiarów, oraz zwrócono uwagę na najważniejsze środki i właściwości składowych części aparatury, mające zapewnić prawidłowy przebieg i wynik pomiarów.

Zarówno opis aparatury jak i analiza samej techniki laboratoryjnej stanowią cenną część książki, zwłaszcza dla pracowników, którzy bez wzorów i doświadczenia chcą podjąć samodzielne badania elastooptyczne.

Omawiając zarówno budowę aparatury jak i technikę pomiarów, zwrócono uwagę na elementy i materiały dostępne w kraju. Pewne układy, niektóre elementy i przyrządy, różne metody zostały opracowane i praktycznie wprowadzone przez Autora. Celowe jest zwrócenie uwagi czytelnika na najbardziej typowe źródła błędów.

Dla dopełnienia obrazu znaczenia i możliwości badań rozkładu naprężeń metodą elastooptyczną omówiono w końcu niektóre zagadnienia specjalne jak: metoda „zamrażania“, nadająca się do badań trójwymiarowego stanu naprężeń; metoda światła rozproszonego, umożliwiająca obserwację izochrom wprost na modelu, czy metoda ukośnego prześwietlania, umożliwiającą badanie trójwymiarowych stanów naprężeń itd.

Wreszcie podana na końcu książki obszerna literatura z rozbiorem na działy ogólne i bardziej specjalne, obejmująca zarówno dawniejsze prace klasyczne jak i najnowsze prace z dziedziny badań elastooptycznych, stanowi bardzo cenny przewodnik dla pracowników zajmujących się analizą rozkładu naprężeń różnymi metodami, a w szczególności elastooptycznymi.

Odnosnie doboru materiału książki i jej układu należy zwrócić uwagę na niektóre szczegóły podkreślające wartość książki i jej aktualność. Cenne są odczytane do prac specjalnych przy omawianiu pewnych ważnych zagadnień, na których szersze omówienie nie pozwalają ramy książki. Interpretacja zjawisk, pomiarów i wyników jest bardzo żywcia, świadcząca o znajomości potrzeb i trudności konstruktora z jednej strony, a z drugiej o rzeczowej ocenie możliwości wytrzymałościowych tworzyw.

Wiele z podanego materiału winno się znaleźć m. in. w programie nauczania zarówno wytrzymałości materiałów, jak i w nauce konstruowania nie tylko maszyn, lecz i budowli.

W sumie należy stwierdzić, że omawiana praca stanowi cenną i potrzebną pozycję w naszym piśmiennictwie naukowo-technicznym. Jej znaczenia i wartości w zasadzie nie umniejszają pewne drobne usterki, jak:

nieścisłości, dowolności terminologiczne, błędy stylistyczne czy błędy drukarskie; tych ostatnich jest niestety znacznie więcej, niż to zawierają dołączone „errata“ 1).

prof. dr Stefan Ziemia

Inż. Mieczysław Stankiewicz i inż. Józef Chromik — WYTAPIANIE STALI W PIECACH MARTENOWSKICH. Format A5, stron 195, rysunków 79, tablic 28. PWT, Stalinogród, 1953. Cena zł 12.—.

Książka ta jest przeznaczona dla wytapiaczy, mistrzów i techników stalowników oraz może służyć jako pomoc naukowa w średnich szkołach i technikach hutniczych. Ponadto jest ona bardzo użyteczna dla mechaników i elektryków, którzy chcieliby pogłębić swoje wiadomości w tej dziedzinie i zapoznać się z niezbędnymi dla wytapiania stali urządzeniami i sprzętem.

W obecnym okresie rozbudowy naszego przemysłu metalurgicznego zagadnienie fachowego przygotowania kadr jest nie mniej ważne, jak zagadnienie samej rozbudowy tego przemysłu, a książka niniejsza odda niewątpliwie cenne usługi i przyczyni się do podniesienia kwalifikacji zawodowych naszych stalowników.

Ukazuje się pracy poświęconej wytapianiu stali w piecach martenowskich należy powitać z uznaniem, jako jedną z wartościowych pozycji wydawniczych Państwowych Wydawnictw Technicznych.

Dużą zaletą książki jest fachowe i przystępne ujęcie tematu, dzięki czemu czytelnik zapoznaje się z procesem wytapiania stali w sposób łatwy tak z punktu widzenia teoretycznego, jak i praktycznego. Każda strona książki wzbogaca wiadomości czytelnika z dziedziny wytapiania stali dzięki ciekawemu powiązaniu poszczególnych rozdziałów.

W rozdziale I ujęto podstawowe wiadomości z zakresu chemii i odniesienia do procesu stalowniczego, opisując je w sposób łatwy do zapamiętania.

W rozdziale II podano zarys rozwoju historycznego procesu wytapiania stali oraz opis procesów sięgających najdawniejszych czasów. Omówiono więc proces dymarkowy, ogniska fryszerskie, piece pudlarskie, kończąc na nowoczesnych piecach obecnej doby. W rozdziale tym omówiono także w sposób praktyczny procesy chemiczne zachodzące w poszczególnych okresach rozwoju stalownictwa. Ponadto podano ogólnie wsad dla poszczególnych typów pieców niezbędny dla technologii wytapiania stali, następnie opis poszczególnych urządzeń i ich zasadnicze wymiary. Na stronach 36 i 37 tego rozdziału podano ustęp pt. „Rodzaje i klasyfikacja stali martenowskiej“; byłoby może właściwsze umieszczenie tego ustępu w rozdziale VI lub VIII, gdyż wówczas, po przeczytaniu poprzednich rozdziałów czytelnik miałby już pewien zasób wiadomości o żelazostopach i odleniaczach, o których krótką wzmiankę znajdzie tylko na stronie 25.

W rozdziale III, zatytułowanym „Piece martenowskie i rozplanowanie stalowni“ podano opis poszczególnych części pieca martenowskiego (trzon, tylna i przednia ściana pieca, sklepienie główne, systemy głowic, komory żużlowe, regeneratory, różne urządzenia rozrządzące na gaz i powietrze) w sposób ciekawy i dostępny, nie uciekając się do specjalnych przebiegów, podając natomiast wiele wiadomości w formie wymiarowej, schematycznej i rysunkowej. Należy żałować, iż zbyt pobieżnie potraktowano znaczenie komina, który jest nierozdzielalną częścią pieca, jakkolwiek znajduje się w pewnej odległości od samego pieca.

W rozdziale IV omówiono w sposób dostatecznie wyczerpujący zagadnienie materiałów ogniotrwałych stosowanych w stalowni. Byłoby pożądanie, aby każdy stalownik zapoznał się z tym opisem. Podano nie tylko rodzaje wyrobów ogniotrwałych i ich zastosowanie, ale także i rodzaje zapraw, przy czym określono ich własności pod względem chemicznym oraz pod względem zastosowania dla poszczególnych części pieca. Przeprowadzono tu podział wyrobów ogniotrwałych na trzy grupy: kwaśne, zasadowe i obojętne. Dalej omówiono zastosowanie dolomitu spieczonego jako materiału konserwacyjnego pieców, jak również jako materiału służącego do budowy tylnej ściany pieca. Należy tu podkreślić, iż Autorzy nie zapomnieli o dolomicie stabilizowanym, ani też o różnicy między dolomitami spieczonymi otrzymywanymi z pieca sztybowego i z pieca obrotowego.

W rozdziale V podano technikę opalania pieców martenowskich, omawiając kolejno: paliwo i jego własności, temperaturę spalania, zasadę wytwarzania gazu czadnicowego, konstrukcję i obsługę czadnicy, wreszcie — właściwe ciepłe prowadzenie pieca martenowskiego. Wiadomości zawarte w tym rozdziale zostały ujęte w sposób bardzo przystępny, co umożliwia czytelnikowi łatwe przyswojenie sobie zagadnień z zakresu techniki opalania pieców martenowskich.

W rozdziale VI omówiono materiały wsadowe i pomocnicze, potrzebne przy procesie martenowskim. Podano tu stosowanie surowki martenowskiej i jej skład chemiczny, dalej stosowanie złomu wg klasyfikacji przyjętych w normach PN/H-15000, niezbędnych dla produkcji stali; następnie omówiono urządzenia transportowe i przygotowawcze jak: kafary, paczkarki; wreszcie opisano znaczenie rud i żyzny przy procesie. W dalszym ciągu tego rozdziału Autorzy podają materiały żużłotwórcze (topniki) i ich znaczenie w czasie trwania procesu, jak również sposoby ich przechowywania. Następnie zaznajomiono czytelnika dokładnie z zagadnieniem żelazostopów i odleniaczy wg zatwierdzonych norm PN/H.

Rozdział VII należy uznać za najbardziej interesujący w całej książce. Omówiono w nim zjawiska fizyko-chemiczne zachodzące w czasie procesu wytapiania stali w piecu martenowskim. Podano tu w sposób prosty i jasny kolejne etapy wypalania się pierwiastków, tworzenia się żużla i odleniania kapieli.

Rozdział VIII stanowi jakby dalszy ciąg rozdziału VII. Opisano w nim prowadzenie wytopu i obsługi pieca, opierając się na konkretnych przykładach poczynając od pospułowej naprawy pieca, a kończąc na spuście. Na stronie 161 w opisie „Wskaźniki techniczne i ekonomiczne stalowni“ pominięto jeden z ważniejszych wskaźników wydajnościowych, a mianowicie: wydajność z 1 m² powierzchni trzonu na godzinę pracy pieca, oraz użycie niewłaściwego określenia w wierszu 15 od dołu (str. 161): zamiast „wskaźnik wyzyskania czasu pracy pieca“ winien być „stopień wykorzystania czasu pracy pieca“.

Rozdziały IX i X poświęcone są opisowi odlewania wlewów i omówieniu wad wlewów. W rozdziałach tych zwrócono specjalną uwagę na właściwe sposoby i należyte odlewanie oraz przygotowanie zespołów do odlewania, aby uniknąć wad wlewów na skutek powstałych jam usadowych, złej segregacji, pęcherzy, wtrąceń niemetalicznych, nierównych powierzchni itp.

inż. J. Splewiński

1) Errata zostały przekazane PWT (przyp. red.).

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 ZMIHORSKI

Redaktor Naczelny: prof. mgr inż. MARIAN WAKALSKI

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

Sekretarz redakcji: JULIA KULINICZ

Redaktor techniczny: JÓZEF IZYCKI

S. M. Łosiew — TURBINY PAROWE I URZĄDZENIA KONDENSACYJNE. TEORIA, KONSTRUKCJA I EKSPLOATACJA. Tłumaczyli z jęz. ros. mgr inż. *Konstanty Smolaga* i mgr inż. *Henryk Weberman*. Format A4, stron 228, rysunków 454, tablic 18. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 47.—

W książce omówiono teorię, konstrukcję oraz eksploatację turbin parowych i urządzeń pomocniczych.

Książka przeznaczona jest dla techników, mistrzów i inżynierów ruchu. Mogą z niej korzystać również studenci wydziałów konstrukcyjnych i energetycznych wyższych szkół technicznych.

Książka ta jest tłumaczeniem oryginalnym pracy wydanej w 1947 r. Znaczna jej część zawiera opis radzieckich konstrukcji turbin oraz konstrukcji turbin innych fabryk. W specjalnym rozdziale omówiono turbiny pracujące przy wysokim ciśnieniu.

Mimo że oryginał książki był drukowany w 1947 r., nie utraciła ona nic na aktualności i będzie stanowić dużą pomoc w pracy naszych energetyków, gdyż znaczna ilość konstrukcji opisanych w tej książce pracuje w naszych elektrowniach.

B. Goroszczenko — AERODYNAMIKA SZYBKICH SAMOŁOTÓW. Przekład z jęz. ros. inż. *Rościława Aleksandrowicza*. Format B4, stron 471, rysunków 221, tablic 12, załącznik: Tablica Międzynarodowej Atmosfery Wzorcowej (AW). PWN, Warszawa, 1953. Cena zł 39.—

Autor niniejszej książki pragnął podać współczesne metody obliczeń aerodynamicznych samolotu dostosowane do potrzeb przyszłych inżynierów eksploatujących samolot lub przeprowadzających na nim próby. Dlatego mógł przy omawianiu materiału teoretycznego naświetlać równoległe zagadnienia aerodynamiki dotyczące obsługi samolotu na ziemi i jego eksploatacji w powietrzu, co dało w konsekwencji nie tylko podręcznik na potrzeby wyższych uczelni, lecz również książkę, która — zdaniem autora — przyniesie korzyść inżynierowi pracującemu w jednostkach lotniczych, lotniczych instytutach badawczych i na stacjach doświadczalnych.

Z uwagi na to, że między obsługą i remontem współczesnego szybkiego samolotu a wymaganiami aerodynamiki istnieje dość ścisły związek — treść rozdziału I poświęcona została biegunowej współczesnego samolotu, chociaż szereg zagadnień omawianych w tym rozdziale zalicza się w wielu wyższych uczelniach technicznych nie do obliczeń aerodynamicznych, lecz do aerodynamiki doświadczalnej. Poza tym właściwości samolotu w locie są tak ściśle związane z jego biegunową, że rozpoczęcie kursu obliczeń aerodynamicznych od biegunowej jest logiczne i pod wieloma względami wygodne.

Rozdziały II, III, IV i V poświęcone są obliczeniom zasadniczych osiągow samolotów z zespołem śmigło-silnikowym oraz z silnikiem turbo-odrzurowym. Autor dążył przy tym do zaznajomienia czytelnika z metodami, którymi najwygodniej jest posługiwać się inżynierowi eksploatującemu samolot. Szczególną uwagę poświęcono metodzie analitycznej, pozwalającej na dokonywanie przybliżonych ocen i obliczeń; w szczegółowy sposób oświetlono wpływ rozmaitych czynników na osiągi samolotu, łącznie z wpływem odchylen temperatury wzorcowej; rozważono wpływ nieprawidłowej obsługi na ziemi i eksploatacji w powietrzu na charakterystyki samolotu w locie; omówiono zagadnienia racjonalnej eksploatacji samolotu.

Ostatni rozdział VI poświęcony jest sposobom sprawdzania i kontroli właściwości samolotu w locie.

Analityczno-wykreslna metoda obliczeń osiągow (metody mocy i ciągów), metoda analityczna, zwłaszcza dla samolotów z silnikami turbo-odrzurowymi, oraz obliczenia zasięgu podane są na tyle szczegółowo, że mogą być również przyteczne przy szkoleniu kadr inżynierów-konstruktorów.

Mgr inż. Tadeusz Mazanek — MUROWANIE I NAPRAWA PIECÓW MARTENOWSKICH. Format B5, stron 95, rysunków 66, tablic 11. PWT, Stalinogród, 1953.

Książka zawiera całokształt wiadomości z zakresu murowania i naprawy pieców martenowskich, sposoby dotyczące rozbiórki, napraw na zimno i na gorąco oraz konserwacji poszczególnych części pieca. Ponadto opisano w niej przykłady racjonalnego planowania i organizacji napraw, materiały ogniotrwałe i zaprawy oraz zagadnienie bezpieczeństwa pracy. Książka przeznaczona jest dla wykwalifikowanych robotników i murarzy zatrudnionych przy budowie i naprawach pieców martenowskich oraz dla wytopiaczy, mistrzów i techników stalowników.

Inż. Witold Borkowski — PRODUKCJA NA JEDNOWRZECIONOWYCH AUTOMATACH TOKARSKICH. Format B5, stron 201, rysunków 181, tablic 38. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 20,80.

Książka zawiera wiadomości potrzebne do zorganizowania i prowadzenia produkcji na jednowrzcionowych automatach to-

karskich. Opisano w niej różne odmiany automatów jednowrzcionowych, działanie najważniejszych mechanizmów automatów, narzędzia oraz przyrządy stosowane na automatach jak również wyjaśniono zagadnienia związane z opracowaniem produkcji.

Książka jest przeznaczona dla wykwalifikowanych robotników, mistrzów i techników zatrudnionych przy produkcji na automatach tokarskich. Może być przydatna również dla personelu biur technicznych w tych zakładach przemysłowych, w których znajdują się oddziały automatów.

Mgr inż. Włodzimierz Mermon — profesor Politechniki Gdańskiej — PLANOWANIE OBROBKI SKRAWANIEM I MONTAŻU. Format B5, stron 182, rysunków 293, tablic 26. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 18,70.

W pracy omówiono ogólne zasady planowania obróbki skrawaniem i montażu oraz wpływ rodzaju produkcji, parku maszynowego, obróbki cieplnej, przyrządów i uchwytów na układ planu obróbki. Poruszono również inne zagadnienia związane z planowaniem obróbki skrawaniem, jak określenie wielkości naddatków obróbkowych, dobór postaci materiałów wejściowych oraz podano wytyczne dotyczące obróbki typowych przedmiotów.

Książka przeznaczona jest dla technologów opracowujących plany obróbkowe.

W. E. Faworski — WYCISKANIE NA ZIMNO METALI NIEŻELAZNYCH. Tłumaczył z jęz. ros. mgr inż. *Kazimierz Bosiacki*. Format A5, stron 86, rysunków 73, tablic 24. PWT, Warszawa 1953. Cena zł 7.—

W książce omówiono w sposób systematyczny przebieg procesu wyciskania na zimno oraz liczne zagadnienia dotyczące konstrukcji i eksploatacji używanych przy tym przyrządów; przytoczono również dane eksperymentalne.

Książka przeznaczona jest dla pracowników inżynierijno-technicznych oraz może służyć jako pomoc dla studentów wyższych szkół technicznych.

Mgr inż. Mieczysław Stankiewicz — WYTAPIANIE STALI W ELEKTRYCZNYCH PIECACH ŁUKOWYCH. Format A5, stron 103, rysunków 49, tablic 29. PWT, Stalinogród, 1953. Cena zł 7.—

Książka zawiera opis procesu wytapienia stali w zasadowych elektrycznych piecach łukowych. Opisano w niej budowę pieca, jego urządzenia pomocnicze, materiały ogniotrwałe, wsadowe i żużłotwórcze, wpływ ich jakości na przebieg procesu i jakość wytapianej stali. Poza tym przytoczono kilka praktycznych przykładów wytopu typowych gatunków stali. Ponadto uwzględniono w niej naprawy i konserwację pieca oraz instrukcje dotyczące obsługi pieca. W celu lepszego zrozumienia zagadnień wytapienia stali w piecach elektrycznych w książce zamieszczono podstawowe wiadomości z zakresu chemii w powiązaniu z procesem stalowniczym oraz uzupełniono ją fizyko-chemicznymi podstawami wytapienia stali elektrycznej.

Książka przeznaczona jest dla wytopiaczy, mistrzów tudzież techników stalowników.

Mgr inż. Leonid Andrejew i **mgr inż. Zbigniew Piekutowski** — OCZYSZCZALNIA GAZU WIELKOPIECOWEGO I JEJ OBSŁUGA. Format A5, stron 107, rysunków 55, tablic 4. PWT, Stalinogród, 1953. Cena zł 7.—

Książka zawiera opisy metod oczyszczania gazu wielkopiecowego w różnych urządzeniach z uwzględnieniem nowoczesnych urządzeń stosowanych w Związku Radzieckim. Omówiono w niej zasadnicze urządzenia do mechanicznego i elektrycznego oczyszczania gazu wielkopiecowego, przyrządy pomiarowe i regulacyjne oraz podano wskazówki dotyczące bezpieczeństwa pracy.

Książka przeznaczona jest przede wszystkim dla techników hutników, lecz mogą z niej również korzystać mistrzowie i wykwalifikowani robotnicy.

Mgr inż. Leon Gosztowt — RUROCIĄGI I ARMATURA. Format A5, stron 224, rysunków 293, tablic 68. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 19,50.

W książce podano wiadomości dotyczące przepływu cieczy i gazów oraz omówiono rodzaje, układy, klasyfikacje, a także zastosowanie rurociągów i armatury.

Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów. Mogą z niej korzystać również studenci wyższych szkół technicznych.

H. Hilbert — TŁOCZNICTWO, tom II. Tłumaczył z jęz. niem. inż. *Zygmunt Kazubiński*. Format A5, stron 211, rysunków 297, tablic 18. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 20.—

Książka jest drugim tomem dwutomowego dzieła omawiającego zagadnienia tłocznictwa. Tom drugi zawiera opisy planów operacyjnych, kształtowania materiałów za pomocą głęcia, ciągnięcia i obciążania oraz opis maszyn do wykonywania tych operacji i sposoby wykonywania tłoczników. Praca przeznaczona jest dla techników mechaników.

Informacja w sprawie rozpowszechniania w roku 1954 „PRAC INSTYTUTÓW NAUKOWO-BADAWCZYCH” wydawanych przez Państwowe Wydawnictwa Techniczne

Podobnie jak w roku 1953 *Prace Instytutów Naukowo-Badawczych* będą rozprowadzane w roku 1954 systemem abonamentowym.

Zakłady pracy, instytucje i osoby prywatne, które pragną zapewnić sobie otrzymywanie kolejnych zeszytów *Prac INB* w roku 1954 powinny przesłać zamówienie na ich dostawę do:

Księgarni Technicznej »Domu Książki«
Warszawa, ul. Bracka 20.

Zamówienie należy składać na formularzu, który otrzymać można w tej księgarni. Zamówienia złożone na rok 1953 tracą swą ważność po wysłaniu przez księgarnię ostatniego zeszytu *Prac INB* za rok 1953. Na rok 1954 każdy abonent powinien złożyć nowe zapotrzebowanie.

Przesłane zamówienie zobowiązuje do odbioru i opłacania wszystkich zeszytów (lub tylko zeszytów zamówionej serii) wychodzących w ramach planu wydawniczego danego instytutu na rok 1954.

Zwroty nie będą przyjmowane.

Na podstawie zamówień księgarnia »Domu Książki« wysyłać będzie zamawiającemu kolejne zeszyty *Prac INB* za rok 1954.

Przesyłka nastąpi w miarę ukazywania się poszczególnych zeszytów za zaliczeniem pocztowym z doliczeniem kosztów przesyłki. Na odbiorcy ciąży obowiązek wykupienia z poczty paczki zaraz po zawiadomieniu o nadejściu, gdyż zwłoka powoduje odesłanie paczki przez pocztę z powrotem do księgarni, niepotrzebną korespondencję i koszty powtórnego wysłania.

Księgarnia dostarczać będzie również na zamówienie poszczególne zeszyty *Prac INB* z roku 1951, 1952 i 1953 w przypadku posiadania ich na składzie.

W roku 1954 będą w obrocie księgarskim »Domu Książki« prace następujących instytutów:

1. Głównego Instytutu Górnictwa w seriach:

- A. Górnictwo (obejmuje: górnictwo właściwe, mechaniczną przeróbkę węgla, petrologię, geologię węgla itp.),
- B. Koksownictwo i badania węgla (obejmuje: koksownictwo, wylęganie, chemiczną przeróbkę węgla i węglopochodnych, badania analityczne itp.).

2. Instytutu Mechanizacji Górnictwa,

3. Instytutu Naftowego w seriach:

A. Kopalnictwo

B. Rafinerie,

4. Instytutów Ministerstwa Hutnictwa,

5. Instytutu Odlewnictwa,

6. Instytutów mechaniki (łącznie wydawnictwo instytutów: Metaloznawstwa i Aparatury Naukowej, Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem oraz Obróbki Plastycznej),

7. Instytutu Spawalnictwa,

8. Instytutu Techniki Ciepłej,

9. Instytutu Urbanistyki i Architektury w seriach:

I. Architektoniczna

II. Urbanistyczna

III. Tereny zieleni i układy wielkoprzestrzenne,

10. Instytutu Techniki Budowlanej w seriach:

I. Materiały Budowlane

II. Konstrukcje Budowlane

III. Drogii i Mosty,

11. Instytutu Budownictwa Mieszkaniowego,

12. Instytutu Organizacji i Mechanizacji Budownictwa,

13. Instytutu Technologii Krzemianów,

14. Głównego Instytutu Przemysłu Rolnego i Spożywczego,

15. Instytutu Przemysłu Mleczarskiego,

16. Instytutu Elektrotechniki,

17. Przemysłowego Instytutu Telekomunikacji,

18. Instytutu Łączności,

19. Instytutu Włókiennictwa,

20. Instytutu Jedwabiu Naturalnego,

21. Instytutu Przemysłu Włókien Łykowych,

22. Instytutu Celulozowo-Papierniczego,

23. Instytutu Gospodarki Komunalnej,

24. Centralnego Instytutu Ochrony Pracy,

25. Instytutu Ekonomiki i Organizacji Przemysłu w seriach:

0. Ogólnoprzemysłowej

01. Przemysłu ciężkiego

02. Przemysłu lekkiego

03. Rolnictwa oraz przedsiębiorstw przemysłu rolnego i spożywczego,

U w a g a. Wskazane jest, aby abonenci poszczególnych serii „01” „02” lub „03” zamawiali równocześnie serię „0”

26. Instytutu Wzornictwa Przemysłowego.

»DOM KSIĄŻKI«

PAŃSTWOWE

WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej, Warszawa, al. Niepodległości 188, dostarcza racjonalizatorom, technikom, inżynierom naukowcom dokumentów naukowo-technicznych t.j.

- a) karty dokumentacyjne
- b) zestawienia bibliograficzne
- c) fotokopie artykułów
- d) mikrofilmy
- e) wykazy publikacji technicznych w formie abonamentu
- f) tłumaczenia

Materiały CIENT oszczędzają wiele czasu i wysiłku racjonalizatorom.

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

OŚRODEK DOKUMENTACJI OBRABIAREK I OBRÓBKİ SKRAWANIEM

M. MATERIAŁY NARZĘDZIOWE

- 1* 620.178.16:669.14:621.92 18
Chruszczow M. M., Babiczew M. A.: Odporność na ścieranie a twardość metali. „Soprotivlenije abrazivnomu iznasziwanju i twierdost metallov“. Doklady Akad. Nauk. SSSR, t. 88, Nr 3, stycz. 53, s. 445; 26 × 17 cm, 4 str., 2 wyk., 2 tabl., 2 poz. bibl. — Wyniki doświadczeń przeprowadzonych nad ustaleniem zależności między odpornością na ścieranie a twardością metali. Próby przeprowadzono na czystych metalach oraz na stalach węglowych nie poddanych obróbce termicznej. W drugiej fazie doświadczeń przeprowadzono próby nad wpływem obróbki termicznej na odporność na ścieranie. Wszystkie pomiary odniesiono do wzorca ze stopu SnPb. Stwierdzono, że dla stali nieobrobionych termicznie odporność na ścieranie materiałem ściernym zwiększa się proporcjonalnie do ich naturalnej twardości i zależy od składu chemicznego. Dla stali obrobionej termicznie odporność na ścieranie zwiększa się liniowo, lecz w mniejszym stopniu niż poprzednio i zależy również od twardości i od składu chemicznego.
- 2* 621.9.02:669-492.8:549.517.1. 18
Koioc J.: Narzędzia ze spiekane go korundu. „Nástroje ze slinutého korundu“. Strojirenstvi, t. 3, Nr 1, stycz. 53, s. 48; 30 × 21 cm, 1 str., 2 tabl. — Zalety i wady spiekane go korundu przy zastosowaniu go na narzędzia skrawające. Przytoczone wyniki badań nad spiekami ceramicznymi radzieckimi, czeskimi i niemieckimi w porównaniu z innymi materiałami narzędziowymi wskazują, że za pomocą tych materiałów osiągnąć można około trzykrotnie większą prędkość skrawania i dwukrotnie większą trwałość ostrza niż przy węglakach spiekanych. Główną wadą dotychczas wyprodukowanych spieków ceramicznych jest ich kruchość.

N. NARZĘDZIARSTWO

- 3* 621.791.92:620.191.33 18
Ballhausen C., Vieregge G.: Naprężenia i powstawanie rys w nalutowanych płytkach z twardego metalu. „Spannungen und Rissbildung in gelöteten Hartmetallplättchen“. Werkstatt u. Betrieb, t. 85, Nr 12, grud. 52, str. 657; 30 × 21 cm, 7 str., 4 fot., 10 rys., 10 wyk., 3 tabl., 9 poz. bibl. — Matematyczne i graficzne ujęcie naprężeń wewnętrznych powstających między lutownią a nalutowaną płytką z węglika spiekane go oraz materiałem trzonka narzędzia, na skutek procesu lutowania i związanych z nim zjawisk termicznych oraz przy pracy narzędzia i jego obróbce. Empiryczne sposoby wykrywania naprężeń za pomocą modeli gumowych. Na podstawie rozważań teoretycznych podano następujące sposoby unikania naprężeń lutowniczych, a co za tym idzie rys i pęknięć powstających w płytkach: 1) dobór odpowiedniego lutowania; 2) utrzymanie odpowiedniego stosunku między grubością trzonka a grubością płytki; 3) stosowanie odpowiedniego kształtu trzonka (zaleca się trzonki wydrążone); 4) unikanie lutowania płytek na wielu powierzchniach; 5) odpowiedni dobór materiału trzonka o rozszerzalności cieplnej zbliżonej do rozszerzalności cieplnej twardego metalu; 6) unikanie lutowania wielowarstwowego i in. Omówiono wpływ sił zewnętrznych powstających przy szlifowaniu narzędzia oraz w czasie pracy.
- 4* 620.179.54:621.9.02 18
Fieldsztajn E. I.: O zagadnieniu zużycia narzędzi skrawających przy obróbce stali. „K woprosu o mehanizmie iznosa reżuščich instumentow pri obrabotke stalej“. Wiestn. Maszinostr., Nr 3, marz. 53, s. 41; A4, 4,5 str., 3 rys., 13 poz. bibl. — Opracowanie „ścierno-molekularnej“ hipotezy wpływu struktury obrabianej stali na proces zużycia ostrza. Cementyt i węgliki składników stopowych w stali wywołują zużycie ostrza wskutek ściernego działania. Ferryt i austenit wywołują zużycie wskutek znacznych molekularnych sił przylegania. Rzeczywisty obraz zużycia i jego intensywność zależą od ilościowego stosunku poszczególnych składników strukturalnych stali, a także od kształtu i wielkości węglików.

- 5* 621.95:669.018.25:621.9.013 18
Kostienko M. I., Margulis D. K.: Szybkościowe wiercenie żeliwa. „Skorostnoje swierlenije czugunnych dietalaj“. Stanki i Instr., t. 24, Nr 3, marz. 53, s. 1; A4, 4 str., 1 fot., 2 rys., 4 wyk., 1 tabl. — Wyniki doświadczeń przeprowadzonych w Czelabińskim zakładzie budowy traktorów nad doбором odpowiedniego materiału, kształtu i geometrii ostrza wiertła z nakładkami ze spieków do szybkościowego skrawania żeliwa. Stwierdzono, że największą trwałość ostrza uzyskuje się przy następującej geometrii: kąt przyłożenia = 60°, natarcia = 160° i kąt wierzchołkowy 2α = 118°. Stosowanie wiertła dwustożkowych przy rowkach wórowych prostych znacznie obniża trwałość ostrza; przy wiertłach o rowkach spiralnych dwustożkowe zaszlifowanie kąta wierzchołkowego nie daje podwyższenia trwałości; stosowanie zmniejszenia długości ścina obniża okres trwałości ostrza. Do wiercenia otworów, których głębokość nie przekracza 3—4 średnic, można z powodzeniem stosować wiertła o rowkach prostych. Podano sposób i warunki szlifowania wiertła oraz uzyskiwaną dokładność i gładkość powierzchni.
- 6* 621.788.2:621.79:621.319.5 18
Vodicka F.: Elektroiskrowe ulepszanie narzędzi i obróbka. „Elektroiskrové zpevnování nástrojů a obrábění“. Strojirenstvi, t. 2, Nr 11, list. 52, s. 526; A4, 1 str. — Doświadczenia uzyskane w zakładach Mlada Boleslav przy elektroiskrowym ulepszaniu narzędzi skrawających oraz elektroiskrowym drążeniu, które zastosowano do usuwania z otworów złamanych w czasie pracy wiertła i gwintowników. Elektroiskrowe cięcie blach i rur.
- 7* 621.9.02:621.9.013/014:658.542.38:061.3(47) 18
Omówienie doświadczeń przeprowadzonych nad przystosowaniem noża pomysłu Kolesowa. „Obsuždienie opyta primienienia reżucow, predložennych nowatorom t. Kolesowym WA“. Stanki i Instr., t. 24, Nr 5, maj 53, s. 35; A4, 1,5 str., 2 rys. — Sprawozdanie z konferencji odbytej w lutym 1953 r. w sprawie omówienia wyników doświadczeń nad wprowadzeniem noża Kolesowa. Przedstawiono rysunki konstrukcyjne noża oraz wyniki doświadczeń przeprowadzonych w zakładzie pracy racjonalizatora. W dyskusji, w której zabrali głos wybitni przodownicy pracy i profesorowie, stwierdzono duże korzyści wynikające z zastosowania noża. Podkreślono: a) konieczność dostatecznej sztywności układu obrabiarka-przedmiot-narzędzie, b) możliwość stosowania spieków ceramicznych, c) zamiast łamacza wyszlifowanego w nożu na łamacz mechaniczny, d) wprowadzenie tego typu ostrzy przy frezowaniu, struganiu i dłutowaniu.
- 8* 621.923:621.9.014.5 18
Majkus C. J.: Oplacalność szlifowania wysokimi szybkościami skrawania. „Hospodárnost brouseni pri vysokých reżnych rychlostech“. Strojirenstvi, t. 3, Nr 9, wrzes. 53, s. 657; A4, 2 str., 1 rys., 2 wyk. — Stosowane od 30 lat górne prędkości obwodowe ściernicy przy szlifowaniu leżą w granicach 25 ÷ 30 m/sek, co przede wszystkim ograniczone jest wytrzymałością spoiwa ceramicznego ściernicy. Podobnie jak przy toczeniu szybkościowym, szybkościowe szlifowanie daje duże korzyści ekonomiczne, co potwierdziły prace przeprowadzane w Instytucie Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem. Badaniom poddano zakresy prędkości 30 — 50 m/sek przy zastosowaniu specjalnych chłodziw do ściernicy dla zwiększenia ich wytrzymałości. Podano opis przeprowadzonych doświadczeń oraz zestawienie wyników w formie wykresów.
- 9* 621.9.02:621.914 18
Beneš M.: Narzędzia odlewane z punktu widzenia technologa. „Lite nástroje s hlediske technologa“. Stroj. Vyroba, t. 1, Nr 1, kw. 53, s. 17; A4, 3 str., 5 fot., 3 tabl., 7 poz. bibl. — Wyjaśnienie opłacalności wytwarzania narzędzi a szczególnie frezów przez odlewanie. Składa się na to przede wszystkim o 70—75% mniejszy rozchód stali szybko tnącej niż przy frezach kutech. Frezy odlewane okazały się w praktyce nie gorsze, a średnio o 22% lepsze od kutech pod względem trwałości ostrza. Przy obróbce niektórych stali i żeliwa osiągnięto wyniki 66 do 137% wyższe. Zamieszczono porównawcze wyniki badań dla trwałości różnych frezów odlewanych i kutech.

10* 620.179.54:621.941:621.9.014.5 18
Koloc J.: **Trwałość narzędzia przy toczeniu szybkościowym większymi posuwami**. „Trvanlivost nástroje při rychlostním soustružení většími posuvy”. *Strojírenství*, t. 3, Nr 10, paźdz. 53, s. 758; A4, 2,5 str., 5 fot., 1 wyk., 1 tabl., 1 poz. bibl. — Dobór ekonomicznych warunków skrawania, przyjmując jako wskaźniki: wydajność obróbki w ilości wiórów odprowadzanych w ciągu minuty, pełne wykorzystanie zainstalowanej mocy obrabiarki oraz trwałość narzędzia. Analiza wpływu wielkości posuwu rzędu ok. 0,3 mm/obr. oraz większych na trwałość ostrza narzędzia oparta na przeprowadzonych w tym celu doświadczeniach. Wyniki pokazały, że przy skrawaniu zwiększonymi posuwami zachodzi konieczność wprowadzenia nowych współczynników do wzoru na trwałość ostrza. Porównanie doświadczeń z radzieckimi wynikami.

11* 621.9.02:669-14:669.018.25 18
Paukov P. V. **Odewanie żeliwnych frezów z wkładkami z węglików spiekanych**. „The Casting of Milling Cutters of Grey Cast Iron with Carbide Inserts”. *Eng. Digest*, t. 14, Nr 3, marz. 53, s. 86; A4, 1 str., 1 rys., — Technologia odlewania frezów z żeliwa szarego z zalewanymi ostrzami z węglików spiekanych. Zwrócono specjalną uwagę na przygotowanie płytek do zalewania tzn. na zdejmowanie z nich utlenionej warstwy, zabezpieczenie powierzchni przed utlenieniem w czasie odlewu, zabezpieczenie płytek przed pęknięciami wskutek różnej rozszerzalności cieplnej odlewu i płytek ze spiekanych węglików. Omówiono sposoby lepszego umocowania płytek. Podano technologię odlewu oraz sposoby przygotowania form. Zalety frezów odlewanych z zalewanymi ostrzami z węglików spiekanych.

O. OBRABIARKI I OBRÓBKA

12* 621.9-783.633:621.9-493 18
Aleksiejew E. G., Wlasow A. F., Graczev L. N.: **Oślonę przed wiorami na tokarkach**. „Zaschytinyje ustrojstwa dla tokarnych stankow”. *Stanki i Instr.*, t. 24, Nr 2, luty 53, s. 13; A4, 3,5 str., 7 rys. — Statystyka potwierdza, że najczęściej wypadków porażen i skałeczeń przez wióry występuje przy pracy na tokarkach uniwersalnych, a przyczyną jest niedostateczne osłanianie od wiórów. Przedstawiono wady i zalety stosowanych osłon, podano rysunki oraz zalety osłon konstrukcji ENIMS. Podano również rysunki konstrukcyjne nowego imaka nożowego, w którym wymienia się noże wraz ze specjalnymi oprawkami; zalety tego imaka w porównaniu z czteronożowym to: szybkość wymiany oraz możliwość stosowania dowolnej ilości narzędzi, łatwość stosowania osłon oraz możliwość ostrzenia narzędzi bez wyjmowania z oprawek.

13* 621.923.5:621.9-45 18
Bałuiew I. W., Nowikow I. I.: **Obrabiarka do docierania rowków pryzmatycznych**. „Stanok dla pritirki prizmatičeskich kanawok”. *Stanki i Instr.*, t. 24, Nr 2, luty 53, s. 26; A4, 1,5 str., 3 rys. — Opis budowy, zasady działania i sposobu eksploatacji obrabiarki do docierania pryzmatycznych rowków. Stosowany nacisk jednostkowy (4,5—7,5 kg/mm²). Obrabiarka skraca czas docierania 4-krotnie w porównaniu z dotychczas stosowanym docieraniem ręcznym. Dotarcie rowka o długości 125 mm wynosi 8—10 min, przy czym zdejmuje się warstwę o grubości 0,006—0,007 mm, uzyskując gładkość powierzchni w 10 klasie wg GOST. Dokładność docierania zależy od dokładności wykonania pryzmy docierającej. Do docierania stosuje się proszek ścierny zmieszany ze smarem stałym.

14* 621.941.235.002.612 18
Bogusławskij B. L.: **Analiza konstrukcji i wskaźniki eksploatacyjne nowoczesnych modeli wielowrzecionowych automatów i półautomatów tokarskich**. „Analiza konstrukcji i eksploatacyjnych pokazatelei sowremiennych tokarnych mnogospindielnych awtomatow i polawtomatow”. *Stanki i Instr.*, t. 24, Nr 2, luty 53, s. 3; A4, 3,5 str., 1 rys., 1 wyk., 6 tabl., 1 poz. bibl. — Analiza wskaźników konstrukcyjnych budowanych obecnie modeli wielowrzecionowych automatów i półautomatów tokarskich, przystosowanych do obróbki szybkościowej w porównaniu z modelami starszymi. Sprawdzono: jakość i gładkość uzyskanej powierzchni, sztywność statyczną, sprawność, ciężar obrabiarki przypadający na 1 KW, wydajność, wykorzystanie mocy i stopień automatyzacji. Analiza tych wskaźników potwierdziła, że modele budowane obecnie wykazują dobre cechy techniczne i eksploatacyjne, pozwalające na stosowanie większych szybkości i przekrojów warstwy skrawanej w porównaniu ze stosowanymi dotychczas dla obrabiarek tego typu.

15* 621.941.24 18
Buchmeier H.: **Nowa tokarka kopiarka**. „Eine neue Kopierdrehmachine”. *Werkstatt u. Betrieb*, t. 85, Nr 12, grud. 52, s. 665; 80 × 21 cm, 3,5 str., 9 fot., 5 rys. — Opis oraz ilustracje

rozwiązań konstrukcyjnych poszczególnych części i obwodów nowej niemieckiej kopiarki „Heycomat 3”. Dane techniczne. Obrabiarka odznacza się dużą sztywnością i małymi drganiami własnymi, automatycznym sterowaniem, łatwym odprowadzeniem wiórów i in. Urządzenie kopiujące umieszczone jest na miejscu suportu, regulacja obrotów bezstopniowa, urządzenie kopiujące napędzane hydraulicznie z odrębnego silnika. Specjalną uwagę zwrócono na łatwość obsługi obrabiarki i przejrzyste rozmieszczenie przyrządów sterujących.

16* 621.924.6:621.9-48 18
Durrenbach R.: **Szlifierka do przedmiotów cylindrycznych i profili okrągłych i wielokątowych**. „Une machine a rectifier les pièces cylindriques et les profils rends et polégonaux”. *Machine Outil*, t. 17, Nr 69, sierp.-wrzes. 52, s. 139; 23 × 24 cm, 10,5 str., 15 fot., 17 rys., 3 wyk., 3 tabl. — Opis, charakterystyka, schematy kinematyczne szlifierki „Polygon”. Urządzenie synchronizujące ruch wrzeciona i ściernicy w płaszczyźnie poziomej z ruchem obrotowym przedmiotu pozwala na wykonanie: powierzchni cylindrycznych współosiowych z nakiełkami, mimośrodowych — o dowolnej mimośrodowości ograniczonej z góry wielkością skoku wrzeciona, powierzchni eliptycznych oraz powierzchni wielokątowych (trój- i czworokątnych), przy szlifowaniu otworów i wałków. Porównanie połączeń wielowypustowych i wpustowych z połączeniami wielokątowymi a zwłaszcza trójkątowymi. Zalety tych ostatnich. Brak oddziaływania karbu, samoczynne środkowanie nawet w połączeniach b. luźnych; przy jednakowej średnicy nominalnej w porównaniu z wałkami wielowypustowymi mają większą powierzchnię, większy moment bezwładności (geometryczny), większą wytrzymałość na zmęczenie przy sześciokrotnie niższych kosztach produkcji. Przykłady liczного zastosowania połączeń wielokątowych w obrabiarkach i pojazdach mechanicznych. Wzory kalkulacji czasów maszynowych. Równania krzywych wielokątowych, zwykle i parametryczne, wzory na obwód i powierzchnię, momenty bezwładności: osiowy i biegunowy oraz biegunowy wskaźnik wytrzymałości. Tabele norm profili trójkątowych od 10 — 110 mm i eliptycznych od 10 — 75 mm.

17* 621.915.004.67:621.833.7.05 18
Ostriecew W. G.: **Modernizacja frezarki do frezowania kół zębatach pozwalająca na frezowanie mimośrodowych kół zębatach**. „Modernizacja zubofrieziernowo stanka dla nariezanja niekruglych koles”. *Stanki i Instr.*, t. 24, Nr 3, marz. 53, s. 30; A4, 2 str., 1 fot., 1 rys., 1 wyk. — Opisano sposób przeprowadzenia modernizacji frezarki do kół zębatach model 532 na frezarkę do frezowania kół zębatach mimośrodowych. Podano schemat kinematyczny, wzory do obliczenia profilu krzywki, dobór kół zmianowych oraz wielkości posuwu. Omówiono sposób eksploatacji i zasadę pracy.

18* 621.912.004.67 18
Scheid W.: **Podwyższenie wydajności starszych strugarek**. „Ehrhöhung der Spanleistung bei älteren Hobelmaschinen”. *Werkstatt u. Betrieb*, t. 85, Nr 12, grud. 52, s. 671; 30 × 21 cm, 0,5 str., 1 wyk. — Starsze typy strugarek poziomych posiadają na tyle silną budowę, że przez odpowiednią ich przebudowę można zwiększyć ich wydajność. Jest to możliwe przez wbudowanie hydrauliczno-mechanicznego napędu, którego opis i sposób wbudowania podano. Wykres podaje wartości przekrojów wiórów dla kilku materiałów konstrukcyjnych w zależności od oporów skrawania, z których wynika wzrost wydajności przebudowanej obrabiarki.

19* 621.941.25:621.9-45 18
Obrabiarka do wykonywania rowków smarowych. „Machine à faire les rainures de graissage”. *Machine Outil*, t. 17, Nr 69, sierp.-wrzes. 52, s. 169; 32 × 24 cm, 1 str., 1 fot., 1 rys. — Opis i charakterystyka obrabiarki do wykonywania rowków smarowych w łożyskach ślizgowych, tulejach i panewkach dzielonych. Rowki tworzyć mogą krzywą zamkniętą lub otwartą. Podczas wykonywania rowków prostych maszyna pracuje jak dłutownica. Narzędzie jest prowadzone na poziomym suporcie napędzanym śrubą pociągową.

20* 621.952.2 18
Wiertarka promieniowa 25 mm. „Perceuse radiale de 25 mm”. *Machine Outil*, t. 17, Nr 69, sierp.-wrzes. 52, s. 167; 32 × 24 cm, 1 str., 1 fot. — Opis rozwiązania konstrukcyjnego promieniowej wiertarki stołowej dla wiertel do 25 mm. Ramie nośne (rurowe) na którym mieści się przesuwany wrzeciennik z zamocowanym na nim silnikiem. Bezstopniowa zmiana obrotów od 100 do 1600 obr./min. lub od 50 do 800 obr./min. kontrolowana na liczniku obrotów. Zbiornik chłodziwa z pompą jest umieszczony w dolnej części korpusu. Silniki są chronione bezpiecznikami magnetyczno-termicznymi. Nawrotnica do zmiany

kierunku obrotów wrzeciona pozwala na wykorzystanie maszyny jako gwinciarzki. W artykule podana całkowita charakterystyka obrabiarki łącznie z gabarytami.

21* 621.9.061.4/43:658.56.004.15 18
 Rotzoll E., Ickert J.: **Uwagi o obrabiarkach skrawających, wystawionych na II Europejskiej Wystawie Obrabiarek w Hannoverze w r. 1952.** „Eindrücke von den spannenden Werkzeugmaschinen auf der 2-ten Europäischen Werkzeugmaschinen-Ausstellung Hannover 1952“. Werkstattd. u. Masch.-bau., t. 42, Nr 12, grud. 52, s. 490; A4, 14,5 str., 41 fot., 10 rys., 9 poz. bibl. — Przegląd obrabiarek wystawionych na II Europejskiej Wystawie Obrabiarek w r. 1952 w Hannoverze, usystematyzowany wg następujących zagadnień: dokładność pracy, zwiększenie wydajności, zmniejszenie czasów pomocniczych, obrabiarki specjalne. W grupie pierwszej omówiono różne typy szlifierek, spośród których na uwagę zasługują szlifierki do wałków osiągające dokładność 2—3 mikronów przy średnicy do 16 mm. W drugiej grupie przedstawiono szlifierki o automatycznej i bezstopniowo zwiększającej się prędkości obrotowej w miarę zużywania się ściernicy tak, że prędkość obwodowa pozostaje stała. Zwrócono tu szczególną uwagę na tokarki przystosowane do uchwytów wielonożowych, automaty tokarskie i tokarko-koparki. Postęp w dziedzinie zmniejszenia czasów pomocniczych osiągnięto przy obrabiarkach z tzw. „programowym sterowaniem“, gdzie w czasie postoju obrabiarki za pomocą systemu włączników ustala się plan obróbki danego przedmiotu, a włączenie odpowiednich posuwów, prędkości itp. następuje już samoczynnie w czasie pracy. W tej grupie przedstawiono tokarki, wiertarki i frezarki. W grupie obrabiarek specjalnych opisano automaty i frezarki do kół oraz precyzyjne wiertarki.

22* 621.9-791.2:061.4/43/ 18
 Bürger K.: **Przyrządy i urządzenia pomocnicze do kontroli wykończenia na II Europejskiej Wystawie Obrabiarek w Hannoverze 1952.** „Geräte und Hilfsmittel für die Fertigungsüberwachung auf der zweiten Europäischen Werkzeugmaschinen-Ausstellung Hannover 1952“. Werkstattd. u. Masch.-bau., t. 42, Nr 12, grud. 52, s. 516; A4, 10 str., 34 fot., 9 rys., 17 poz. bibl. — Opisy i fotografie mechanicznych i optycznych przyrządów pomiarowych i kontrolnych wystawionych na wystawie obrabiarek w Hannoverze w 1952 r. Przedstawiono nowe typy przyrządów pomiarowych i pomocniczych jak urządzenie klinowe do pomiaru średnic wewnętrznych oraz pomiaru kątów i in. Spośród omówionych przyrządów do pomiaru i kontroli narzędzi skrawających na uwagę zasługują 4 typy niemieckich i francuskich uniwersalnych przyrządów do kontroli frezów walcowych. Osobno zgrupowano przyrządy do sprawdzania kół zębatach różnych typów, a wśród nich urządzenia f-my Maag i Klingelnberg, zaopatrzone w przyrządy samopiszące. W dziale przyrządów optycznych dano przegląd zachodnio-europejskich urządzeń tego typu, przede wszystkim dużych zwykłych i projekcyjnych mikroskopów o specjalnym przeznaczeniu (np. do pomiaru zewnętrznych i wewnętrznych gwintów). W grupie urządzeń do pomiaru gładkości powierzchni opisano interferometri Leitza i La Précision Mécanique oraz przenośny warsztatowy przyrząd „Visoport“.

23* 621.9:621.9-791.2:621.9-58 18
 Mannin J.: **Radzieckie obrabiarki.** „Soviet Machine Tools“. Engrs. Dig. t. 14, Nr 5, maj 53, s. 174; A4, 4,5 str., 6 rys. — Omówiono stosowane w radzieckich obrabiarkach typowe rozwiązania urządzeń kontrolnych i pomiarowych oraz mechanicznych, elektrycznych i hydraulicznych przekładni. Opisano w skrócie urządzenia pomiarowo-kontrolne tokarek o dokładności do 10 mikronów przy długości pomiarowej 2,5 m oraz szlifierek o dokładności 2—3 mikronów. Dokładniej opisano mechanizm czujnikowy koparki i podkreślono jego oryginalność w porównaniu z podobnymi rozwiązaniami zachodnio-europejskimi i amerykańskimi. Opis prototypu agregatu do stożkowych spiralnych kół zębatach, opracowanego przez ENIMS. Specjalną uwagę zwrócono na mechanizmy sterujące. Przy omówieniu radzieckiego półautomatu do kół zębatach zwrócono specjalnie uwagę na duże zalety zastosowanych tu przekładni hydraulicznych.

24* 621.91-412 18
 Töpl F.: **Nowe osiągnięcia w budowie frezarek do wlewków Neue Hochleistungs-Blockfräsmaschine.** Masch.-Bau u. Wärmew. t. 8, Nr 3, marz. 53, s. 51; A4, 4 str., 2 fot., 2 rys. — Ciężka frezarka f-my Böhler do frezowania ciężkich wlewków o wadze do 2500 kg, podobna w budowie do wzdłużnych strugarek bramowych. Narzędzie: dwie głowice frezarskie z nożami z płytkami z węglików spiekanych. Osie głowic poziome, prostopadle do kierunku posuwu stołu. Budowa: na łożu frezarki dwa stojaki połączone mostem. W stojakach tych znajdują się silniki napędowe, pompy do materiałów chłodzących i do oleju.

Napęd wrzeciona przekładnią pasową i przekładnią walcowych kół zębatach o zazębieniu skośnym. Podano dokładny opis łożyskowania kół zębatach, wrzeciona, opis urządzenia napędu stołu, napędu hydraulicznego, smarowania, sterowania obrabiarki i mocowania przedmiotów obrabianych. Charakterystyka techniczna: posuw normalny 150 mm/min. Szybkość skrawania 50 m/min. Frezuje się wlewki o przekroju kwadratowym. Podano czasy maszynowe przy frezowaniu odpowiednich rozmiarów wlewków. W celu skrócenia czasów pomocniczych projektuje się w przyszłości urządzenie powietrzno-hydrauliczne do mocowania wlewków.

25* 621.922.7 18
 Pisarijewskij M. I., Zagon J. I.: **Uniwersalny półautomat RN-24 do rolowania gwintu.** „Uniwersalnyj riezonakalnoj poluawtomat RN-24“. Wiestn. Maszinost., t. 33, Nr 6, czerw. 53, s. 56; A4, 2 str., 4 fot., 1 rys., 1 wykr., 1 tabl. — Podano opis, zasadę pracy i charakterystykę techniczną nowego półautomatu do rolowania gwintu o dużych skokach. Obrabiarka zapewnia uzyskanie gwintu w 1 klasie dokładności. W wyniku prób przeprowadzonych na tej obrabiarence stwierdzono dużą sztywność jej elementów, co odpowiada wymogom technicznym i zapewnia wysoką dokładność rolowanych gwintów.

26* 621.924:621.923.6 18
 Victor H.: **Przegląd obrabiarek do narzędzi.** „Übersicht über die Werkzeugmachereimaschinen“. Techn. Rdsch., t. 45, Nr 19, maj 53, s. 27; 48 × 32 cm, 1 str., 11 fot. — Opisy najnowszych zachodnio-europejskich obrabiarek do narzędzi. W grupie szlifierek do głowic nożowych omówiono szlifierkę półautomatyczną oraz szlifierkę o napędzie hydraulicznym. Spośród szlifierek i ostrzerek do wiertel na uwagę zasługują szlifierki przystosowane do wiertel o średnicach 0,2—3 mm. Omówiono trzy typy nowych pilnikarek oraz automatyczną szlifierkę do pił tarczowych i prostych piłek maszynowych.

27* 621.836:621.8.031.6 18
 Pusz W. Z.: **Obliczanie prowadnic zapewniających tarcie płynne.** „Rasczet naprawljajuszczich na zidkostnoje trienie“. Stanki i Instr., t. 23, Nr 9, wrzes. 52, s. 23; A4, 1,5 str., 2 rys., 4 wykr., 3 poz. bibl. — Podano wzory na obliczanie dokładne oraz wzory uproszczone dla ustalenia warunków zapewniających w praktyce uzyskanie tarcia płynnego między prowadnicami obrabiarek. Wzór na współczynnik tarcia i wzory na obliczenie wielkości maksymalnego ciśnienia, wykresy ciśnień hydrodynamicznych. Kolejność przeprowadzenia obliczeń.

28* 621.941:620.178.5 18
 Iszutkin W. I.: **Sprawdzanie tokarek w warunkach produkcyjnych.** „Prowierka tokarnych stankow w proizwodstwiennych usłowjach“. Stanki i Instr., t. 24, Nr 2, luty 53, s. 11; A4, 2,5 str. 5 rys., 1 tabl., 6 poz. bibl. — Opis metody sprawdzania sztywności i odporności na drgania tokarek w celu określenia ich przydatności do szybkościowego skrawania, określanie sztywności poszczególnych elementów przez skrawanie wałków z występami. Podano warunki skrawania i geometrię ostrza. Metoda ta nadaje się do masowego sprawdzania obrabiarek w warunkach przemysłowych.

29* 621.9-219.2:621.9.016:621.785.5 18
 Blanpain E.: **Wielki postęp współczesny w dokładności prowadnic obrabiarek.** „Un grand progrès dans la maintenance de la précision des glissières de machines outils“. Mach. Outil., t. 17, Nr 70, paźdz. 52, s. 35; 32 × 24 cm, 4 str., 7 fot., 1 wykr., 1 poz. bibl. — Opis powierzchniowej obróbki termicznej i mechanicznej żeliwnych prowadnic obrabiarek, stosowanej obecnie przez wytwórnie we Francji. Hartowanie powierzchniowe przeciętnie na głębokość 3—5 mm przedłuża kilkakrotnie dotychczasową trwałość prowadnic; prowadnice tokarki po 20.000 godzin pracy nie wykazywały zupełnie śladów zużycia.

30* 621.941.27:621.757 18
 Dierbiszer A. W.: **Próby sprawdzania dokładności ustawienia obrabiarek oparte na metodach naukowych.** „Issledowanie naczno obosnowannyh metodow naladki stankow na tocznost“. Podszipnik, Nr 3, marz. 53, s. 3; A4, 5 str., 7 wykr., 2 tabl., 5 poz. bibl. — Wyniki doświadczeń przeprowadzonych przy sprawdzaniu dokładności ustawienia półautomatów typu MR5 do toczenia pierścieni łożysk tocznych. Przeprowadzono badania trzech metod ustawiania: 1) ustawianie pod uniwersalny przyrząd pomiarowy, 2) pod sprawdzian, 3) ustawienie wg znaku odchyłek. Opisano sposób sprawdzania dokładności wg każdej z metod ustawiania. Stwierdzono, że najlepsze wyniki daje metoda ustawiania wg znaku odchyłek. Należy ją zalecić jako metodę dokładną i prostą. Skrawanie przeprowadzono narzędziami z płytkami ze spieków T5K10 przy $v = 90$ m/min i posuwie 0,4 mm/obr, głębokości nie podano. materiał stal Szch 15.

OŚRODEK DOKUMENTACJI OBRÓBKII PLASTYCZNEJ

- 1* 621.983:669.14.018.26 57
Allen A. H.: Kształtowanie na zimno stali przez wyciskanie zdobywa zastosowanie w przemyśle. „Cold shaping of steel by compression reaches commercial applications“. *Metal Progr.*, t. 64, Nr 2, sierp. 53, s. 65; A4, 4 str., 6 fot. — Kilka przemysłowych zastosowań kombinowanych (współbieżnych i przeciwbieżnych) procesów wyciskania stali na zimno, opracowanych przez Mulling Mfg Corp., do produkcji wyrobów o złożonych kształtach.
- 2* 621.983:621.771.7:621.984 57
McCormick J. F.: Wyciskanie: najnowsza metoda obróbki metali w przemyśle. „Extrusion: the newest metal working method in industry“. *Steel Process.* t. 39, Nr 8, sierp. 53, s. 379; A4, 4 str., 4 fot., 1 wykr. — Ogólne pojęcie z zakresu techniki wyciskania metali na zimno i na gorąco. Nie wchodząc w szczególności omówiono pokrótce różne metody wyciskania, narzędzia, maszyny, materiały. Główny nacisk położono na wyrobów prętów kształtowych ze stopów lekkich. Artykuł nie wnosi nic nowego do ogólnej wiedzy o wyciskaniu.
- 3* 539.382:620.172.23 57
Czerkasow I. I.: Związek między współczynnikiem Poissona i własnościami plastycznymi materiału. „O swiazii koeficienta Piasona s plasticzeskimi swojstwami materijala“. *Zurn. tiech. Fiziki*, t. 22, Nr 11, list. 52, s. 1834; B5, 2,5 str., 1 wykr., 2 tabl., 4 poz. bibl. — Zwrócono uwagę na podobny przebieg zależności współczynnika Poissona od twardości Brinella oraz przewidywania względnego i granicy wytrzymałości na rozciąganie. Podano wykresy tych zależności. Zestawiono wyniki otrzymane na drodze teoretycznej z wynikami doświadczeń Zajcewa.
- 4* 621.975.2:621.73.034 57
Fergie J. A., James H. F.: Program ciężkiego prasowania w amerykańskim przemyśle lotniczym. „U. S. force heavy press programme“. *Light Metals*, t. 16, Nr 178, stycz. 53, s. 33; A4, 2 str., 3 rys. — Współczesne tendencje w przemyśle lotniczym wykonującym odkuwki ze stopów lekkich pod ciężkimi prasami kuzniczymi. W budowie pras przewiduje się coraz szersze zastosowanie korpusów spawanych oraz sterowanie hydrauliczne. Zachodzi potrzeba coraz szerszego stosowania udoskonalonych podajników mechanicznych i manipulatorów. Podano trzy przykłady dużych odkuwek o skomplikowanych kształtach, do których materiałem wyjściowym są profilowe pręty wyciskane. Foremnik wykonuje się albo jako odlewane do produkcji małoseryjnej albo jako frezowane na specjalnych maszynach.
- 5* 621.97.07:539.388.2 57
Fink K., Mintrop H.: Wykorzystanie tensometrów drucikowych do badania naprężeń w technologicznych procesach obróbki metali. „Izpolzowanie prowolocnych łaczikow dla issledowania napriazhenii w tiechnologiczeskich procesach po mietalioobrabotkie“. *Prikl. Miech. Maszinostr.*, t. 2, Nr 1, stycz. 53, s. 96; B5, 11 str., 10 fot., 9 rys., 7 wykr. — Zastosowanie tensometrów drucikowych do badania odkształceń rzędu 5×10^{-5} , co odpowiada naprężeniom w stali około $0,1 \text{ kg/mm}^2$. Omówiono zastosowanie tensometrów do pomiaru sił występujących podczas walcowania taśm na zimno oraz do pomiaru pracy walcowania na walcarce doświadczalnej. Następnie omówiono zastosowanie w/w tensometrów do pomiaru momentu krytycznego napędu młota powietrznego, naprężeń i sił w korpusach pras, sił dynamicznych w korbach tłoczących, sił przy naciskach udarowych, sił składowych występujących w czasie toczenia i wiercenia.
- 7* 620.17:669-415 57
Fischer H.: Prasowanie do wyciskania. „Werkzeugmaschinen zum Fließpressen“. *Werkstattstechn. u. Masch. - Bau*, t. 43, Nr 7, lip. 53, s. 301; A4, 3,5 str., 3 fot., 2 rys., 11 wykr. — Wymagania, jakim muszą odpowiadać maszyny do wyciskania. Analiza pracy pras kolanowych i korbowych. Naciski i energia pras do wyciskania metali oraz rozkład obciążeń stempla: charakterystyki napędów. Zakresy zastosowań (przy wyciskaniu) pras mechanicznych i hydraulicznych oraz ich ogólne własności konstrukcyjne.
- 7* 620.17:669-415 57
Földes G.: Maszyny wytrzymałościowe do badania blach i taśm. „Mechanical testing equipment for sheet and strip metal“ *Sheet Metal Ind.*, t. 30, Nr 313, maj 53, s. 357; A4, 8 str., 16 fot. — Omówienie szeregu najnowszych szwajcarskich maszyn wytrzymałościowych Amslera, przeznaczonych specjalnie do badania własności blach i taśm metalowych.
- 8* 669.71:621.986 57
Galloway K. A.: Wyciskanie udarowe aluminium. „The impact extrusion of aluminium“. *Light Metals*, t. 16, Nr 181, kw. 53, s. 125; A4, 3 str., 8 rys., 1 wykr., 5 poz. bibl. — Praktyczne uwagi na temat techniki udarowego wyciskania aluminium: warunki wyciskania, stosowane maszyny, smary, narzędzia i typowe operacje.
- 9* 621.98 57
Herb A.: Normalizacja i ujednolicenie budowy pras. „Der Bau von Pressen in gestuften Reihen“. *Werkstattstechn. u. Masch. - Bau*, t. 43, Nr 8 wrzes. 53, s. 359; A4, 4,5 str., 1 rys., 4 wykr., 3 tabl. — Zagadnienie normalizacji i ujednolicenia typów pras i wszelkich rodzajów maszyn tłocznych do obróbki blach. Normalizacja typów konstrukcyjnych, normalizacja, ujednolicenie oraz stopniowanie poszczególnych wielkości maszyn (wielkości i wymiary gabarytowe, napędy, przeznaczenia). Normalizacja stołów i rowków teowych w stołach do mocowania narzędzi. Ujednolicenie i zmniejszenie liczby typów pras do koniecznej liczby, przewidzianej planem normalizacyjnym, umożliwi osiągnięcie poważnych oszczędności konstrukcyjnych i wykonawczych.
- 10* 669.14.018.254 57
Johnson E., Bishop E.: Sale na narzędzia do wyciskania na zimno. „The steel for cold extrusion“. *Sheet Metal Ind.*, t. 30, Nr 314, czerw. 53, s. 490; A4, 9 str., 7 wykr., 1 makrogr., 3 mikrogr., 4 tabl., 14 poz. bibl. — Klasyfikacja stali narzędziowych stosowanych na narzędzia do wyciskania stali na zimno. Stale te muszą odpowiadać pewnym określonym własnościom fizycznym i mechanicznym i posiadać szczególnie wysoką twardość, wytrzymałość na ściskanie i odporność na ścieranie ze względu na wielkie siły występujące w procesie wyciskania. Omówienie zagadnienia obróbki cieplnej stali matrycowych, ich twardość w stanie obrobionym, hartowność, własności strukturalne, wytrzymałość i odporność na ścieranie.
- 11* 621.974-216 57
Katel I. E.: Jak konstruować fundamenty młotów kuzniczych. „Comment construire les fondations des marteaux-pilons“. *Rev. Metall.*, t. 50, Nr 6, czerw. 53, s. 373; A4, 9 str., 4 fot., 6 rys., 1 tabl., 6 poz. bibl. — Analiza trzech typów fundamentów pod młoty: a) podkowiadło izolowane od fundamentu przez podkłady dębowe, b) podkowiadło spoczywające na płycie stalowej, opartej o fundament wmurowany w grunt, c) tak samo jak pod b z tym, że fundament oddzielony jest od gruntu warstwą wzmocnionego korka. Dla tych trzech typów fundamentów określono straty energii czynnej, maksymalne naciski na grunt, częstotliwość drgań własnych fundamentu. Z tego ostatniego punktu widzenia najlepsze jest trzecie rozwiązanie fundamentowania.
- 12* 621.98-23 57
Makelt H.: Charakterystyki napędów pras mechanicznych. „Antriebsverhältnisse bei mechanischen Pressen“. *Werkstattstechn. u. Masch. - Bau*, t. 43, Nr 8, wrzes. 53, s. 356; A4, 3,5 str., 5 wykr., 6 poz. bibl. — Analiza znamionowych wielkości: sił, prędkości, momentów i mocy napędów elektrycznych mechanicznych pras korbowych. Obliczenie wielkości znamionowych i rozkładu sił, prędkości, momentów obrotowych i mocy zależności od położenia korby.
- 13* 621.983:669.14.018.26 57
Pessl H. J., Hauttmann H. H.: Czynniki wpływające na wyciskanie stali na zimno. „Factors influencing cold extrusion of steel“. *Metal Progr.* t. 64, Nr 2, sierp. 53, s. 69; A4, 5 str., 2 fot. 1 rys., 1 wykr., 10 mikrogr., 5 tabl., 1 poz. bibl. — Przebieg wyciskania stali na zimno zależny jest od całego szeregu czynników: rodzaju, własności i stanu wyciskanej stali, jej obróbki przygotowawczej, stanu powierzchni, smarów, stopnia przeformowania, konstrukcji (kształtu) narzędzi. Wpływ wyciskania na zimno na własności strukturalne i mechaniczne produktów, szczególnie na ciągliwość i wytrzymałość.

Niniejszy Przegląd Dokumentacyjny zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu techniki. Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych wydawanych przez Centralny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, Al. Niepodległości 188). CIDNT przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować zarówno całą dokumentację naukowo-techniczną, jak i oddzielne jej działy lub poszczególne zagadnienia i tematy techniczne. CIDNT wykonuje (za zwrotem kosztów) fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych również przeglądem dokumentacyjnym jak i kartami dokumentacyjnymi



Wpływ obróbki cieplnej na wydajność pilników

Wstęp

Porównując pilniki z innymi narzędziami skrawającymi, należy stwierdzić, że narzędzia, które znacznie później od pilnika zostały zastosowane, jak np. nóż tokarski czy frez, są lepiej od niego zbadane. Badaniom tym poświęcono i nadal poświęca się wiele czasu, natomiast sprawę ustalania optymalnych warunków wytwarzania i pracy pilników pozostawiono w zaniebaniu, mimo że jest to narzędzie podstawowe, używane w dużych ilościach prawie przez każdy warsztat. Sporadyczne prace niektórych badaczy nie wyczerpują dostatecznie zagadnienia i sprawa ta posiada cały szereg punktów niewyjaśnionych.

Obecne metody produkcji wymagają zmian, a przed narzędziowcami leży duży dział prac naukowo-badawczych odnośnie poznania konstrukcji i metod wykonywania pilników. Obecnie znane są metody produkcji przez nacinanie, frezowanie, przeciąganie, walcowanie lub szlifowanie pilników. Do tej pory w przemyśle dominują jednak pilniki otrzymywane przez nacinanie.

Badania przeprowadzone w Instytucie Metaloznawstwa i Aparatury Naukowo-Laboratoryjnej dotyczą ustalenia optymalnych warunków obróbki cieplnej pilników-równiaków o długości 250 mm (o nacięciu Nr 1 wg PN/M-64580) ze stali wysokowęglowej o zawartości ok. 1,2% węgla (N12E).

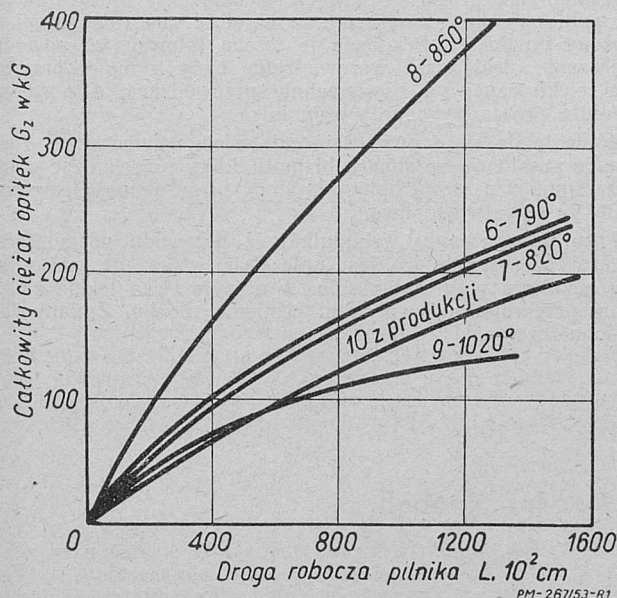
Metoda badań

Pilniki nacięte w stałych warunkach przemysłowych (jedną parą nacinaków) i hartowane z różnych temperatur, ścierano w stałych warunkach. Próby ścierania przeprowadzono na prozorycznej maszynie bez automatycznej rejestracji spiłowanych wiórów przy użyciu próbek ze stali 45 o twardości $H_B = 175 \div 180$. Siła docisku płytki do pilnika wynosiła 8 kG.

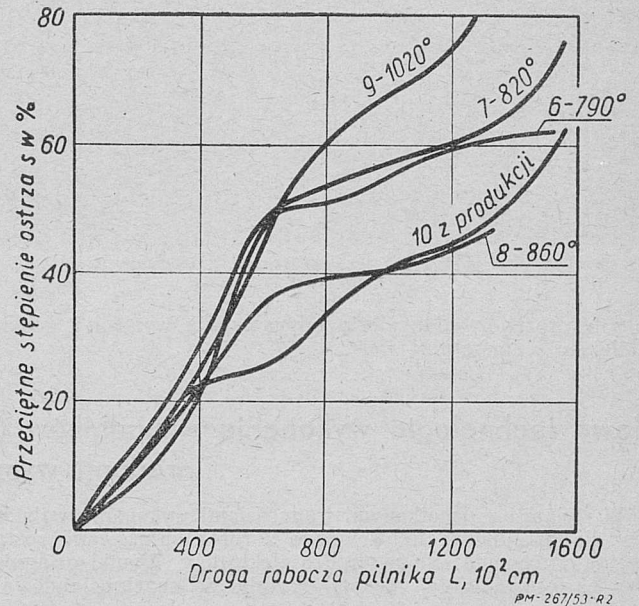
Jako kryterium przy obliczaniu wydajności pilników przyjęto:

a. całkowity ciężar opilek spiłowanych do danej chwili przez jedno ostrze pilnika: $G_z = G_c : Z_c$, gdzie G_c — jest to całkowity ciężar opilek, Z_c — ilość ścierających ostrzy pilnika;

b. przeciętny ciężar opilek spiłowanych jednym ostrzem na drodze jednego centymetra: $g = G_p : (l_p \cdot Z_c)$, gdzie l_p — odciniek drogi roboczej pilnika, na którym dokonywano pomiaru ciężaru opilek G_p ;



Rys. 1. Całkowity ciężar spiłowanych opilek jednym ostrzem pilnika w zależności od temperatury hartowania i drogi roboczej.



Rys. 2. Procentowa zależność przeciętnego stopnia ostrzy zębów pilników od temperatur hartowania i drogi roboczej.

c. przeciętne stopień ostrza odniesione do największej występującej w czasie badania ostrości pilnika:

$$S = \left(1 - \frac{g}{g_{\max}}\right) 100\%;$$

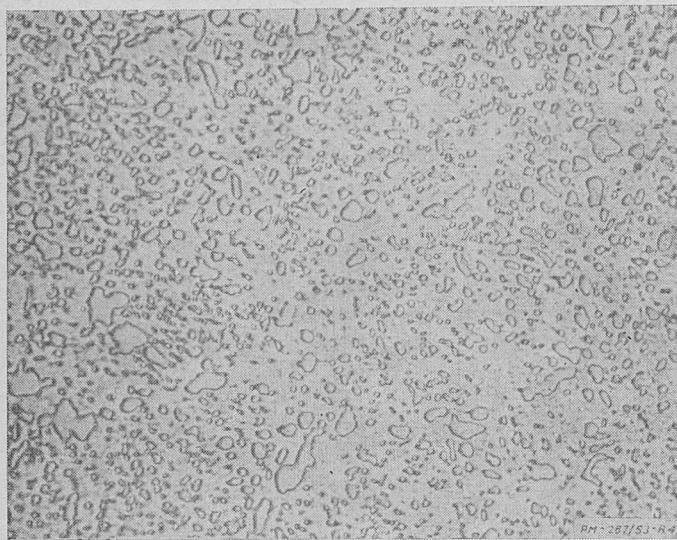
d. drogę roboczą pilnika w cm, która równa się ilości suwów roboczych maszyny, pomnożoną przez szerokość ścieranej płytki w cm.

Wyniki

Próby serii ścieranych pilników wykazały, że najlepszą wydajność otrzymano dla pilników zahartowanych w temperaturze $830 \div 860^\circ\text{C}$, przy czym czas grzania wynosił 4,5 minuty, ośrodkiem wygrzewania była sól SC850 + SZNP, roztopiona w piecu tyglowym gazowym; jako ośrodek chłodzenia zastosowa-



Rys. 3. Struktura wyjściowa stali N12E, pow. 1000 X.



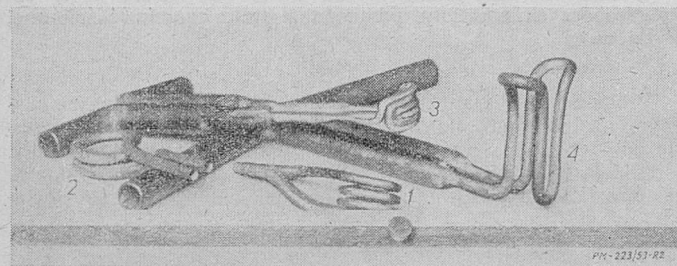
Rys. 4. Struktura stali N12E po wyżarzaniu z izotermiczną przemianą, pow. 1000 X.

no solny roztwór wodny; czas odpuszczania wynosił 2 godziny w oleju o temperaturze 150°C.

Nowa technologia wykonania wzbudników (cewek grzewczych) dla grzejnictwa indukcyjnego prądami wysokiej częstotliwości

W związku z napotkanymi trudnościami wykonania wzbudników dla grzejnictwa indukcyjnego z rurek opracowana została metoda wykonania ich na drodze elektrolizy. Wyniki osiągnięte przy zastosowaniu tej metody okazały się zupełnie zadowalające.

Do pokrywania elektrolitycznego używano szablonów wykonanych z drutu ołowianego, który, jeżeli to było konieczne, był przedtem odpowiednio profilowany. Następnie zależnie od tego, czy zwoje wzbudnika przebiegały bardzo blisko siebie czy też były rozsunięte, powlekano je elektrolitycznie srebrem lub miedzią. Po nałożeniu dostatecznie grubej powłoki ołów był wytapiany, przez co otrzymywano kanał konieczny dla wody chłodzącej.



Rys. 1. Wzbudniki wykonane na drodze elektrolitycznej. Nr 1 — srebrny, Nr 2, 3 i 4 — miedziany.

Przy nakładaniu powłoki miedzianej celem otrzymania odpowiedniego, nieporowatego materiału, zastosowano najpierw kąpiel alkaliczną, w której trzymano szablony około pół godziny pod gęstością prądu 0,5 A/dm², a następnie w kąpeli kwaśnej pod gęstością 1 do 2 A/dm², przy czym szybkość narastania wynosiła 0,013 do 0,026 mm/godz.

Przy nakładaniu powłoki srebrnej nie należy przekraczać gęstości 0,2 A/dm², co daje szybkość narastania 0,0072 mm/godz.

Na rys. 1, 2 podano kolejno całkowitą ilość spiłowanych opilek jednym ostrzem pilnika oraz przeciętne stępienie ostrzy w zależności od temperatury hartowania i roboczej drogi pilników. Z wykresu na rys. 1 widać, że ilość spiłowanych wiórów jednym ostrzem pilnika zahartowanego z temperatury 860°C na odcinku ok. 1300 X 10² cm jest dwa razy większa od ilości spiłowanych wiórów ostrzem pilnika pobranego z produkcji. Wysoką wydajność pilników zahartowanych z wyższych temperatur od normalnie stosowanych w produkcji należy tłumaczyć roztworzeniem się znacznie większej ilości węglików w roztworze stałym, niż to ma miejsce przy hartowaniu z niższej temperatury.

Dodatkowo przeprowadzono izotermiczne wyżarzanie stali N12E w celu otrzymania drobnego perlitu kulkowego i rozbięcia siatki węglików. Jednorodna i drobnoziarnista struktura zapewnia jednorodne kształtowanie się ostrzy pilników przy nacinaniu oraz zmniejsza ilość braków w produkcji.

Na rys. 3 podano strukturę wyjściową materiału, a na rys. 4 — strukturę po najbardziej udanych próbach wyżarzania w piecu muflowym elektrycznym laboratoryjnym wg następujących warunków: temperatura I wygrzewania 800 ÷ 820°C, czas wygrzewania 1,5 godziny; temperatura II wygrzewania 660°C, czas wygrzewania 2 godziny. Chłodzenie z zakresu temperatur I wygrzewania do zakresu temperatur II wygrzewania z szybkością ok. 360°C na godzinę. Po II wygrzewaniu chłodzenie na powietrzu.

J. Zysk

Stosowanie małych gęstości prądu przy nakładaniu powłok umożliwia utrzymanie gładkiej powierzchni oraz materiału o zwiększonej strukturze.

Podczas nakładania za pomocą elektrolizy srebro wykazuje właściwość znacznie lepszego siadania we wgłębieniach niż miedź. Ta właściwość decyduje w niektórych wypadkach jak np. przy wykonywaniu wzbudnika Nr 1 — o zastosowaniu powłoki srebrnej (rys. 1). Szablon tego wzbudnika został wykonany z taśmy ołowianej o przekroju 1 X 4 mm, nawiniętej płasko na powierzchni 15 X 25 mm, co wymagało przy pokrywaniu bardzo dobrej wgłębności. Należy tu jednak zauważyć, iż większość wzbudników ma taki kształt, że ich szablony ołowiane dadzą się łatwo rozgiąć, a następnie po nałożeniu powłoki przez niewielkie odkształcenia doprowadzić do odpowiedniego kształtu np. Nr 2 i 3. Uzyskanie cieńszych ścianek na częściach powierzchni przewodów zbliżonych do siebie ma o tyle niewielkie znaczenie ze względu na straty, że prąd wysokiej częstotliwości ma też złą „wgłębność“ i z tych właśnie zwróconych ku sobie powierzchni jest prawie całkowicie wyparty na skutek efektu zbliżenia.

Wzbudniki o przekroju okrągłym pękają przy wytapianiu ołowiu, ponieważ ołów zwiększa swą objętość znacznie więcej niż nałożona powłoka. Pęknięcia te trzeba lutować, co powoduje zwiększenie strat przez wprowadzenie cyny o małej przewodności elektrycznej na powierzchnię przewodzącą, a poza tym przedłuża proces wykonania wzbudnika.

Wadę tę da się z pewnością całkowicie usunąć przez zastosowanie szablonów ze stopów bizmutu, który przechodząc w stan ciekły zmniejsza swoją objętość. Stopy bizmutu mają jeszcze tę zaletę, że są łatwo topliwe.

Przy wykonywaniu wzbudników z przewodu posiadającego przekrój nie okrągły, co jest najczęściej wskazane, nie występują pęknięcia przy wytapianiu. Występuje tylko lekkie zaokrąglenie przekroju pod wpływem ciśnienia ołowiu. Zmiany takie są dopuszczalne.

J. P.

Pomiary porównawcze emulsji z oleju EW i E

Przeprowadzone w Instytucie Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem pomiary porównawcze emulsji wodnych chłodziwo-smarujących sporządzonych z oleju EW, miały na celu określenie własności użytkowych tego chłodziwa w odniesieniu do emulsji sporządzonej z oleju E.

W związku z tym, że własności użytkowe chłodziwa najlepiej charakteryzuje jego wpływ na trwałość ostrza narzędzia, przeprowadzono pomiary okresów trwałości narzędzia przy toczeniu i frezowaniu.

Zmiennym czynnikiem przy pomiarach było stężenie emulsji wodnej sporządzonej z oleju EW i E. Olej emulgujący EW opracowany w Instytucie Metaloznawstwa i Aparatury Naukowo-Laboratoryjnej*) — jest bazowany na olejach mineralnych o składzie: olej emulgujący E — 100 części wagowych; olej wrzescionowy rafinowany — 255 części wagowych; alkohol etylowy — 1,68 części wagowych.

Pomiary przy toczeniu przeprowadzono metodą toczenia wzdłużnego na tokarce TR-45 o mocy znamionowej silnika $N_z = 5,5$ kW, z 18-stopniową regulacją obrotów wrzescioną w zakresie od 19 do 960 obr/min. Jako materiał obrabiany użyto stali konstrukcyjnej węglowej M70 (055) o wytrzymałości $R_r \approx 73$ kG/mm². Próby przeprowadzono przy następujących warunkach skrawania:

- głębokość skrawania $g = 2$ mm,
- posuw $p = 0,31$ mm/obr.,
- prędkość skrawania $v = 50$ m/min,
- wydajność chłodzenia $Q = 10$ l/min.

Podczas skrawania strumień cieczy kierowano na część ostrza, biorącą bezpośredni udział w skrawaniu, od strony powierzchni natarcia.

Do pomiarów użyto noży tokarskich zdzieraków prawych NNZa, wykonanych w całości ze stali szybko tnącej o kwadratowym przekroju trzonka i następującej geometrii ostrza: kąt przyłożenia $\alpha = 8^\circ$; pomocniczy kąt przyłożenia $\alpha_p = 8^\circ$; kąt natarcia $\gamma = 15^\circ$; kąt pochYLENIA głównej krawędzi skrawającej $\lambda = 0^\circ$; promień zaokrąglenia $r = 1$ mm.

Przed przystąpieniem do prób skrawania poddano noże tokarskie i materiał obrabiany kontroli twardości.

Przy próbach, zmiennym czynnikiem było stężenie emulsji wodnej oleju EW, przy czym dla każdego stężenia przeprowadzono 2 do 3 pomiary. Dla porównania przeprowadzono analogiczne pomiary przy użyciu emulsji wodnej oleju E.

Pomiary przeprowadzono dla następujących stężeń: 0%, 1%, 2,5%, 4,5%, 7%, 10% i 15%. Jako kryterium stępienia przyjęto spłygnięcie ostrza („spalenie ostrza”).

Badania wpływu emulsji wodnych oleju EW na trwałość ostrza przy frezowaniu czołowym przeprowadzono na stali węglowej M42 (025) o wytrzymałości $R_r = 46$ kG/mm². Do prób przy frezowaniu, w celu wyeliminowania nierównomiernego zużycia się ostrzy w przypadku użycia narzędzi wieloostrowych, użyto głowicy jednonożowej, konstrukcji I. O. O. S.

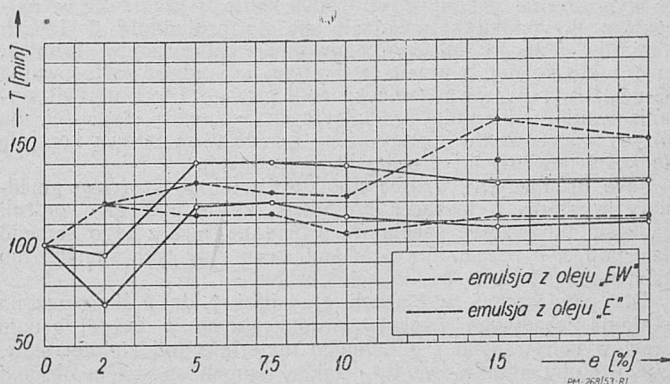
Wpływ na nierównomierne zużywanie się ostrzy narzędzi wieloostrowych mają takie czynniki jak:

- niejednorodność materiału poszczególnych ostrzy,
 - różnice w geometrii poszczególnych ostrzy,
 - niecentryczne zamocowanie freza na trzpieniu (bicie).
- Przez zastosowanie głowicy jednonożowej wpływ tych czynników jest w dużym stopniu wyeliminowany.

Pomiary przy frezowaniu wykonano na frezarce pionowej TOS o mocy znamionowej silnika wrzescioną $N_z = 11$ kW. Warunki skrawania były następujące: głębokość skrawania $g = 3$ mm; szerokość frezowania $b = 78$ mm; szybkość posuwu (posuw minutowy) $p_t = 40$ mm/min; ilość obrotów wrzescioną (prędkość obrotowa) $n = 224$ obr/min; prędkość obwodowa $v = 70,5$ m/min; wydajność chłodzenia $Q = 9$ l/min.

Przy próbach frezowania — podobnie jak i dla toczenia — zmiennym czynnikiem było stężenie emulsji wodnej oleju EW i E. Pomiary przeprowadzono dla następujących stężeń: 0%, 2%, 5%, 7%, 10%, 15% i 20%. Do głowicy użyto noży o ostrzach ze stali szybko tnącej SW18 (zgrzewanych). Jako kryterium stępienia przyjęto starcie ostrza na powierzchni przyłożenia $h_p = 0,4$ mm.

Na podstawie wyników pomiarów sporządzono wykresy zależności trwałości ostrza od stężenia emulsji EW i E. Rys. 1 przedstawia tę zależność przy frezowaniu.



Rys. 1. Zależność okresu trwałości ostrza T (min) od stężenia emulsji „E” i „EW” przy frezowaniu czołowym stali.

Jak z wykresu jest widoczne, optymalne stężenie emulsji oleju E wynosi $5 \div 8\%$. Optymalne stężenie emulsji oleju EW jest trudne do ustalenia ze względu na duży rozrzut wyników. Biorąc pod uwagę średnie wartości trwałości ostrza wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów, należy za optymalne stężenie emulsji EW przyjąć 15%.

Wobec niemal równych średnich okresów trwałości ostrza ($T = 130$ min przy stosowaniu emulsji oleju E i $T = 135$ min przy stosowaniu emulsji oleju EW), działanie ich przy stężeniach optymalnych można uznać za równorzędne.

Celem rozstrzygnięcia, która z tych emulsji jest ekonomiczniejsza, przeprowadzono obliczenie godzinowego kosztu eksploatacji narzędzia chłodzonego emulsją, wliczając również koszt samej emulsji. Z analizy tej wynika, iż stosowanie emulsji oleju EW jest korzystniejsze (godzinowy koszt eksploatacji narzędzia przy stosowaniu tej emulsji o stężeniu optymalnym wynosi ca. 1,60 zł/godz.).

Przy toczeniu analogiczna analiza doprowadziła do wniosku, iż korzystniejsze jest stosowanie emulsji oleju E.

mgr inż. R. Wesely

Wprowadzenie do przemysłu warsztatowej kontroli gładkości w oparciu o wzorce produkcyjne

W roku 1953 zlecono Instytutowi Obrabiarek i Obróbki Skrawaniem wprowadzenie warsztatowej kontroli gładkości w kilku wytypowanych zakładach o produkcji licencyjnej, której dokumentacja zawierała wymagania gładkościowe oparte na kryteriach wymiarowych zgodnie z normą GOST-2789-45 lub zastępującą ją, nową normą GOST-2789-51.

*) przez dr E. Hermanowicza.

Wobec braku przeszkolonego personelu i niezbędnych środków kontroli gładkości w tych zakładach, praca objęła:

- a. akcję instruktażowo-szkoleniową,
- b. organizację kontroli w oparciu o dostępne lub wykonane w ramach pracy środki kontroli.

Przeszkolenie kontrolerów i brakarzy z kilku rozrzuconych terenów i odległych od Instytutu zakładów pracy nie mogło być przeprowadzone bezpośrednio ze względów technicznych.

Zorganizowano zatem dwa sześciodniowe kursy dla instruktorów techników lub inżynierów, których delegowały zakłady pracy w ilości po 2 z każdego zakładu.

Program kursu obejmował wykłady z zakresu normalizacji gładkości, aparatury pomiarowej, wzorców i metodyki pomiarów oraz ćwiczenia praktyczne z zakresu techniki sporządzania odbitek stykowych, użytkowania wzorców gładkości, obsługi gładkościomierzy optycznych, profilografu, mikroiinterferometru.

Szkolenie zakończono praktycznym egzaminem ze znajomości obsługi aparatury do pomiaru gładkości, umiejętności typowania wzorców produkcyjnych oraz umiejętności instruowania w zakresie kontroli gładkości, po czym dyskusyjnie ustalono przebieg szkolenia, które kursanci przeprowadzą w swoim zakładzie pracy, oraz przekazano im materiały popularyzujące zagadnienie gładkości i instruktażowe.

Materiały te, również opracowane w IOOS obejmowały między innymi instrukcje obsługi aparatów pomiarowych, metodykę pomiarów, wytyczne dobierania i stosowania wzorców produkcyjnych, materiały normalizacyjne, bibliografię, wytyczne do planowania wyposażenia izb pomiarowych w środki kontroli gładkości powierzchni oraz tzw. „plakaty gładkościowe”, ujmujące w sposób popularny podstawowe materiały z zakresu gładkości powierzchni, przeznaczone dla konstruktorów i pomiarowców.

Szkolenie przeprowadzane przez kursantów na terenie zakładów pracy w oparciu o nabyte na kursie wiadomości i otrzymane materiały oraz okresowe konsultacje, prowadzone w terenie przez pracowników IOOS wystarczająco rozwiązały zagadnienie uzyskania zakładowych kontrolerów gładkości.

Wyposażenie zakładów w środki kontroli gładkości w najlepszym przypadku sprowadzało się do posiadania w Izbach Pomiarów jednego lub dwu podwójnych mikroskopów Linnika. Ilość mikroskopów, a przede wszystkim ich zakres zastosowania nie umożliwia wprowadzenia kontroli gładkości lecz ułatwił zorganizowanie dobierania produkcyjnych wzorców gładkości, na których zastosowaniu postanowiono oprócz warsztatową kontrolę gładkości powierzchni przedmiotów produkcji.

Jako produkcyjne wzorce gładkości ustalono wzorcowe przedmioty wybrane z bieżącej produkcji, która podlega kontroli gładkości lub wzorce specjalnie wykonane, lecz z tego samego materiału co i przedmioty produkcji oraz przy tych samych lub możliwie zbliżonych warunkach obróbki.

Dla powierzchni w klasach gładkości 1 do 9 dopuszczono ustalanie wspólnych wzorców produkcyjnych w każdej grupie części wykonywanych z podobnego materiału (oddzielnie: stale, żeliwo, stopy aluminiowe itp.) takim samym sposobem obróbki

i w zbliżonych warunkach obróbczych. Wzorce takie dobierano i mierzono w zakładzie produkcyjnym, kontrolne pomiary i zatwierdzenia wzorców dokonywano w Zakładzie Miernictwa IOOS.

Dla powierzchni części wykonywanych w klasie gładkości 10 i wyższych oraz części wykonywanych w niższych od 10 klasach gładkości lecz wyróżniających się kształtem, drobnymi wymiarami czy specjalnym sposobem obróbki dobierano indywidualne wzorce produkcyjne. Wobec braku środków mierniczych w zainteresowanych zakładach pracy, pomiary takich wzorców wykonywano całkowicie w IOOS na podstawie dostarczonych próbek lub odbitek stykowych zdjętych z typowanych na wzorce części. Ze względów oszczędnościowych zalecono dobieranie wzorców produkcyjnych z części wybrakowanych z powodu niewłaściwych wymiarów, wad materiałowych czy uszkodzeń, jednak w praktyce — zwłaszcza dla klas od 1 do 9 najbardziej celowe okazało się specjalne wykonanie części wzorcowych w warunkach produkcyjnych lecz pod nadzorem przeszkolonego pracownika kontroli. Dobieranie wzorców z bieżącej produkcji jest, jak stwierdzono, czynnością nadzwyczaj pracochłonną i powinno być w przyszłości częściowo zastąpione wyposażeniem zakładów w uniwersalne komplety wzorców gładkości 1—9, produkowane seryjnie.

Dla klas gładkości wyższych od 9 oraz dla części wyróżniających się materiałem, kształtem, wymiarami czy sposobem obróbki, wzorce typu uniwersalnego nie mogą być stosowane, zatem system dobierania czy wykonywania wzorcowych przedmiotów produkcji winien być zachowany.

Wprowadzenie kontroli gładkości wykazało, że w licznych przypadkach stawiano uprzednio przedmiotom produkcji nieuzasadnione, wygórowane wymagania gładkościowe, wykonując je z wyższych od żądanej klasach gładkości i zaliczając do wadliwie wykonanych części odpowiadające ustalonym w dokumentacji warunkom gładkościowym. Ustalenie kryteriów oceny gładkości przez wprowadzenie wzorców produkcyjnych i zastosowanie właściwych metod posługiwania się nimi wydatnie zmniejszyło ilość pozornych braków, zlikwidowało nieporozumienia zachodzące często przy ocenie gładkości produkowanych części oraz przyczyniło się do uzyskania wymaganej jakości przedmiotów produkcji.

Wprowadzenie kontroli gładkości w oparciu o wzorce produkcyjne można zalecić nie tylko zakładom, którym stosowana dokumentacja licencyjna narzuca stosowanie nowej klasyfikacji gładkości, lecz również zakładom, w których dotychczas klasyfikacja taka nie obowiązuje.

mgr inż. A. Sadowski

Z ruchu racjonalizatorskiego IOOS

Ruch racjonalizatorski obejmuje w IOOS ogół pracowników, tj. pracowników naukowych, technicznych i administracyjnych. Pomysły racjonalizatorskie zgłaszane przez pracowników dotyczą nierzadko zagadnień interesujących szerszy ogół pracowników poza Instytutem.

W niniejszej krótkiej notatce przedstawiono dwa pomysły, dotąd w Biuletynie IOOS nie publikowane.

Usprawnienie gładkościomierza WB-4 dokonane przez mgr inż. A. Zdaniewskiego.

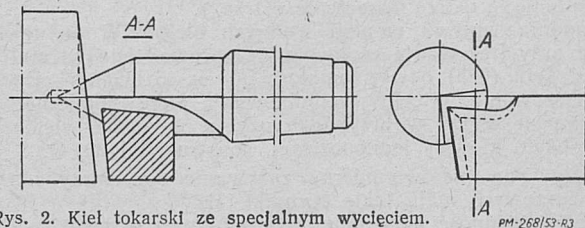
Usprawnienie dotyczyło znanego gładkościomierza *prof. inż. W. Biernawskiego* i miało na celu udoskonalenie obrazu badanej powierzchni i udogodnienie badań aparatem WB-4. W aparacie WB-4 przedmiot badany znajduje się w oświetleniu ciemnopółowym, podczas gdy ryski na szkiełku mają elementarne płaszczyzny tworzące je ustawione w oświetleniu jasnopółowym, a więc znacznie silniejszym. Na skutek tej różnicy oświetlenia powstawało zjawisko jarzenia się rysiek, dając ryski grube, mające aureolę zamazującą obraz i utrudniającą pomiar.

Odpowiednie skierowanie strumienia światła wysyłanego przez oświetlacz daje w wyniku ryski cienkie i pozbawione jarzenia, poprawiając równocześnie plastykę obrazu, co przyczynia się do wykonania dokładniejszych pomiarów gładkości badanej powierzchni. Poszerzenie tubusa, zaopatrzenie jego ścianek w drobny, ostry gwint, na całej długości przepływu światła i pomalować na matowo-czarny kolor powoduje rozproszenie światła padającego na ścianę tubusa, wskutek czego światło nie odbija się od ścian tubusa w stronę okulara.

Rozpowszechnienie udoskonalonego gładkościomierza WB-4 będzie następnym krokiem, umożliwiającym łatwe, szybkie i do-

kładne pomiary gładkości w warunkach warsztatowych i laboratoryjnych.

Toczenie czołowe („planowanie”) krzywów obciążonych końców wałków na tokarce przy użyciu kła podpierającego ze specjalnym wycięciem; — usprawnienie B. Kellera, pracownika Zakładu Warsztatów Doświadczalnych.



Rys. 2. Kieł tokarski ze specjalnym wycięciem.

Przy przecinaniu mechanicznym wałków za pomocą piły w większości przypadków powierzchnia przecięcia nie jest prostopadła do osi wałka.

Przy toczeniu czołowym, „planowaniu” końców wałka zamocowanego w kłach pozostawał występ, który trzeba było usuwać w dodatkowym zabiegu lub operacji. Niedogodność tę usunięto przez stosowanie od strony konika kła stałego, posiadającego wycięcie wynoszące $\frac{1}{4}$ części stożka (rys. 2). Wycięcie to umożliwiło wprowadzenie bocznego noża do toczenia czołowego. Usprawnienie pozwala na całkowite wyrównanie powierzchni czołowej końca wałka bez pozostawiania na niej występow lub nierówności. Ponadto wycięcie ułatwia doprowadzenie smarowania na nakieł.

E. Zabiński