

63

PRZEGĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY

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

ROK XIII

MARZEC 1954

ZESZYT 3

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

SPIS TREŚCI ZESZYTU 3/54

ARTYKUŁ WSTĘPNY

Drogi rozwoju produkcji ubocznej	67
--	----

ARTYKUŁY GŁÓWNE

Prof. Leon Burnat — Oszczędność tworzyw w budowie obrabiarek do metali	69
Mgr inż. Tadeusz Drążkiewicz — Nowe i zastępcze materiały otrzymywane przy pomocy metalizacji natryskowej	71
Mgr inż. Zbigniew Lech — Wtórne odlewnicze stopy aluminium	75
Mgr inż. Edward Żmihorski — Struktura elektrolitycznie osadzonych warstw chromu	78
Dr Michał Halaunbrenner — Koncepcja tarcia anizotropowego w świetle doświadczenia	81
Sławomir Peszkowski — Pomiar gładkości powierzchni metodą całkowania pneumatycznego	86
Mgr inż. Wacław Tomaszczyk — Pełzanie w zagadnieniach konstrukcyjnych (dokończenie)	90
Inż. Janusz Lange — Specyfikacja graficzna	92

PRZEGLĄD PRASY TECHNICZNEJ

Tytan — Z. R.	85
Możliwości zastosowania metody W. A. Kolesowa — L. S.	95
Kontrola i usuwanie nierównomierności grubości ścianki długich wałów drążonych — C. D.	96
Walcarka z obiegowymi wałkami roboczymi — M. Ch.	97
Dławnica gumowa — W. S.	98

WIADOMOSCI SIMP

BIBLIOGRAFIA

Biuletyn Informacyjny I. O. P.

Przegląd Dokumentacyjny Mechaniki

W NASTĘPNYM ZESZYCIE

ukazą się m. in. artykuły:

Polska turbina parowa

Obliczanie i wykonywanie kół łańcuchowych przekładni bezstopniowych

Możliwości stosowania płyt pilśniowych twardych w przemyśle mechanicznym i taborowym

Szybkość działania czujnika pneumatycznego

O określenie optymalnej struktury cyklu remontowego

WARUNKI PRENUMERATY

Prenumerata normalna

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

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

Prenumerata ulgowa

(⅓ 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.

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

NOT — Naczelna Organizacja Techniczna. 1954. Warszawa.

Nakład 6.200 egz. Ark. wyd. 8 — druk. 5. Papier druk. sat. kl. V, 60 g. 86×122/16.

Oddano do składania 26.I.54. Podpisano do druku 13.III.54. Druk uk. 22.III.54.

Drukarnia im. Rewolucji Październikowej, Warszawa. Zam. 101c/54. 5-B-13023.

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

Drogi rozwoju produkcji ubocznej

Cele i zadania produkcji ubocznej, wytknięte wyraźnie w uchwałach IX Plenum KC PZPR, sprowadzają się do trzech zasadniczych elementów:

1. współpraca z przemysłami konsumcyjnymi w celu pełnego zaspokojenia rynku w zakresie artykułów pierwszej potrzeby.

2. Wykorzystanie odpadów produkcyjnych powstałych zarówno w hutach jak i w zakładach przemysłu metalowego.

3. Wykorzystanie wolnych zdolności produkcyjnych maszyn i urządzeń.

Dyskusja nad pierwszym postulatem byłaby w tym miejscu niecelowa, gdyż z jednej strony zajmuje się nim prasa codzienna, z drugiej zaś — leży on na sercu każdego obywatela, gdyż każdy jest nim osobiście zainteresowany jako potencjalny konsument tych wyrobów. Dla przeanalizowania drugiego zagadnienia musimy zdać sobie sprawę z wartości odpadków użytkowych, które będą stanowiły materiał wyjściowy do produkcji ubocznej, następnie ze źródeł ich powstawania oraz z zagadnienia transportu. Ograniczymy się przy tym do stopów żelaza we wszelkich jego postaciach. Nie będziemy również poruszać zagadnienia chwilowego braku pewnych materiałów, który zwiększa aktualność produkcji ubocznej, gdyż brak ten jest zjawiskiem przejściowym, które automatycznie zniknie po pełnej rozbudowie hutnictwa i z tego względu nie posiada znaczenia technicznego.

Jeżeli przyjmiemy, że cena bieżąca stali i złomu odpowiada wartości tych towarów, to znaczy jest odbiciem wszystkich elementów kalkulacji, to będziemy mogli stwierdzić, że różnica między ceną pełnowartościowej stali w postaci produktu hutniczego i ceną złomu, jaki uzyskujemy w postaci odpadu przy produkcji hutniczej lub produkcji przetwórczej tego materiału, stanowi koszt powtórnego przerobu złomu na produkt hutniczy.

Dla przykładu weźmy obowiązujące ceny dla kilku wytworów hutniczych oraz ceny złomu otrzymanego za odpady z tychże wytworów.

ków stopowych do żużla, jak energia, materiały pomocnicze, jak wreszcie robocizna i utrzymanie oraz amortyzacja urządzeń.

Z tabeli tej można wyciągnąć proste wnioski. Po pierwsze, zatem, że im materiał walcowy jest szlachetniejszy i im dalej doprowadzony w przerobie, tym bardziej opłaca się zużytkowanie odpadów do produkcji ubocznej, po drugie — że koszty związane z przygotowaniem odpadów do produkcji ubocznej oraz zwiększeniem nakładów wynikających z trudności przy niewymiarowym wsadzie, winny w każdym przypadku mieścić się w różnicy ceny pełnowartościowego materiału i złomu.

Oznacza to, że dodatkowe nakłady winny się zmieścić w granicach 1155 zł/t → 41.600 zł/t. Ponieważ przygotowanie materiału oraz większa pracochłonność przy produkcji da się określić w roboczo- lub maszynogodzinach, możemy — przyjmując koszt roboczegodziny na 10 zł oraz maszynogodziny na 20 zł — powiedzieć, że opłaca się zużytkować odpady wtedy, gdy dodatkowe czynności przygotowawcze będą się kształtowały na wysokości 110 → 4100 roboczegodzin lub 55 → 2050 maszynogodzin na tonę przerabianego materiału.

Przeprowadzimy przykładowo kalkulację opłacalności w dwóch przypadkach. Pierwszym będzie wytwór ze stali węglowej zwykłej, drugim — ze stali szlachetnej. Mamy do wykonania młotek, na który używamy materiał odpadowy w ilości 1,0 kG wymagającego dodatkowego przerobu. Różnica między materiałem pełnowartościowym i złomem wynosi 1155 zł/t, czyli 1,10 zł na jeden młotek.

Na przygotowanie materiału mamy zatem do dyspozycji 0,1 rg lub 0,05 mg czyli 6 względnie 3 min na jeden młotek. W praktyce okazało się, że czas ten nie we wszystkich warsztatach jest wystarczający do wykonania dodatkowej pracy.

Drugim przykładem będzie szczyrzyk wymagający 150 g blachy nierdzewnej. Różnica w cenie materiału wynosi 41600 zł/t, czyli 6,00 zł na jeden szczyrzyk. Odpowiada to 0,60 rg lub 0,3 mg, czyli 36 względnie 18 minut. W tym przypadku w każdych warunkach czas ten jest wystarczający do wykonania dodatkowej pracy.

Z powyższych krawędziowych przykładów wynika, że przystępując do produkcji z odpadów stali węglowej należy produkcję tę dobrze opracować technologicznie pod kątem skrócenia operacji przygotawczych oraz użycia maszyn produkcyjnych właściwych do tej produkcji.

W przeciwnym przypadku koszt wykonania z odpadów musi być wyższy od kosztu wykonania z materiału pełnowartościowego przez zakład zawodowo do tej produkcji przygotowany i taka produkcja uboczna musi być nieopłacalna. Na przykładzie wykazu ze stali szlachetnej wiadć, że produkcja taka będzie opłacalna

w każdych niemal warunkach i jej koszty własne będą niższe od kosztów produkcji z materiału pełnowartościowego.

Obecnie przeanalizować należy źródła, ilość i postać odpadów stojących do dyspozycji. Najpoważniejszym dostawcą odpadów użytkowych jest hutnictwo, które z tytułu niewymiarowych odpadów oraz wybraków materiałowych na walcowniach posiada do dyspozycji 1÷2% całkowitej produkcji stali. Zrozumiałe jest, że tylko część tej ilości nadaje się do produkcji ubocznej, gdyż musimy wyeliminować odpadki profilicieżkich, który zu-

Stal węglowa zwykła pręty	Ø 5,5—8 mm	1680	zł/t — złom	350	zł/t — różnica	1330	zł/t
" "	Ø 16—90 mm	1680	" "	445	" "	1235	"
" "	" płaskie 10×5	1320÷1680	" "	445	" "	1235	"
" "	" 100×10	1250÷1600	" "	445	" "	1155	"
" "	bednarka gorąca 16×5 mm	1430÷1700	" "	445	" "	1265	"
" "	250×2 mm	1370÷1680	" "	445	" "	1235	"
" "	taśma zimno walc. 2÷5	2270÷2830	" "	225	" "	2605	"
" "	" 0,1÷0,15	2800÷3450	" "	225	" "	3225	"
" "	drut Ø 13	2613÷3480	" "	350	" "	3130	"
" "	Ø 15	3950÷5400	" "	225	" "	5175	"
" "	blacha uniwers. 10	1750÷2080	" "	445	" "	1635	"
" "	" cienka 0,49	2560÷3230	" "	400	" "	2830	"
" "	" tłoczona 0,49	2700÷3010	" "	400	" "	2610	"
" "	szlachetna kwasoodporna, drut Ø 6 mm	24000	" "	2414	" "	21600	"
" "	" Ø 1 mm	31000	" "	2414	" "	28600	"
" "	blacha 05	44000	" "	2414	" "	41600	"
" "	srebrzanka Ø 1÷21	34500÷6980	" "	445	" "	34000	"
" "	konstr. węglowa, drut Ø 6 mm	4800	" "	350	" "	4450	"
" "	" Ø 1 mm	22000	" "	225	" "	21775	"
" "	blacha 05	8700	" "	400	" "	8300	"

Ceny materiału wzięto z obowiązujących cenników po doliczeniu różnych opłat z tytułu odbioru, normalizacji, stanu powierzchni itd.

Z zestawienia tego wynika, że w przypadku, o ile odpady, które mogłyby być wykorzystane dla produkcji ubocznej, oddamy na złom, spowodujemy wówczas stratę 1155 - aż 6100 zł na jednej tonie materiału. Powodami tej straty są wszystkie składniki kosztów potrzebnych do powtórного przerobu złomu na materiał walcowany, a więc zarówno przejście żelaza i składni-

żytkowuje przemysł budowlany, względnie odpady w postaci całych wybrakowanych partii, które dla pewnych celów mogą stanowić materiał pełnowartościowy.

Następnym dostawcą są przemysły przetwórcze, metalowe, które dysponują cennymi odpadami blach, drutów oraz materiału walcowanego. Dalszych źródeł należy szukać w odlewniach żeliwa i staliwa. Jest to znane zjawisko, że w niektórych odlewniach zwykle pozostaje w kadzi pewna ilość płynnego metalu, który wylewa się na ziemię i powtórnie przetapia.

Na bazie tych odpadów można uruchomić produkcję uboczną mało odpowiedzialnych drobnych odlewów rynkowych. Jeżeli pominąć odpady grube, o których była mowa poprzednio, to musimy liczyć na możliwość wykorzystania z powyższych źródeł około 10 tysięcy ton rocznych odpadów nadających się do produkcji ubocznej. Tych 10.000 ton stanowi tak poważną wartość, że prawidłowe ich wykorzystanie musi stanowić zagadnienie państwowe i musi być rozwiązane przez techników, gdyż strata ich równałaby się marnotrawstwu około 20 milionów złotych rocznie.

Przechodząc do zagadnienia trzeciego, tj. do wykorzystania wolnych zdolności produkcyjnych, musimy stwierdzić, że i tutaj można doszukać się poważnych rezerw, na co wskazał B. Bierut na IX Plenum KC PZPR. Nie potrzeba wykazywać technikom wartości, które tkwią w niewykorzystanych zdolnościach produkcyjnych. Wiadomo jest, że w przemyśle maszynowym jedna maszynogodzina przestoju kosztuje 20 ÷ 50% maszynogodziny ruchu, a przecież maszynogodzina przestoju jest stratą.

Przyjmując koszt maszynogodziny na 20 zł, możemy powiedzieć, że niewykorzystanie jednej maszynogodziny powoduje stratę w gospodarce narodowej w wysokości minimum 4 zł.

Ponieważ obowiązujące plany produkcyjne większości warsztatów mechanicznych oparte są na wykorzystaniu obrabiarek poniżej dwóch zmian, możemy ostrożnie powiedzieć, że na każdej obrabiarence mamy 1000 mg roczne rezerwy. Jeżeli potrafimy wykorzystać tę rezerwę dla celów produkcji ubocznej, zyskamy na każdej obrabiarence minimum 4000 zł rocznie. Otwiera się tutaj szerokie pole do działania dla techników, którzy winni określić, jakie obrabiarki mogą być wykorzystane dla produkcji ubocznej bez zrywania ciągłości produkcji normalnej. Gdybyśmy potrafili uruchomić w ten sposób choćby tylko milion maszynogodzin rocznie (co nie jest trudne), to zaoszczędzilibyśmy dalsze 4 miliony złotych, w stosunku rocznym.

Te dwa zadania, a więc: zużycie odpadów i wykorzystanie wolnych zdolności produkcyjnych, nie są problemem ekonomistów, lecz raczej zadaniem techników i racjonalizatorów, którzy posiadają wszelkie środki oraz obowiązek społeczny ich wyszukania i wykorzystania.

Jest rzeczą zrozumiałą, że odpady — a przede wszystkim te, które powstają bezpośrednio na hutach — stanowią również główną bazę surowcową dla pracujących już obecnie drobnych warsztatów przemysłu terenowego, spółdzielczych i innych. Zadaniem produkcji ubocznej nie jest bynajmniej osłabienie dopływu surowca do tych warsztatów, lecz wyszukiwanie rezerw dotychczas nie wykorzystanych. Należy zaznaczyć, że rezerwy te są w chwili obecnej bardzo poważne.

Na podstawie przeprowadzonej tutaj analizy ekonomicznej staje się jasny kierunek rozwoju warsztatów produkcji ubocznej. Kierunek ten można ująć w następujących punktach:

1. każdy odpad metalowy, wykorzystany do produkcji, a nie wyrzucony na złom, daje poważne oszczędności w gospodarce narodowej.

2. Wykorzystanie odpadów winno być poprzedzone analizą opłacalności; odpady winny być użyte do wykonywania produktu, który najbardziej odpowiada ich charakterowi oraz charakterowi stojących do dyspozycji środków produkcyjnych i kwalifikacjom zakładu.

3. Wykorzystywanie odpadów powinno mieć miejsce, w miarę możliwości, tam, gdzie one powstają, gdyż taki stan rzeczy daje oszczędności w zakresie transportu.

4. Produkcja uboczna w dużych zakładach winna się rozwijać przejściowo na bazie wolnych zdolności produkcyjnych i stopniowo przechodzić w oddzielne wydziały, które na drodze specjalizacji zapewnią najlepszą jakość i najniższy koszt produktu.

5. W okręgach dysponujących rezerwami siły roboczej należy rozwijać produkcję pracochłonną, natomiast w okręgach posiadających trudności w uzyskaniu dodatkowej siły roboczej — mniej pracochłonną, względnie nastawić produkcję na system kooperacji.

6. W zakładach posiadających znaczne ilości odpadów, a więc przede wszystkim w hutach, należy dążyć do wykorzystania odpadów najcięższych oraz takich, które dają największą ilość odpadu wtórnego w postaci ubocznego złomu.

7. W przypadku jeżeli istnieje już produkcja jakichś wyrobów, wykonywanych z materiału pełnowartościowego, w międzyczasie wytoni się możliwość przedstawienia jej na produkcję z odpadów, należy po przekalkulowaniu ograniczyć produkcję zasadniczą, zastępując ją innym asortymentem, a natomiast uruchomić produkcję uboczną tych wyrobów.

8. W hutach należy przede wszystkim wykorzystywać odpady trudne do transportu, ze względu na przestrzenność, konieczność prostowania itp.

9. Jakość produkcji ubocznej nie może być gorsza od jakości produkcji normalnej.

10. Asortyment produkcyjny winien odpowiadać potrzebom rynku przede wszystkim lokalnego i przyczynić się do rozszerzenia skali artykułów konsumpcyjnych.

*

Inżynierowie i technicy polscy zetknęli się z zagadnieniem produkcji ubocznej niedawno, mimo to jednak doświadczenia, uzyskane przez szereg zakładów, pozwalają już na wyciągnięcie pewnych wniosków.

Produkcję uboczną uruchomiono w sposób żywiołowy, co świadczy o popularności idei, jednakże trzeba przyznać, że ten sposób uruchomienia produkcji nie zawsze okazał się celowy. Zarówno zabieganie o łatwe sukcesy bez oglądania się na istotne potrzeby rynku, jak i zabieganie o dużą wartość wyrobów wykonywanych często z pełnowartościowego materiału spaczają cel produkcji ubocznej.

Po pierwszej fазie żywiołowości w tym zakresie nastąpiło znaczne uspokojenie, które wyraziło się w przemysłowej technicznie i handlowo akcji wrożącej dalszy pomyślny rozwój produkcji ubocznej.

W bardzo grubych zarysach można podzielić drogi rozwoju produkcji ubocznej pod kątem widzenia środków produkcyjnych na:

1. Produkcję z minimalnym użyciem maszyn lub przyrządów.
2. Produkcję kuzienną.
3. Produkcję wykonywaną na prasach na zimno.
4. Produkcję odlewni.
5. Produkcję na obrabiarkach skrawających.

Do pierwszej grupy zalicza się wyroby z blachy i rur w postaci piecyków, sanek, stojaków, płyt kuchennych, następnie wyroby z drutu, narzędzia ogrodnicze, wycieraczki do obuwia, rury i blachy piecowe, blachy do pieczywa, sprzęt kuchenny itp.

Przedstawicielami drugiej grupy są wszelkiego rodzaju narzędzia czarne, jak młotki, siekiery, oskardy, łomy, następnie ciężkie okucia budowlane typu wiejskiego, osie do wozów, narzędzia ślusarskie, skoble oraz ciężki sprzęt medyczny.

Grupa trzecia obejmuje najszerzy asortyment i charakteryzuje się tym, że odpady mogą być wykorzystane kilkakrotnie w postaci coraz drobniejszych wytworów. Do tej grupy zaliczyć należy: naczynia kuchenne, narzędzia ogrodnicze, okucia meblowe i budowlane, galanterię kuchenną i codziennego użytku, podkładki do śrub, przybory kosmetyczne i częściowo lecarskie, korony do zębów oraz cały asortyment zabawkarski.

W ramach grupy czwartej możemy produkować ruszty i płyty kuchenne, armaturę piecową, tuleje do osi wiejskich, naczynia lane itd.

Wreszcie ostatnia grupa daje szerokie możliwości inwencji w zakresie artykułów już produkowanych, jak również artykułów zupełnie nowych, jak zabawki mechaniczne, galanteria ciężka, śruby, części maszyn rolniczych, rowerów i motocykli itd. Tu również zaliczyć można części armatury wodnej i gazowej.

Jak z powyższego widać, każda fabryka może znaleźć sposób wykorzystania swoich odpadów w sposób najbardziej odpowiadający jej charakterowi. Hutnictwo może produkować wytwory grupy 1—3, przemysł odlewniczy w grupie 4, zaś przemysł maszynowy — we wszystkich grupach. W doborze produkowanego asortymentu należy jednak wytyczyć dalsze kierunki rozwojowe, gdyż nie można wykluczać ewentualności, że warsztaty produkcji ubocznej przekształcą się z czasem w warsztaty produkcji pomocniczej, pracujące przy zakładach macierzystych w oparciu o ich produkcję nie tylko na bazie odpadów, ale również na bazie pełnowartościowego materiału. Przykład rozwoju produkcji maszyn do pisania, która została zainicjowana jako produkcja uboczna przy jednej z fabryk samochodów w NRD, jest być może przykładem zbyt daleko idącym, tym niemniej jednak wskazuje on na szerokie możliwości rozwojowe tego typu produkcji.

Reasumując powyższe wywody, można stwierdzić, iż droga wytyczona wskazaniami Partii i Rządu jest słuszna, a społeczeństwo ma prawo oczekiwać od inżynierów i techników zainteresowania się produkcją uboczną zarówno z uwagi na korzyści ekonomiczne, jak i na najszerze zaspokojenie stale rosnących potrzeb osobistych każdego obywatela.

Mgr inż. Leszek Strzelecki

Oszczędność tworzyw w budowie obrabiarek do metali

621.9.002.3

Prof. LEON BURNAT

Artykuł omawia możliwości oszczędzania tworzyw w budowie obrabiarek z punktu widzenia użytkownika. Podano sposoby oszczędzania tworzyw przez: dobór zakresu wymiarowego obrabiarki, zakresu obróbki, wybór wiórowo wydajnych obrabiarek, zmiany konstrukcyjne oraz sposoby technologiczne.

Jednym z głównych zadań pracy technika jest oszczędzanie tworzyw używanych do budowy maszyn. Społeczeństwa ludzkie w okresach szybkiego postępu technicznego i przyspieszonego uprzemysłowienia gospodarki narodowej zwykle odczuwają brak materiałów dla realizowania swoich śmiałych planów. W takich okresach zadaniem technika jest zwiększenie ilości produkowanych materiałów, jak również szczególnie oszczędne ich używanie. Oszczędzanie tworzyw obowiązuje w równej mierze producenta maszyny jak i jej użytkownika.

Z końcem listopada ub. r. odbyła się w Warszawie konferencja, której wyłącznym tematem była oszczędność tworzyw w budowie maszyn i urządzeń.

Na konferencji tej obszernie rozpatrzono oszczędności, które może i powinien stosować konstruktor, metalurg, technolog — a więc ogólnie mówiąc — producent. Natomiast współudział użytkownika maszyny w tej ważnej akcji nie został uwzględniony w założonych tematach dyskusyjnych. Dla uzyskania pełnego efektu akcji oszczędnościowej współpraca użytkownika jest nie tylko pożądana, lecz może być szczególnie owocna i skuteczna.

Użytkownik może współdziałać w oszczędzaniu materiałów w dwóch głównych kierunkach: przez prawidłowy dobór potrzebnej mu maszyny oraz przez żądanie możliwie wysokiej jakości nabywanej maszyny. Zła jakość maszyny zmniejszy jej wartość użytkową; zmniejszy jej wydajność, a wskutek tego zamiast jednej maszyny trzeba będzie użyć może 1 i 1/2 maszyny i odpowiednio więcej tworzyw. Przy gorszej jakości maszyny ten sam cel gospodarczy osiągnąć można tylko zwiększonym nakładem materiałowym. Sprawa jakości maszyny ma ogromne znaczenie, lecz nie jest łatwa do opanowania. Natomiast prawidłowy dobór maszyny jest sprawą bez porównania łatwiejszą do przeprowadzenia, a może przynieść ogromne zyski materiałowe.

Wpływ doboru maszyny na ilość użytego materiału rozpatrzona zostanie na przykładzie budowy obrabiarek do metali. Istnieje szereg możliwości oszczędzania tworzyw w budowie obrabiarek. Niektóre z nich są łatwe do uzyskania małym nakładem pracy, inne zaś bywają trudne, wymagają nieraz przedstawienia, względnie opanowania zupełnie nowych rodzajów produkcji. Oczywiście najłatwiej będzie wyczerpać najpierw sposoby łatwe, nie wymagające dużego nakładu pracy. Trzeba stwierdzić, że najłatwiejsze i bardzo wydajne sposoby oszczędzania tworzyw w budowie obrabiarek należą właśnie do zakresu działania użytkownika obrabiarki. Sposoby prowadzące do oszczędzania tworzyw w budowie obrabiarek można podzielić na pięć głównych grup, a mianowicie: 1) dobór zakresu wymiarowego obrabiarki, 2) zakres obróbki, 3) wybór wiórowo wydajnych obrabiarek, 4) zmiany konstrukcyjne, 5) sposoby technologiczne.

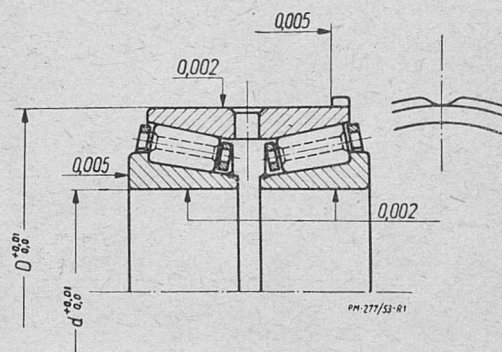
Zakres wymiarowy obrabiarki powinien być możliwie ścisły, dostosowany do jej przeznaczenia. Prosty przykład objaśni znaczenie tego doboru dla oszczędzania tworzyw. Trzeba stwierdzić, że w naszych wytwórniach przynajmniej połowa zainstalowanych tokarek posiada za długie łoża; ich zakres wymiarowy jest za duży, nie wykorzystywany. Jeżeli założyć się, że 10 000 tokarek ma łoża o 1/2 m za długie i przyjmie się, że średnio 1/2 m długości tych łoż waży 100 kG, to dochodzimy do stwierdzenia, że ok. 1000 t żeliwa i stali leży bezużytecznie w naszych zakładach. Kawalek łoża o długości 1/2 m wymagać będzie ok. 1 m² powierzchni zabudowanej, czyli dla 10 000 tokarek o złe dobranym zakresie wymiarowym zużyliśmy niepotrzebnie także materiały konieczne dla zbudowania budynku fabrycznego o powierzchni 10 000 m². Całkowita ilość tworzyw, które w ten sposób są stracone dla gospodarki narodowej, jest zatem godna uwagi i zachodu.

Podobne straty materiałowe zachodzą dziś w każdej obrabiarence instalowanej bez starannego dostosowania jej zakresu wymiarowego do potrzeb produkcji. Zbyt duże wiertarki promieniowe, wytaczarki, strugarki i inne obrabiarki nie należą u nas do rzadkości. Tłumaczenie takiego wyboru chęcią otrzymania sztywniejszej maszyny jest błędne ze względu na oszczędności materiałowe. Obrabiarka bowiem może być ciężka i sztywna, lecz jej zakres wymiarowy winien być dobrze dobrany.

Drugim ważnym czynnikiem dla doboru obrabiarki jest prawidłowy dobór zakresu obróbki, czyli jej możliwości obróbczych. Dla przedstawienia, jakie znaczenie ma zakres obróbki dla oszczędzania tworzyw, weźmy znów przykłady popełnianych błędów, przeważnie znanych, lecz mimo to

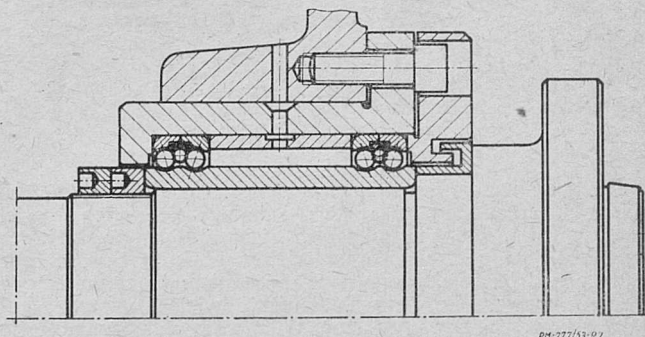
stałe powtarzanych. Skrzynki posuwów naszych tokarek są bardzo często nadmiernie uniwersalne, rozbudowane, wskutek czego wykonano niepotrzebnie tysiące kół zębatych, które z kolei niepotrzebnie zmniejszają sprawność mechaniczną tokarek i zwiększają koszty ich utrzymania. Dość ogólnie stosowane u nas dodawanie do normalnego wyposażenia tokarki tarczy uchwytovej czteroszczękowej, a także okularów, nie jest potrzebne dla wytwórni, które posiadają po kilka sztuk tych samych maszyn; części te leżą zwykle szereg lat zupełnie nie używane.

Przesłupstwem materiałowym będzie również nabywanie uniwersalnej frezarki, gdy nie ma możliwości wykorzystania jej zakresu obróbki, albo uniwersalnej szlifierki do wałków i otworów. Wiertarki promieniowe bogato wyposażone w biegi wrzeciona, a używane na przykład dla robót kotlarskich, są także przykładem złego doboru zakresu obróbki zwiększającego zużycie tworzyw. W każdym z wymienionych przykładów staranniejszy dobór zakresu obróbki maszyny da oszczędność materiału obok szeregu innych oszczędności.



Rys. 1.

Poszczególne rodzaje obrabiarek do metali nie posiadają jednakich wydajności wiórowych odniesionych do jednego kG ciężaru maszyny. Używanie obrabiarek wiórowo wydajnych również przyczyni się do zmniejszenia zapotrzebowania tworzyw dla przemysłu obrabiarkowego. Wiórowo wydajne nie są na przykład strugarki w porównaniu z frezarkami. Szczególnie małe wiórowe wydajności mają wytaczarki, a ponieważ ponadto mają one wyjątkowo duże czasy pomocnicze, dlatego należy unikać ich zastosowania i zastępować je wiertarkami pomocniczymi czy frezarkami, oczywiście w przypadkach, w których taka zmiana jest technologicznie możliwa.



Rys. 2.

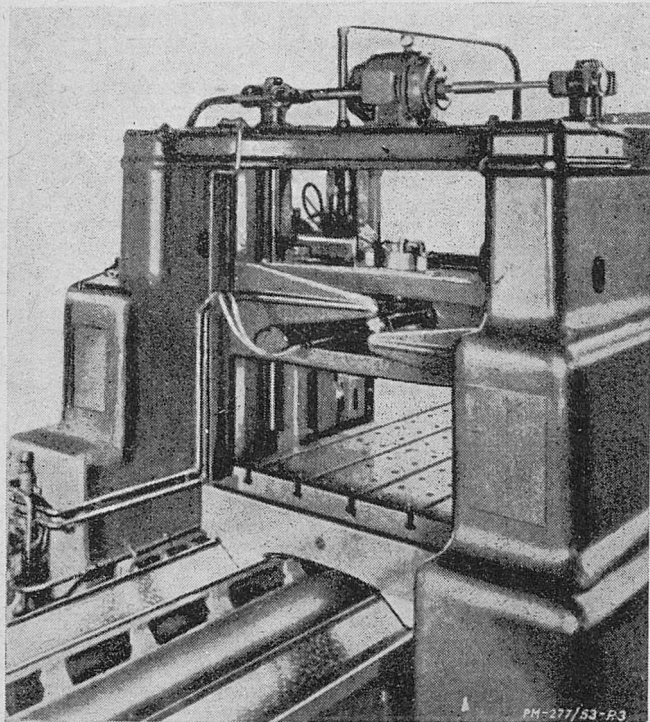
Bardzo ważnym dla naszego przemysłu jest bardziej powszechne niż dotychczas używanie rewolwerówek zamiast tokarek. Rewolwerówka, jako obrabiarka dająca większą wydajność wiórową, powinna być znacznie częściej używana niż dotychczas. Powiększenie ilości używanych rewolwerówek zamiast zwiększenia produkcji tokarek poważnie wpłynęłoby na zmniejszenie zużycia materiałów. Taka zamiana jest równoznaczna ze zmniejszeniem ilości potrzebnych obrabiarek grupy tokarskiej przynajmniej o 1/4 ich ogólnej ilości. Przechodzenie z używania

dużej ilości tokarek na większą ilość rewolwerówek jest, rzecz jasna, zadaniem bez porównania trudniejszym od prawidłowego doboru zakresu wymiarowego używanych obrabiarek.

Dla wprowadzenia produkcji rewolwerówek wystarczy może tylko 100 wykwalifikowanych techników i robotników, natomiast dla przyswojenia używania rewolwerówek w całym przemyśle należałoby wyszkolić kilka tysięcy pracowników. Zadanie przyswojenia rewolwerówek jest zatem trudne, jednakże musi ono być wykonane nie tylko ze względu na oszczędność materiału, ale także i ze względu na postęp techniczny w ogóle. Droga do pod-

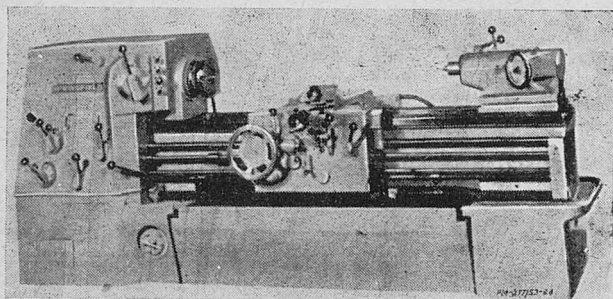
czą łatwą. Należy podkreślić jako moment charakterystyczny, że w czasie całej dyskusji, która odbyła się podczas konferencji na temat obniżania współczynnika bezpieczeństwa, nie użyto ani jednej liczby, która mogłaby dać konstruktorom choćby drobne wskazówki. Wszystkie zalecenia miały charakter ogólny, a nie liczbowy. Fakt ten wskazuje na trudność zagadnienia i konieczność przeprowadzenia prac doświadczalnych.

W budowie obrabiarek współczynnik bezpieczeństwa odniesiony do takiego czy innego zniszczenia materiału bardzo często nie może mieć zastosowania. Jako granica wytrzymałości muszą być brane pod uwagę inne kryteria, jak deformacja, tłumienie drgań albo utrata dokładności obróbki. Zamiast pojęcia „zniszczenie” wysuwa się pojęcie „trwałość dokładności”. Obecnie zwiększane są współczynniki bezpieczeństwa trwałej dokładności, jak również współczynnik bezpieczeństwa dla drgania obrabiarek. Na przykład: wrzecionowe łożyska toczne dla obrabiarek budowane są nie z uwagi na ich współczynnik bezpieczeństwa dla zniszczenia przez zwykłe uszkodzenie, lecz z dążeniem do utrzymania określonej trwałości dokładności. Łożysko takie jest zniszczone wtedy, gdy jego gra wzrośnie tak dalece, że dokładność obróbki nadmiernie zmaleje. Specjalne łożyska wrzecionowe (rys. 1 i 2) stosunkowo lekkie, specjalnie szlifowane i dogładzane, wysoce dokładne, budowane są w ten sposób, aby uzyskać wysoki współczynnik bezpieczeństwa dla trwałości dokładności, aby zmniejszyć do minimum docieranie w czasie pracy.



Rys. 3.

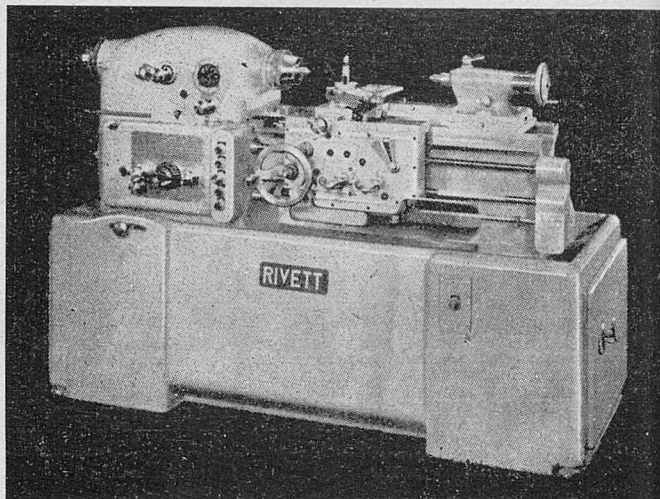
niesienia stopnia mechanizacji i automatyzacji naszego przemysłu prowadzi właśnie przez opanowanie pracy rewolwerówki. Dzięki postępowi technicznemu automatyzacja pracy obrabiarek staje się coraz bardziej przystępna także i dla produkcji seryjnej, toteż wyrzekanie się jej zalet jest niemożliwe.



Rys. 4.

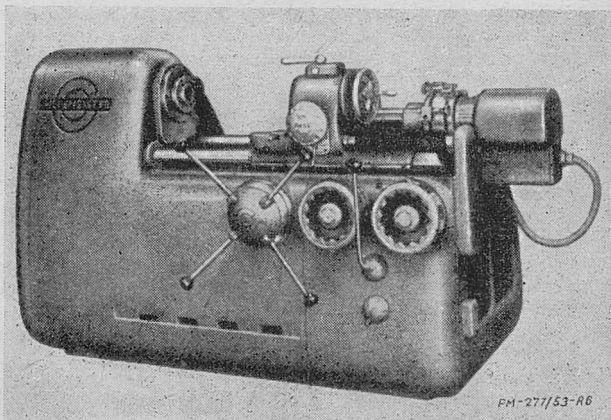
Dla porównania warto przypomnieć stosunek użyteczności prętowych automatów tokarskich jednowrzecionowych i wielowrzecionowych. Jedną z głównych zalet automatów wielowrzecionowych jest oszczędność materiałów obok możliwości obrabiania części bardziej skomplikowanych niż na automatach jednowrzecionowych. Poza wymienionymi dwiema zaletami, automaty wielowrzecionowe wykazują tylko wady w stosunku do jednowrzecionowych. Możliwość wykonania na tej samej powierzchni zabudowanej pięć razy większej produkcji jest często jedną z głównych przyczyn wybierania automatów sześciowrzecionowych zamiast wygodniejszych i proporcjonalnie wydajniejszych jednowrzecionowych.

Czwarty sposób oszczędzania tworzyw w budowie obrabiarek, a mianowicie wprowadzanie zmian konstrukcyjnych, obciąża producenta maszyny. Jeżeli pominiemy usuwanie błędów konstrukcyjnych, to wszystkie inne zmiany trzeba zaliczyć do trudnych, wymagających najczęściej przeprowadzenia odpowiednich badań. Proste obniżanie współczynnika bezpieczeństwa nie jest w przypadku obrabiarek rze-



Rys. 5.

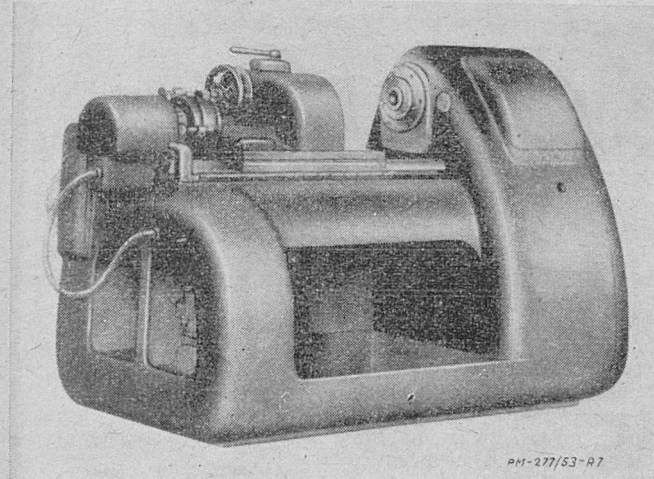
W budowie obrabiarek przeżywamy obecnie okres zwiększania współczynnika drganiowego przez dalsze zwiększenie ciężaru łoż, stojaków i podobnych części, a wskutek tego i ciężaru całej maszyny. Przyczyną takich zmian jest dążenie do zwiększenia gładkości obróbki oraz chęć przedłużenia trwałości ostrza spieków. Ostatnie wystawy międzynarodowe, jak również szereg nowych konstrukcji obrabiarek wykazuje wyraźną dążność do zwiększenia ich ciężaru.



Rys. 6.

Kilka przykładów najlepiej przedstawi ten kierunek. Nową konstrukcją radzieckiej karuzelówki Nr 1556 ze stołem 2500 mm średnicy waży 46 t; dotychczas ciężar takiej maszyny wahał się około 30 t. Nasza strugarka podłużna dla 1250 mm szerokości

i 4000 mm długości strugania waży 19,4 t, zaś w Związku Radzieckim oraz innych krajach strugarki tej wielkości dochodzą do 30 t wagi (rys. 3). Tak ciężkie strugarki pracują w naszych wytwórniach i osiągają bardzo dobrą wydajność.



Rys. 7.

Nasza szlifierka do płaszczyzn 200×600 ma ważyć 1260 kG, zaś podobne maszyny radzieckie oraz inne zagraniczne przekraczają 2000 kG. Tokarka wg rys. 4 — $470\phi \times 750$ waży nawet 3100 kG, zaś nasza — wymiarowo podobna — waży poniżej 2000 kG. Tokarka $320 \phi \times 500$ podana na rys. 5 waży 1800 kG, a odpowiednia tokarka naszego wyrobu — 1200 kG.

W niemieckiej rewolwerówce uwidocznionej na rys. 6 i 7 wzrost sztywności uzyskano za pomocą zwiększenia zewnętrznych wymiarów, dzięki czemu ciężar maszyny wzrósł z 1650 kG tylko na 1840 kG.

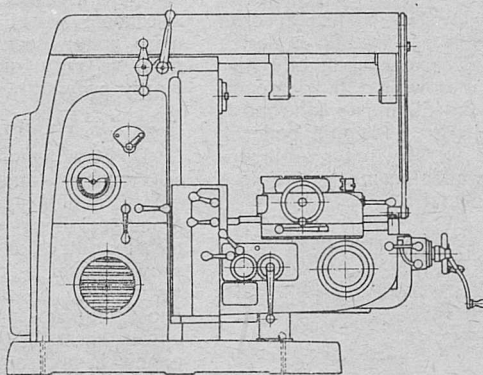
Podobną metodę zwiększenia sztywności zastosował konstruktor frezarki uwidocznionej na rys. 8, przy czym ciężar frezarki poziomej 400×1650 wzrósł z 4170 kG do 4500 kG.

Można by przytoczyć jeszcze znacznie więcej takich przykładów; wskazują one, że w obecnym stadium rozwoju budowy obrabiarek na ogół nie obserwuje się dążności do zmniejszania

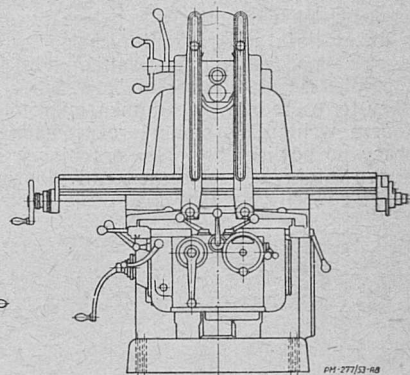
ich ciężaru. Oczywiście nie znaczy to, że zwiększony został ciężar wszystkich obrabiarek, jednakże nowe konstrukcje wykazują dość często tendencję ku wzrostowi ciężaru maszyny. Nieuniknione zwiększenie naszych wymagań odnośnie gładkości obrabianych powierzchni niewątpliwie i w naszym przemyśle wywoła zapotrzebowanie na obrabiarki ze zwiększonym współczynnikiem drganiowym.

Jeżeli oszczędzanie zużytego materiału zmniejsza sztywność obrabiarki, to wówczas decyzja taka powinna być szczególnie starannie rozpatrzona.

Na zakończenie zbierzemy wyniki przeprowadzonego w niniejszym artykule rozumowania. A więc: najłatwiejsze, najszybsze i największe oszczędności materiałowe w przemyśle budowy obrabiarek można osiągnąć przez zastosowanie przytoczonych dwóch pierwszych sposobów, tj. przez staranny dobór zakresu wymiarowego obrabiarki i przez staranny dobór zakresu obróbki. Natomiast sposób trzeci, tj. wybór obrabiarek wydajnych wiórowo, jest dla nas pod względem gospodarczym niewątpliwie najważniejszy, gdyż od niego zależy również nasz postęp techniczny. Ostatnie dwa sposoby osiągania oszczędności w budowie obrabiarek, tj. zmiany konstrukcyjne i technologiczne nie są łatwe do przeprowadzenia, o ile nie dotyczą wyraźnych popełnionych błędów; wymagają one z reguły większego nakładu pracy, a niejednokrotnie także i żmudnych badań laboratoryjnych. Tym niemniej powinniśmy stosować wszystkie podane tutaj sposoby oszczędzania tworzyw w budowie obrabiarek, gdyż wszystkie one służą podniesieniu naszej



Rys. 8.



gospodarki narodowej. W wielkiej akcji przeprowadzania oszczędności tworzyw w budowie obrabiarek winni uczestniczyć zarówno producenci maszyn, jak i ich użytkownicy.

Nowe i zastępcze materiały otrzymywane przy pomocy metalizacji natryskowej

621.793.7.002.3

Mgr inż. TADEUSZ DRAŹKIEWICZ

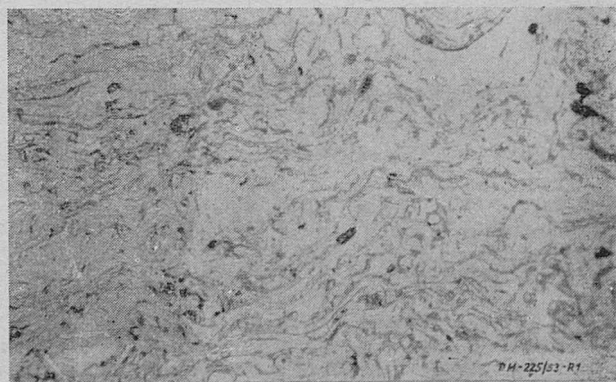
W artykule omówiono oszczędności materiałowe, jakie można uzyskać dzięki wykorzystaniu własności natryskiwanych warstw metalicznych przy zastosowaniu ich jako materiału tożyskowego, powłok przeciwkorozyjnych, żaroodpornych i innych.

1. Właściwości nowego materiału, jakim jest warstwa natryskana

Metalizacja natryskowa, stosowana na skalę przemysłową niewiele ponad dwadzieścia lat, znajduje coraz więcej zwolenników i jest coraz szerzej wykorzystywana nie tylko za granicą, ale również i w kraju. Jedną z przyczyn, które wywołały ten szybki rozwój metalizacji natryskowej, są właściwości warstwy natryskanej. Te właściwości czynią z niej w wielu przypadkach bardzo wskazany, zaś w innych przypadkach nawet niezastąpiony, nowy materiał, który umiejętnie zastosowany daje olbrzymie oszczędności materiałowe oraz oszczędności spowodowane bądź skróceniem, bądź uproszczeniem procesu technologicznego. Jest rzeczą iśną, że właściwe wykorzystanie metalizacji natryskowej możliwe jest jedynie przy dokładnej znajomości zarówno sposobu wykonania warstwy, jak — przede wszystkim — jej właściwości.

Warstwa, otrzymywana podczas procesu natryskiwania metalu, różni się wieloma właściwościami (w pierwszym rzędzie strukturą) w sposób bardzo znaczny od tego samego metalu w postaci litej (odlewaną, kutej, walcowaną itp.). Cechuje ją budowa cząsteczkowa (rys. 1), której poszczególne cząstki czę-

ściowo poprzedzielane są cienkimi warstewkami tlenków, wytworzonymi podczas lotu w powietrzu drobnych kropelek metalu

Rys. 1. Typowy wygląd mikrograficzny warstwy natryskanej. Warstwa stalowa. Pow. $67\times$, nie trawiona.

na drodze od pistoletu do powierzchni przedmiotu. Wielkość tych cząstek, a co za tym idzie drobnoziarnistość struktury, zależy od dokładności rozpylenia metalu; ich wzajemne powiązanie opiera się w głównej mierze na kohezji. Również wiązanie warstwy z powierzchnią natryskiwana ma charakter jedynie mechaniczny, ponieważ ilość ciepła, przyniesiona przez padające cząstki metalu, jest zbyt mała, ażeby powstało zjawisko analogiczne do spawania.

Warstwę natryskaną cechuje wynikająca z jej budowy znaczna kruchość, która praktycznie wyklucza możliwość zastosowania tego materiału do pracy samodzielnej. Stąd też wszelkie właściwości warstwy bada się, rozpatrując ją na powierzchni jakiegokolwiek materiału podstawowego, czyli w warunkach w jakich ona normalnie pracuje. Tak przeprowadzone próby na rozciąganie, skręcanie i zginanie wykazują, że materiał warstwy współpracuje z materiałem podstawowym (tzn. nie wykazuje pęknięć ani odwarstwień) na ogół tylko tak długo, dopóki materiał podstawowy nie przekroczy swojej granicy sprężystości. Wyjątek pod tym względem stanowi próba na ściskanie, przy której warstwa natryskana wykazuje znaczną odporność, zbliżoną — w przypadku warstw stalowych — do odporności na ściskanie żeliwa.

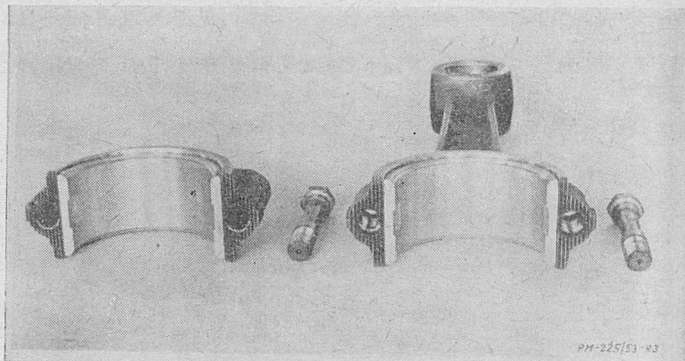
Badając własności cierne warstwy, stwierdzono pewne ciekawe cechy, a mianowicie dość wysoki współczynnik tarcia, gdy pracuje ona na sucho i niewielki współczynnik przy pracy w obecności smaru. W przypadku pierwszym można więc warstwę nakładać np. na powierzchnie cierne bębnow hamulcowych, zaś w przypadku drugim — jako materiał łożyskowy. Wymienione właściwości wynikają z cząsteczkowej budowy materiału oraz z dużej ilości mikroskopijnych porów, które powstają wskutek tego, że podczas natryskiwania padające cząsteczki metalu niezupełnie szczelnie wypełniają wszelkie nierówności powierzchni. Pory te, o średnicy od ułamka mikrona do kilkunastu mikronów, dobrze wchłaniają smar i rozpraszają go następnie podczas pracy po powierzchni współpracującej, a w razie przerwania dopływu stają się zbiorniczkami doprowadzającymi go jeszcze przez pewien czas bez dostarczania z zewnątrz.



Rys. 2. Panewki do różnych typów obrabiarek, natryskane stopem Cu—Pb.

Obniżenie współczynnika tarcia tłumaczyć można tym, że starte podczas pracy cząstki metalu zatrzymują się w powierzchniowych porach warstwy, co zmniejsza tarcie między współpracującymi powierzchniami.

Tlenki, tworzące się na powierzchni cząstek metalu podczas ich lotu, wpływają nie tylko na strukturę warstwy, ale i na jej twardość. Obecność tych tlenków sprawia, że warstwa ma twardość z reguły wyższą od twardości materiału, z którego powstała. W przypadku warstw stalowych na podwyższenie twardości ma pewien wpływ również zjawisko zachodzące w momencie ze-



Rys. 3. Korbówód silnika „Horch” natryskany stopem Cu—Pb (po obróbce).

tknięcia cząsteczki metalu z powierzchnią natryskiwana. Ponieważ masa, a więc i pojemność cieplna przedmiotu natryskiwanego w stosunku do masy cząstki jest zawsze wielokrotnie większa, zaś temperatura bardzo niska (kilkadziesiąt °C), więc też oddawanie ciepła przez cząstkę odbywa się z szybkością, która sprawia, że w materiale tej cząstki występuje zjawisko pewnego rodzaju hartowania.

Podwyższenie twardości materiału warstwy wpływa również na jej obrabialność tak, że np. warstwę ze stali o zawartości 0,45% C trzeba już obrabiać przy pomocy spiekanych węglików, a czasem nawet przy pomocy szlifowania. Mimo jednak pewnego podwyższenia twardości, obróbka warstwy jest całkowicie możliwa przy zachowaniu jednak odpowiedniej geometrii noża i przy prawidłowo dobranych parametrach skrawania.

2. Warstwa natryskana jako materiał łożyskowy

Dobre własności cierne warstwy sprawiają, że jest ona pierwszorzędnym materiałem łożyskowym. Zdolność wchłaniania smaru, a następnie rozpraszania go po powierzchni współpracującej oraz niski współczynnik tarcia są cechami ogólnymi metalu natryskanego, co pozwala używać jako materiały łożyskowe nawet te metale, które w formie litej (odlewanej, walcowanej) nie są używane do tego celu. Wykorzystując tę własność, można przy pomocy metalizacji natryskowej wyeliminować szereg stopów deficytowych, dotychczas stosowanych na panewki, jak np. babbitt lub brąz cynowy. Idąc po tej drodze w kierunku wyeliminowania cyny, zastąpiono brąz cynowy stopem Cu-Pb (tzw. brązem ołowiowym) o różnym stosunku procentowym obu składników. Brąz ołowiowy w postaci natryskanej jest tylko mieszaniną miedzi i ołowiu, przy czym w stopie w postaci odlewanej ilość ołowiu praktycznie nie przekracza 20% ze względu na niebezpieczeństwo segregacji, a w warstwie wykonanej ze stopu Cu-Pb to ograniczenie nie istnieje. Tak więc, rozpatrując zagadnienie oszczędności tym razem od strony miedzi, mamy również znaczną oszczędność i tego metalu (w odlewaniu znajduje się ok. 80% Cu, w warstwie około 50% Cu). Warstwa brązu ołowiowego zachowuje się dobrze nie tylko w warunkach pracy spokojnej, np. na panewkach obrabiarek (rys. 2), ale i przy obciążeniach zmiennych, jakie występują na panewkach korbowodowych w silnikach spalinowych (rys. 3). Warstwa taka jest jednak wrażliwa na uderzenia, stąd też, przy pasowaniu panewek tego rodzaju, należy dawać luz jak najmniej, a po pewnym czasie, gdy warstwa nieco „osiądzie”, wyjąć wkładki dla ponownego usunięcia luzów. Silnik posiadający panewki natryskane winien być pod obserwacją (zwłaszcza w początkowym okresie pracy), ażeby nie dopuścić do wytworzenia się wspomnianych nadmiernych luzów.

Oszczędności w zużyciu metali deficytowych uzyskuje się, poza obniżeniem procentowej zawartości miedzi, przez bardzo znaczne zmniejszenie wagi stopu łożyskowego na jedną panewkę. Wykonując np. panewkę odlewaną, zwłaszcza dla ciężkich obrabiarek, zużywamy na to kilka lub nawet kilkanaście kilogramów brązu, podczas gdy przy zastosowaniu metalizacji natryskowej całą panewkę wykonuje się ze stali lub żeliwa i tylko jej wewnętrzzną powierzchnię pokrywa natryskowo cienką (0,5÷1,5 mm) warstwą materiału łożyskowego.

Dodatkową korzyścią przy regeneracji zespołu wał—panewka jest możliwość szybkiego i stosunkowo łatwego przywrócenia wymiarów przez natryskanie albo panewki, albo — jeszcze lepiej — wału. Daje to znaczne oszczędności przez skrócenie czasu remontu i, co za tym idzie, przestoju maszyny.

Metalizacja natryskowa pozwala wykorzystywać jako materiały łożyskowe te metale, które w postaci odlewanej nie są na ogół używane do tego celu. Bardzo dobrym materiałem łożyskowym okazał się np. mosiądz. Odnacza się on dobrą przyczepnością

(lepszą niż stop Cu-Pb), dobrą obrabialnością i — jak wykazują próby — nie będzie prawdopodobnie ustępował innym materiałom łożyskowym pod względem własności ciernych. Wykorzystując dobrą przyczepność mosiądzu, natrykuje się go dla otrzymania warstewki łączącej (podkładu) pod brąz ołowiuowy.

Drugim materiałem, który dotychczas nie był stosowany jako materiał łożyskowy, jest stop Al-Pb. W składzie jego, jak wiadać, nie ma już zupełnie ani cyny ani miedzi. Prawdopodobnie natryskany odznacza się on dość dobrą przyczepnością, dobrą obrabialnością i w szeregu przypadków może z powodzeniem zastąpić babbit.

W miarę rozwoju metalizacji oraz po przeprowadzeniu niezbędnych prób, ilość materiałów łożyskowych, uzyskiwanych przy pomocy tej metody, niewątpliwie wzrośnie i pozwoli tym samym na uzyskanie jeszcze większych oszczędności oraz da możliwość bardziej dokładnego doboru materiału, odpowiednio do warunków pracy łożyska. Istnieją dane, pozwalające przewidywać, że materiałami takimi mogą być stopy cynk—olów oraz stopy cynk—aluminium, jednak w innym prawdopodobnie składzie, niż stosowane obecnie, tzw. cynkale.

3. Natryskane powłoki przeciwkorozyjne

Bardzo szerokie zastosowanie znajdują warstwy natryskane w dziedzinie ochrony przed korozją zarówno atmosferyczną, jak i chemiczną. W przypadku korozji atmosferycznej warstwy natryskane pozwalają często na wyeliminowanie deficytowej minii, stosowanej jako podkład pod farbę. Chropowata powierzchnia warstwy zapewnia doskonałą przyczepność farby lub lakieru, które poza tym przenikają w powierzchniowe pory warstwy i tym samym uszczelniają ją całkowicie. Oszczędność uzyskania przy tej metodzie polega, poza zastąpieniem minii, również na znacznym (2÷3-krotnym) przedłużeniu okresu między jednym malowaniem a drugim. Oprócz ochrony przeciwkorozyjnej uzyskać można, przy zastosowaniu powłok natryskanych, również ładny, metaliczny wygląd powierzchni, pokrywając świeżo wykonaną warstwę, zwłaszcza aluminium, lakierem bezbarwnym.

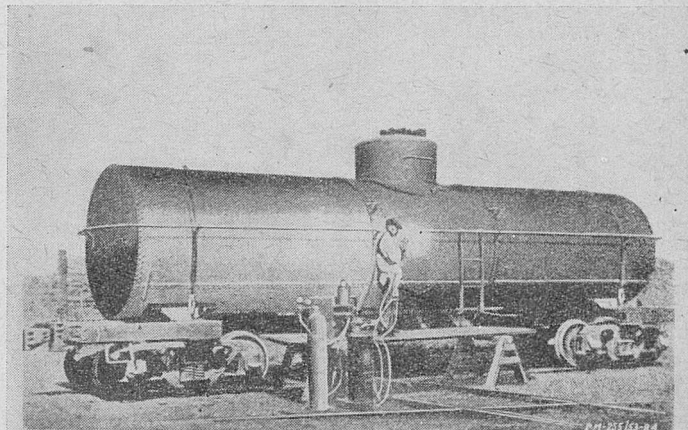
Oprócz zastosowania warstw jako podkładu, używa się je znacznie częściej samodzielnie, dając jednak wtedy nieco większą grubość. O ile w przypadku pierwszemu grubość warstwy wynosi zazwyczaj około 0,1 mm, o tyle w przypadku drugim konieczna będzie grubość rzędu 0,15÷0,30 mm. Zarówno o doborze materiału warstwy, jak i o jej grubości decyduje oczywiście charakter i intensywność działania czynników korodujących. Środowiskiem działającym łagodnie będzie np. powietrze w okolicach wiejskich, z dala od zakładów przemysłowych, zwłaszcza chemicznych, z dala od morza oraz w klimacie suchym; środowiskiem działającym intensywnie — np. wnętrze fabryki chemicznej lub huty. Intensywność działania czynników korodujących wzrasta, jeżeli znajdują się one w ruchu, lub też działają w podwyższonej temperaturze (np. gazy spalinowe).

Dla ochrony stali, co stanowi ok. 90% przypadków praktycznych (zbiorniki, cysterny, konstrukcje stalowe itp. — rys. 4) stosuje się metale anodowe w stosunku do żelaza (biorąc pod uwagę szereg elektrochemiczny metali), a więc praktycznie aluminium i cynk. Cynk daje powłoki szczelniejsze, łatwiej się natrykuje i jest tańszy, natomiast aluminium daje powłokę o ładniejszym wyglądzie. Metalem anodowym jest również kadm, jednakże ze względu na znacznie wyższą jego cenę oraz ze względu na to, że podczas natryskiwania występują szkodliwe dla zdrowia metalizatora opary, nie jest on stosowany w praktyce, zwłaszcza że warstwy kadmowe nie dają ochrony lepszej, niż powłoki aluminium lub cynkowe. Warstwy anodowe stanowią ochronę dla powierzchni stali dlatego, że przy działaniu środowiska są one atakowane wcześniej niż żelazo. Warstwy katodowe (olów, nikiel, miedź itp.) stanowią ochronę tylko wtedy, gdy są dostatecznie grube i dostatecznie szczelne. W przypadku pokryć anodowych porowatość warstwy nie będzie więc przeszkodą, natomiast pokrycia katodowe muszą mieć taką grubość, która zapewni im całkowitą szczelność mechaniczną.

Z pokryciami katodowymi spotykamy się w praktyce przy korozji chemicznej. Dla ochrony np. przed działaniem różnego rodzaju kwasów stosujemy najczęściej powłoki ołowiane, a więc katodowe w stosunku do żelaza. Zamiast wykładania zbiorników blachą ołowianą grubości kilku milimetrów, nakładać można natryskowo powłoki grubości od kilku dziesiątych do 1 milimetra, doszczelniając je następnie przy pomocy szczotkowania. W innych przypadkach stosuje się np. powłoki miedziane (papiernictwo, produkcja włókien sztucznych). Gdy działanie korozyjne łączy się z działaniem mechanicznym (nurniki pomp) stosować można z powodzeniem stal nierdzewną 18/8.

Natryskane powłoki aluminium stosuje się przeważnie dla ochrony ścian naczyń i zbiorników, w których odbywają się róż-

negu rodzaju procesy chemiczne, zazwyczaj o charakterze kwaśnym. Poza wspomnianą już obróbką mechaniczną powierzchni przez szczotkowanie, odpowiednią szczelność warstwy osiągnąć można przez nasycenie tej powierzchni różnymi uszczelniaczami, które muszą być oczywiście odporne na działanie środowiska, w jakim warstwa ma pracować, oraz muszą dokładnie przenikać przynajmniej w powierzchniowe pory warstwy. Uszczelniaczami takimi są np. różnego rodzaju sztuczne żywice. W niektórych przypadkach uszczelnianie powierzchni ołowiu nie jest konieczne, ponieważ produkty korozji tworzące się na powierzchni warstwy izolują ją jednocześnie od dalszego działania środowiska (np. siarczan ołowiu).



Rys. 4. Natryskiwanie cynkiem cysterny kolejowej dla ochrony przed korozją atmosferyczną.

Te warstwy przeciwkorozyjne, które jednocześnie pracować muszą mechanicznie, obrabiane są zazwyczaj przy pomocy skrawania. Obróbka wiórowa, poza nadaniem potrzebnych warunków i gładkości, staje się jednocześnie obróbką doszczelniającą, ponieważ narzędzie podczas skrawania jednocześnie zaciera pory powierzchni. To zjawisko mechanicznego zacierania porów powierzchni występuje w jeszcze silniejszym stopniu przy szlifowaniu warstwy.

Porównując ze sobą od strony technicznej i ekonomicznej pokrywanie natryskowe i wykładanie blachą, należy stwierdzić, że metoda natryskowa ma tę wyższość techniczną, że pozwala otrzymywać warstwy ochronne na przedmiotach o dowolnych, nawet skomplikowanych kształtach; zasadniczą zaś jej wadą, jeżeli chodzi o pokrycia ołowiane, są szkodliwe dla zdrowia metalizatora warunki pracy podczas natryskiwania, co pociąga za sobą konieczność stosowania specjalnych ochron osobistych i silnych wyciągów z miejsca pracy itp.

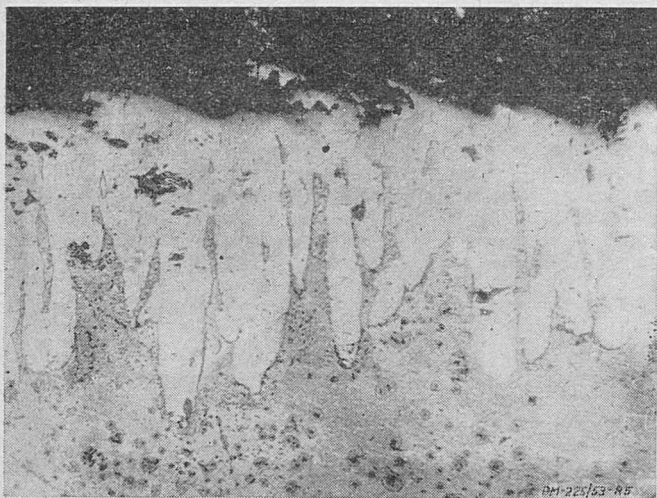
Ekonomiczna strona zagadnienia występuje przy pokrywaniu powierzchni dużych i o nieskomplikowanej konfiguracji. W tych przypadkach należy przeprowadzić kalkulację, czy koszty robocizny wynikające z długotrwałości pracy plus koszt gazów, nie przewyższą oszczędności na materiale, jaką niewątpliwie uzyskamy przy metalizacji.

Materiałami przyszłości, jeśli chodzi o natryskowe pokrycia przeciwkorozyjne, są powłoki otrzymywane przy pomocy metalizacji proszkowej. Metoda ta pozwala, poza natryskiwaniem proszkami metalicznymi, również na stosowanie proszków niemetalicznych z materiałów takich, jak thiokol, polietylen, różnego rodzaju plastyki, ebonit, a nawet szkło. Warstwy otrzymane tą drogą odznaczają się na ogół ładnym wyglądem, co ma przy wielu zastosowaniach duże znaczenie. W postaci natryskanej stanowią one nowy w technice materiał. Przez mieszanie proszków w różnych proporcjach oraz przez mieszanie metali z niemetalami, otrzymywać można materiały o nowych, często nie znanych jeszcze właściwościach.

4. Natryskane powłoki żaroodporne

Specjalnie ciekawą dziedzinę zastosowania metalizacji stanowią powłoki żaroodporne otrzymywane na zwykłej niskiej stali niskowęglowej. Celem ich jest zastąpienie deficytowej stali żaroodpornej, zawierającej m. inn. składniki takie jak: chrom, nikiel, molibden i wolfram. Zamiast tych kosztownych metali stosuje się do wykonania powłoki żaroodpornej cienką (0,3÷0,6 mm) warstwę aluminium, przy czym materiałem, na który się ją nakłada, jest zwykła niskowęglowa stal pospolitej jakości. Proces otrzymywania powłok tego rodzaju składa się z następujących etapów:

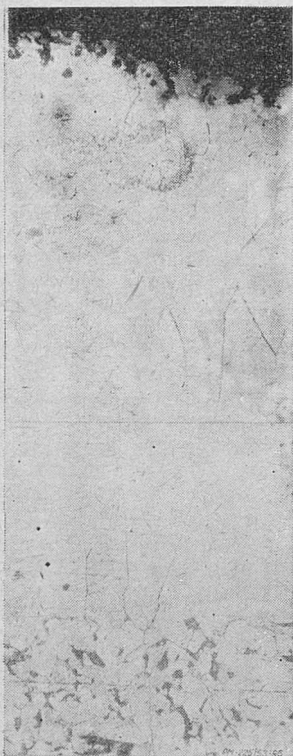
- 1) przygotowania powierzchni przed metalizowaniem,



Rys. 5. Struktura aluminiowej warstwy dyfuzyjnej w początkowym stadium dyfuzji. Trawiono 5% roztworem alkoholowym HNO_3 oraz 0,5% roztworem wodnym kwasu fluorowodorowego. Pow. 150 X.

- 2) natryskiwania aluminium,
- 3) nałożenia powłoki ochronnej na czas wyżarzania,
- 4) wyżarzania dyfuzyjnego.

Na przygotowaną powierzchnię przedmiotu stalowego natrykuje się warstwę aluminium, na którą nakłada się następnie 1–2 warstw szkła wodnego, roztworu wodnego krzemianu sodu lub potasu) lub też szkła wodnego i piasku. Warstwa ta ma na



Rys. 6. Struktura warstwy aluminiowej po 100 godz. pracy. Trawiono 5% roztworem alkoholowym HNO_3 oraz 0,5% roztworem kwasu fluorowodorowego. Pow. 100X.

celu umożliwienie dyfuzji aluminium w głąb stali przez opróżnienie procesu wypalania się aluminium podczas następnego wyżarzania. Proces wyżarzania odbywa się w temperaturze ok. 800°C przez 2–3 godziny. Uzyskana tą drogą warstwa dyfuzyjna składa się ze stosunkowo twardych i dość kruchych związków chemicznych aluminium z żelazem, które podczas dalszego wygrzewania, odbywającego się już przy pracy przedmiotu, przechodzą stopniowo w znacznie mniej kruchy roztwór stały α . Podczas tej przemiany następuje jednocześnie dalsza dyfuzja aluminium w stal, przy czym czoło dyfuzji, które początkowo miało kształt palczasty (rys. 5), stopniowo wyrównuje się i przybiera kształt linii, równoległej do powierzchni zewnętrznej (rys. 6). Tego rodzaju warstwa stanowi ochronę w temperaturach aż do 900°C, przy czym właściwą ochroną jest cieniutka warstwa Al_2O_3 , tworząca się samoczynnie na zewnętrznej powierzchni warstwy dyfuzyjnej i oddzielająca się, również samoczynnie, po każdorazowym jej uszkodzeniu.

Metoda ochrony stali przed działaniem gazów w wysokiej temperaturze przy pomocy dyfuzyjnych warstw aluminium

znana jest w technice od dawna. Dotychczas stosowane metody polegają bądź na zanurzeniu w stopionym aluminium (metoda ogniowa), bądź na wygrzewaniu w proszkach aluminium (kaloryzacja), lub w proszkach stopów aluminium z żelazem (aliterowanie)¹⁾.

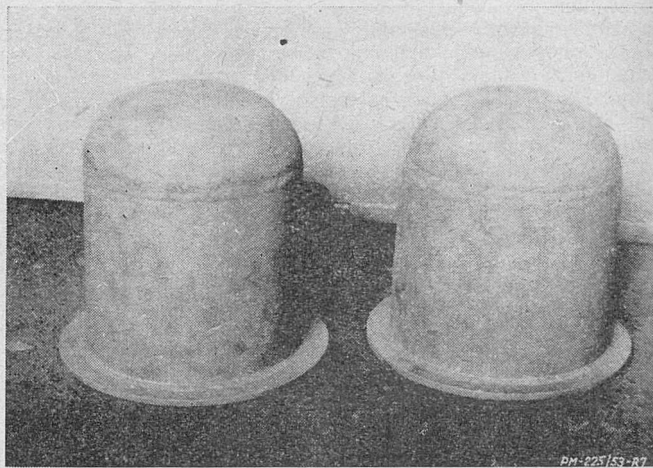
1) Od Redakcji: wydaje się, że stosowane dawniej rozróżnienia nazw poszczególnych metod (aliterowanie, kaloryzowanie, glinowanie) obecnie zatarło się i wszystkie metody nazywa się jednakowo — aluminowaniem (kąpielowe, w proszkach, natryskowe).

Metody te mogą być stosowane praktycznie do przedmiotów o prostych kształtach i niewielkich rozmiarach, ponieważ proces odbywa się w wannie (metoda ogniowa) albo w retorcie, wstawianej następnie do pieca (metoda proszkowa). Przy bardziej skomplikowanym kształcie dostęp ciekłego aluminium lub proszku do niektórych miejsc powierzchni, a tym samym wytworzenie się tam powłoki dyfuzyjnej jest utrudnione.

Badając porównawczo w różnych temperaturach trwałość żaroodpornych powłok aluminiowych, otrzymanych różnymi metodami, stwierdzono²⁾ wyraźną wyższość powłok, wykonanych przy pomocy metalizacji.

Przy zastosowaniu natryskiwania do otrzymania powłoki żaroodpornej ani kształt, ani wielkość przedmiotu nie grają większej roli; ograniczenie wielkości może być spowodowane jedynie wielkością pieca, będącego do dyspozycji. Jednak nawet i to ograniczenie można ominąć, jeżeli temperatura, w której pracować ma przedmiot, wynosi ok. 800°C. W tym przypadku umieszczamy przedmiot, pokryty warstwą aluminium i szkła wodnego, od razu na miejscu pracy i wtedy pierwsze nagrzanie stanowi jednocześnie wygrzewanie dyfuzyjne.

Otrzymane tą metodą warstwy żaroodporne na stali stosować można do wszelkich urządzeń, pracujących w temperaturze do 900°C i nie narażonych na silniejsze działanie mechaniczne (ścieranie, uderzenia). Jako przykłady mogą służyć: tygle hartownicze (rys. 7), skrzynki do nawęglania, osłony termopar, końcówki palników itp.



Rys. 7. Tygły hartownicze, pokryte ogniotrwałą powłoką aluminiową przy pomocy metalizacji natryskowej.

Zastosowanie tej metody do otrzymywania powłok żaroodpornych na żeliwie napotyka na bardzo poważne trudności, których przyczyną jest znaczna procentowa zawartość węgla, przeszkadzającego w procesie dyfuzji aluminium. W stali niskowęglowej przeszkoda ta nie ma większego znaczenia, ponieważ niewielka ilość węgla, jaka się w tej stali w postaci perlitu znajduje, może być bez większych trudności zepchnięta w głąb przez postępujące czoło dyfuzji. Jednak i w żeliwie, uzyskiwane obecnie, po szeregu prób, wyniki pozwalają mieć nadzieję na pomyślne rozwiązanie tego ważnego problemu.

Uzyskiwana obecnie trwałość ochronnej warstwy aluminiowej na stali jest bardzo znaczna i pozwala na 6–10-krotne przedłużenie życia przedmiotu w stosunku do tej samej stali nie pokrytej.

5. Inne zastosowania

Poza opisanymi, najważniejszymi obecnie zastosowaniami metalizacji dla uzyskania materiałów zastępczych, istnieje szereg innych przykładów zastosowań, które są obecnie mniej ważne, lub też nie są jeszcze całkowicie opanowane technicznie. W dziedzinie tej istnieje wielkie pole dla rozwoju różnego rodzaju udoskonaleń i pomysłów racjonalizatorskich. Przykładowo wymienimy kilka z nich: otrzymywanie zwierciadeł technicznych przez zastąpienie srebra lub amalgamatu rtęci natryskaną na szkło powłoką aluminiową; otrzymywanie papierów kondensatorowych przy pomocy natryskiwania aluminium; natryskiwanie metalu na dielektryki dla uzyskania materiału przewodzącego; różnego rodzaju powłoki dekoracyjne na metalach i materiałach niemetalicznych takich jak: drzewo, beton, cegła, tynk, gips, porcelana, a nawet płótno i papier oraz szereg innych.

2) Patr.: Prace Instytutów Mechaniki r. III, zes. 9 — T. Dąbkiewicz i S. Gębski: „Ogniotrwałość aluminiowanej stali niskowęglowej w zależności od metod pokrywania”.

Wtórne odlewnicze stopy aluminium

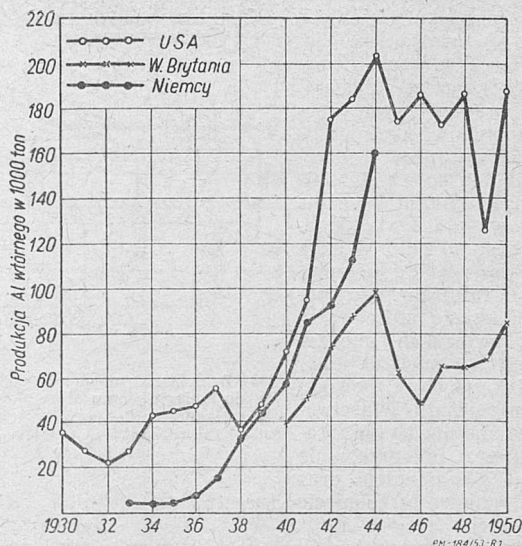
669.715:669.48

Mgr inż. ZBIGNIEW LECH

Zapasy złomu lotniczego, powstałe w wyniku działań wojennych, czynią u nas aktualne zagadnienie produkcji wtórnych stopów aluminium. W artykule scharakteryzowano sytuację na tym odcinku w innych krajach. Podano podział złomu stopów aluminium, metody jego sortowania, sposoby topienia i rafinacji oraz składy chemiczne stopów otrzymywanych ze złomu

Wstęp

Zagadnienie wykorzystania złomu metali lekkich, a przede wszystkim złomu aluminiowego uwypukliło się szczególnie wyraźnie w czasie drugiej wojny światowej. Wykres na rys. 1,

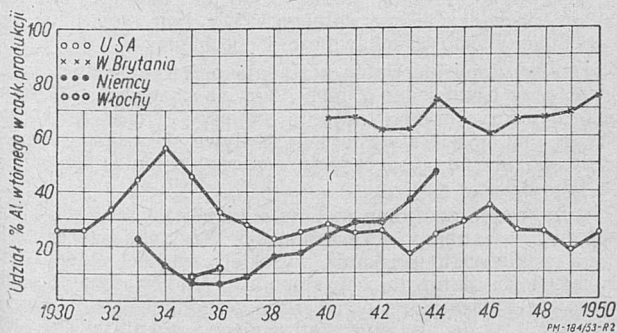


Rys. 1. Produkcja stopów z aluminium wtórnego.

przedstawiający produkcję stopów z aluminium wtórnego w USA, W. Brytanii i Niemczech, wykazuje, że produkcja ta, której poważny wzrost notowano w czasie wojny, zachowuje także i w latach powojennych tendencję rozwojową. Świadczy to o dalszej aktualności tego zagadnienia. Świadczy też o tym szereg artykułów, ukazujących się na ten temat w zagranicznej prasie technicznej oraz prace komisji, badających stan aktualny zagadnienia w różnych krajach.

Na długo przed ostatnią wojną podejmowano już próby nad racjonalnym wykorzystaniem złomu i wytyczono kierunki właściwego postępowania, ale dopiero w okresie wojennym zostały szeroko wprowadzone w życie poprzednio na małą skalę opracowane metody. Dzisiaj już można stwierdzić, że zagadnienie to jest prawie zupełnie znane, a jeśli należy się spodziewać jakichś zmian w technologii, to mogą one iść jedynie w kierunku udoskonalenia ekonomii produkcji.

Jak dalece ważne jest wykorzystanie złomu aluminiowego, świadczą wskaźniki udziału procentowego aluminium wtórnego w całkowitej produkcji aluminium. Udział ten w niektórych krajach znacznie przekracza 50% produkcji całkowitej (rys. 2).



Rys. 2. Udział procentowy Al wtórnego w całkowitej produkcji.

Stan opisany odnosi się do sytuacji w krajach posiadających od dawna wysoki poziom techniczny.

W Polsce sprawa wygląda inaczej. Powodem tego jest prawie zupełny brak krajowego przemysłu metali lekkich w okresie przedwojennym oraz okupacją, w czasie której dokonywały się za granicą najistotniejsze zmiany w tej dziedzinie. W wyniku tego stanu rzeczy, zagadnienie racjonalnego wykorzystania złomu alu-

miniowego nabrało u nas aktualności dopiero w ostatnich latach, a to dzięki istniejącym zasobom złomu samolotowego. Rozwijający się w okresie powojennym krajowy przemysł metali lekkich tworzy bazę do pogłębiania tego zagadnienia.

Rodzaje złomu aluminiowego

Złom aluminiowy (aluminium i jego stopów) podobnie jak każdy inny złom metali nieżelaznych dzieli się na dwa rodzaje:

1. Odpady produkcyjne powstałe podczas wyrobu i przerobu. Będą to odpady pochodzące z przeróbki metalurgicznej, plastycznej, odlewniczej, obróbki mechanicznej itd. Ten rodzaj złomu nazywa się często za granicą złomem nowym.

2. Złom powrotny obejmuje wyroby zużyte, wycofane z obiegu. Do tej grupy wchodzi następujące rodzaje złomu:

- a) złom pochodzenia przemysłowego, transportowego i z gospodarstw wiejskich (urządzenie, armatura, części maszyn),
- b) złom z przedmiotów użytku domowego,
- c) złom wojenny.

Często, ze względu na swe wyjątkowe znaczenie wyodrębnia się z ostatniej grupy (2c) złom samolotowy. Złom powrotny nazywany bywa złomem starym.

Poza tym istnieje złom, który powstaje w czasie cyklu produkcyjnego (nadlewy, obcinki profili tłoczonych itd.) i jest przetwarzany w tym samym zakładzie produkcyjnym przez stopienie z metalem pierwotnym. Ponieważ ten gatunek złomu nie zjawia się na rynku, więc nie jest objęty wymienionym wyżej podziałem.

Szczegółowy podział złomu na grupy w zależności od rodzaju przeróbki (plastycznej, odlewniczej) oraz składu chemicznego podaje polska norma z 1951 r. PN/H-15715 pt. Złom metali nieżelaznych. Norma ta określa też postać złomu oraz charakter i dopuszczalną wielkość zanieczyszczenia w każdej grupie.

Sortowanie złomu

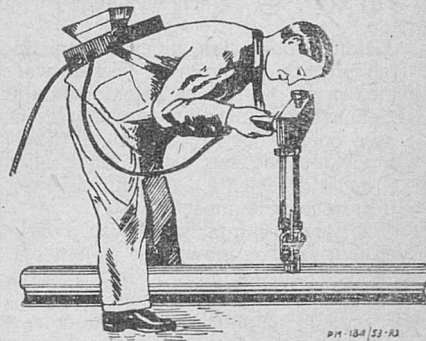
Pierwszym etapem w produkcji stopów wtórnych jest rozdział złomu wg składu chemicznego i postaci. Pracę tę wykonują ręcznie doświadczeni robotnicy. W większych magazynach złomu odbywa się to na ruchomej taśmie. Kryteria sortowania mogą być następujące: wygląd zewnętrzny, próba zginania, przelom. Przy bardziej dokładnych wymaganiach stosuje się próbę kropłową, badanie własności termoelektrycznych, przewodnictwa elektrycznego, ciężaru właściwego, twardości itp.

Jedną z najdokładniejszych metod segregacji, która przyjęła się w Związku Radzieckim, jest zastosowanie przenośnego styloskopu opracowanego przez Moskiewski Instytut Stali. Styloskop ten pod względem działania podobny jest do normalnego spektrografu, z tym, że jego polega na możliwości stosowania go w tych przypadkach, gdy przedmioty, które mają być analizowane, nie mogą być dostarczane ze względu na swą wielkość do laboratorium. Sortowanie za pomocą tego przyrządu odbywa się bezpośrednio w miejscach magazynowania złomu (rys. 3). Przenośny styloskop daje możliwość szybkiej analizy jakościowej i ilościowej, co w zupełności wystarcza do dokładnego rozsortowania złomu.

Ważna jest sprawa zapewnienia współpracy między stanowiskami wykonującymi sortowanie, a wykwalifikowanym w analizie chemicznej personelem. Laboratorium chemiczne wykonuje dokładne analizy ilościowe często powtarzających się wyrobów. Dane te gromadzi się w katalogach, które są dużą pomocą w identyfikacji złomu.

Mechanizacja sortowania złomu jest dość utrudniona i stosuje się ją w pewnych szczególnych przypadkach, np. usuwanie stali na drodze elektromagnetycznej z drobno-kawałkowego złomu.

Niekiedy sortowanie jest połączone z przygotowaniem materiału w kierunku doprowadzenia go do takiej postaci, aby nada-



Rys. 3. Stosowanie styloskopu przenośnego.

wał się do wsadu piecowego. Obejmuje więc ono czyszczenie, suszenie, paczkowanie itd.

Dla przykładu podaje się schemat (rys. 4) czynności przy sortowaniu wiórów ze stopów aluminium. Wióry, bardzo często mocno zanieczyszczone olejem (do 30%), który służył do smarowania podczas obróbki skrawaniem, poddaje się najpierw odwirowaniu. Większość oleju jest w ten sposób usunięta. Następnie odbywa się ręczne usuwanie zanieczyszczeń takich, jak stal, drzewo, papier, kamienie itp. Ta operacja odbywa się na taśmie, po której wióry wędrują do lamacza, a następnie do suszarki obrotowej, w której odparowuje woda i resztki oleju. Stąd wióry przenoszone są na sita wibracyjne. Brud, kurz i pył niemetaliczny przechodzą przez sito, a czyste wióry pozostają.

Przez odpowiedni dobór sit można równocześnie podzielić różne gatunki stopów mających różne mechaniczne własności. Np. wióry przed odsianiem wykazywały średnią zawartość cynku 0,55%, a po odsianiu ilość ta zmniejszyła się do 0,08%.

Przesiane wióry poddaje się separacji magnetycznej, dzięki czemu najmniejsze kawałki stali mogą być usunięte. Po tej operacji, wióry transportuje się do magazynu i oznacza ich skład chemiczny. Następnie, po sprasowaniu w paczki o odpowiedniej wielkości, mogą one być użyte jako wsad do pieca.

Topienie i rafinacja

Do topienia złomu stopów aluminium stosuje się różne typy pieców w

zależności od wielkości, kształtu i ilości złomu. W zakładach małych, przerabiających ilości niewielkie, topi się go w piecach tyglowych o pojemności tygla do 500 kg. Metal pokrywa się solą ochronną w czasie topienia oraz dla rafinacji po stopieniu dla zabezpieczenia przed utlenieniem. Często stosuje się dodatkowo odgazowanie (rafinację) kąpieli za pomocą gazu (azotu, chloru).

Topienie w tyglach wykonuje się przy przeróbce złomu grubego.

Złom drobny, jak wióry, blachy itp., przetapia się w płomien-nych piecach obrotowych. Cienka warstwa soli ochronnej chroni metal przed atmosferą pieca, działając równocześnie rafinująco. Dzięki ruchowi obrotowemu, działanie to jest bardzo intensywne i daje dobrze oczyszczony metal. Szybkość topienia jest też z tego powodu większa niż w innych typach pieców, co przyczynia się do podniesienia ekonomii procesu. Zwykle buduje się piece obrotowe o pojemności do 10 t.

Do przetwarzania większych ilości złomu używa się pieców płomien-nych, trzonowych o pojemności od 2 do 50 ton. Do pieców tych można ładować najcięższy złom o dużych wymiarach. Przetapianie złomu drobnego w tych piecach nie jest wskazane ze względu na możliwość utlenienia.

Jednym z rodzajów pieców płomien-nych jest piec o pochylonym trzonie. Nadaje się on szczególnie dobrze do przetwarzania złomu stopów aluminium. Można w nim przerabiać złom nie dość dokładnie ręcznie przesortowany, czy to ze względu na obniżenie kosztów produkcji, czy też z powodu trudności rozbrajania różnych gatunków złomu. Szkic takiego pieca przedstawiono na rys. 5. Metal ładuje się tu przez okno wsadowe. Ładować można grube kawałki złomu, np. kawałki skrzydeł samolotowych, lub całe obudowy silników lotniczych. Stopy o niskim punkcie topnienia (stopy ołowiu, cyny) wpływają przez kanał na zewnątrz. Następnie aluminium topi się i spływa do zbiorników, których jest zwykle dwa. Stopy o wyższej niż aluminium temperaturze topnienia (stal, brąz) pozostają na trzonie. Po zakończeniu topienia pozostałości te usuwa się z pieca przez okno umieszczone po stronie przeciwnej niż wsadowe. Atmosfera pieca powinna być dokładnie kontrolowana, aby ograniczyć utlenianie. Stopy otrzymywane z tych typów pieców posiadają niską zawartość żelaza.

Rafinacja stopionego metalu, w sensie usunięcia z niego wszystkich dodatków i zanieczyszczeń metalicznych dla otrzyma-

nia aluminium czystego, jest technicznie możliwa, lecz nie wykonuje się tego ze względów ekonomicznych. Proces prowadzi się w ten sposób, aby otrzymać takie składki chemiczne, które po niewielkich uzupełnieniach innymi metalami, względnie rozcieńczeniu za pomocą aluminium czystego, będą się nadawać do produkcji odlewów. Z tych powodów rafinacja poza usuwaniem magnezu ogranicza się tylko do usuwania z ciekłego metalu wtórnej niemetalicznych i gazów. Wykonuje się to przeważnie przy pomocy topników, względnie gazów. Stosowane w tym celu topniki są to przeważnie mieszaniny chlorków sodu, potasu i wapnia. Gazy odgazowujące są to chlor i azot. Wyjątkowo rzadko przeprowadza się rafinację przez odstanie, w czasie którego żelazo w związkach między-metalicznych z miedzią, manganem i krzemem z powodu większego ciężaru właściwego opada na dno tygla. Rafinacja przez przegrzewanie połączone z odstaniem oraz przez stopniowe krzepnięcie (zamrażanie) kąpieli też należy do rzadkości.

Natomiast często stosowane jest usuwanie magnezu, szczególnie ze złomu pochodzącego z przeróbki plastycznej. Wykonuje się to dwoma sposobami, a mianowicie przez przedmuchiwanie ciekłego metalu chlorem, lub za pomocą topników, w skład których wchodzi fluorki. Sposób pierwszy możliwy jest w mniejszych zakładach, gdzie ochrona personelu przed trującym działaniem chloru jest łatwa do wykonania. W zakładach większych korzysta się przeważnie z drugiej metody rafinacji topnikami. Obydwie metody dają dobre wyniki pod względem usuwania magnezu, sprawiają jednak trudności w prowadzeniu procesu głównie przez przedłużenie czasu jego trwania.

W tym miejscu trzeba zaznaczyć, że o ile w poprzednich stadiach przygotowania złomu kontrola chemiczna była wskazana, o tyle podczas topienia jest ona bezwzględnie konieczna. Opracowano szereg metod szybkiej analizy dla kontrolowania procesu topienia, z których najlepszymi wynikami cieszą się metody spektrograficzne. Tak zwany „Kwantometr“ określa w kilku minutach zawartość obecnych w stopie pierwiastków w sposób ilościowy.

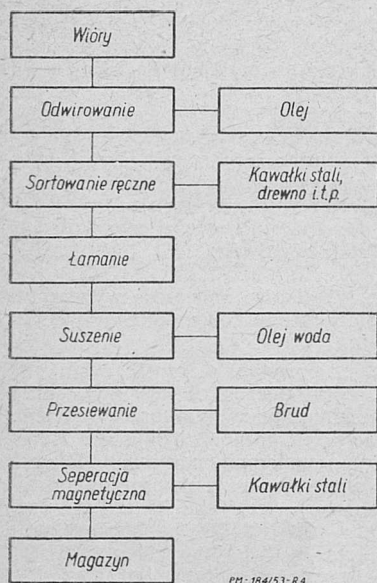
Klasyfikacja stopów wtórnych

Dobór składników stopowych we wtórnych stopach aluminium musi być tak przeprowadzony, aby uwzględnić do maksimum możliwość wykorzystania złomu przy jak najmniejszej ilości dodatków pochodzenia pierwotnego. Przy tym stop musi mieć odpowiednie własności odlewnicze i mechaniczne.

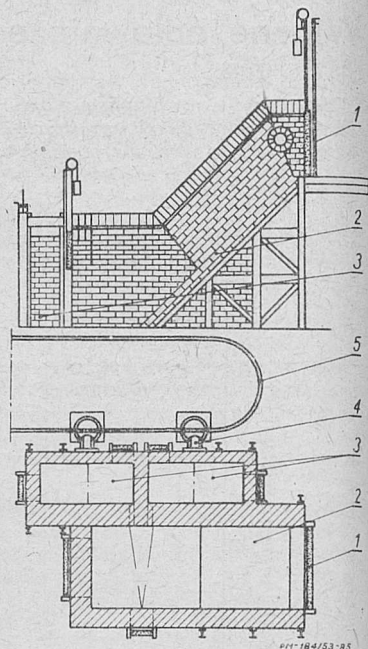
Normalne stopy pierwotne posiadają przeważnie dwa dodatki stopowe, przy czym jeden z nich odgrywa zazwyczaj rolę dominującą. Zanieczyszczenia znajdują się przy tym w takich granicach, że nie wywierają istotnego wpływu na własności stopu. Ilości te, w zależności od rodzaju zanieczyszczenia, nie przekraczają 0,6÷0,8%.

Otrzymywanie ze złomu stopów o takich tolerancjach składu chemicznego następuje duże trudności. Praktyka wykazała, że starania w kierunku uzyskania wysokiej czystości stopów wtórnych, czystości dorównującej stopom produkowanym z metali czystych nie opłacają się, ponieważ przez odpowiednie poszerzenie tolerancji na dodatki stopowe i zanieczyszczenia można otrzymać stopy zarówno wystarczająco dobre jak i tanie.

Do produkcji wtórnych stopów odlewniczych wykorzystuje się zarówno złom pochodzenia odlewniczego, jak i z przeróbki plastycznej. Ponieważ w tym pierwszym głównym składnikiem, szczególnie w Europie jest krzem, a w drugim — miedź, istnieje ogólna tendencja, aby oba te dodatki stopowe znajdowały się w stopach wtórnych. W zależności od odpowiedniego udziału jednego względnie drugiego rodzaju złomu we wsadzie, otrzymywać się będzie stopy o przewadze jednego względnie dru-



Rys. 4. Schemat sortowania wiórów.



Rys. 5. Schemat pieca o pochylonym trzonie do topienia złomu aluminium; 1 — okno wsadowe, 2 — pochylony trzon pieca, 3 — zbiorniki, 4 — otwory spustowe, 5 — kolejka na gaski.

TABLICA I. Alumińowe stopy wtórne wg GOST 1583-47

Cecha stopu	S k ł a d c h e m i c z n y w %														
	S k ł a d n i k i p o d s t a w o w e					D o m i e s z k i m a x.									
	Cu	Si	Mg	Zn	Al	Fe	Si	Mg	Mn	Ni	Zn	Cu	Pb	As	Inne domieszki
AL 20	—	8 — 11	—	—	reszta	0,8	—	0,4	0,5	0,5	0,5	1,0	—	—	0,4
AL 21	—	6 — 8	0,2 — 0,5	—	„	1,0	—	—	0,6	0,5	0,5	1,0	—	—	0,4
AL 22	—	5 — 8	—	—	„	1,0	—	0,5	0,6	—	0,5	—	0,15	0,015	—
AL 23	1,3	3 — 6	—	—	„	1,0	—	0,5	0,8	—	0,3	—	0,15	—	—
AL 24	1 — 3,5	4 — 6	0,2 — 0,8	—	„	1,1	—	—	0,8	0,5	0,5	—	—	—	0,4
AL 25	5 — 7,5	4,5 — 6,5	—	—	„	1,2	—	0,5	0,5	0,5	0,5	—	—	—	0,5
AL 26	3 — 5	—	—	—	„	1,2	3,0	0,3	0,5	0,5	0,5	—	—	—	0,5
AL 27	6 — 8	—	—	—	„	1,3	3,0	0,3	0,6	0,5	1,0	—	—	—	0,5
AL 28	9 — 11	—	—	—	„	1,5	1,2	0,3	0,5	0,5	0,5	—	—	—	0,5
AL 29	2,5 — 4,5	—	—	8 — 13	„	1,1	1,5	0,3	0,5	0,5	—	—	—	—	0,5
AL 30	4 — 6	—	—	5 — 7	„	1,5	2,0	0,3	0,5	0,5	—	—	—	—	0,5

TABLICA II. Alumińowe stopy wtórne stosowane w NRD

Stop	Cu %	Mg %	Mn %	Al %	Si %	Fe %	Zn %	Inne %
G AISi5Cu1	1,2 — 1,6	0,4 — 0,5	— 0,5	reszta	5,0 — 6,0	— 0,7 Fe + Mn — 1,1	— 0,5	Ni — 0,5 Pb — 0,2 Ti — 0,15 Sn — 0,1
G AISi6Cu3	2,0 — 4,0	0,2 — 0,5	0,4 — 0,6	„	5,5 — 7,0	— 1,1	— 2,0	Ni — 0,5 Pb — 0,3 Ti — 0,15 Sn — 0,1
GD AISiCu	2 — 3	— 0,5	0,2 — 0,6	„	5 — 6,5	— 1,5	— 0,7	Ni — 0,5 Pb — 0,3 Sn — 0,3
G AISi5Cu2	2,0 — 2,8	0,4 — 0,9	— 0,6	„	5,0 — 6,5	— 0,8	— 1,0	Pb + Sn — 0,3
G AISi5Cu2Zn	2,0 — 3,0	0,2 — 0,6	0,3 — 0,5	„	5,0 — 6,5	— 0,8	— 3,0	Ni — 0,3 Pb + Sn — 0,3
G AISiCuNi	2,2 — 2,8	0,8 — 1,5	0,3 — 0,7	„	8,5 — 10,0	+ Ti — 0,8 Ti — 0,2	— 0,75	Ni 0,2 — 0,4

TABLICA III. Alumińowe stopy wtórne stosowane w W. Brytanii i USA

Bs 1490	L. A. C.	DTD	ASTM B 179-49	Cu %	Mg %	Si %	Fe %	Mn %	Ni %	Zn %	Pb %	Sn %	Ti %	Inne %
LM1	—	428	CS 72 A	6 — 8	0,15	2 — 4	1,0	0,6	0,5	2 — 4	0,3	0,2	—	Mn + Ni + Pb + Sn — 1,0
LM2	112 A	—	—	0,7 — 2,5	0,30	9 — 11,5	1,0	0,5	1,0	1,2	0,3	0,2	0,2	—
LM3	113 B	—	—	2,5 — 4,5	0,10	1,3	1,0	0,5	0,5	9 — 13	0,3	0,2	—	—
LM4	—	424	SC 54 B	2,0 — 4,0	0,15	4,0 — 6,0	0,8	0,3 — 0,7	0,35	0,3	0,1	0,05	0,2	Mn + Fe — 1,3
LM12	10	—	C 100 A	9 — 10,5	0,15 — 0,35	2,0	0,5 — 0,5	0,6	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	Mn + Fe — 1,5

giego pierwiastka. Normy stopów wtórnych przewidują więc albo stopy o zawartości 4÷6% Cu i 1÷2% Si, lub 5÷6,5% Si i 2÷3% Cu. Te dwa pierwiastki są głównymi składnikami stopów wtórnych.

Przez pewien okres czasu duży kłopot sprawiał w produkcji stopów wtórnych cynk. Istniało przekonanie, że cynk już w niewielkich ilościach powoduje kruchość stopów. Dopiero późniejsze badania i praktyka wykazały, że cynk znajdujący się w roztworze stałym w stopach alumińowych nie jest szkodliwym zanieczyszczeniem. W wyniku tego zaniechano wysiłków mających na celu ograniczenie zawartości cynku do najmniejszych ilości i w normach podwyższono ją do 2,5%. Wydana we wrześniu 1952 r. w NRD norma na stopy aluminium uwzględnia ten stan rzeczy tak dalece, że nawet w jednym stopie dopuszcza zawartość cynku do 3% (G AISi5Cu2Zn). Dopiero złom o wyższej zawartości niż 3% Zn opłaca się oczyszczać z cynku drogą destylacji. Takie rozwiązanie sprawy umożliwia otrzymanie tanich a technicznie wartościowych stopów ze złomu o gorszej jakości, który jest do dyspozycji w przetwarzającej ilości.

Najczęściej spotykane zanieczyszczenie złomu żelazem nie sprawia trudności. Usuwanie żelaza ze złomu jest łatwe, a topienie w piecu o pochylonym trzonie zabezpiecza wystarczająco przed rozpuszczeniem go w aluminium.

Największe trudności sprawia magnez. Ze względu na wpływ magnezu na starzenie stopów i związaną z tym zmianę własności, należy ograniczyć jego zawartość do max. 0,3%. W wyjątkowych przypadkach dopuszcza się ilość Mg do 0,8%. Aby to osiągnąć, powstaje konieczność usuwania magnezu drogą rafinacji, jak to poprzednio wspomniano.

Wszystkie wymienione powyżej wymagania uwzględnione zostały w normach różnych krajów.

W tabl. I przedstawiono skład chemiczny odlewniczych stopów aluminium z przetopu wg GOST 1583-47, w tablicy II wyjątki z normy NRD TGL 28376: 1.

Normy brytyjskie i amerykańskie, zestawione w tabl. III, są mniej więcej zgodne ze sobą. W Czechosłowacji najczęściej stosowany jest stop odlewniczy typu AlCu3Si5Mn0,5.

Norma polska dotychczas nie przewiduje w swoim składzie stopów pochodzenia wtórnego. Są w niej wprawdzie stopy, do których produkcji można wykorzystywać niewielki procent złomu, lecz bardzo niskie maksymalne zawartości zanieczyszczeń, szczególnie cynku, ograniczają wykorzystanie złomu na szerszą skalę.

Ostatnio opracowany został w kraju projekt normy PN/H-88072 pt. „Odlewnicze stopy aluminium. Stopy odlewnicze z przetopu złomu”. Projekt ten daje duże możliwości wykorzystania złomu, wymaga jednak przystosowania do krajowych warunków i dokładniejszego sprecyzowania wielkości takich zanieczyszczeń jak cynk, magnez i żelazo.

LITERATURA

- W. Lott — „Die Normung der Aluminiumlegierungen in der Deutschen Demokratischen Republik“, Metallurgie- und Giessereitechnik, Nr. 4, 1953, s. 141.
- M. A. Istrin — „Wtoricnyje cwietyryje metally“, Metallurgizdat 1950.
- A. Buckeley — „Englische Normen für Aluminium-Gusslegierungen“, Giesserei-Nr 1 1952, s. 11.
- C. W. C. Devereux — „Secondary Aluminium and Magnesium“, The Journal of the Institute of Metals, I 1952, s. 248.
- O. E. E. C. Aluminium Mission, Light Metals, t. XIV, Nr 155, II 1952, s. 63.
- F. H. Smith — „Production and Properties of Aluminium Casting Alloys“, Foundry Trade Journal, T. 91, nr 1883, s. 439.
- „Slévarenska slitina AlCu3Si5Mn0,5“, Hutník nr 5 1952, s. 119.
- Norma PN/H-15715 — Złom metali nieżelaznych.
- Projekt normy PN/H-88903.
- Norma GOST 1583-47. Odlewnicze stopy alumińowe z przetopu, w gaskach. Klasyfikacja i warunki techniczne.

Struktura elektrolitycznie osadzonych warstw chromu

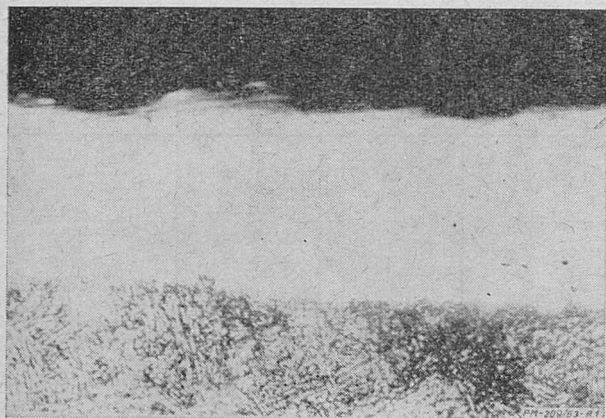
669.268.7:621

Mgr inż. EDWARD ŻMIHORSKI

W artykule omówiono najważniejsze czynniki charakteryzujące budowę warstw chromu elektrolitycznie osadzonych na katodzie, a więc: siatkę rys, jej powstawanie i badania, wtrącenia w warstwach chromu, zgrubienia osadzonych warstw chromu na krawędziach przedmiotów i wpływ wodoru.

Fotografie mikrostruktur warstw chromu uwiadcniają wyraźny wpływ różnych elektrolitów do chromowania na rodzaj i wielkość siatki rys. Także i gładkość powierzchni ma wpływ na siatkę rys, ponadto zaś zmiany temperatur i rodzaj materiału podłoża. Praktyczne wykorzystanie siatkowej budowy warstw chromu znalazło zastosowanie w tzw. porowatym chromowaniu np. gładzi cylindrów silników spalinowych.

Normalne badania metalograficzne, np. na zglądzie poprzecznym, tzn. prostopadłym do powierzchni chromowanej, wykazują (po wytrawieniu normalnymi odczynnikami, jak kwas pikrynowy lub 5% HNO_3) białą warstwę chromu, zupełnie nie natrawioną, na ciemnym podłożu struktury stali, dobrze widocznej pod mikroskopem (rys. 1 i 2).



Rys. 1. Stal C = 0,3%; Mn = 0,6%; Cr = 1,2%; Mo = 0,4%, chromowana w ciągu 2 godzin w elektrolicie o składzie 250 g CrO_3 /litr + 1,1% H_2SO_4 w 54°C, 50 A/dcm², następnie nagrzewana 2 godziny w kąpieli solnej chlorku baru w temperaturze 1150–1180°C, studzona w powietrzu do 20°C i hartowana w temperaturze 830°C w oleju. Pow. 300X, traw. 5% HNO_3 .

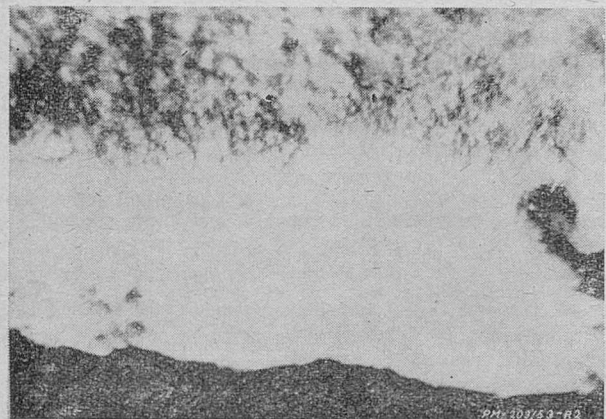
Wiele prób z różnymi odczynnikami nie dało rezultatów zbadań struktury elektrolitycznie nałożonego chromu.

Spasywowana powierzchnia (warstewka tlenków) chromu nie pozwala na jego natrawienie. Natomiast odcynniki, które usuwają tlenki chromu, rozpuszczają również silnie sam chrom, przez co nie daje się wydobyć obrazu struktury warstw chromu.

Podobnie przedstawia się sprawa przy trawieniu elektrolitycznym anodowym.

Wielkość kryształów elektrolitycznie osadzonego chromu jest tak mała, że nawet przy największych powiększeniach normalnego metalograficznego mikroskopu nie jest to widoczne.

Badania rentgenograficzne L. Wrighta, H. Wirsta i J. Rileya wykazują budowę elektrolitycznie osadzonego chromu o siatce przestrzennej centrycznej. Natomiast K. Sasaki i S. Sekito stwierdzają istnienie budowy kryształów także o siatce przestrzennej heksagonalnej. Różnice w twardości różnych warstw chromu tłumaczone są zmianami budowy siatki przestrzennej.



Rys. 2. Stal C = 1,3%; Mn = 0,8%; Cr = 1,5%, chromowanie i warunki dyfuzji chromu takie same, jak dla stali ad rys. 1. Pow. 300X, traw. 5% HNO_3 .

Wg Cymboliste'a, twardość elektrolitycznie nałożonych warstw chromu zależy od wielkości, ilości i kierunku rys poprzecznych (tzw. prostopadłych do powierzchni chromowej), które Cymboliste traktuje jako wtrącenia w chromie.

K. Gebauer, na podstawie wielu zdjęć mikrograficznych warstw chromu na zglądach poprzecznych i równoległych do powierzchni chromowanych (trawionych w 10% roztworze NaOH, anodowo przy 3 V przez 10 sekund), udowodnił, że widoczne np. na rys. 3 wtrącenia są rysami (prawie zawsze prostopadłymi do powierzchni), które pochodzą od siatki rys, występującej na powierzchni chromowanej.

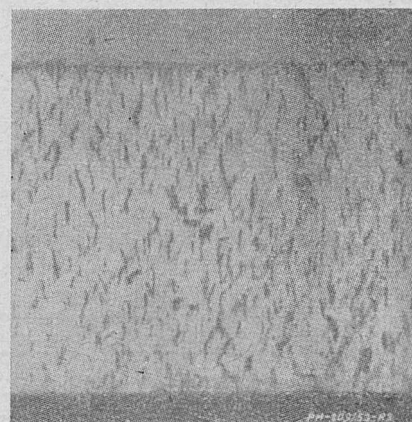
Rys. 4 przedstawia taką siatkę rys na powierzchni warstwy chromu bardzo dobrej jakości, tzn. gładkiej, lekko błyszczącej, otrzymanej przez autora z elektrolitu o składzie 200 g CrO_3 /litr + 1,1% H_2SO_4 + 50 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ w temperaturze 54°C przy natężeniu 50 A/dcm² w czasie 1 godziny.

Określenie J. Fischera, jakoby to nie była siatka rys, lecz siatka zgrubień (żyłek) chromu, co uwiadczało się w jego obserwacjach odpowiednimi cierniami, przy bocznym oświetleniu pod mikroskopem, zostało obalone.

Obszerne badania autora stwierdzają wyraźnie istnienie siatki rys, oddzielającej jakby poszczególne wysepki chromu na całej powierzchni chromowanej. Powstawanie tej siatki rys jest różnie wyjaśniane przez poszczególnych badaczy.

Opierając się na teoretycznej analizie osadzania się warstw chromu na katodzie, wyjaśnia się zagadnienie tworzenia się rys w następujący sposób: wytworzona na początku procesu warstwa chromianu chromowego, zamykająca dostęp do powierzchni katody, jest przerywana punktowo przez H_2SO_4 lub inne dodatki katalizatora, dzięki czemu istnieje możliwość osadzania się chromu. W tych miejscach przebiecia osadzają się pierwsze kryształy chromu. Dalsze rozrastanie we wszystkich kierunkach tworzy jakby wysepki chromu, które stykają się z sąsiednimi wysepkami. W miejscach styku tworzą się rysy, powodujące powstawanie poszczególnych wysepek chromu. Koncentryczne naprężenia występujące w poszczególnych wysepkach chromu, a spowodowane wodorem, wyginają w górę krawędzie wysepek chromu, dając przez to złudzenie zgrubień chromu w miejscach siatki rys.

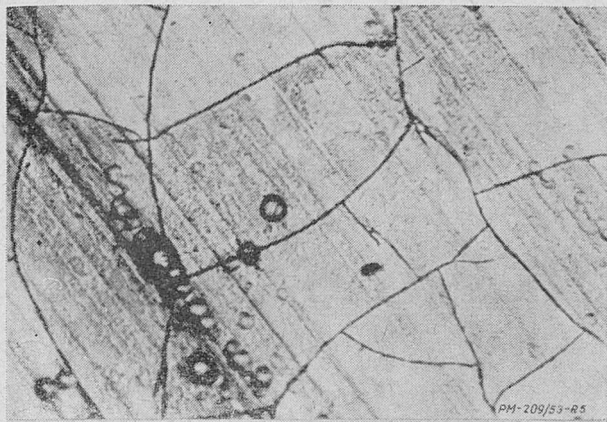
Należy podkreślić, iż podane wyżej wyjaśnienie tworzenia się siatki rys nie jest jednak przekonujące. Najbardziej prawdopodobne jest tworzenie się siatki rys pod wpływem naprężeń,



Rys. 3. Warstwa chromu w przekroju poprzecznym; trawiono po chromowaniu w 10% NaOH, anodowo 3 V (wg K. Gebauera). Pow. 300X.



Rys. 4. Powierzchnia chromowana 1 godz. w elektrolicie o składzie 200 g CrO_3 /litr + 1,1% H_2SO_4 + 50 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ /litr w 54°C, 50 A/dcm². Pow. 250X, traw. anodowo 1 min. w 10% NaOH.



Rys. 5. Powierzchnia chromowana w ciągu 2 godzin w elektrolicie o składzie 250 g CrO_3/litr + 1,1% H_2SO_4 + 10 g $\text{H}_3\text{BO}_3/\text{litr}$ w 54°C , 50 A/dcm², w temperaturze odgazowania 250°C — 30 minut. Pow. 150X, traw. anodowo 2 minuty w 10% NaOH.

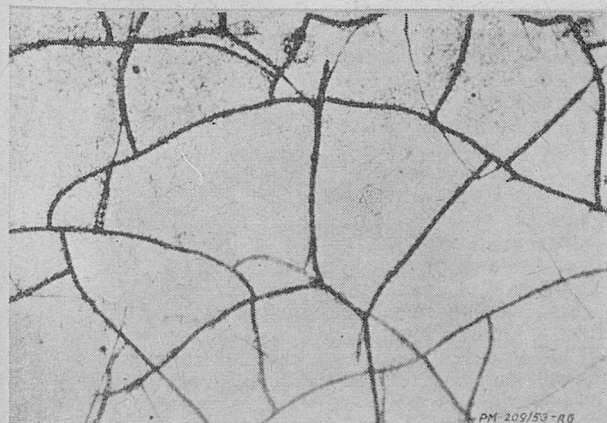
które wynikają z różnic rozszerzalności podłoża i warstwy chromu pod wpływem zmian temperatury już przy zakładaniu do wanny chromującej przedmiotów i wyjmowaniu z gorącej kąpieli chromowej, jak również przy dalszych operacjach płukania i odgazowywania.

Obserwacje autora, przeprowadzone na powierzchniach chromowanych bezpośrednio po wyjęciu z kąpieli chromowej i płukaniu w wodzie, wykazywały bardzo delikatną i trudno dostrzegalną siatkę o niewyraźnym zarysie. Po nagraniu tej samej powierzchni do temperatury 250°C w ciągu 4 minut, siatka rys uwidaczniała się natychmiast bardzo wyraźnie.

Rys. 5 przedstawia powierzchnię chromu z taką siatką, otrzymaną z elektrolitu o składzie 250 g CrO_3/litr + 1,1% H_2SO_4 + 10 g H_3BO_3 w temperaturze 54°C , przy natężeniu prądu 50 A/dcm² w czasie dwóch godzin (przeciętna grubość warstwy 0,06 mm), przy czym wydajność elektrochemiczna wynosi 19,8%. Wygląd zewnętrzny powierzchni błyszczący, czysty, gładki. Temperatura odgazowania 250°C w czasie 30 minut. Mikrozdjęcie przedstawia powierzchnię chromu trawioną anodowo w ciągu 2 minut w 10% roztworze wodnym NaOH. Powiększenie 150 razy. Dokładna obserwacja wykazała, że pokazana na rys. 5 siatka o stosunkowo prostych liniach i regularnych polach, o wielkości boków średnio 0,25 mm, jest siatką prawie o połowę drobniejszą niż siatka rys przed podgrzaniem do temperatury 250°C , gdzie wielkość boków siatki (pól) wynosiła 0,400 do 0,600 mm. Twardość przed nagraniem — 925 jednostek Vickersa.

Rys. 6 przedstawia powierzchnię chromowaną w elektrolicie o składzie 250 g CrO_3/litr + 0,6% H_2SO_4 + 1,6% H_2SiF_6 (5,5% H_2SiF_6 — 33°B'e), w temperaturze 54°C , przy natężeniu prądu elektrycznego 50 A/dcm², czas chromowania 2-godzinny, przeciętna grubość warstwy 0,07 mm, wydajność elektrochemiczna 25,3%. Wygląd zewnętrzny powierzchni: silnie błyszcząca, czysta i gładka. Mikrozdjęcie przedstawia powierzchnię podgrzaną do temperatury 300°C w saletrze w ciągu 4 minut, ostudzoną na powietrzu i trawioną anodowo w 10% roztworze wodnym NaOH w czasie 2 minut. Powiększenie 150 razy.

Jak widać z rys. 6, charakter siatki jest inny; pola są mniej regularne i mniejsze. Przed nagraniem do temperatury 300°C —



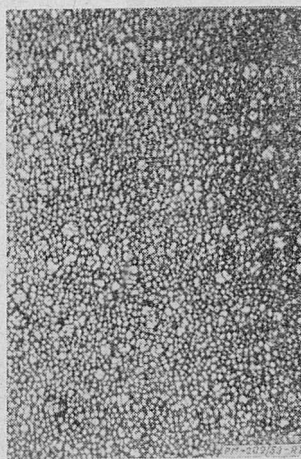
Rys. 6. Powierzchnia chromowana w czasie 2 godzin w elektrolicie 250 g CrO_3/litr + 0,6% H_2SO_4 + 1,6% H_2SiF_6 w 54°C , 50 A/dcm², temperatura odgazowania 300°C w soli przez czas 4 minut. Pow. 150X, traw. anodowo przez 2 minuty w 10% NaOH.

siatka jest prawie niewidoczna. Po nagraniu do temperatury 300°C — 4' — siatka rys wystąpiła bardzo wyraźnie, przy czym wpływ na to ma również szybkość podgrzewania. Twardość przed nagraniem — 944 jednostki Vickersa; po nagraniu do temperatury 300°C twardość spadła do 824 jednostek Vickersa.

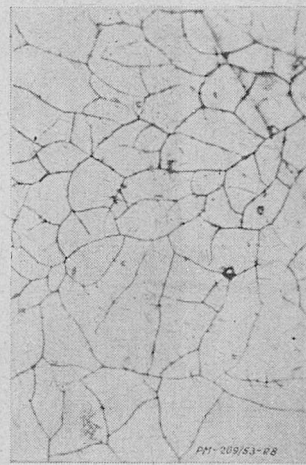
Rys. 7 przedstawia powierzchnię chromowaną w elektrolicie o składzie 250 g CrO_3/litr + 0,6% H_2SO_4 + 0,45% H_2SiF_6 , w temperaturze 54°C , przy natężeniu prądu elektrycznego 50 A/dcm², czas chromowania 2 godziny, wydajność elektrochemiczna 21,5%. Wygląd zewnętrzny powierzchni chromowanej czysty, bardzo gładki i estetyczny, o kolorze jasno-srebrno-matowym. Mikrozdjęcie przedstawia powierzchnię chromowaną nie trawioną pod powiększeniem 150 razy. Jak widać z rys. 7 powierzchnia chromu ma bardzo dobrą równomierną kuleczkową budowę, bez siatki rys. Bardzo delikatna i słabo zarysowana siatka uwidacznia się dopiero po podgrzaniu do temperatury 200°C . Twardość warstwy chromu bezpośrednio po chromowaniu wynosi 1125 jednostek Vickersa.

Rys. 8 przedstawia powierzchnię chromowaną tę samą, co na rys. 7, tylko trawioną anodowo w 10% roztworze wodnym NaOH w czasie 1 minuty. Powiększenie 150 razy. Jak widać z rys. 8, siatka ma odmienny charakter, jest drobna, o małych polach, wielkość boków około $0,05 \div 0,07$ mm, przy czym nie zauważono zmian wielkości pól (siatki) po nagraniu do temperatury 250°C .

Mikrofotografie na rys. 4, 5, 6, 7 i 8 przedstawiają warstwy chromu osadzone na podłożu stali narzędziowej o składzie C = 1,5%, Cr = 1,5%, Mn = 0,5%, hartowanej w temperaturze 830°C w oleju i odpuszczanej w temperaturze 200°C w czasie 30 minut.



Rys. 7. Powierzchnia chromowana przez 2 godziny w elektrolicie o składzie 250 g CrO_3/litr + 0,6% H_2SO_4 + 0,45% H_2SiF_6 , w 54°C , 50 A/dcm². Pow. 150X, nietrawiona.



Rys. 8. Powierzchnia chromowana w warunkach, jak na rys. 7 i trawiona anodowo w czasie 1 minuty w 10% NaOH.

Wpływ stali hartowanej i niehartowanej, jak również wpływ powierzchni docieranej i szlifowanej na jakość warstw chromu da się określić następująco:

a) na powierzchniach docieranych (celem wyeliminowania wpływu rys szlifierskich) występuje tak samo siatka, jak na powierzchniach szlifowanych, nawet w niekorzystnych warunkach, w których tworzy się szkodliwa siatka pęknięć szlifierskich;

b) na powierzchniach gładkich, docieranych, zarys siatki jest silniejszy jak na powierzchniach mniej prostoliniowych, tzn. szlifowanych tarczami ściernymi o średnim ziarnie.

Wytłumaczyć to można korzystniejszą, drobno-falistą powierzchnią podłoża, na której warstwa chromu, przy większym rozszerzeniu się podłoża pod wpływem temperatur, nie jest rozrywana, lecz wyrównywana jest jej falistość.

Oczywiście zagadnienia tego nie należy rozumieć w ten sposób, że powierzchnie pod chromowanie mogą być szorstkie lub mało gładkie, gdyż to prowadziłoby do nierównomiernego i gruboziarnistego osadzania się chromu.

Porównanie rys. 4, 5, 6 i 8 uwidoczniło wyraźnie wpływ różnych elektrolitów na charakter siatki i wielkość pól chromu. W czasie badań twardości warstw chromu nieodgazowanych (tzn. nienagrzewanych do temperatury $200 \div 250^\circ\text{C}$) metodą Vickersa, zauważono rysy biegnące od wierzchołków odcisku, których grubość była podobna do omawianej siatki rys.

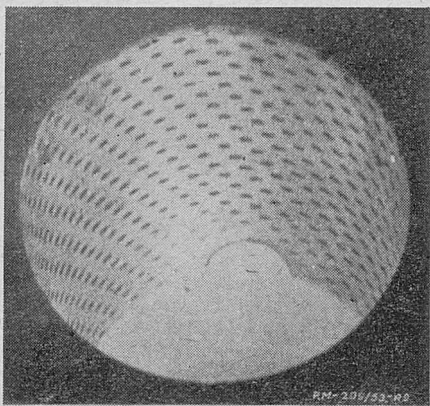
Budowa warstw chromu w postaci siatki, czyli oddzielnych jakby wysepek chromu, nie jest zjawiskiem niekorzystnym, jakby się to na pozór wydawało. Taka budowa nadaje warstwie chromu elastyczność i pozwala na zastosowanie do najcięższych warunków pracy, jak chromowane lufy działowe i karabinów maszynowych, chromowane matryce kuźnicze itd.

Powierzchnię chromowaną z siatką tych oddzielnych wysepek można by porównać do twardej nawierzchni drogowej, wykonanej z kostek granitowych lub tym podobne, podczas gdy jednolita pełna nawierzchnia, np. betonowa, jest nietrwała, źle znosi różnice temperatur i pęka.

Oczywiście tak jak pod nawierzchnią drogową, niezbędna jest twarda i wytrzymała podbudowa, tak samo cienkie warstwy chromu powinny mieć odpowiednio wytrzymałe podłoże, zwłaszcza w przypadku zastosowania chromowania na elementy konstrukcyjne i narzędzia pracujące na duże naciski i uderzenia.

Szczeliny na granicach pól są też normalnie nieprzepuszczalne dla czynników korodujących i miejsca te nie stanowią wyjść ośrodków korozji.

Chromowanie zwane „porowatym“ opiera się zasadniczo na poszerzeniu szczelin tej siatki rys przez krótkie trawienia anodowe. Po takim natrawieniu w rozszerzonych szczelinach siatki trzyma się dobrze smar i przez to poprawia się praca takich elementów, jak np. gładzie cylindrów silników spalinowych, pracujące powierzchnie wałów korbowych, wałów pomp, wrzecion obrabiarek i pierścieni tłokowych. W praktyce wykonywane są też mechaniczne zagłębienia powierzchni, jak to np. przedstawia rys. 9.



Rys. 9. Powierzchnia w cylindrze silnika spalinowego chromowana. Zamiast trawienia widać powierzchnię mełowaną mechanicznie przed chromowaniem.

Oprócz wyżej omówionej siatki rys, występują w wewnętrznej budowie elektrolitycznie osadzonego chromu również różne wtrącenia, rozpuszczalne i nierozpuszczalne w odczynnikach trawiących, których ilość i wielkość zależy od wielu czynników, a szczególnie od natężenia prądu, temperatury i rodzaju elektrolitu. Wtrącenia te mają wpływ na twardość i inne fizykochemiczne własności warstw chromu, jak np. rozpuszczalność chromu w kwasach.

Dla uwidocznienia tych wtrąceń w elektrolitycznie osadzonych warstwach chromu, K. Gebauer podaje jako najlepszy odczynnik do trawienia zglądów (tzw. szlifów metalograficznych) — stężony gorący kwas octowy z małym dodatkiem chlorku żelazawego lub kwasu solnego. Pożądane jest, aby zgląd taki przedtem lekko anodowo natrawić w NaOH.

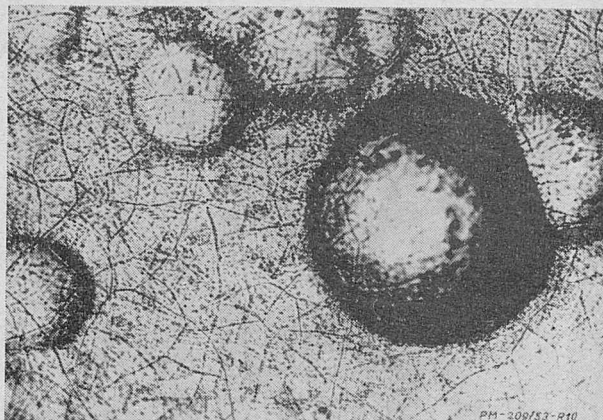
Warstwy chromu szare, kruche, otrzymane przy niskich temperaturach i małej zawartości H_2SO_4 mają więcej wtrąceń.

Warstwy chromu błyszczące, otrzymywane przy wyższych temperaturach i wyższych natężeniach, mają bardzo małe i drobne wtrącenia, które trudno zaobserwować nawet pod mikroskopem.

Warstwy błyszczące, otrzymywane przy niższych natężeniach prądu elektrycznego, mają natomiast nieco większe wtrącenia. Wyższa zawartość H_2SO_4 w elektrolicie zmniejsza te wtrącenia. Na wtrącenia te składają się tlenki chromu, różne zanieczyszczenia elektrolitu, jak np. żelazo oraz cząstki z anod.

Na klasyfikację i ocenę jakości warstw chromu składają się, oprócz wyżej omówionych rys i wtrąceń, również porowatość i nierównomierność budowy wewnętrznej występująca zwłaszcza na warstwach chromu matowych, guzłkowatych, jak na rys. 10.

Guzłkowa, wewnątrz przeważnie porowata budowa, występuje najczęściej na krawędziach chromowanych przedmiotów, gdzie istnieją bardzo duże natężenia prądu. Taka budowa występuje też na materiałach o niejednorodnej budowie strukturalnej, jak np. żeliwo, na którym w miejscach ferrytu otrzymujemy lep-



Rys. 10. Powierzchnia chromowana w $54^\circ C$, A/dcm^2 , grubość warstwy chromu 0,15 mm. Pow. $250\times$, nietrawiona.

sze osadzanie się chromu, jak na cementycie, a prawie wcale nie zachodzi osadzanie się chromu na graficie. Warstwy chromu o takiej budowie oceniane są jako złe, kruche, nieszczelne i nie nadające się do cięższej pracy przy większych naciskach i uderzeniach.

Rys. 11 przedstawia występujące w naturalnej wielkości, chropowate i kruche zgrubienie osadzonego chromu na krawędzi stalowego przedmiotu. Zgrubienie to pod mikroskopem przedstawia silnie guzłkowatą i porowatą budowę. Równocześnie widoczne jest z lewej strony rys. 11 charakterystyczne osadzenie się chromu w formie drzewek (dendryty); tego typu osadzanie występuje przeważnie na dolnych krawędziach przedmiotów chromowanych przez dłuższy czas przy wysokich natężeniach prądu elektrycznego.

Występowanie guzków, czyli wypukłości na powierzchni warstw chromu (patrz rys. 10) spowodowane jest w głównej mierze wodorem gazowym, jak również różnymi mechanicznymi cząsteczkami zanieczyszczającymi elektrolit; cząsteczki te, po osadzeniu się na katodzie (różne tlenki, cząstki anod, osad z dna), są pokryte chromem. Niejednokrotnie także i banieczki wodoru, zbierane pod tymi cząsteczkami, są również pokryte wypukłą warstwą chromu.

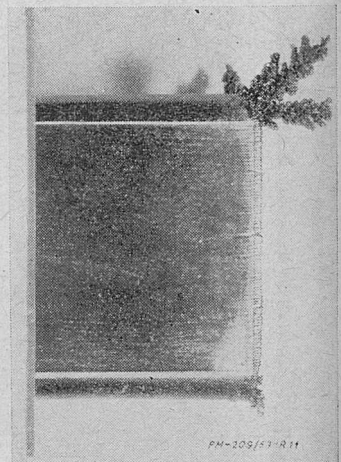
Na podstawie badań stwierdzono, iż powierzchnie stalowe miękkie mają większą skłonność do tworzenia się guzków na powierzchni chromu, niż powierzchnie stalowe hartowane.

W czasie chromowania około 80% energii elektrycznej zużyte zostaje na wytworzenie wodoru na katodzie. Aktywny wódor w chwili powstawania znajduje się w stanie atomowym, a nawet prawdopodobnie — jonowym, pochłonięty jest przez materiał chromowany i warstwę chromu. Wódor dyfundujący poprzez kryształ w materiał atomowy, po napotkaniu na swej drodze granicy ziarn różnych zanieczyszczeń i porów, zmienia się na wódor gazowy nierozpuszczalny, który w trakcie dalszego wzrastania jego ilości powoduje tak duże ciśnienie gazu wewnątrz materiału, pod warstwą chromu i w samej warstwie chromu, że doprowadzić to może do powstania pęknięć, rys i naprężeń wewnętrznych.

Niezależnie od tego występuje jeszcze tzw. kruchość wodorowa, obniżająca wytrzymałość tworzyw na udarność.

Ilość wodoru w błyszczących warstwach chromu dochodzi do około 200 objętości osadzonego chromu. Natomiast w warstwach matowych, kruchych, często już łuszczących się — ilość wodoru dochodzi do ok. 1500 objętości osadzonego chromu.

Główną więc przyczyną tworzenia guzłkowych wypukłości na warstwach chromu, następnie przyczyną zmniejszania przyczepności warstw chromu oraz łuszczenia się warstw chromu (szczególnie na krawędziach) jest wódor gazowy.



Rys. 11. Płytką stalową chromowaną w warunkach jak na rys. 10. Na krawędzi zgrubiony osad chromu i widoczny z lewej strony charakterystyczny osad chromu w formie drzewka.

Ilość pochłoniętego wodoru jest tym większa, im większe jest natężenie prądu i z tego powodu na niebezpiecznych krańcach przedmiotów chromowanych otrzymujemy najbardziej kruche i guzłkowe warstwy chromu.

Szybkość dyfuzji wodoru atomowego w głąb materiału chromowanego jest stosunkowo duża (dla stali maszynowej w ciągu 3 ÷ 4 godzin na głębokość około 10 mm) i zależy od rodzaju materiału oraz od jego obróbki cieplnej. Znajdujący się w materiale i w warstwach chromowych wodor (po chromowaniu), jako szkodliwy, usuwa się w praktyce przez tzw. odgazowanie, czyli podgrzewanie przedmiotów chromowanych w piecach do temperatury 180 ÷ 250°C w ciągu około 1 godziny. W wyższych temperaturach odgazowanie wodoru przebiega szybciej.

W praktyce nie stosuje się na ogół temperatur przekraczających 250°C. Wyższe temperatury obniżają już stopniowo twardość podłoża, czyli stali narzędziowej węglowej i stopowej (z wyjątkiem stali szybko tnącej i stali wysokowolframo-

wej na matryce kuzienne) oraz twardość samych warstw chromu. Wg M. D. Birükojj i S. P. Makariewa wodor zostaje praktycznie prawie całkowicie usunięty w temperaturze około 200°C, czyli kończy się odgazowanie wodoru z przedmiotów chromowanych, co potwierdzają również badania W. Eilendera, W. Arenda i E. Szmidthanna.

Wielu autorów zaleca przeprowadzanie odgazowania w gorących kąpielach olejowych lub solnych; nie jest to jednak wskazane ze względu na pewne ciśnienie hydrostatyczne, utrudniające częściowo wydobywanie się wodoru oraz ze względu na zbyt szybkie podgrzewanie powierzchniowe warstwy chromu przy zimnym jeszcze podłożu, co prowadzi do omawianych już szkodliwych naprężeń. Jeszcze bardziej szkodliwe byłoby szybkie studzenie przedmiotów (w zimnym oleju lub wodzie) po odgazowaniu.

Najlepszymi urządzeniami do odgazowania po chromowaniu są piece elektryczne oporowe z automatyczną regulacją temperatury i z wymuszoną cyrkulacją powietrza.

Koncepcja tarcia anizotropowego w świetle doświadczenia

621:531.43.001.5

Dr MICHAŁ HALAUNBRENNER

Praca niniejsza przedstawia doświadczenia przeprowadzone nad tarcie anizotropowym, przez które rozumiemy zależność siły tarcia od kierunku ślizgania się ciała po danej powierzchni.

Zbadano, w jakich granicach w przypadku tarcia anizotropowego, wywołanego kierunkową obróbką maszynową, oscylować mogą współczynniki tarcia w zależności od wielkości i kierunku nierówności powierzchni ciernych względem siebie oraz kierunku ruchu.

W przypadkach tarcia anizotropowego kierunek siły tarcia nie jest na ogół zgodny z kierunkiem prędkości ciała, można wobec tego mówić o składowej siły tarcia prostopadłej do kierunku ślizgania. Jej wyznaczenie było głównym celem przedstawionych tutaj doświadczeń.

1. W związku z dyskusją, jaka się w latach 1948—1949 toczyła na łamach Przeglądu Mechanicznego na temat roli tarcia przy zejściu pojazdu kolejowego z szyn na lukach (1.10), prof. M. T. Huber wysunął koncepcję tarcia anizotropowego (1.7). Przyjmując, że tarcie jest powodowane chropowatością powierzchni, jest rzeczą jasną, że nie zależy ono od kierunku ślizgania, gdy nierówności powierzchni ciernych są rozmieszczone na nich w sposób bezładny co do położenia, wielkości i kształtu. „Ale w rzeczywistości — wyjaśnia prof. Huber — zwykłe rodzaje obróbki, jak struganie i toczenie, prowadzą do chropowatości, która nie jest izotropową, ponieważ inną być musi w kierunku ślizgania, a inną w kierunku poprzecznym. Taką chropowatość można ogólnie nazwać anizotropową, a w rozpatrywanym tutaj przypadku anizotropii prostokątnej (ortogonalnej) będzie nazywać odpowiednią chropowatość ortotropową”.

„Jako ważną cechę tarcia ortotropowego należy podnieść to, że przy tarcu izotropowym jest kierunek tarcia wprost przeciwny kierunkowi ślizgania, podczas gdy przy tarcu ortotropowym tylko w dwu kierunkach głównych wzajemnie prostopadłych. W innych przypadkach pośrednich kierunek tarcia zbliża się do kierunku ślizgania. Wtedy siła P, równoważąca tarcie, zbliża się również do kierunku ślizgania”.

„Jakkolwiek, jak się zdaje, już dawni badacze, jak Coulomb i Morin, znajdowali w swych doświadczeniach np. z drewnem, że wartości współczynnika tarcia są różne, zależnie od tego, czy ślizganie ściany drewnianej ciała odbywa się równolegle, czy też prostopadle do kierunku włókien, to jednak — podkreśla prof. Huber — nie spotkałem się w piśmiennictwie z próbą ogólnego traktowania zależności współczynnika tarcia od kierunku ślizgania (1.7).“

Biorąc pod uwagę literaturę naukową, wkrótce, bo 3 marca 1950 roku, w 34 Guthrie Lecture została uczyniona następująca wzmianka (1.5):

Względna ilość metalu zużytego i napyłonego na powierzchni podczas ślizgania jest zależna od kierunku wzniesień i wgłębień utworzonych przez obróbkę maszynową w odniesieniu do kierunku ruchu. Stwierdzono, że największe zużycie zachodzi wówczas, gdy kierunki rowków na obu powierzchniach ciernych są zgodne z kierunkiem ślizgania, najmniejsze zaś, gdy one są doń prostopadłe. Gdy rowkowania na jednej powierzchni są równoległe do kierunku ślizgania, a na drugiej są skierowane do nich pod kątem prostym, to zużycie jest większe aniżeli w przypadku poprzednim. Wyjaśnienie jest proste. Gdy rowkowania na obu powierzchniach są równoległe do kierunku ślizgania, wówczas metal, mocno naprężony w miejscach lokalnych styków, sływa dalej zanim wydestanie się i skrzepnie poza sferą naprężeń i jest bardziej podatny do tworzenia napyłu aniżeli wtedy, gdy wzniesienia i wgłębienia przebiegają

pod kątem prostym do kierunku ślizgania. Znaczenie kierunkowości biegu śladów obróbki w odniesieniu do kierunku ślizgania jest obecnie doceniane w praktyce inżynierskiej.

W roku 1951 ukazała się praca (1.6), w której stwierdzono doświadczalnie, że w próżni współczynnik tarcia między ścianami {100} pojedynczych kryształów miedzi wynosił 100, między ścianami zaś {111} — 25.

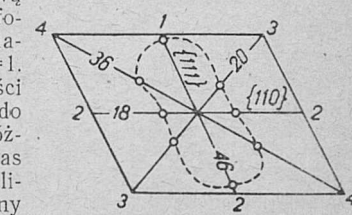
W roku 1952 znany rosyjski badacz ciała stałego, W. D. Kuźniecowa ogłosił wyniki doświadczeń nad rolą anizotropii przy wzajemnym szlifowaniu kryształów przez pocieranie jednego kryształu o drugi z przysypką dowolnego materiału ściernego (1.9). Przyjmując, że proces szlifowania polega na pewnej ilości zeskrobań materiału, jest zrozumiałe, że dla ciał nie wykazujących anizotropii ścieralność nie zależy od kierunku ich wzajemnego ślizgania. Inaczej jest jednak w przypadku anizotropii. Badania przeprowadzono na kryształach gipsu wykazujących, jak wiadomo, w różnych kierunkach różną twardość. Rys. 1 przedstawia wykres kierunkowy, czyli tzw. rozetkę twardości dla kryształów gipsu.

Jeżeli szlifuje się dwa takie kryształy przez ich wzajemne ocieranie o siebie ruchem ślizgowym posuwistym tam i z powrotem w kierunkach o jednakowej twardości, wtedy oba kryształy, wykazując jednakową ścieralność. Oznaczając zeszlifowane masy przez m_1 i m_2 , mamy w tym przypadku $m_1/m_2=1$. Jeżeli natomiast twardości kryształów w odniesieniu do kierunku szlifowania będą różnić się między sobą, wówczas na każdym z nich będą zeszlifowane inne masy i wzajemny stosunek tych ostatnich m_1/m_2 będzie większy lub mniejszy od 1.

Tablica I zawiera wyniki dla kryształów gipsu przy ich wzajemnym szlifowaniu ruchem ślizgowym tam i z powrotem.

TABLICA I

Kierunek szlifowania	Nr 1 1 — 1	Nr 1 2 — 2	Nr 1 2 — 2	Nr 1 3 — 3
	Nr 2 1 — 1	Nr 2 2 — 2	Nr 2 1 — 1	Nr 2 4 — 4
m_1	0,2330 g	0,8100 g	2,2273 g	0,1375 g
m_2	0,2280 „	0,7995 „	0,8135 „	0,1008 „
m_1/m_2	1,02	1,01	2,64	1,37



Rys. 1.

W zakończeniu pracy W. D. Kuźniecowa pisze: „Na anizotropię przy szlifowaniu, o ile wiadomo, nikt nie zwracał dotych-

czas uwagi, jakkolwiek przy badaniu odporności na zużycie metali i stopów może ona mieć wpływ na rezultaty. Większość metali poddaje się walcowaniu, ich budowa powinna zaznaczać się tym, że krystality winny posiadać określoną kierunkowość. Jeżeli krystalizował metal lub stopu wykazuje anizotropię, to nie jest obojętne jak zeszlifować próbkę: w kierunku walcowania czy też prostopadle do niego".

Caeteris paribus to samo można powiedzieć o tarcu. Tarcie zależy bowiem od twardości materiałów, z nim pozostaje też w związku ich ścieralność.

W naszej literaturze naukowej koncepcja tarcia anizotropowego została w latach 1950 ÷ 1952 szeroko rozpracowana w trzech pracach prof. Wacława Moszyńskiego. Dwie z nich ukazały się na łamach Przeglądu Mechanicznego (1.11 i 12), a trzecia dość obszerna jako biuletyn b. Polskiej Akademii Umiejętności (1.13). Ze znajomością rzeczy i dużą intuicją omówiono w nich zależność tarcia od kierunku ślizgania w przypadku powierzchni anizotropowych, wprowadzono nowe wielkości, jak współczynniki tarcia wzdłużnego i poprzecznego do kierunku ślizgania, podano ich wykresy kierunkowe oraz przytoczono szereg eksperymentów myślowych. Brak jednak doświadczeń rzeczywistych i danych ilościowych nie daje właściwego obrazu zjawiska. Uzupełnienie tego braku przez podanie danych ilościowych, uzyskanych na podstawie doświadczeń, jest celem niniejszej pracy.

2. Przedmiotem doświadczeń było tarcie metali ślizgowe, suche, tzn. występujące przy ślizganiu, gdy powierzchnie cierne są wolne od smarów i zanieczyszczeń. Doświadczenia nad tarciami tocznym i toczno-ślizgowym w przypadku powierzchni anizotropowych stanowią przedmiot innej pracy.

Należy zaznaczyć, że najstarszymi oczyszczone powierzchnie metalu nie są powierzchniami czystego metalu, lecz są pokryte warstewką tlenków i zaadsorbowaną warstwą powietrza. Warstewka tlenków na powierzchniach metali została rozpoznana przy pomocy dyfrakcji elektronów dość późno, bo dopiero w roku 1937 po raz pierwszy przez Stanisława Dobińskiego (1.4). Tworzy się ona bardzo szybko pod wpływem atmosferycznego powietrza w temperaturze pokojowej, powstaje ona też w temperaturach bardzo niskich. Jej grubość jest rzędu kilkudziesięciu promieni molekuł.

Polerowana powierzchnia metali jest amorficzna: przy wysokiej zdolności rozpoznawczej mikroskopu elektronowego stwierdzono, że stanowi ją warstewka zesłanej cieczy rozlanej ponad nierównościami powierzchni, znana pod nazwą warstwy

Beilbygo (1.1). Jej grubość dochodzi do 50 Å. Różni się ona własnościami od reszty metalu. Jest twardsza, bardziej rozpuszczalna i silniej elektrododatnia, wskutek czego posiada duży wpływ na korozję, która, jak często stwierdza się, rozpoczyna się w tych punktach, w których metal staje się płynny lub zachodzą uszkodzenia jego siatki krystalicznej. Należy jeszcze wspomnieć, że w niektórych przypadkach pod wpływem polerowania następuje zmniejszenie stałej siatki; atomy zajmują mniejszą niż normalnie objętość. Powierzchnia polerowana, którą na podstawie badań metodami interferencji optycznej uważamy za płaską, wykazuje przy badaniu promieniami elektromagnetycznymi falistość.

Odczyszczenie powierzchni metali odbywało się przez zmywanie lekką benzyną, acetonem i trójchloroetylenem. Przed każdym doświadczeniem powierzchnie cierne przecierano kilkakrotnie czystą lnianą szmatką.

3. Gdy powierzchnie cierne są polerowane, wtedy tarcie nie zależy od kierunku ślizgania. W tym przypadku jakkolwiek, choćby nawet bardzo mała siła, która zadziała na ciało poprzecznie do kierunku jego prędkości, wywołuje zmianę tego kierunku wzdłuż wypadkowej siły czynnej, która równoważyła opory dla utrzymywania ciała w ruchu jednostajnym i siły poprzecznej. Powinien przy tym wystąpić ruch jednostajnie przyspieszony. Gdy jednak siła poprzeczna jest mała w stosunku do siły czynnej, ciało ślizga się nadal ruchem jednostajnym, co świadczy, że siła tarcia wzrasta z prędkością ślizgania. Nazywając tarcie niezależne od kierunku ślizgania się ciała po danej powierzchni tarcie izotropowym możemy o nim powiedzieć, że jest ono siłą bierną, skierowaną przeciwnie do siły czynnej i równą jej w przypadku spoczynku ciała lub ruchu ślizgowego jednostajnego.

Inaczej przedstawia się zjawisko tarcia, gdy powierzchnie cierne są anizotropowe.

Anizotropię naturalną posiadają powierzchnie kryształów, powierzchnie drewna, natomiast sztuczną — powierzchnie uzyskane wskutek kierunkowej obróbki maszynowej, jak struganie, szlifowanie, toczenie.

Tarcie zależy wówczas od kierunku ślizgania się ciała po danej powierzchni.

Do stwierdzenia tej zależności wystarczają proste środki. Współczynniki tarcia wyznaczono metodą równi pochyłej przez nachylenie podstawy do poziomu i pomiar kąta jej nachylenia α , przy którym ślizganie próbki się rozpoczęło. Kąty mierzono za pomocą libelli kątowej z dokładnością do 1', czułość metody

TABLICA II. Współczynniki tarcia suchego, ślizgowego stali w zależności od gładkości i kierunku obróbki przy powierzchniach struganych.

Próbka ślizgająca się	Gładkość i po- suw poprzeczny Kierunkowość obróbki	$h = 6 \mu, p = 0,214 \text{ mm}$			$h = 10 \mu, p = 0,235 \text{ mm}$			$h = 16 \mu, p = 0,600 \text{ mm}$			$h = 25 \mu, p = 0,600 \text{ mm}$			$h = 40 \mu, p = 0,866 \text{ mm}$			
Podstawa																	
$h = 6 \mu$ $p = 0,214 \text{ mm}$		α				6°05'	6°40'	6°49'	6°08	6°08	6°22'	6°24	6°24	6°31	6°38'	6°38'	6°44
		$\text{tg} \alpha$				0,1066	0,1169	0,1196	0,1074	0,1074	0,1116	0,1122	0,1122	0,1142	0,1163	0,1163	0,1181
		α				6°26'	6°22'	6°58'	6°27'	6°27'	6°27	6°31	6°31	6°41	6°44'	6°44'	6°57'
		$\text{tg} \alpha$				0,1128	0,1116	0,1222	0,1131	0,1131	0,1131	0,1142	0,1142	0,1172	0,1181	0,1181	0,1219
$h = 10 \mu$ $p = 0,235 \text{ mm}$		α	6°31	6°41'	7°00'				6°22	6°26'	6°30'	6°43	6°43	6°43	6°12'	6°27'	6°37'
		$\text{tg} \alpha$	0,1142	0,1181	0,1228				0,1116	0,1128	0,1139	0,1178	0,1178	0,1178	0,1086	0,1131	0,1163
		π	7°00'	7°01'	7°06'				6°34	6°38	7°02	6°43	6°43	6°55	6°37	6°37	6°40'
		$\text{tg} \alpha$	0,1228	0,1228	0,1246				0,1151	0,1163	0,1234	0,1178	0,1178	0,1213	0,1163	0,1163	0,1169
$h = 16 \mu$ $p = 0,600 \text{ mm}$		α	6°21	6°39	6°56	6°38'	6°44'	6°48'				6°32'	6°43	6°49'	6°27	6°35	6°40
		$\text{tg} \alpha$	0,1113	0,1166	0,1216	0,1163	0,1181	0,1192				0,1145	0,1178	0,1195	0,1131	0,1151	0,1169
		α	7°00	7°02	7°06	6°44	6°44'	7°57				6°49	6°49	7°43	6°29	6°29	7°00
		$\text{tg} \alpha$	0,1228	0,1234	0,1246	0,1192	0,1192	0,1396				0,1195	0,1195	0,1355	0,1136	0,1136	0,1228
$h = 25 \mu$ $p = 0,600 \text{ mm}$		α	6°08	6°08	6°13	6°28	6°28	6°44	6°22	6°30	6°34				6°20	6°31	7°04
		$\text{tg} \alpha$	0,1074	0,1074	0,1089	0,1134	0,1164	0,1181	0,1116	0,1139	0,1151				0,1110	0,1142	0,1240
		α	6°34	6°48	6°56	6°40	6°42	11°53'	6°34'	6°42'	7°37'				6°37	6°39	8°37
		$\text{tg} \alpha$	0,1151	0,1192	0,1216	0,1169	0,1175	0,2104	0,1151	0,1175	0,1338				0,1160	0,1166	0,1516
$h = 40 \mu$ $p = 0,866 \text{ mm}$		α	6°10	6°10	6°30	6°22	6°22	6°31	6°10'	6°10'	6°10'	6°07'	6°10'	6°10'			
		$\text{tg} \alpha$	0,1080	0,1080	0,1139	0,1116	0,1116	0,1142	0,1080	0,1080	0,1080	0,1072	0,1080	0,1080			
		α	6°30	6°30	6°30'	6°22	6°27	10°36	6°14'	6°32'	7°23	6°10'	6°13'	8°21			
		$\text{tg} \alpha$	0,1139	0,1139	0,1139	0,1116	0,1131	0,1871	0,1092	0,1145	0,1296	0,1080	0,1089	0,1113			

około 3', co pozwala dla kątów tarcia do 15° wyznaczyć ich tangensy z dokładnością 0,001. Tangens kąta tarcia równa się współczynnikowi tarcia statycznego. Nie różni się on prawie od współczynnika tarcia kinetycznego w przypadku tarcia suchego, gdy powierzchnie cierne są powierzchniami metali. Stwierdził to już Coulomb:

„Le frottement des métaux glissant sur les métaux sans enduit est également proportionnel aux pressions; mais son intensité est la même, soit qu'on veuille détacher les surfaces après un temps quelconque de repos soit qu'on veuille entretenir une vitesse uniforme quelconque” (1.2 str. 100).

To samo potwierdzają badania współczesne. Doświadczenia przeprowadzono nad stalą chromoniklową. Powierzchnie cierne były strugane, średnia kwadratowa wysokości ich nierówności h i posuw poprzeczny p , tj. odległość rowków od siebie są podane w tablicy II. Celem wyznaczenia zależności współczynnika tarcia od gładkości, jak również od kierunkowości obróbki powierzchni robiono dla każdej pary próbek serię pomiarów przy różnych kierunkach rowków względem siebie i względem kierunku ślizgania.

Ustaliwszy rowkowania podstawy np. równoległe do kierunku ślizgania, robiono 3 pomiary współczynników tarcia dla 3 położań rowków próbki ślizgającej, a mianowicie równoległych, skośnych i prostopadłych do kierunku rowków podstawy.

Wyniki pomiarów są zestawione w tablicy II.

TABLICA III. Współczynniki tarcia suchego ślizgowego stali chromoniklowej w zależności od wielkości i kierunku nierówności powierzchni szlifowanych

Podstawa	Próbka ślizgająca się	$h=1\mu$	$1,6\mu$	$2,5\mu$	4μ	6μ	10μ	20μ
1 μ			0,154	0,143	0,144	0,144	0,162	0,174
			0,161	0,156	0,159	0,159	0,186	0,200
1,6 μ			0,122	0,127	0,127	0,127	0,150	0,169
			0,129	0,139	0,139	0,139	0,158	0,185
2,5 μ			0,142	0,132	0,137	0,134	0,148	0,183
			0,150	0,139	0,145	0,140	0,156	0,202
4 μ			0,140	0,140	0,146	0,173	0,173	0,176
			0,145	0,144	0,159	0,176	0,176	0,183
6 μ			0,144	0,160	0,152	0,162	0,172	0,174
			0,143	0,169	0,156	0,168	0,175	0,180
10 μ			0,141	0,159	0,145	0,147	0,156	0,160
			0,152	0,161	0,156	0,152	0,159	0,168
20 μ			0,127	0,127	0,131	0,125	0,128	0,137
			0,144	0,137	0,138	0,138	0,134	0,153

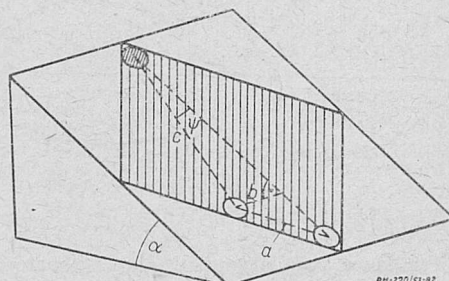
Dane zawarte w powyższej tablicy potwierdzają, że współczynniki tarcia suchego ślizgowego metali w dużym przedziale gładkości są prawie niezależne od stopnia wygładzenia powierzchni ciernych (1.9, 1.3).

Zależność współczynników tarcia od kierunku nierówności powierzchni ciernych zaznaczała się najwyraźniej, gdy rowkowania podstawy i próbki ślizgającej się po niej były równoległe do siebie raz zgodnie, raz prostopadłe do kierunku ślizgania. Ale różnice we współczynnikach tarcia istnieją też i w innych położeniach i są zawarte w granicach 10% wartości najmniejszej.

Podobne pomiary przeprowadzono dla stali chromo-niklowej o powierzchniach szlifowanych o gładkościach podanych w tablicy III. Wyniki pomiarów są podane przy kierunkach obróbki powierzchni ciernych po pierwsze zgodnych ze sobą i kierunkiem ślizgania, a po drugie zgodnych ze sobą a prostopadłych do kierunku ślizgania.

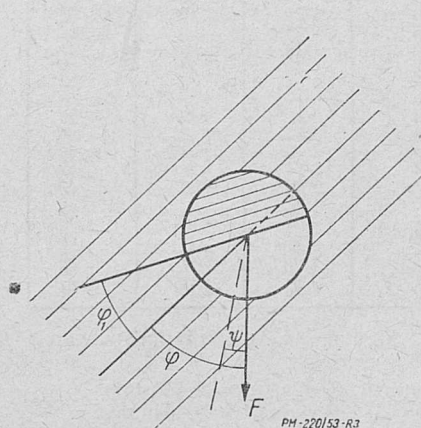
4. Obecnie przystępujemy do właściwego tematu niniejszej pracy, tj. do wyznaczenia składowej siły tarcia prostopadłej do kierunku prędkości ciała, a stąd wyliczenia współczynnika tarcia poprzecznego μ_p . Pomiar μ_p oparto na zbroceniu ślizgającego się ciała od kierunku siły czynnej.

Doświadczenia miały przebieg następujący: Ciałem ślizgającym się były próbki ze stali chromo-niklowej kształtu walca o średnicy 5 cm, wysokości 1,5 cm. Powierzchnie cierne były podane obróbce struganej. Gładkościomierzem Lininka mierzono wysokość nierówności h , za którą przyjmowano średnią kwadratową, oraz posuw poprzeczny p , czyli odległość 2 kolejnych rowków od siebie. Twardość próbek wynosiła $H_B = 170$. Podstawę stanowiła płytka żeliwna o wymiarach 150 mm $\times$ 150 mm o twardości $H_B = 118$ i powierzchni struganej. Płytkę była umieszczona na pochylni w ten sposób, że kierunek ich rowków tworzył z linią największego spadku kąt 45°. Próbki i podstawę myto starannie techniką uprzednio wymienioną i przed każdym doświadczeniem przecierano szmatką lnianą. Próbki umieszczono u wierzchołka podstawy, którą nachylano do poziomu tak, aby nastąpił ruch próbki powolny, ślizgowy i jednostajny.

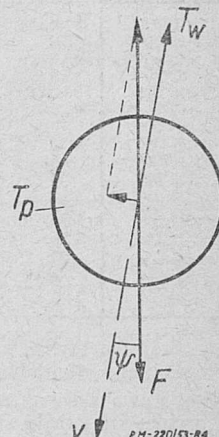


Rys. 2.

Doświadczenie pokazuje, że próbka nie ślizga się wzdłuż linii największego spadku, czyli kierunku siły czynnej, lecz zbacza od niego o pewien kąt ψ (rys. 2) zależny od obróbki obu powierzchni i kąta α , jakie tworzą z sobą kierunki rowków próbki i podstawy (rys. 3).



Rys. 3.



Rys. 4.

Kąt zbrocenia ψ mierzono przy najmniejszym kącie α nachylenia równi do poziomu, przy którym następował ruch ciała. Był to ruch jednostajny o prędkości kilku cm/sek.

W przypadku ślizgania się jednostajnego suma sił działających na próbkę równa się 0. Siła czynna F (rys. 4), działająca wzdłuż linii największego spadku, równa się $m \cdot g \cdot \sin \alpha$ (m = masa próbki, g = przyspieszenie ziemskie).

Siła ta jest zrównoważona oporem ruchu, tj. siłą bierną T , zwróconą do niej przeciwnie i równą jej. Tę siłę bierną nazywamy tarciem. Widać tutaj, że kierunek siły tarcia nie jest przeciwny do kierunku prędkości ciała. Rozkładając siłę tarcia T na składową równoległą i prostopadłą do kierunku prędkości ciała, mamy:

$$T_w = mg \sin \alpha \cos \psi$$

$$T_p = mg \sin \alpha \cos \psi$$

Biorąc pod uwagę, że siła przyciskająca próbkę do podstawy $N = m \cdot g \cdot \cos \alpha$, otrzymujemy na współczynniki tarcia wzdłużnego i poprzecznego wyrażenie:

$$\mu_w = \frac{T_w}{N} = \frac{mg \sin \alpha \cdot \cos \psi}{mg \cos \alpha} = \tan \alpha \cdot \cos \psi \quad \text{i}$$

$$\mu_p = \frac{T_p}{N} = \frac{mg \sin \alpha \cdot \sin \psi}{mg \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \psi$$

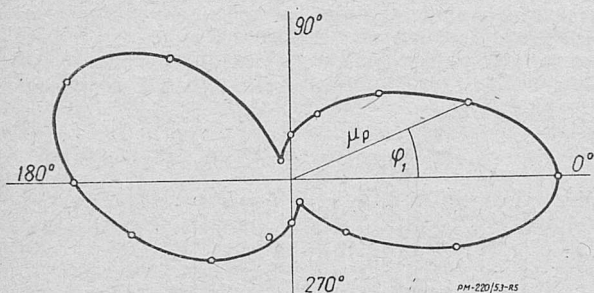
Kąt α mierzono przy pomocy libelli kątovej z dokładnością 1'. Kąt ψ wyliczono z wzoru:

$$\psi' = \arcsin \frac{b}{c}, \quad \text{gdzie } b = a \cdot \cos 45^\circ$$

(patrz rys. 2).

Droga c przebyta przez próbkę i zboczenie a była mierzona z dokładnością do 0,5 mm; wartości podane są średnimi z 5 pomiarów.

W opisanych doświadczeniach ustalono kąt rowkowań podstawy z kierunkiem największego spadku na 45° (rys. 2) i wyznaczono kąt ψ w zależności od kąta φ rowkowań próbki z rowkowaniem podstawy. Wyniki pomiarów ujęte są w tabele i wykresy kierunkowe.



Rys. 5.

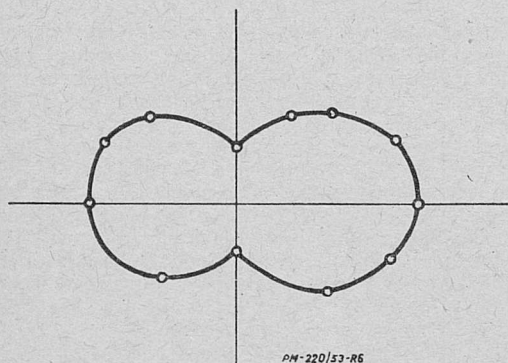
Wykres kierunkowy współczynników tarcia poprzecznego wyznaczonych w tablicy IV podaje rys. 5.

TABLICA IV. Współczynniki tarcia poprzecznego w zależności od kierunku nierówności powierzchni ciernych poddanych obróbce struganej. Podstawa stalowa o $h = 42 \mu$, posuwie poprzecznym $p = 0,45$ mm, próbka ślizgająca ze stali chromoniklowej o $h = 25 \mu$, $p = 0,60$ mm

φ_1	a	c	ψ	α	μ_p
0°00'	11,0 mm	130 mm	3°24'	9°15'	0,0094
22°30'	8,0 "	133 "	2°25'	"	67
45°00'	5,0 "	135 "	1°29'	"	41
67°30'	3,0 "	136 "	0°53'	9°24'	25
90°00'	2,0 "	137 "	0°35'	"	17
112°30'	1,0 "	138 "	0°17'	"	8
135°00'	7,0 "	134 "	2°04'	9°20'	58
157°30'	10,0 "	131 "	3°02'	"	84
180°00'	9,0 "	132 "	2°42'	9°41'	80
202°30'	7,0 "	134 "	2°04'	"	62
225°00'	5,0 "	135 "	2°29'	9°24'	42
247°30'	3,5 "	135 "	1°02'	"	30
270°00'	2,0 "	137 "	0°35'	9°08'	16
292°30'	1,0 "	138 "	0°17'	"	8
315°00'	3,0 "	136 "	0°53'	9°20'	25
337°30'	7,5 "	133 "	2°14'	"	62
360°00'	11,0 "	130 "	3°24'	9°15'	94

Rys. 6 przedstawia wykres kierunkowy współczynników tarcia poprzecznego dla powierzchni ciernych.

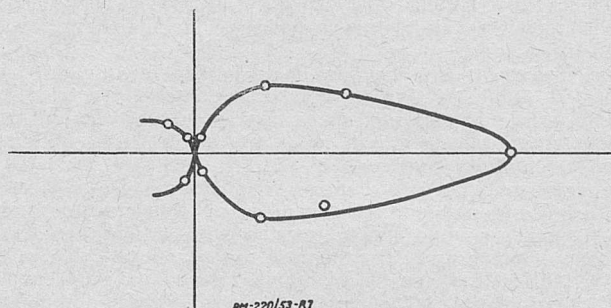
podstawa żeliwna strugana $h = 42 \mu$, $p = 0,450$ mm
 próbka ślizgająca się ze stali chromoniklowej, strugana
 $h = 63 \mu$, $p = 1,00$ mm



Rys. 6.

Rys. 7 taki sam wykres dla podstawy żeliwnej $h = 42 \mu$,
 $p = 0,450$ mm
 próbka ślizgająca się $h = 10 \mu$,
 $p = 0,235$ mm

Na wykresie kierunkowym przedstawionym na rys. 7, przy $\varphi = 180^\circ$, rysy powierzchni ciernych zachodziły na siebie i ruch odbywał się wzdłuż ich kierunku.



Rys. 7.

Brak symetrii środkowej wykresów pochodzi z różnic w kierunku nachylenia zadziórów od noża, które wypadają inaczej w kierunku strugania, a inaczej w kierunku do niego przeciwnym. Łatwo się o nim przekonać, przeciągając zbity tampon waty wzdłuż rowkowań. W jednym kierunku wata zsuwa się, w drugim zaczepia się na drobnych „haczykach“, pozostawiając klaczki.

TABLICA V. Współczynniki tarcia poprzecznego dla podstawy żeliwnej, struganej o $h = 42 \mu$, $p = 0,450$ mm i próbki ślizgającej się ze stali chromoniklowej struganej o $h = 6 \mu$, $p = 0,214$ mm

φ_1	a	c	ψ	α	μ_p
0°00'	7,0 mm	134 mm	2°08'	10°44'	0,0070
22°30'	5,5 "	134 "	1°40'	10°08'	52
45°00'	5,0 "	135 "	1°30'	10°18'	47
67°30'	4,0 "	135 "	1°12'	10°10'	38
90°00'	3,0 "	136 "	0°48'	10°30'	25
112°30'	3,0 "	136 "	0°48'	10°10'	25
135°00'	4,0 "	135 "	1°12'	10°09'	38
157°30'	3,0 "	136 "	0°48'	10°10'	25
180°00'	7,8 "	134 "	2°22'	10°44'	79
202°30'	5,5 "	134 "	1°40'	10°08'	52
225°00'	5,0 "	135 "	1°30'	10°18'	47
247°30'	4,0 "	135 "	1°12'	10°10'	38
270°00'	3,8 "	136 "	1°08'	10°30'	36
292°30'	3,0 "	136 "	0°48'	10°10'	25
315°00'	4,0 "	135 "	1°12'	10°09'	38
337°30'	3,5 "	135 "	1°02'	10°10'	33
360°00'	7,0 "	134 "	2°08'	10°44'	70

TABLICA VI. Współczynniki tarcia poprzecznego dla powierzchni ciernych: podstawa żeliwna, strugana o gładkości o $h = 8 \mu$, posuwie poprzecznym $p = 0,225$ mm, próbka ślizgająca się ze stali chromoniklowej, strugana o $h = 25 \mu$, $p = 0,600$ mm

φ	a	c	ψ	α	μ_p
0°00'	13,0 mm	130 mm	4°00'	10°06'	0,0130
22°30'	7,0 "	134 "	2°33'	"	81
45°00'	7,0 "	134 "	2°33'	9°47'	75
67°30'	9,0 "	133 "	2°42'	"	80
90°00'	6,0 "	134 "	1°49'	10°11'	56
112°30'	7,0 "	134 "	2°33'	10°06'	81
135°00'	6,0 "	134 "	1°49'	"	56
157°30'	12,0 "	132 "	3°42'	"	0,0120
180°00'	15,0 "	128 "	4°46'	"	150
202°30'	10,0 "	131 "	3°07'	"	98
225°00'	7,0 "	134 "	2°33'	"	81
247°30'	9,5 "	133 "	2°45'	"	86
270°00'	5,0 "	135 "	1°30'	"	47
292°30'	6,5 "	134 "	1°49'	"	56
315°00'	4,0 "	135 "	1°12'	"	38
337°30'	9,0 "	133 "	2°45'	"	86
360°00'	13,0 "	130 "	4°00'	"	0,0130

Dane liczbowe świadczą, że kąty zboczeń ψ są małe, osiągają co najwyżej wartość 4° , jedynie w przypadku równoległości rowkowań próbki i podstawy przy jednakowych odstępach rowków zdarza się, że próbka jedzie po rowkach podstawy, jak po szynach, dając duże zboczenie. Współczynnik tarcia poprzecznego ślizgowego jest przeciętnie 10-krotnie mniejszy od współczynnika tarcia wzdłużnego przy silnie zaznaczającej się anizotropii. Z powodu małych wartości kąta $\mu_w \approx \text{const}$.

5. Wpływ obciążenia oraz wielkości powierzchni cierniej na zmianę kierunku ślizgania.

Tę samą próbkę obciążano od 0,5 kg do kilku kg.

We wszystkich przypadkach przy zachowaniu kierunku nierówności powierzchni ciernych względem siebie zboczenie było jednakowe.

Płytę stalową poddano obróbce struganiem i wycięto z niej krążki o rozmaitych średnicach. Uzupełniając ich ciężar przez dodatkowe obciążenia do ciężaru największego krążka, stwierdzono, że zbroczenie próbki ślizgającej się nie zależy od wielkości jej powierzchni ciernej.

Ostatnie efekty świadczą, że w tym zjawisku znoszenia próbki ślizgającej się przez oddziaływanie podstawy, mamy do czynienia z tarcieniem, albowiem prawo proporcjonalności siły tarcia od obciążenia oraz prawo jej niezależności od wielkości powierzchni ciernej możemy uważać za aksjomaty, którym czynić zadość winna wszelka siła, jeżeli ma być zaliczona do tej kategorii sił tarcia.

Współczynnik tarcia poprzecznego nie zależy od wielkości powierzchni ciernej i wywieranej na nią siły normalnej.

6. Zależność od prędkości. Efekt wywołany kierunkowością obróbki, a polegający na zbroczeniu ciała od kierunku działania siły czynnej zanika przy większych prędkościach. Uzyskiwano je przez zwiększenie kąta nachylenia podstawy do poziomu.

Przy podstawie żeliwnej, używanej w pierwszych doświadczeniach o $h = 42\mu$, $p = 0,450$ mm, przy rowkowaniach próbki ślizgającej się równoległych do rowków podstawy, kiedy przy małych prędkościach zbroczenie było największe, zjawisko zanikało dla próbki ślizgającej się o gładkości:

	przy nachyle- niu podstawy do poziomu	α	co odpowiadało średniej pręd- kości ślizgania	$v = 10$	$\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$
$h = 6 \mu$, $p = 0,214$ mm		$\alpha = 11947'$			
$h = 10 \mu$, $p = 0,235$ „	„	$\alpha = 12025'$	„	$v = 10$	$\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$
$h = 16 \mu$, $p = 0,600$ „	„	$\alpha = 12050'$	„	$v = 10$	$\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$
$h = 25 \mu$, $p = 0,600$ „	„	$\alpha = 13022'$	„	$v = 13$	$\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$
$h = 40 \mu$, $p = 0,866$ „	„	$\alpha = 17004'$	„	$v = 25$	$\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$
$h = 63 \mu$, $p = 1,00$ „	„	$\alpha = 17004'$	„	$v = 25$	$\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$

Przy podstawie żeliwnej o gładkości $h = 8\mu$, posuwie poprzecznym $p = 0,250$ mm, efekt zbroczenia wywołany kierunkowością obróbki zanikał dla próbek ślizgających się o gładkości:

	przy nachyle- niu podstawy do poziomu	α	co odpowiada średniej prędkości ślizgania się
$h = 6 \mu$, $p = 0,214$ mm		$\alpha = 13000'$	od 10 cm/sek do 20 cm/sek
$h = 10 \mu$, $p = 0,235$ „	„	$\alpha = 13946'$	
$h = 16 \mu$, $p = 0,600$ „	„	$\alpha = 16003'$	
$h = 25 \mu$, $p = 0,600$ „	„	$\alpha = 14936'$	
$h = 40 \mu$, $p = 0,866$ „	„	$\alpha = 15930'$	
$h = 63 \mu$, $p = 1,00$ „	„	$\alpha = 13039'$	

7. Przeprowadzono jeszcze doświadczenia w przypadkach, w których powierzchnia podstawy była strugana lub szlifowa-

na, a próbka ślizgająca się polerowana. W doświadczeniach podobnych do uprzednich, próbka polerowana nie doznawała żadnego zbroczenia. Współczynniki tarcia, wyznaczone metodą równi pochyłej, nie wykazywały również żadnej zależności od kierunku ślizgania, gdy jedna z powierzchni ciernych była polerowana. Jest to efekt ciekawy, który zasługuje na zbadanie czulszymi metodami.

8. Klasyczna — kulombowska — teoria tarcia upatrywała jego istotę w nierównościach powierzchni, współczesna zaś molekularna — przypisuje je adhezji stykających się ze sobą ciał, co w przypadku metali posiada już dzisiaj dostateczne doświadczalne potwierdzenie. Tarcie anizotropowe przemawia jednak za tym, że tarcia nie da się wyjaśnić tylko siłami adhezji, lecz że i opory, pochodzące ze struktury powierzchni mają na nie swój wpływ. Pozwala ono pokusić się o ilościowe wyznaczenie w tarcu obu tych kategorii sił i lepiej oddać jego istotę przez przedstawienie siły tarcia w postaci wyrażenia dwuczłonowego, w którym jeden składnik przedstawiałby opory wywołane adhezją, a drugi zaś — chropowatością powierzchni ciernych, co jest przedmiotem współczesnych dociekań i może być uważane za trzecią teorię tarcia.

LITERATURA

1. Beilby G. — Aggregation and Flow of Solids. Proceedings of the Royal Society, Ser. A, 1921, nr 72, pag. 218.
2. Coulomb C. A. — Theorie des Machines simples, en ayant egard au frottement de leurs parties et de la roideur des cordages. Paris, Bachelier, Libraire, 1821.
3. Suchow S. A. — Issledowanie zakonomiornostiej suchowo i graniczewo trenija szerochowotosti powierchnostiej mietalłow. Trenije i iznos w maszinach. Sbornik VI. A. N. SSSR, 1950.
4. Dobitński S., Assistant in the Physical Laboratory Jęgiellonian University, Cracow, Poland — The Structure of Polished Metal Surface. Philosophical Magazine, 1937 — page 397.
5. Finch G. I. — The Sliding Surface. The Proceedings of the Physical Society, 1 August 1950, Vol. 63, nr 367 B pag. 465.
6. Gwathmey A. T., Leidheiser H. and Smith P. G. — Friction and Cohesion between Single Crystals of Copper. Proceedings of the Royal Society, 22 May 1952, Vol. 212.
7. Huber T. — Opory tarcia i ich rola w niektórych zagadnieniach kolejnictwa. Archiwum Mechaniki Stosowanej — Gdańsk 1949.
8. Krahlskij I. W. — Wlijanije szerochowotosti na trenije. A. N. SSSR, 1946.
9. Kuzniecowa W. D. — Anizotropia pri wzaimnom szlifowanije kristalłow. Doklady A. N. SSSR, 1952, Tom LXXXV, nr 1, 63.
10. Langrod A. — Teoria tarcia w świetle zejścia pojazdu kolejowego z szyn. Przegląd Mechaniczny, Warszawa, czerwiec 1948 — zeszyt 6.
11. Moszyński W. — Zagadnienia tarcia anizotropowego oraz tarcia toczno-ślizgowego ciał stałych. Przegląd Mechaniczny, Warszawa, luty 1952 — zeszyt 2.
12. Moszyński W. — O zagadnieniu tarcia między ciałami stałymi izotropowymi i anizotropowymi. Przegląd Mechaniczny, Warszawa, styczeń-marzec 1950, zeszyt 1—3.
13. Moszyński W. — Frottement der corps solides dans les cas de l'anizotropie naturelle et artificielle. Cracovie, Academie Polonaise des Sciences et des Lettres. 1952.

669.295:621

Tytan

Pośród wielu pierwiastków charakteru metalicznego niewiele więcej jak dwadzieścia weszło do konstrukcji; niektóre z nich stanowią jedynie składniki stopowe, natomiast jako podstawowe występują: żelazo, glin, miedź i cynk. Niektóre pierwiastki, o cennych własnościach, nie mają technicznego zastosowania, bowiem w skorupie ziemskiej występują w zbyt nikłych ilościach, inne są nadal dość trudne do uzyskania; takim pierwiastkiem jest tytan, którego w zasadzie jest sześciokrotnie więcej jak miedzi, lecz koszt jego wydobycia jak dotąd kształtuje się nieproporcjonalnie wysoko. Gdybyśmy za jednostkę przyjęli np. cenę cynku, to w porównaniu z nią ceny innych metali wynosiłyby orientacyjnie: cyna — 7,5, miedź — 2,3, nikiel — 4,0. W tej skali przy obecnym poziomie produkcyjnym tytanu cena tego pierwiastka wyniosłaby około 80 jednostek.

Produkcję tytanu na skalę przemysłową rozpoczęto w roku 1940; obecnie wynosi ona w przybliżeniu 750 t rocznie, tj. mniej więcej tyle, ile wynosiła przed 60 laty światowa produkcja aluminium.

Właściwości tytanu z technicznego punktu widzenia są nader obiecujące. Temperatura topnienia — 1725°C; w stanie ciekłym metal posiada wielką aktywność chemiczną, natomiast w zwykłej temperaturze ma właściwości antykorozyjne w stopniu wyższym niż stal nierdzewna. Ciężar właściwy tytanu wynosi 50% ciężaru właściwego stali nierdzewnej. Handlowo czysty tytan ma wydłużenie 0,2% przy naprężeniu 52 kG/mm²; wytrzymałość na rozcią-

ganie — 61 kG/mm² przy wydłużeniu 22%. Jeżeli uwzględnimy fakt, że czyste żelazo ma wytrzymałość ok. 32 kG/mm², a stopy żelaza, w których występuje ono w ilości co najmniej 95%, mogą osiągnąć wytrzymałość na rozciąganie 160 kG/mm² i wyższą, to można spodziewać się również wysokich wyników i ze stopami tytanu. Pewną wskazówkę mogą dać wyniki dokonanych prób ze stopami tytanu z dodatkiem jednego tylko składnika, co pozwoliło znacznie zwiększyć wytrzymałość, jednak kosztem utraty wydłużalności. Lepsze wyniki osiągnięto ze stopami tytanu wieloskładnikowymi. Stop tytanu zawierający: 5% Cr, 3% Al, 0,5% C ma wytrzymałość na rozciąganie 110 kG/mm² i wydłużenie 10%. Cechy powyższe stop ten zachowuje także i w podwyższonych temperaturach do 4000°C.

Wymienione właściwości tytanu — mały ciężar właściwy, odporność na korozję i nieuleganie wpływowi wyższej temperatury — czynią go doskonałym tworzywem, np. na łuki silników spalinowych szybkoobrotowych i na inne elementy pracujące w podwyższonych temperaturach przy znacznych obciążeniach. Stopy tytanu dają się utwardzać na powierzchni przez anodowanie, tak że i pod tym względem mają dodatnie cechy stali. Ujemną stroną tytanu jest (pomijając ciągle jeszcze wysokie koszty wytwarzania) mała odporność chemiczna w bardzo wysokich temperaturach, które np. lokalnie mogą występować przy zacieraniu się dwóch współpracujących elementów maszynowych.

Z. R.

(Automobile Engineer, November 1953)

Pomiar gładkości powierzchni metodą całkowania pneumatycznego

620.191.392:53.082.3

SŁAWOMIR PESZKOWSKI

Pomiar gładkości powierzchni metodą całkowania pneumatycznego posiada szereg cennych zalet jak: szeroki zakres możliwości pomiaru pod względem stopnia gładkości oraz kształtów powierzchni, szybkość pomiaru, wyeliminowanie czynnika subiektywizmu, prosta budowa przyrządów, możliwość osiągnięcia dużych przełożeń i in.

W artykule omówiono zasady działania aparatów opartych na zastosowaniu tej metody, następnie opisano konstrukcyjne rozwiązania końcówek pomiarowych.

1. Pojęcie gładkości powierzchni i jej liczbowe ujęcie

Na strukturę geometryczną powierzchni składają się: nierówności makrogeometryczne o dużej podziale i zazwyczaj stosunkowo dość dużej amplitudzie, będące odchyleniami od kształtu danej części narzuconego przez konstruktora, a określane pojęciem falistości, oraz nierówności mikrogeometryczne, o nie-równie mniejszej podziale i małej amplitudzie, określane pojęciem chropowatości, przy czym te ostatnie decydują o stopniu gładkości powierzchni.

Jak wiadomo, każdą powierzchnię można przedstawić analitycznie za pomocą funkcji $F(x, y, z) = 0$; natomiast jej profil, będący w istocie krawędzią przecięcia danej powierzchni z jakiegokolwiek inną, można przedstawić ogólnie jako inną funkcję dwóch lub jednej zmiennej, np. równanie krawędzi przecięcia z płaszczyzną równoległą do osi z -ów można wyrazić następująco:

$$f_1(x, y) = 0 \quad \text{lub} \quad y = f(x).$$

Gdybyśmy powyższe równanie profilu przedstawili w postaci rozwinięcia na szereg Fouriera, to wówczas otrzymamy:

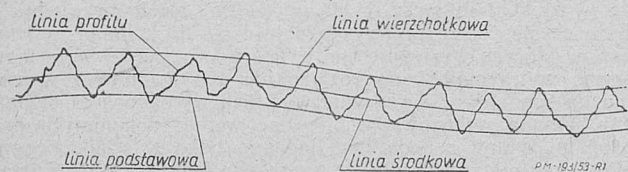
$$f(x) = A_0 + A_1 \cos x + A_2 \cos 2x + \dots + A_n \cos nx + B_1 \sin x + B_2 \sin 2x + \dots + B_n \sin nx \quad [1]$$

przy czym pojęcie falistości odpowiadałoby wyrazom niższych rzędów tego szeregu, natomiast wyrazy wyższych rzędów określałyby pojęcie chropowatości (rys. 1). Należy zaznaczyć, że granica między falistością a chropowatością nie jest ściśle określona; zazwyczaj przyjmuje się, że granicą w tym przypadku jest podziałka nierówności wielkości 1 mm.

Geometrycznymi elementami profilu, określającymi wielkość liczbowych parametrów stopnia gładkości, są: linia wierzchołkowa, interpolowana między najwyższymi i najniższymi wierzchołkami w obszarze odcinka pomiarowego (zazwyczaj tak niewielkiego, że można abstrahować od wpływu falistości na kształt linii wierzchołkowej i uważać ją za prostą), linia podstawowa, interpolowana podobnie między najniższymi punktami profilu, oraz linia środkowa profilu przeprowadzona w ten sposób, aby suma pól ograniczonych linią środkową i linią profilu, a leżących nad linią środkową, równała się sumie podobnie ograniczonych pól leżących pod nią w obszarze danego odcinka pomiarowego. Innymi słowy spełniony być musi warunek:

$$\int_L f(x) dx = 0,$$

jeżeli przez L oznaczmy długość odcinka pomiarowego, a za oś odciętych przyjmiemy linię środkową profilu.



Rys. 1. Elementy geometryczne profilu

Powyższe elementy geometryczne są podstawą do określania najczęściej używanych w pomiarach technicznych parametrów liczbowych, określających stopień gładkości powierzchni. Parametrami tymi są: wysokość chropowatości H , określana jako odległość między linią podstawową i wierzchołkową profilu; średnia wysokość chropowatości h_s , będąca odległością między linią podstawową profilu a jego linią środkową; wreszcie przeciętna i średnia kwadratowa wysokość chropowatości. Przeciętna wysokość chropowatości jest to wysokość prostokąta o podstawie równej długości odcinka pomiarowego L i polu równym sumie pól ograniczonych konturem profilu i jego linią środkową. Przeciętną wysokość chropowatości określić można następującym wzorem:

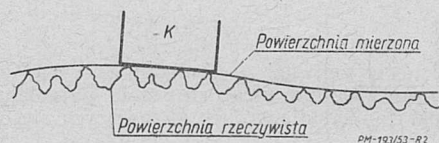
$$h_p = \frac{1}{L} \int_L f(x) dx,$$

przy czym należy oczywiście sumować nie algebraiczne, lecz geometryczne wartości pól leżących nad i pod linią środkową profilu, tj. ich wartości bezwzględne. Wreszcie średnią kwadratową wysokość chropowatości określa się przez całkę:

$$h_{sk} = \sqrt{\frac{1}{L} \int_L [f(x)]^2 dx}.$$

Ze względu na łatwość dokonania pomiaru przy pomocy powszechnie używanych przyrządów powyższe parametry są najczęściej stosowane i określone normami państwowymi wielu krajów (ZSRR, USA, W. Brytania, a ostatnio Polska).

Jednakże pomiar stopnia gładkości powierzchni metodą całkowania pneumatycznego, opracowaną po raz pierwszy przez Nicolau, wymaga wprowadzenia jeszcze jednego parametru związanego z pojęciem „powierzchni mierzonej”. Wprowadzone przez Nicolau pojęcie „powierzchni mierzonej” wypływa z najczęściej stosowanej metody dokonywania pomiarów liniowych części maszyn drogą zetknięcia z kowadłkiem o rozmiarach znikomych w stosunku do normalnie spotykanych błędów falistości powierzchni. Otóż Nicolau określił powierzchnię obwiednią poszczególnych położenia kowadłka na badanej powierzchni pojęciem „powierzchni mierzonej” (rys. 2). Oczywiście będzie się



Rys. 2. Pojęcie powierzchni mierzonej; K — kowadłko przyrządu mierzniczego.

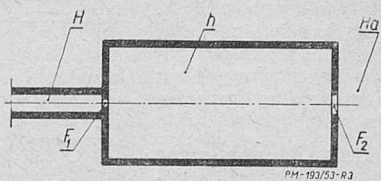
ona różniła od powierzchni rzeczywistej przedmiotu w sensie fizycznym. Odległość między krawędzią przecięcia powierzchni mierzonej z płaszczyzną profilu a linią środkową, względnie między powierzchnią mierzoną a powierzchnią środkową jako odpowiednikiem linii środkowej w układzie przestrzennym, określona terminem „wierzchołkowej wysokości chropowatości” i oznaczona symbolem h_w jest właśnie parametrem liczbowym, podobnym do wyżej opisanych, mogącym być bezpośrednio zmierzonym metodą całkowania pneumatycznego.

Należy podkreślić, że żaden ze wspomnianych parametrów stopnia gładkości powierzchni nie określa go jednoznacznie; niemniej jednak każdy z nich daje pewne obiektywne określenie stanu gładkości powierzchni, które w większości przypadków można uznać za wystarczające w obecnych warunkach.

Ogólnie biorąc, pomiar tych parametrów może być przeprowadzony dwiema metodami: metodą cząstkową, analityczną, polegającą na dokonywaniu pomiarów w poszczególnych punktach wzdłuż pewnego odcinka pomiarowego, oraz metodą sumaryczną, całkową, polegającą na jednoczesnym pomiarze średniej wartości danego parametru na całym odcinku względnie obszarze pomiarowym. Typowym pomiarem przeprowadzanym pierwszą metodą jest np. pomiar stopnia gładkości danej powierzchni przy pomocy podwójnego mikroskopu Linnika. Pomiar metodą całkowania pneumatycznego będzie natomiast przedstawicielem drugiej metody.

2. Pomiar wierzchołkowej wysokości chropowatości metodą całkowania pneumatycznego

Przyrządy do pomiaru stopnia gładkości powierzchni metodą całkowania pneumatycznego można podzielić na dwie grupy: na przyrządy ciśnieniowe z manometrem wodnym i na przyrządy przepływowe z rotametrami. Zasada pomiaru jest dla obu tych grup jednakowa; odmienny jest jedynie sposób rejestracji. Zasadę tę najlepiej zilustruje omówienie przykładu przyrządu ciśnieniowego, w którym aparatem wskazującym jest czujnik pneumatyczny z manometrem wodnym. Przedstawicielem tego typu aparatów jest np. czujnik Solex. Zasada jego działania jest na-



Rys. 3. Zasada działania czujnika pneumatycznego ciśnieniowego.

stępująca: jeżeli do zbiornika (rys. 3) dopływa przez otwór o przekroju F_1 powietrze pod stałym ciśnieniem H , a wypływa z niego do ośrodka o ciśnieniu H_a przez otwór o przekroju F_2 wówczas ciśnienie h , które ustali się w zbiorniku, da się w przybliżeniu wyrazić wzorem:

$$h = \frac{H}{1 + \frac{\mu_2^2 \cdot F_2^2}{\mu_1^2 \cdot F_1^2} a} \quad [2]$$

gdzie μ_1 i μ_2 są współczynnikami wypływu odpowiednich otworów, a współczynnik a uwzględnia ciśnienie H_a , mianowicie:

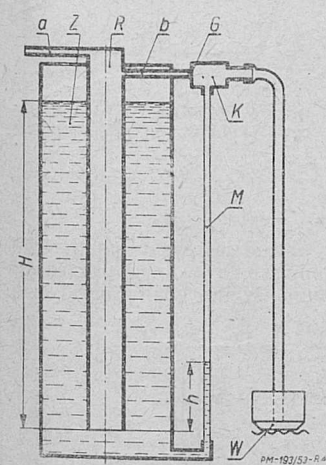
$$a = \frac{H_a + h}{H_a + H}$$

Ze względu na niskie nadciśnienie H (rzędu 500 ÷ 1500 mm H_2O) stosowane w tych aparatach, współczynnik a jest bardzo bliski jedności. Również bliski jedności jest iloraz $\frac{\mu_2}{\mu_1}$; dlatego w praktycznym zastosowaniu można przyjąć wzór:

$$h = \frac{H}{1 + \frac{F_2^2}{F_1^2}} \quad [3]$$

Jeżeli otwór wlotowy F_1 jest stały, a wylotowy F_2 — zmienny, to — po odpowiednim wywzorcowaniu — zmiana ciśnienia h służyć może do pomiaru zmiany wielkości F_2 . Zasada ta znalazła zastosowanie w czujniku pneumatycznym z manometrem wodnym (rys. 4).

Rurka a , którą dopływa do przyrządu sprężone powietrze, połączona jest z rurą R o przekroju znacznie większym, zanurzoną do głębokości H w zbiorniku Z , napełnionym cieczą (najczęściej wodą). Powietrze, wpływające rurką a , rozpręża się w rurze R , przy czym nadmiar jego uchodzi przez wodę w zbiorniku Z do atmosfery. Wskutek tego powietrze w rurze R posiada stałe ciśnienie, odpowiadające wysokości słupa wody H . Rura R jest połączona za pomocą rurki b z dyszą wejściową G o przekroju F_1 , z komorą K , od której odprowadzony jest przewód elastyczny zakończony końcówką pomiarową, zaopatrzoną w dyszę pomiarową W .



Rys. 4. Czujnik pneumatyczny z manometrem wodnym.

Ciśnienie to jest — jak wspomniano — funkcją stosunku przekrojów dyszy wejściowej i wylotowej. Jeżeli teraz odpowiednio ukształtowaną dyszę wylotową przyłożyć do badanej powierzchni i przyjąć za przekrój wylotowy wolny przekrój między rzeczywistą powierzchnią przedmiotu a krawędzią dyszy, ograniczającą powierzchnię mierzoną, to można — przy znanej długości krawędzi dyszy — przeliczyć z wielkości spadku ciśnienia h wielkość liczbowa wierzchołkowej wysokości chropowatości h_w .

W istocie bowiem wolny przekrój między krawędzią powierzchni mierzonej a linią profilu na pewnym odcinku L można wyrazić jako iloczyn długości odcinka i wierzchołkowej wysokości chropowatości h_w :

$$F_2 = h_w \cdot L \quad [4]$$

Nietrudno jest bowiem zauważyć, że jakkolwiek część powierzchni takiego prostokąta jest przesłonięta wystającymi ponad linię środkową chropowatościami, to jednak jest to kompensowane wolnymi przekrojami przelotu, znajdującymi się poniżej linii środkowej, jak to zresztą jest określone przez samą jej definicję.

Posiłkując się równaniem [2] lub [3], względnie metodami empirycznymi, opisanymi poniżej, można wykonać na rurce manometrycznej M podziałkę wskazującą bezpośrednio wartość liczbowa wierzchołkowej wysokości chropowatości w zależności od spadku ciśnienia h , oczywiście tylko dla jednego określonego kompletu dyszy wejściowej i wylotowej (pomiarowej); wynika to z równania [2] i [4]; przy pomiarze bowiem h_w dwie pozostałe wielkości, wpływające na spadek ciśnienia h , a mianowicie przekrój dyszy wejściowej F_1 i długość krawędzi dyszy pomiarowej L , muszą być stałe, co można w dostatecznym stopniu osiągnąć jedynie przez stosowanie stałe tego samego zespołu dysz. W przypadku zmiany chociażby jednej z nich, wskazania aparatu mogą znieść się nawet tak znacznie, że konieczne będzie przewzorcowanie.

Zmiana wielkości h_w , a co za tym idzie — zmiana wielkości przekroju wolnego wypływu powietrza, powoduje nie tylko zmianę ciśnienia powietrza, ale również zmianę natężenia wypływu. Zastosowanie do pomiaru h_w przyrządów pneumatycznych z rotametrami (rys. 5) opiera się właśnie na wykorzystaniu tego zjawiska.

Zasadniczą i istotną częścią rotametrów jest stożkowa rurka wykonana z przezroczystego materiału, ustawiona pionowo tak, aby większa średnica znajdowała się u góry, z umieszczonym w niej pływakiem z lekkiego metalu lub masy plastycznej. Powietrze o stałym ciśnieniu, regulowanym reduktorem (najczęściej mechanicznym), dopływa do rurki od dołu i powoduje uniesienie pływaka do góry o wielkość zależną od natężenia przepływu, a więc od przekroju wolnego wypływu F_2 . Ponieważ różnica ciśnień przed i za pływakiem w chwili ustalenia się go w położeniu równowagi odpowiada z dostatecznym przybliżeniem ciężarowi pływaka przeto można napisać:

$$H - h = \alpha \frac{4G}{\pi d^2},$$

lub też prościej:

$$H - h = \frac{4G}{\pi d^2},$$

gdzie α — stały współczynnik, dający się wyznaczyć doświadczalnie, zazwyczaj jest bliski jedności. We wzorze tym G oznacza ciężar pływaka, d — jego największą średnicę.

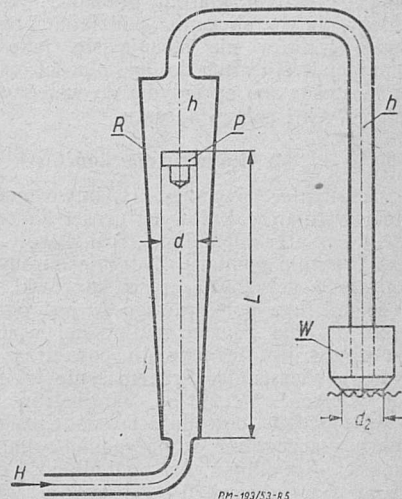
Przy zmianie przekroju wolnego wypływu F_2 , zmieni się natężenie wypływu powietrza, a co za tym idzie — ciśnienie za pływakiem h . Pływak więc zmieni swoje położenie, podnosząc się lub opadając do nowego położenia równowagi, ustalonego równaniem [5].

Nie wdając się w szczegółowe wyprowadzenie, które znaleźć można w pracy inż. Sawickiego pt. „Przyrządy pneumatyczne do pomiarów liniowych“ („Przegląd Mechaniczny“ nr 5, 6, 7/52), możemy stwierdzić, że położenie równowagi pływaka, charakteryzujące się wysokością jego wzniesienia L_x , wyraża się wzorem:

$$L_x = \frac{\sqrt{d^2 + 4ad_2L} - d}{S},$$

gdzie S — zbieżność rurki rotametrów, d — największa średnica pływaka, d_2 — średnica dyszy wylotowej, a — współczynnik, wyrażający się wzorem:

$$a = \frac{\mu_2 \cdot v_2}{\mu_1 \cdot v_1},$$

Rys. 5. Schemat przyrządu pneumatycznego z rotametrem R — stożkową rurą rotametrów, P — pływakiem, W — końcówką pomiarową z dyszą wylotową.

gdzie μ_1 i v_1 — współczynniki wypływu i szybkość wypływu w otworze pierścieniowym między rurką rotametrów a pływakiem, a μ_2 i v_2 — odpowiednie współczynniki wypływu i szybkości w dyszy pomiarowej.

Analogicznie jak i w przyrządach ciśnieniowych, posługując się tym równaniem lub metodami empirycznymi, możemy wykonać na rurce rotametrów podziałkę podającą bezpośrednio wartości średniej wierzchołkowej wysokości chropowatości.

Należy ponadto zaznaczyć, że niezależnie od typu użytego przyrządu, konstrukcja końcówek pomiarowych nie ulega zmianie.

Sam pomiar stopnia gładkości powierzchni przeprowadzić można dwojako: bądź mierząc bezpośrednią wierzchołkową wysokość chropowatości, bądź porównując wielkość h_w badanej powierzchni z analogicznym parametrem kompletu wzorców powierzchni, którego podstawą podziału na klasy może być dowolny inny parametr, np. h_{sk} .

W ścisłym związku z tym pozostają zarówno jednostka działki skali, jak i sam sposób przeprowadzenia czynności wzorcowania. W pierwszym przypadku podziałka wyznaczona jest bezpośrednio dla liniowych wielkości h_w w mikronach lub ich częściach, przy czym wzorcowanie uskuteczniamy odsuwając końcówkę pomiarową od powierzchni o lustrzanej gładkości przy pomocy stosu płytek wzorcowych odpowiedniej wysokości i zaznaczając odpowiednie wskazania aparatu. W drugim natomiast przypadku podziałkę wykonuje się wg wskazań przyrządu dla specjalnych wzorców gładkości, których stopień gładkości określony został metodami laboratoryjnymi; w przypadku tym na podziałce zaznaczyć można bezpośrednio przedziały odpowiadające pewnym klasom gładkości. W tym miejscu zaznaczyć należy, iż przeliczania podziałki przy pomocy przytoczonych wyżej wzorów nie stosuje się, jako metody niewspółmierne żmudnej w stosunku do dokładności otrzymanych wyników. Wzory te stosowane są jedynie do wstępnych obliczeń końcówek pomiarowych i całego aparatu.

3. Konstrukcja końcówek pomiarowych

Analizując równanie [1], łatwo można dostrzec, że ze wzrostem wymiarów liniowych części końcówki pomiarowej, dotyczącej powierzchni badanej, rośnie wpływ falistości tej powierzchni na wyniki pomiaru. Z drugiej strony zmniejszanie wymiarów liniowych dotykowej części końcówki, a co za tym idzie, długości odcinka pomiarowego L , jest ograniczone warunkiem nieprzekraczania pewnej minimalnej wielkości powierzchni wolnego przekroju dla przelotu powietrza między końcówką a badaną powierzchnią. Przekroczenie tej minimalnej wartości, której wielkość zależy od parametrów konstrukcyjnych aparatu wskazującego, powoduje poważne zaburzenia w przebiegu pomiaru, szczególnie w przypadku aparatu wskazującego z manometrem wodnym. Na ogół długość odcinka pomiarowego waha się w granicach 5 ÷ 50 mm, w zależności od gładkości powierzchni, do badania których końcówka jest dostosowana. Ze wzoru [3] można obliczyć w przybliżeniu długość odcinka pomiarowego dla zadanych warunków. Zakłada się średnice dyszki wejściowej w granicach 0,35 ÷ 2 mm, przy czym należy zaznaczyć, że dyszek z otworem o średnicy mniejszej od 0,35 mm nie stosuje się, gdyż — pomijając już trudność wykonania — dyszka taka powodowałaby duży wzrost histerezy wskazań aparatu, o czym będzie jeszcze mowa.

Ponadto część dotykowa końcówki pomiarowej winna być tak skonstruowana, aby mogła w jak najszerszym zakresie dostosowywać się do kształtu badanej powierzchni w celu wyeliminowania, przynajmniej do pewnego stopnia, wpływu falistości na wyniki pomiaru.

Jest również rzeczą pożądaną, aby konstrukcja końcówki zapewniała stały nacisk części dotykowej na badaną powierzchnię, niezależnie od położenia końcówki. Wielkość tego nacisku nie powinna przekraczać nacisków stosowanych normalnie i w innych przyrządach pomiarowych. Jest to szczególnie ważne w przypadku powierzchni części wykonanych z materiałów miękkich.

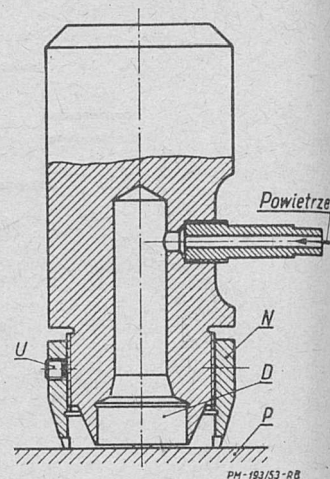
Poniżej rozpatrzymy kilka przykładów konstrukcji końcówek pomiarowych.

Rys. 6 przedstawia schemat najprostszej końcówki konstrukcji P. Nicolau'a, przeznaczonej do badania gładkości powierzchni płaskich. W konstrukcji tej usiłowano wyeliminować wpływ błędów kształtu na wyniki pomiaru drogą zmniejszenia długości odcinka pomiarowego przez zmniejszenie wymiarów dotykowej części końcówki. Jednakże w celu uzyskania odpowiednio wielkiego przekroju wylotu powietrza, przy pomiarze gładkich powierzchni przewidziano możliwość odsuwania krawędzi dyszki

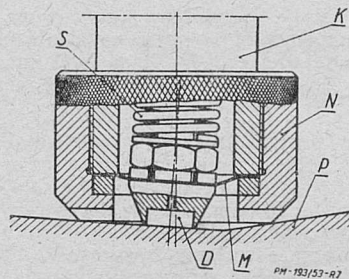
pomiarowej przy pomocy nakrętki N , opierającej się na badanej powierzchni. Oczywiście każda zmiana położenia krawędzi dyszki względem powierzchni badanej wymaga przewzorcowania aparatu.

Wadą tej końcówki jest sztywne połączenie dyszki pomiarowej z powierzchniami oporowymi nakrętki N , co przy dość znacznych wymiarach tych ostatnich, nie pozwala usunąć wpływu falistości badanej powierzchni na wyniki pomiaru w stopniu zadowalającym. Daje ona natomiast możliwość pomiaru tą samą końcówką w bardzo szerokim zakresie wielkości chropowatości.

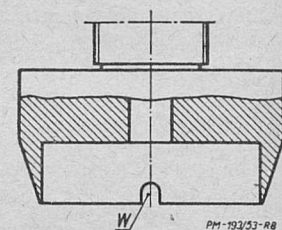
Przedstawiona na rys. 7 końcówka konstrukcji P. N. Polańskiego nie posiada zasadniczej wady powyżej opisanego konstrukcji. Sprężyste połączenie za pośrednictwem gumowej przepony między dyszą pomiarową a powierzchniami oporowymi końcówki pozwala na zupełnie zadowalające dostosowanie się dyszki pomiarowej do falistości powierzchni i eliminuje wpływ błędów kształtu na dokładność pomiaru w wysokim stopniu, mimo oczywiście większych wymiarów liniowych części dotykowej, wynikających z braku możliwości odsuwania jej krawędzi od badanej powierzchni. Stały nacisk pomiarowy zapewnia wbudowana na sprężynę dociskająca dyszkę pomiarową do badanej powierzchni. Możliwa jest również pewna modernizacja dyszki pomiarowej tej końcówki, dająca w wyniku zmniejszenie jej wymiarów, a co za tym idzie — dalsze zmniejszenie wpływu błędów kształtu badanej powierzchni na dokładność pomiaru. Polega



Rys. 6. Końcówka konstrukcji Nicolau'a do badania powierzchni płaskich; N — nakrętka oporowa, U — wkręt ustalający nakrętkę, D — dysza, P — badana powierzchnia.



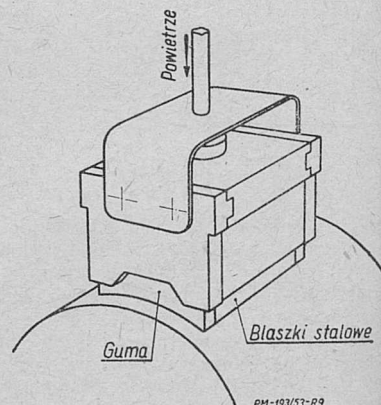
Rys. 7. Końcówka konstrukcji Polańskiego do badania powierzchni płaskich; K — korpus, S — sprężyna dociskająca, D — dysza, M — membrana, P — badana powierzchnia.



Rys. 8. Modyfikacja dyszki końcówki Polańskiego; W — wyjście.

ona (rys. 8) na wykonaniu na obwodzie dyszki pomiarowej kilku wycięć kompensujących zmniejszenie wolnego przekroju przelotu powietrza, wynikłego ze zmniejszenia wymiarów dyszki.

Obie omówione wyżej końcówki służą do pomiaru gładkości powierzchni płaskich. Dla pomiarów powierzchni walcowych skonstruowana została, również przez Nicolau'a końcówka przedstawiona na rys. 9. Ze względu na to, że kierunek bruzd na obrabianych powierzchniach walcowych jest prawie zawsze prostopadły do ich tworzących, dyszka pomiarowa końcówki utworzona została przez dwie płytki o prostoliniowych krawędziach równoległych do tworzących. Jedną z tych płytek osadzono w gumie i posiada pewien stopień swobody aby móc skompensować błędy kształtu walcowego badanej powierzchni. Wpływ powietrza przez dwie pozostałe krawędzie dyszki zam-



Rys. 9. Końcówka konstrukcji Nicolau'a do badania powierzchni cylindrycznych.

knęty jest paskami gumowymi o kształcie dostosowanym do badanej powierzchni i ściśle do niej przylegającymi. Końcówka ta pozwala na pomiar gładkości wałków o średnicach powyżej 20 mm i otworów o średnicach powyżej 30 mm.

Jeszcze lepsze wyniki dała końcówka z dyszką utworzoną z czterech oprawionych w gumę, sprężystych, hartowanych blaszek stalowych wykonanych z ostrzy do golenia. Dzięki sprężystości blaszek i trzymającej je gumy, końcówka tej konstrukcji ma możliwość dokładnego przystosowania się do falistości badanej powierzchni, co pozwala w wysokim stopniu wyeliminować wpływ błędów kształtu na dokładność pomiaru.

4. Wartość metrologiczna metody i zakres jej stosowania

Wpływ ciśnienia dolotowego H .

Stalność ciśnienia dolotowego H jest szczególnie ważna dla przyrządów ciśnieniowych, ponieważ ciśnienie odczytywane h jest proporcjonalne do ciśnienia dolotowego H . Reduktor wodny, zastosowany w tych przyrządach, daje zupełną gwarancję tego stanu rzeczy: stalność ciśnienia H jest utrzymana w granicach 2 mm słupa wody. Przy obsłudze tych przyrządów należy jedynie zwracać uwagę na dość częstą kontrolę poziomu wody w zbiorniku ze względu na jej intensywne parowanie. W przypadku rotametrów ciśnienie dolotowe H może wahać się w szerszych granicach, nie przekraczając jednak $1 \div 2\%$ wartości ciśnienia dolotowego H . Granice te są zresztą zależne od przełożenia przyrządu i maleją wraz z jego wzrostem. Stalność ciśnienia w podanych granicach zabezpieczają zupełnie zadowalająco reduktory sprężynowe stosowane w tych przyrządach.

Wpływ ciśnienia atmosferycznego.

Prosty rachunek przeprowadzony na podstawie równania [2] wskazuje, że ciśnienie atmosferyczne w granicach spotykanych jego zmian posiada nieznaczny wpływ na odczyt h i to zarówno w przyrządach ciśnieniowych, jak i w rotametrach.

Wpływ temperatury.

Temperatura nie występuje w równaniach [3] i [5]; praktyka wykazuje, że zmiany temperatury w granicach spotykanych na warsztacie nie mają wpływu na wskazania tak rotametrów, jak i przyrządów ciśnieniowych.

Błędy odczytania.

Biorąc pod uwagę błędy paralaksy i błędy wynikające z włośkowatości rurek manometrycznych, błąd odczytania wskazań przyrządów ciśnieniowych nie przewyższa $0,2\%$. W przypadku rotametrów błąd odczytania jest jeszcze mniejszy.

Histereza wskazań.

Przyrządy ciśnieniowe wykazują pewne opóźnienie wskazań wraz z wzrostem objętości przewodów powietrznych za dyszką wejściową, tj. ze wzrostem ich długości, a także ze wzrostem przełożenia przyrządu. Zmniejszenie wolnego przekroju wypływu powietrza powoduje wzrost opóźnienia. Opóźnienie wskazań można zmniejszyć poważnie, utrzymując odległość między przyrządem a końcówką pomiarową w granicach do 2 m, przy średnicy przewodów nie przekraczającej 6 mm. Rotametry praktycznie nie wykazują opóźnień; nawet przy odległości końcówki od przyrządu dochodzącej do 15 m, aparat daje wskazania prawie natychmiastowe.

Wpływ stanu powierzchni.

Na wpływ stanu powierzchni składają się: błędy kształtu (falistość) oraz zanieczyszczenia powierzchni tłuszczem, brudem, włórami itp. Wpływ zanieczyszczeń można usunąć, przemywając dokładnie badaną powierzchnię przed pomiarem benzyną i osuszając strumieniem sprężonego powietrza. Wpływ drugiego czynnika (błędów kształtu) zależy na ogół od wielkości błędów kształtu jest jednak dość znaczny i wskutek tego stanowi najpoważniejszą wadę metody. Wpływ ten można usunąć do pewnego stopnia — jak już wspomniano — przez zastosowanie odpowiedniej konstrukcji końcówek pomiarowych.

Przełożenie.

Niezależnie od stosowanego przyrządu wskazującego, osiągnięte przełożenia są duże i wahają się w granicach od 10 000 do 50 000, zaś w przypadku stosowania przyrządów ciśnieniowych wodnych o ciśnieniu dolotowym $H > 1$ m słupa wody, osiągniąć można przełożenie do 100 000.

Przełożenie uzyskiwane w przypadku zastosowania rotametrów określone jest wzorem, wynikającym z różniczkowania równania [5]

$$\frac{d L_x}{d h_w} = \frac{2 a d_2}{S \sqrt{d^2 + 4 a d_2 h_w}}$$

Przełożenie to — jak widać ze wzoru — zależy w pierwszym rzędzie od stożkowatości rury rotametrów S . Ponadto ze względu na to, że współczynnik a związany jest z ciśnieniem dolotowym H zależnością:

$$a = \beta \sqrt{\frac{H}{H-h}},$$

gdzie β — współczynnik doświadczalny, bliski jedności, wielkość przełożenia rośnie wraz ze zwiększeniem ciśnienia dolotowego H oraz ze zmniejszeniem różnicy ciśnień $H-h$, która z kolei — jak wynika ze wzoru [5] — maleje wraz z ciężarem płynu. Powiększenie średnicy dyszki pomiarowej (tj. zwiększenie długości odcinka pomiarowego) również wpływa na zwiększenie przełożenia.

Przełożenie przyrządów ciśnieniowych wynika ze wzoru:

$$\frac{d h}{d F_2} = - \frac{2 F_2 H}{\left(F_1 + \frac{F_2^2}{F_1}\right)^2}$$

Pochodna przełożenia przyrównana do zera:

$$\frac{d^2 h}{d F_2^2} = 0,$$

daje:

$$\frac{F_2^2}{F_1^2} = \frac{1}{3}$$

Po wstawieniu tej wielkości do równania [2] otrzymamy, że przełożenie osiągnie wartość maksymalną gdy:

$$h = \frac{3}{4} H$$

Rozważając przełożenie jako funkcję przekroju dyszy wyjściowej F_1 , otrzymamy jego maksimum gdy:

$$\frac{d^2 h}{d F_1^2 d F_1} = \frac{4 H F_2}{\left(F_1 + \frac{F_2^2}{F_1}\right)^3} \cdot \left(1 - \frac{F_2^2}{F_1^2}\right) = 0,$$

tj. gdy $F_1 = F_2$; wynika stąd, że maksimum przekładni następuje gdy $h = \frac{H}{2}$.

Można stąd wywnioskować, że zakres maksymalnego przełożenia przyrządów ciśnieniowych znajduje się między $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ długości skali (licząc od góry). W tym zakresie jest też przełożenie w dużym stopniu stałe.

Projektując końcówki dla przyrządów ciśnieniowych, należy tak dobierać ich wymiary oraz wymiary dysz wejściowych, aby zakres wskazań przyrządu pokrywał się z zakresem największego przełożenia.

Oprócz wymienionej już wrażliwości na stan badanej powierzchni i histerezy wskazań, wadami opisanej metody są: trudności lokacyjne wynikające z wrażliwości aparatów na wstrząsy oraz — w przypadku aparatów ciśnieniowych wodnych — z niedogodnej budowy; łatwość ulegania korozji, a przede wszystkim wspólna wada wszystkich syntetycznych metod oceny gładkości powierzchni, mianowicie niemożliwość określenia charakteru chropowatości i ich kształtu, a co za tym idzie — niemożliwość określenia tak ważnego parametru jak krzywa *Abbot-Firestone'a*.

Natomiast zalety tej metody są następujące: oprócz dużego przełożenia, duża szybkość i dokładność pomiaru przy szerokim zakresie stosowności, obejmującym — jak podaje *Aparrin* — klasy gładkości od $\nabla 3$ do $\nabla \nabla \nabla \nabla 11$ (wg GOST — 2789-45), co w połączeniu ze stosunkowo niskimi wymaganiami, stawianymi kwalifikacjom personelu obsługującego, predysponuje w ten sposób pomiar gładkości do zajęcia poczesnego miejsca wśród pomiarów warsztatowych i w kontroli międzyoperacyjnej.

Niezależnie od tego, w porównaniu ze stosowanymi obecnie w tych warunkach metodami wzrokowego lub dotykowego porównywania z odpowiednimi wzorcami gładkości, metoda całkowania pneumatycznego eliminuje całkowicie czynnik subiek-

tywizmu, występujący w dużym stopniu nawet przy użyciu komparatorów optycznych, pomijając już przypadki, kiedy ze względu na kształt czy też wymiary badanych powierzchni (szczególnie powierzchni otworów) użycie komparatorów optycznych jest utrudnione, względnie zupełnie niemożliwe. Za zastosowaniem komparatorów pneumatycznych do masowych warsztatowych pomiarów gładkości powierzchni przemawia również prostota ich konstrukcji i względna łatwość ich wykonania, nawet sposobem gospodarczym, a co za tym idzie — niskie nakłady inwestycyjne. Biorąc więc pod uwagę powyższe rozważania należy stwierdzić, że omawiana metoda pomiaru gładkości powierzchni drogą całkowania pneumatycznego wydaje się być wiele obiecująca, zwłaszcza w zastosowaniu do pomiarów

warsztatowych w warunkach dokładnej produkcji masowej i wielkoseryjnej.

LITERATURA

- G. A. Aparin i I. E. Gorodecki — „Dopuski i techniczskie izmierienia” — Maszgis, 1950.
 P. Nicolau — „Integration pneumatique de la rugosité des pieces mecaniques” — Journ. Intern. de Chronometrie et de Métrologie — Paris, 1937.
 P. Nicolau — „Szorstkość powierzchni i jej całkowanie pneumatyczne” — Przegl. Mechaniczny nr 6/39.
 A. Sadowski — „Gładkość powierzchni i sposoby jej mierzenia” — PWT, Warszawa, 1952.
 T. Sawicki — „Przyrządy pneumatyczne do pomiarów liniowych” — Przegl. Mechaniczny nr 5–6–7/52.
 S. Szulc — „O gładkości powierzchni” — Mechanik nr 1–3/48.

Pelzanie w zagadnieniach konstrukcyjnych

620.172.251.226:669.14.018.29

Mgr inż. WACŁAW TOMASZCZYK

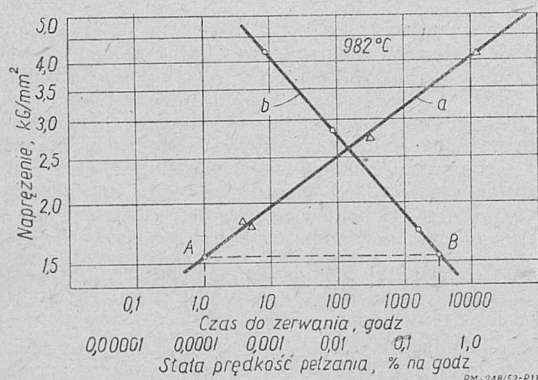
(dokończenie z nr 2/54)

Interpretacja prób pelzania do zerwania

Poprawne obliczenie naprężeń dopuszczalnych nie może się ograniczyć do interpretacji prób pelzania w oparciu o stałą prędkość pelzania, czy też całkowite odkształcenie pelzania. Stwierdzenie, że w danych temperaturach, dane naprężenie wywoła prędkość pelzania np. 0,0001 lub 0,00001% na godzinę, nie jest równoznaczne — jak to się często przyjmuje — wydłużeniu 1% w ciągu 10 000 względnie 100 000 godzin, ponieważ z góry nie wiadomo, czy materiał nie ulegnie zniszczeniu przed osiągnięciem wskazanego wydłużenia.

Znane są przypadki, że naprężenie powodujące zniszczenie próbki w ciągu 10 000 godzin było mniejsze aniżeli naprężenie powodujące prędkość pelzania 0,0001% na godzinę (l. 7). Uzupełniające dane uzyskuje się z prób pelzania do zerwania. Próby te przeprowadza się przy naprężeniach dostatecznie dużych, aby powodowały w końcu zerwanie próbki. Czas trwania próby albo pokrywa rzeczywisty czas pracy, albo też stanowi pewną jego część zależnie od możliwości wykonawczych. Korzystanie z wyników prób pelzania do zerwania ułatwia występująca tutaj prostoliniowa zależność pomiędzy logarytmem naprężeń, a logarytmem czasu do zerwania, dzięki czemu otrzymane wyniki można ekstrapolować do niższych naprężeń, a więc do dłuższych okresów czasu. Wykreślenie tej zależności łącznie z wynikami prób pelzania na jednym wspólnym wykresie pozwala na odczytanie zasadniczych wielkości potrzebnych do obliczeń konstrukcyjnych.

Na rys. 11 przedstawiono w układzie podwójnie logarytmicznym obie te zależności dla stali lanej o składzie 0,32% C, 26% Cr, 12% Ni i 0,13% N. Sposób postępowania jest w tym przypadku następujący: przypuśćmy, że należy zastosować tę stal na części pracujące przy temperaturze 982°C i należy określić naprężenie, które wywoła odkształcenie pelzania 0,0001% na godzinę.



Rys. 11. Wykresy przedstawiające wyniki prób pelzania (a) i pelzania do zerwania (b) przy temperaturze 982°C dla stali lanej zawierającej 26% Cr, 12% Ni i 0,13% N.

Punkt A odpowiada wymagany warunkom, na osi rzędnych odczytuje się naprężenie 1,54 kg/mm². Pozioma przeprowadzona przez punkt A przecina prostą pelzania do zerwania w punkcie B. Czas do zerwania wyniesie więc w tych warunkach nieco

mniej niż 5000 godzin. Zupełny wykres zawierałby oczywiście szereg innych prostych odpowiadających seriom prób przy innych temperaturach. W powyższym przykładzie wyniki prób pelzania do zerwania połączone zostały z ekstrapolacją potęgowej prędkości pelzania.

Interpretacja wyników prób pelzania wg *Baileya*, oparta na wydłużeniu całkowitym, przewiduje odmienny sposób korzystania z prób pelzania do zerwania (l. 8). Na rys. 10 naniesione są również punkty przedstawiające wyniki prób pelzania do zerwania przy tym samym stałym naprężeniu. Przez ekstrapolację prostej przechodzącej przez te punkty do dłuższych okresów czasu, np. do 100 000 godzin otrzymuje się temperaturę 506°C. Pozwala to na określenie stopnia bezpieczeństwa wyrażonego w temperaturze

Ponieważ temperatura 490°C wywoła przy tym samym naprężeniu wydłużenie 0,2% w ciągu 100 000 godzin, stopień bezpieczeństwa w odniesieniu do zniszczenia wynosi 16°C.

Należy zaznaczyć, że w pewnych warunkach w zależności log naprężeń — log czas do zerwania, pojawia się załamanie prostej i dalszy jej odcinek przebiega pod innym kątem. Charakterystyczny ten przebieg związany jest ze zmianą typu przelomu ze śródkrystalicznego na międzykrystaliczny, przy czym duży wpływ wywiera tutaj ośrodek, w którym przeprowadzane są próby. Dotychczasowe doświadczenia pozwalają przypuszczać, że dalszy przebieg tej zależności nie wykaże więcej załamań i ekstrapolacja wzdluz prostej w tym układzie jest dostatecznie pewna, jeżeli tylko czas prób pelzania do zerwania był wystarczająco długi do wykreślenia właściwego przebiegu zależności.

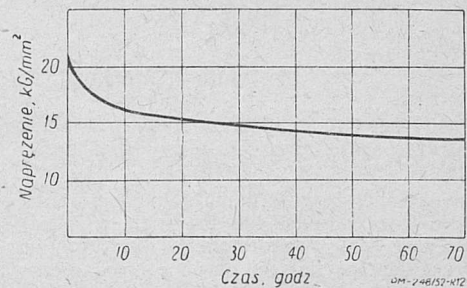
Próby pelzania do zerwania odznaczają się następującymi ważnymi cechami:

- 1) są prostsze w wykonaniu w porównaniu z normalnymi próbami pelzania;
- 2) określają granicę, do której pelzanie może przebiegać bez zniszczenia. Granica ta nie może być zasadniczo wyznaczona z prób pelzania. Z tego względu próby pelzania do zerwania są również ważne z punktu widzenia konstruktora, jak normalne próby pelzania;
- 3) dają w krótkim stosunkowo czasie możliwość porównania różnych stali i w wielu przypadkach mogą spełniać rolę prób odbiorczych.

Próby skrócone

Omówione poprzednio metody interpretacji prób pelzania oparte były głównie na długotrwałych próbach. Ze względu na wysokie koszty związane z przeprowadzeniem takich prób zaproponowano wiele skróconych metod badania, które wymagają kilkudziesięciu — godzinnych prób. Do najbardziej znanych należą:

Próba DVM. Według tej metody za wytrzymałość na pelzanie przyjmuje się naprężenie wywołujące w danej temperaturze prędkość pelzania $10 \cdot 10^{-4}$ % na godzinę pomiędzy 25 a 35 godziną, przy czym całkowite odkształcenie trwałe po 45 godzinach nie może przekraczać 0,2%. Metoda stosowana jest dla stali do temperatur 500°C. W odniesieniu do określonego w ten sposób naprężenia przyjmuje się współczynnik bezpieczeństwa od 1,1 do 1,8 w zależności od temperatury i zastosowania. Dla wyznaczenia wytrzymałości na pelzanie w danej temperaturze potrzebne są co najmniej trzy próby.



Rys. 12. Krzywa zluźnienia przy temperaturze 500°C i naprężeniu początkowym 21 kG/mm² dla stali chromowo-molibdenowej (1,2% Cr, 0,3% Mo).

Próby *Hatfielda*. Czas trwania prób według metody *Hatfielda* wynosi 72 godziny. Wytrzymałością na pełzanie według tej metody jest naprężenie wywołujące prędkość pełzania 10⁻⁴% na godzinę pomiędzy 24 a 72 godziną próby. Jako dopuszczalne naprężenia przyjmuje się dwie trzecie wyznaczonej w ten sposób wartości.

Z uwagi na dużą ilość czynników wpływających na zjawisko pełzania, szczególnie w zakresie temperatur 500°C i wyżej, do wyników prób skróconych należy odnosić się z dużą ostrożnością, chociaż wszyscy zgodnie podkreślają ich praktyczną doniosłość.

Ostatnio zaproponowano nową metodę umożliwiającą z krótkotrwałych prób pełzania względnie pełzania do zerwania, przeprowadzonych w wyższych temperaturach, wnioskować o zachowaniu się materiału po upływie dłuższego czasu w temperaturach niższych (l. 9). Metoda oparta jest na analogii zjawiska pełzania z procesami dyfuzji. Liczne przykłady podane przez autorów wykazują dużą wartość nowej metody.

Próby zluźnienia (relaksacji)

Próby pełzania przeprowadzane są z reguły przy stałej temperaturze, stałym obciążeniu i zmiennej długości próbki. Warunki pracy w podwyższonych temperaturach niektórych elementów są jednakże odmienne. Śruby sworzniowe połączeń kołnierzowych przewodów parowych, sprężyny itp. zachowują stałą długość, wskutek czego zjawisko pełzania powoduje u nich stopniowy spadek wstępnych naprężeń sprężystych. Charakter pracy tych elementów oddaje próba zluźnienia, której celem jest określenie spadku początkowych naprężeń sprężystych po upływie pewnego okresu czasu. Wyniki prób pozwalają określić dopuszczalne wstępne naprężenie pracujących w tych warunkach elementów. Na rys. 12 przedstawiono przebieg spadku naprężeń w próbie zluźnienia przy temperaturze 500°C i naprężeniu początkowym 21 kG/mm² dla stali chromo-molibdenowej (1,2% Cr, 0,3% Mo) (l. 10).

Pełzanie przy złożonym stanie napięcia

Omówione wyżej metody interpretacji prób pełzania odnosiły się do prostych przypadków obciążeń w szczególności do prostego rozciągania. Szereg badaczy usiłowało znaleźć zależność pomiędzy wynikami prób pełzania przeprowadzonymi przy jednoosiowym stanie napięcia a próbami przy złożonym stanie napięcia. Zrozumiałe jest, że w pierwszym rzędzie oparto się na znanych hipotezach wyteżenia.

Na podstawie doświadczeń przeprowadzonych na stali węglowej (0,17% C) i stopie aluminium (l. 7), poddanych próbom pełzania przy rozciąganiu połączonym ze skęcaniem, stwierdzono dobrą zgodność wyników, w oparciu o hipotezę *Hubera* energii odkształcenia postaciowego.

W celu określenia odkształceń względnie prędkości pełzania materiału izotropowego przy złożonym obciążeniu konieczne są dane pełzania przy prostym rozciąganiu lub ściskaniu. Podstawowymi wielkościami jest tzw. naprężenie „obliczeniowe” oraz prędkość pełzania „obliczeniowa”. Przy zastosowaniu hipotezy energii odkształcenia postaciowego wielkości te dane są wzorami:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2] + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{xz}^2)} \quad [6]$$

$$\dot{\epsilon}_n = \sqrt{\frac{2}{9}[(\dot{\epsilon}_x - \dot{\epsilon}_y)^2 + (\dot{\epsilon}_y - \dot{\epsilon}_z)^2 + (\dot{\epsilon}_z - \dot{\epsilon}_x)^2] + \frac{1}{3}(\dot{\gamma}_{xy}^2 + \dot{\gamma}_{yz}^2 + \dot{\gamma}_{xz}^2)} \quad [7]$$

gdzie oznaczają: σ_n — naprężenie obliczeniowe, $\dot{\epsilon}_n$ — prędkość pełzania obliczeniowa, $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ — naprężenia w kierunkach x, y, z , $\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{xz}$ — naprężenia styczne w płaszczyznach xy, yz i xz , $\dot{\epsilon}_x$ itd. — prędkości pełzania w odpowiednich kierunkach.

Przy prostym rozciąganiu lub ściskaniu

$$\sigma_n = \sigma_x \text{ i } \dot{\epsilon}_n = \dot{\epsilon}_x \quad [8]$$

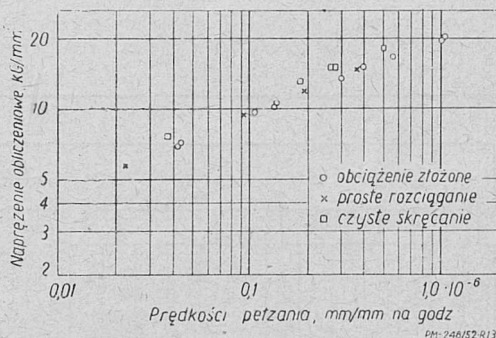
Dla różnych przypadków obciążeń przy jednakowej wartości naprężenia obliczeniowego σ_n jednakowa też być musi po upływie określonego czasu prędkość pełzania obliczeniowa $\dot{\epsilon}_n$.

W ten sposób, znając zależność pomiędzy stałą prędkością pełzania a naprężeniem przy prostym rozciąganiu można uzyskać za pomocą zależności [6] i [7] dane do obliczeń konstrukcyjnych przy złożonym stanie napięcia. Na przykład przy rozciąganiu połączonym ze skęcaniem, wzory [6] i [7] przyjmują postać

$$\sigma_n = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2} \quad [9]$$

$$\dot{\epsilon}_n = \sqrt{\dot{\epsilon}_x^2 + \frac{1}{3}\dot{\gamma}_{xy}^2} \quad [10]$$

We wspomnianych doświadczeniach (l. 7) stwierdzono znaczną regularność w zależności $\sigma_n = f(\dot{\epsilon}_n)$ przy różnych wartościach naprężeń rozciągających i skracających, jak to wynika z rys. 13. Na tej podstawie można z góry określić odkształcenia pełzania przy dowolnej kombinacji rozciągania i skracania w zakresie posiadanych danych z prób pełzania przy prostym rozciąganiu.



Rys. 13. Zależność pomiędzy naprężeniem obliczeniowym a prędkością pełzania obliczeniową dla stali węglowej 0,17% C przy temperaturze 450°C.

Sposób postępowania jest następujący: przypuśćmy, że należy określić prędkość pełzania przy naprężeniu rozciągającym σ_x połączonym z naprężeniem skracającym τ_{xy} :

1) wylicza się naprężenie obliczeniowe wg wzoru

$$\sigma_n = \sqrt{\sigma_x^2 + 3\tau_{xy}^2};$$

2) z krzywej zależności $\sigma_n = f(\dot{\epsilon}_n)$, uzyskanej z prób pełzania przy prostym rozciąganiu, wyznacza się obliczeniową prędkość pełzania $\dot{\epsilon}_n$;

3) na podstawie zależności podanej przez *Johnsona* (l. 4) $\dot{\gamma}_{xy} = 3 \frac{\tau_{xy}}{\sigma_x} \cdot \dot{\epsilon}_x$ oraz równania [10] określa się wartości $\dot{\epsilon}_x$ oraz $\dot{\gamma}_{xy}$.

Powyżej podany sposób interpretacji prób pełzania w zastosowaniu do złożonego obciążenia zakłada, że warunek izotropowości materiału jest spełniony. Dla przypadku materiału anizotropowego nie ma dotąd doświadczalnych danych sprawdzających odpowiednie wzory.

Uwaga. Wykaz literatury podano przy pierwszej części artykułu w zeszycie 2/54.

Specyfikacja graficzna

621.71:744.44

Dokumentacja techniczna winna być opracowana w sposób jak najbardziej przejrzysty i prosty, tak, aby nie zaistniała możliwość niewłaściwego jej zrozumienia, pociągająca za sobą niejednokrotnie powstanie rozlicznych błędów, na sprostowanie których traci się zwykle dużo czasu. Poważnym źródłem nieporozumień bywa również źle opracowana specyfikacja części, nie uwzględniająca w dostatecznym stopniu zagadnienia technologii montażu.

Istnieje kilka sposobów ujmowania specyfikacji części oraz rozbić ją na zespoły różnych rzędów. Poszczególne biura konstrukcyjne, w zależności od charakteru produkcji, stosują najdogodniejsze dla siebie systemy; systemy te są zawsze o tyle właściwe, o ile w sposób przejrzysty i niedwuznaczny podają wykaz części i zespołów potrzebnych do wyprodukowania danej maszyny.

Specyfikacja graficzna, której zasady wykonania opisano w niniejszym artykule, jest dodatkową częścią dokumentacji. Może ona znaleźć zastosowanie w bardziej złożonej dokumentacji dla uzyskania większej przejrzystości w budowie zespołów montażowych, co przy prototypie lub pierwszej serii produkcyjnej może stać się wielkim ułatwieniem, zwłaszcza jeżeli są zastrzeżenia odnośnie opracowanej dokumentacji rysunkowej i specyfikacji części.

Specyfikacja graficzna polega na przedstawieniu w postaci graficznej związków między zespołami i częściami jakiegoś produktu.

Dla uniknięcia nieporozumień ustala się, że w dalszym ciągu niniejszego artykułu nazwy „część” i „zespół” będą użyte w następującym znaczeniu:

— częścią nazywać będziemy przedmiot wykonany z jednego określonego materiału surowego (pręt, blacha, rura itp.) albo z półfabrykatu (odkuwka, prasówka, odlew itp.);

— z e s p o ł e m nazywać będziemy każdy przedmiot powsta-
ły ze złączenia ze sobą albo kilku części, albo kilku zespo-

łów (w danym przypadku „niższego rzędu“ w stosunku do zespołu rozpatrywanego), albo też zespołów i części w dowolnych ilościach.

Należy podkreślić, że zespół może być nierozłączny, jak np. spawana rura ssąca silnika, lub też rozłączny, jak np. przednia i tylna część walu wykorbionego. Niektóre zespoły mogą być poddawane jeszcze dalszej obróbce mechanicznej po złożeniu ich z elementów składowych.

Numeracja

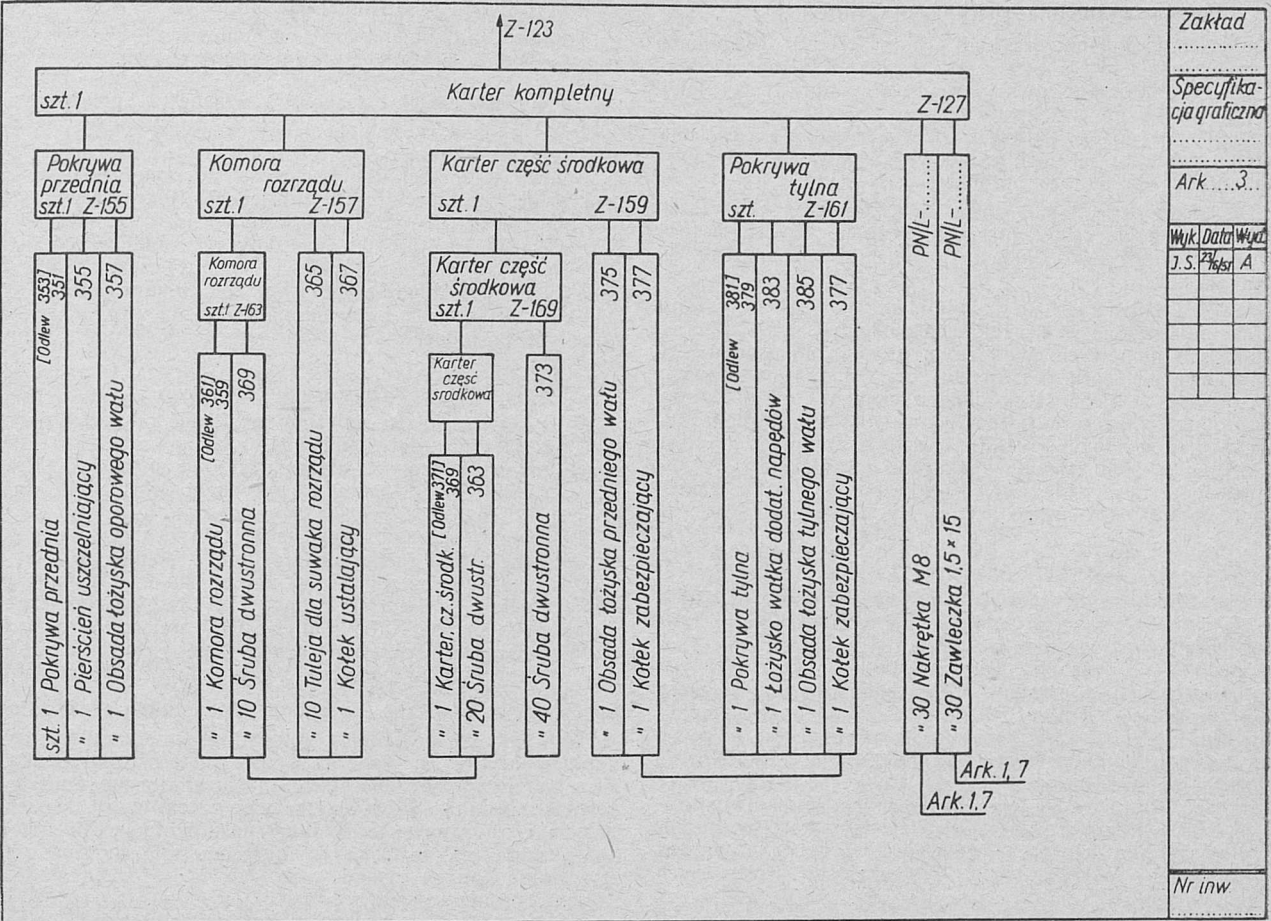
Istnieje bardzo wiele sposobów numeracji części i zespołów. Niektóre biura konstrukcyjne stosują numerację pozwalającą odczytać zespół, do którego należy element rozpatrywany. Powstają tym sposobem numery w rodzaju: 01.01.00.02. Nie analizując zalet takiej numeracji, należy zauważyć, że na skutek przenoszenia takich „fasiemcowych” numerów z jednych dokumentów na drugie powstają częste błędy, pociągające za sobą straty przewyższające wątpliwy pożytek orientacyjny.

W podanym niżej przykładzie specyfikacji graficznej zastosowano następujący sposób numeracji: części otrzymują po prostu numery kolejne nieparzyste w miarę wykonywania ich rysunków przez biuro konstrukcyjne (można tu także zachować pewien porządek w numeracji), zespoły natomiast otrzymują również numery kolejne poprzedzane literą Z. Numery parzyste są stosowane — w razie potrzeby — dla części symetrycznych (tzw. „lewych“).

Rozbicie specyfikacji graficznej na arkusze

Jak wynika z praktyki, najdogodniejszym sposobem jest sporządzanie specyfikacji graficznej na arkuszach o wysokości odpowiadającej wysokości formatu A4 (297 mm) i o długości stanowiącej wielokrotność podstawy formatu A4 (210 mm.) Najlepiej jest używać wszystkich arkuszy jednego wymiaru, np. 297×840, jednakże wybór zależy od „pojemności” poszczególnych zespołów.

szk. 1		Silnik typ X-560		[Rys. ofert. Z-185] Z-123	
szk. 1	Wół wykorbiony kompletny	Z-125			
" 3	Karter kompletny	Z-127			
" 4	Cylinder	Z-129			
" 5	Popychacz cyl. 1,2 i 1,5 [dłuższy]	Z-131			
" 6	" " 3 i 4 [krótszy]	Z-133			
" 7	Zespół korbowodów	Z-135			
" 8	Rozrząd	Z-137			
" 9					
Osobne specyfikacje graf.	" 1 Pompa olejowa X-563	[Rys. ofert. Z-151] Z-139			
	" 1 " paliwowa X-565	[Rys. ofert. Z-151] Z-141			
	" 2 Iskrownik M 268	[Rys. ofert. Z-183] Z-143			
Zespoły					
szk. 20	Nakrętka specjalna	329			
" 15	Podkładka zabezpieczająca	331			
" 1/5	Śruba	333			
Części					
" 40	Nakrętka M8	PN/L			
" 40	Zawleczka 1,5 x 15	PN/L			
dt. 1400	Druk zabezpieczający ocynk. φ 0,5	-			
Ark. 3.7		Ark. 3.7			
Ark. 3.7		Ark. 3.7			
Zakład		Specyfika- cja graficzna			
Ark. ... 1		Il. ark. ... 9			
Wyk. Data Wyk.		J.S. 7/55 A			
J.K. 7/55		M.S.W. 7/55			
M.J.W. 1/4/55		C. 385			
Nr. inw.					



Sposób wykonania specyfikacji graficznej

W załączeniu podano przykład (uproszczony) wykonania 3 arkuszy (arkusz 1, 3 i 5 — rys. 1, 2 i 3) specyfikacji graficznej dla silnika lotniczego gwiazdowego, 5-cylindrowego, małej mocy.

Arkusz pierwszego jest „arkuszem-matką”; podaje on rozbiór całkowitego produktu na jego składowe zespoły (zespoły najwyższego rzędu dla danego produktu) i części.

Arkusze następne podają rozbiór tych zespołów najwyższego rzędu na zespoły rzędów niższych i części, przy czym rozbiór to winno tu iść aż do końca, tj. bez przechodzenia na jakieś inne arkusze.

Podstawową zasadą jest, że (z wyjątkiem arkusza pierwszego) zespoły są umieszczone w prostokątach poziomych, zaś części — w prostokątach pionowych. W każdym prostokącie podana jest ustalona nazwa elementu (na środku), jego numer (w prawym dolnym rogu) oraz ilość sztuk danego elementu przypadająca na cały produkt w zakresie bezpośrednio wyższego zespołu. Jeżeli jakaś część występuje w kilku różnych zespołach, to jest ona w każdym z tych zespołów pokazana niezależnie — z zaznaczeniem ilości przypadającej na cały produkt — w zakresie tego zespołu (patrz arkusz 5, zespoły Z-179 i Z-181, część 415).

Linie wiążące

Dla wskazania, że dana część występuje jeszcze w innym zespole, łączymy ze sobą prostokąty identycznych części tzw. „linią wiążącą”. Weźmy jako przykład śrubę dwustronną (kołek śrubowy) — część 363, patrz arkusz 3. Dziesięć tych śrub jest wkręconych w przednie czoło komory rozrządu (część 359), tworząc z nią razem zespół Z-163. Przy montażu kompletnego karteru (zespół Z-127), na śruby te nasadza się pokrywę przednią (zespół Z-155), przykręcając nakrętkami M8 PN/L... i zabezpieczając zawleczkami 1,5×15 PN/L... (patrz prawy brzeg arkusza 3). Dwadzieścia identycznych śrub dwustronnych (część 363) przynależy do środkowej części karteru (zespół Z-159); na przednią ich grupę nasadza się komorę rozrządu Z-157, a na tylną — pokrywę tylną Z-161, używając identycznych nakrętek i zawleczek.

Łatwo stwierdzić, że całkowita ilość śrub dwustronnych (część 363) na produkt wynosi $10 + 20 = 30$ sztuk.

Może się zdarzyć, że jakaś część występuje w zespołach umieszczonych na różnych arkuszach; wówczas do jej prostokąta doczepiamy linię wiążącą urwaną z podaniem przy niej numeru arkusza, na którym ta część jeszcze występuje. Na tym drugim arkuszu, przy prostokącie danej części doczepiona będzie analogiczna linia wiążąca z podaniem numeru pierwszego arkusza. Jako przykład w tym przypadku może służyć (patrz arkusz 5) nakrętka M6 PN/L..., której sześć sztuk występuje w zakresie zespołów Z-131, cztery sztuki — w zakresie zespołów Z-133, a oprócz tego pojawia się ona także na arkuszach 7 i 8 (nie reprodukowanych).

Ilości sztuk ułamkowe

Na arkuszu pierwszym spotykamy część 333 w ilości 1/5 sztuki. W tym przypadku w czasie końcowego montażu całego silnika do pokrywy tylnej karteru należy wkręcić śrubkę stalową zaślepiającą M4 na głębokość 5 m/m, zaś koniec jej obciąć i zaogładzić. Sporządza się więc śrubkę o długości 50 m/m, zaopatrzoną na jednym końcu w kwadrat do pokręcenia; śrubka ta jest to właśnie nasza część 333. Jedna część wystarczy na około 5 silników.

Ilości półfabrykatów

Oprócz właściwych „części” oznaczonych numerami, w prostokątach pionowych musimy wykazywać części normalne oraz takie pozycje, jak np. drut zabezpieczający (patrz arkusz 1), drut spawalniczy, lakier itp. W tych przypadkach jednostką miary nie będą sztuki, lecz milimetry bieżące, kilogramy itp.

Numeracja arkuszy

Arkusze są numerowane od numeru 1. Całkowitą ilość arkuszy podaje się tylko na arkuszu pierwszym.

Numeracja części i zespołów „własne” i „pokrewne”

Jeżeli z daną częścią, posiadającą numer „własny”, związany jest jeszcze numer „pokrewny”, taki jak np. numer odkuwki, odlęwu tej części itp., to zaleca się umieszczać ten numer „pokrewny” w specyfikacji graficznej (patrz arkusz 3) ponad numerem „własnym”, lecz w nawiasie, z zaznaczeniem „odkuwka”, „odlew” itp. To samo dotyczy zespołów, gdzie oprócz numeru „własnego” (zestawienie), mamy często takie rysunki odnoszące się do tegoż zespołu, jak np. „rysunek ofertowy”, „rysunek zabezpieczenia”, „schemat smarowania” itp. Każdy z tych rysunków posiadać będzie swój numer, który nazwalimy „pokrewnym”.

Opisywanie arkuszy

W każdym arkuszu należy przewidzieć odpowiednie rubryki dla umieszczenia dat i nazwisk wykonawców oraz dla ewidencji przeprowadzanych zmian. Układ tych rubryk zależeć będzie zasadniczo od systemu przyjętego w danym zakładzie pracy.

Pracownik, sporządzający dany arkusz specyfikacji graficznej wpisuje swoje inicjały oraz literę wydania „A”.

Pracownik, który nanosi na arkusz zmianę, wpisuje poniżej swoje inicjały i datę oraz następną literę wydania z liczbą oznaczającą numer Karty Zmian, na której zawsze można odczytać całą treść zmiany. Jednocześnie pracownik, który nanosi zmianę, winien przekreślić poprzednią literę wydania.

Specyfikacje graficzne dorabiane do istniejącej dokumentacji

W przypadku posiadania gotowej dokumentacji jakiegoś produktu, specyfikacja graficzna będzie po prostu graficzną kopią istniejących arkuszy specyfikacyjnych, z którymi musi być całkowicie zgodna; odbija się na niej zatem wszystkie niedociągnięcia i wady zawarte w danej dokumentacji. Niejednokrotnie np. okazuje się, że rzeczywista technologia montażu wymaga stosowania innych zespołów niż te, które zostały obmyślane i ujęte rysunkowo przez konstruktora.

Np. na podanym arkuszu pierwszym istnieje zespół Z-137 — rozrząd. Z punktu widzenia technologii montażu zespół ten nie powinien właściwie figurować tutaj jako zespół najwyższego rzędu, gdyż jego części składowe zostaną zmontowane na jakimś etapie w komorze rozrządu, a może na wale korbowym.

Jeżeli chcielibyśmy wprowadzić do naszej specyfikacji graficznej ulepszenia, a nie chcemy lub nie możemy dorabiać rysunków potrzebnych technologicznie zespołom, wówczas istnieje możliwość obrania drogi zastępczej, a mianowicie wstawienia do specyfikacji graficznej (w odpowiednie miejsce jej drabiny) prostokątów, zawierających zamiast numeru zespołu — numer operacji technologicznej, w wyniku której otrzymujemy dany zespół montażowy. Jednakże należy wziąć pod uwagę, że niejednokrotnie wprowadzenie takich i innych ulepszeń do specyfikacji graficznej nastręcza poważne trudności, jeżeli się zważy, że całość dokumentacji nie została właściwie opracowana. Otóż w przypadku, gdy nie opłaca się gruntowna przeróbka całości dokumentacji, należy raczej pozostać przy dotychczasowej specyfikacji graficznej, pamiętając o tym, że specyfikacja ta jest kopią dokumentacji istniejącej i że w związku z tym nie może ona ponosić winy za błędy układu tej dokumentacji.

Wykorzystanie specyfikacji graficznej przy produkcji

Specyfikacja graficzna stanowi pewien klucz do zapoznania się ze strukturą produktu. Może ona być użyteczna w dziale planowania ogólnego i warsztatowego, w dziale sprawozdawczości, w dziale zaopatrzenia (części i zespoły zapasowe), w dziale Głównego Konstruktora i Głównego Technologa. Korzystać z nie mogą również kierownik, technolog i majstrzy wydziału produkcyjnego oraz przedstawiciel odbiorcy.

KARTA DOKUMENTACYJNA CIDNT w formie krótkiej fachowej analizy zapoznaje z treścią każdej ukazującej się w prasie światowej publikacji na temat interesujący naukowca, inżyniera, technika i racjonalizatora.

Przegląd prasy technicznej

Możliwości zastosowania metody W. A. Kolesowa

Wydajność pracy na tokarce określona jest zużyciem czasu maszynowego i pomocniczego oraz mocą obrabiarki efektywnie wykorzystaną w czasie procesu skrawania.

Całkowite wykorzystanie mocy obrabiarki, tzn. uzyskanie największej objętości wióra, jest możliwe przy zastosowaniu parametrów skrawania dających optymalne skojarzenie szybkości, szerokości i przekroju wióra. Wydajność narzędzia, a zatem i obrabiarki wzrasta szybciej przy zwiększaniu przekroju wióra niż przy zwiększaniu szybkości, od której w dużej mierze zależy trwałość ostrza.

W Związku Radzieckim, dzięki owocnej pracy przemysłu nad węglakami spiekowymi, jak również dzięki pracy instytutów badawczych, przeprowadzających badania nad materiałami i najbardziej celową geometrią narzędzi (duże kąty skrawania) oraz dzięki osiągnięciom tokarzy-racjonalizatorów, stworzono narzędzie pracujące przy szybkościach 6÷10 razy większych od szybkości skrawania nożami ze stali szybko tnącej.

Prace badawcze wykazały, że przy obecnych narzędziach możliwe jest zwiększenie posuwów i przekrojów wióra, natomiast dalszy wzrost szybkości wymaga jakościowo nowych materiałów narzędziowych (mineralno-ceramiczne spieki).

Wzrost wydajności, uzyskiwany przez stosowanie zwiększonych posuwów, uzależniony jest od ogólnie znanych własności wytrzymałościowych narzędzia w zależności od wielkości posuwu i szybkości skrawania.

Zasługą tokarza radzieckiego, W. A. Kolesowa jest wynalezienie nowej geometrii noża do skrawania na tokarce uniwersalnej przy dużych posuwach i małej głębokości wióra, jak również wskazanie metody pracy pozwalającej na całkowite wykorzystanie mocy obrabiarki przy równoczesnym zachowaniu żądanej jakości powierzchni obrabianej (do 5–6 klasy gładkości wg GOST 2789-51).

Cechą charakterystyczną noża W. A. Kolesowa są dwa ostrza tnące. Ostrze równoległe do tworzącej obrabianej części odgrywa główną rolę w kształtowaniu powierzchni i od niego uzależniona jest również gładkość powierzchni obrabianej. Przy zdejmowaniu bardzo małych naddatków (0,5÷2,0 mm) stosuje się duże posuwy (9÷12 mm/obr), wówczas pierwsze ostrze wykonuje zasadniczą pracę skrawania i od jego trwałości zależy zastosowanie odpowiednich parametrów skrawania. Zdejmowanie większych naddatków (1,5÷4,0 mm) wymaga posuwu 1÷4 mm/obr, aby mogła być w pełni wykorzystana moc obrabiarki. Oba ostrza wykonują wówczas w przybliżeniu jednakową pracę skrawania.

Nóż Kolesowa, dzięki posiadaniu ostrza tnącego o zwiększonej długości, pozwala przy dużych posuwach stosować wystarczająco duże szybkości, zaledwie o 30÷50% niższe od normalnych szybkości skrawania stosowanych przy operacjach zgrubnych nożami z węglaków spiekanych. W. A. Kolesow udowodnił, że na istniejących obrabiarkach można bez zasadniczej modernizacji osiągnąć duże skrócenie czasu maszynowego i podnieść znacznie w szybkim tempie wydajność pracy bez instalowania nowoczesnych środków produkcji.

Zadanie inżynierów i techników, badaczy i konstruktorów polega na rozwijaniu metody W. A. Kolesowa przez szerokie stosowanie jego osiągnięć. Zadania, które wysuwają się w wyniku prac W. A. Kolesowa, można określić następująco:

- 1) wynalezienie najodpowiedniejszej geometrii ostrza przy skrawaniu dużymi posuwami,
- 2) dobór elementów produkcji i wybór parametrów skrawania przy zwiększonych posuwach oraz rozszerzenie tej metody pracy na inne obrabiarki (frezarki, przeciągarki itp.),
- 3) określenie optymalnych charakterystyk dla obrabiarek przy całkowitym wykorzystaniu mocy obrabiarki,
- 4) wynalezienie sposobów pozwalających skrócić czas pomocniczy.

Ponadto należy zwrócić uwagę, że skrawanie posuwami 0,9÷2 mm/obr, zamiast powszechnie stosowanych 0,25÷0,6 mm/obr, daje już duży wzrost wydajności; jednakże dalszy jej wzrost można osiągnąć przez częściową modernizację obrabiarek.

Modernizacja istniejącego parku obrabiarkowego

Modernizacja obrabiarek nasuwa konieczność umożliwienia takiej pracy, która pozwoliłaby wykorzystywać parametry ustalone ostatnio przy szybkościowym skrawaniu, a więc:

dla obróbki zgrubnej: $V = 100 \div 300 \text{ m/min}$ $p = 0,3 \div 1,5 \text{ mm/obr}$
 „ „ półwykańczającej: $V = 60 \div 200$ „ $p = 3 \div 5$ „ „
 „ „ wykańczającej $V = 500 \div 700$ „ $p = 0,06 \div 0,2$ „ „

Jeżeli zatem istniejący park obrabiarkowy ma pracować wg parametrów W. A. Kolesowa, to należy go zmodernizować w kierunku zwiększenia mocy i ilości obrotów, w razie konieczności — poszerzenia zakresu posuwów, zwiększenia sztywności obrabiarki i odporności na drgania.

Ponieważ z danych statystycznych przemysłu wynika, że czas maszynowy pracy tokarek uniwersalnych wynosi ok. 35 ÷ 50% czasu ogólnego, zatem znaczna część strat przypada na czas organizacyjno-przygotowawczy, z czego największą część pochłaniają czynności związane z ustawieniem i zamocowaniem części, z nadaniem jej odpowiedniego kształtu i wymiarów. Stąd wniosek, że przestawiając obrabiarkę na pracę wg metody Kolesowa, należy brać pod uwagę wszystkie zagadnienia związane z eksploatacją obrabiarki, włącznie z zagadnieniami ustawienia, mocowania, sprawdzenia i pomiaru obrabianej części. Niezwykle ważnym momentem jest sprawa bezpieczeństwa pracy, co wymaga zaopatrzenia obrabiarki w osłony, zakrywające przestrzeń roboczą obrabiarki celem zabezpieczenia robotnika przed skaleczeniem od odpryskujących i odpadających wiórów.

Wiele uwagi należy poświęcić zagadnieniu mechanizacji i automatyzacji obrabiarek, ponieważ tylko tą drogą można osiągnąć znaczne skrócenie czasu pomocniczego. Należy przyjąć, iż korzystny jest taki stopień automatyzacji, który obejmuje wykonanie podstawowych operacji obróbki najprostszymi typowymi częściami, wykonywanymi w największej ilości. Dzięki metodzie kopiowania hydraulicznego lub elektromechanicznego otwierają się przed automatyzacją rozległe perspektywy rozwojowe; metoda ta posiada bowiem największą elastyczność i przystosowalność przy równoczesnej małej stracie na przebrojenie.

Przyrządy pomiarowe, służące do kontroli wymiarów liniowych i średnic, powinny ulec takiemu przekształceniu, aby w sposób ciągły i widoczny wskazywały realny wymiar części w miejscu obrabianym. Mechanizm automatycznego wyłączania posuwu powinien gwarantować ściśle ograniczenie ruchu posuwowego przy dużych szybkościach posuwu. Należy zatem zrezygnować całkowicie z powszechnie używanych systemów wyłączania przy pomocy sprzęgieł ciernych, przegubowych i rękojeści opadających. Natomiast należy udoskonalić system twardego zderzaka i opadającego ślimaka przez stworzenie prostej i przystępnej regulacji sił, powstających podczas wykonywania różnych operacji toczenia wzdłużnego i poprzecznego.

Parametry przy nożu Kolesowa

Przy wyborze parametrów, potrzebnych do obróbki nożami Kolesowa, należy kierować się następującymi wskazaniem:

— szybkość skrawania powinna wynosić 70 ÷ 90% szybkości normalnej przy skrawaniu nożami zwykłymi przy tym samym przekroju wióra, nie mniej jednak niż 60 m/min, ponieważ przy zmniejszonych szybkościach gładkość powierzchni obrabianej jest niewystarczająca.

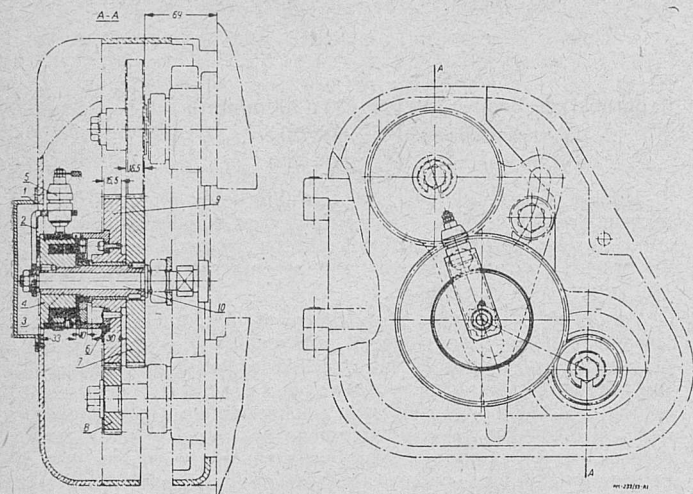
— Wielkość posuwu wzdłużnego określa się warunkiem wykorzystania mocy obrabiarki przy uwzględnieniu głębokości skrawania i kształtu części.

— Przy pracy nożem Kolesowa składowa pionowa siły skrawania dla stali 045 wynosi w przybliżeniu 175 ÷ 185 kG/mm² przekroju wióra, zaś dla żeliwa średniej twardości: 120 ÷ 140 kG/mm².

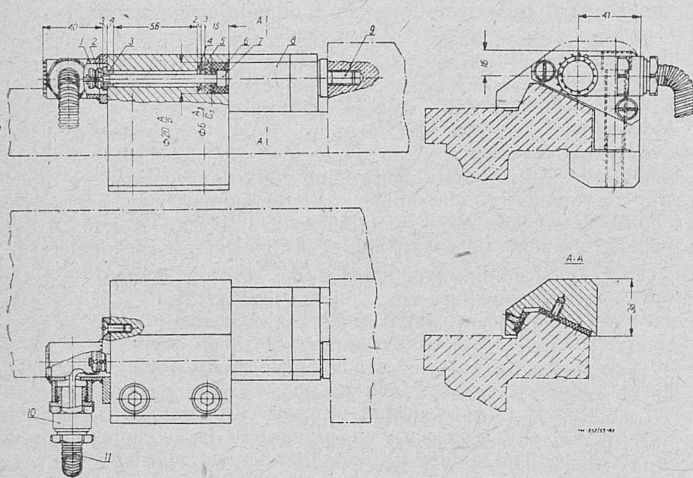
— Składowa promieniowa wynosi dla stali około 0,3 ÷ 0,45, zaś dla żeliwa średniej twardości około 0,25 ÷ 0,4 pionowej składowej siły skrawania. Większe wartości podanych współczynników dotyczą przekrojów wióra, przy których głębokość skrawania równa się w przybliżeniu posuwowi.

Stąd widać, że wielkość sił skrawania i momentów skręcających nie przekracza normalnych wielkości, nie ma zatem potrzeby wzmocnienia mechanizmów obrabiarki, co może być wskazane jedynie z uwagi na pracę narzędziami ze spieków.

Zasadniczą trudność, hamującą szerokie zastosowanie skrawania przy dużych posuwach wzdłużnych, polega na nadawaniu obrabianej części potrzebnego kształtu i wymiarów. Trudność ta spowodowana jest znacznymi szybkościami posuwowymi noża, przy których niemożliwe jest ręczne wyłączanie posuwu w chwili otrzymaniażądanego wymiaru. Istnieje jednak możliwość rozwiązania tego problemu, a to przez zastosowanie twardego zde-



Rys. 1. Mechanizm włączenia posuwu za pomocą sprzęgła elektromagnetycznego; 1 — kadiub, 2 — listwa, 3 — tuleja, 4 — sprzęgło elektromagnetyczne, 5 — trzymak szczotki, 6 — zabierak, 7, 8 i 9 — koła zębate, 10 — wał.



Rys. 2. Zderzak stały; 1 — kadiub, 2 — nakrętka, 3 — tulejka, 4 — sprężyna, 5 — podkładka, 6 — kamień, 7 — trzpień, 8 — ograniczniki długości, 9 — kolek oporowy, 10 — dołączenie końcówek, 11 — rurka metalowa.

rzaka, gdzie mechanizmem wyłączania posuwu jest sprzęgło elektromagnetyczne płytkowe (rys. 1). Umieszczenie sprzęgła elektromagnetycznego na gitarze jest rozwiązaniem uniwersalnym, możliwym do zastosowania na tokarkach każdej konstrukcji. Zasilanie sprzęgła może odbywać się przez niskowoltowy prostownik selenowy. Zderzak stały (rys. 2) ma wbudowany kontakt elektryczny i zapobiega przekroczeniu przez suport żądanej długości. Stały zderzak z kontaktem elektrycznym i napędem elektromagnetycznym może być również zastosowany w urządzeniach wyłączających z opadającym ślimakiem.

L. S.

(„Stanki i Instrumenty” nr 7/53).

Kontrola i usuwanie nierównomierności grubości ścianki długich wałów drążonych

Obróbka skrawaniem wałów drążonych, których $L/D > 50$ i $d/D \approx 0,5$, natrafia na duże trudności ze względu na znaczne ugięcie wału podpartego w podtrzymałkach i istniejące w nim naprężenia wewnętrzne. Nawet przy bardzo starannym zamocowaniu i ustawieniu w podtrzymałkach oraz przy obróbce małym wiórem, wał wykazuje „bicie”, zwłaszcza na końcach, zaś oś otworu najczęściej nie pokrywa się z osią wału.

Jeżeli na przykład $D = 80 \div 100$ mm, a $L > 70 D$, to praktycznie osiągnięta nierównomierność grubości ścianki wynosi 3 mm. Zmniejszenie tej nierównomierności podczas obróbki dokładnej jest problematyczne. Pomiar nierównomierności grubości ścianek głębokościomierzem umożliwiającą promieniowe otwory, jednak nie zawsze są one dopuszczalne.

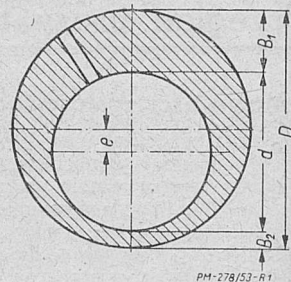
Mimośrodowość osi otworu względem osi wału przedstawiona jest na rys. 1. Różnica grubości ścianki a w dwóch przeciwnych punktach (B_1 i B_2) jest dwa razy większa od mimośrodowości e .

$$a = 2e = B_1 - B_2$$

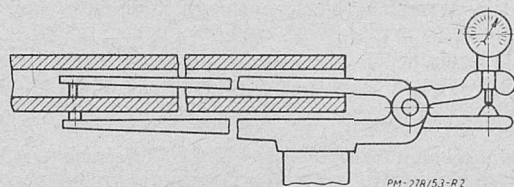
Bezpośredni pomiar odchyłek grubości ścianki można przeprowadzić przyrządem dużej dokładności w sposób pokazany na rys. 2.

Na rys. 3 przedstawiono 4 przypadki nierównomierności grubości ścianki. Na rys. 3a mimośrodowość otworu jest stała, a na rys. 3b zmienia się równomiernie w płaszczyźnie przekroju.

W przypadku na rys. 3c kierunek osi otworu na końcach wału jest różny, przy czym maksymalne skrzywienie osi nie wypada pośrodku długości wału. Odchylenia wymiarowe tego rodzaju najczęściej występują podczas obróbki zgrubnej. Przy dalszej obróbce konieczna jest przed każdą nową operacją kontrola grubości ścianki, w przeciwnym bowiem razie kształt i mimośrodowość otworu mogą ulec znacznym i nieregularnym zmianom.



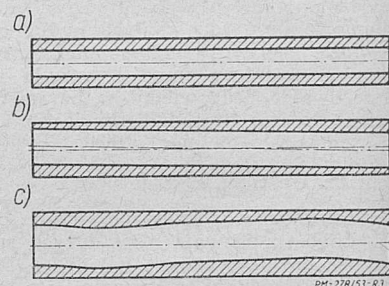
Rys. 1.



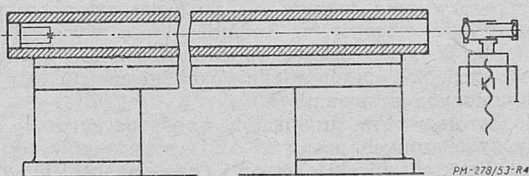
Rys. 2.

Jednym z warunków uzyskania odchyłek grubości ścianki w granicach tolerancji jest przeprowadzenie pomiarów nierównomierności ścianki po każdej operacji. Dobre wyniki pod tym względem daje metoda optyczna z zastosowaniem zwykłego teodolitu jako aparatu pomiarowego.

Przebieg pomiaru jest następujący: Wał układa się na stole zaopatrzonym w pryzmatyczne występy (rys. 4) przy czym na czole wału należy wykonać cztery prostopadłe ryski (rys. 5) i oznaczyć kolejno numerami. W otworze wału umieszcza się wkładkę zaopatrzoną w płytkę szklaną (rys. 6) z wyrysowanym wskaźnikiem krzyżowym, wyznaczającym środek płytki, i współśrodkowymi kołami. Kształt wkładki powinien być taki, by powodował samoczynne ustawianie się wskaźnika w określonym położeniu. Te odolity spoziomowany należy ustawić tak, aby jego wskaźnik



Rys. 3.

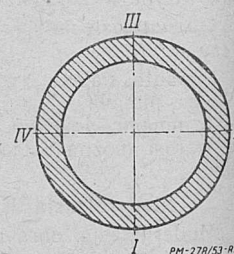


Rys. 4.

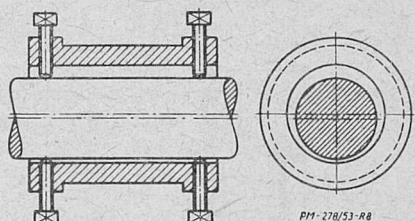
krzyżowy pokrywał się ze wskaźnikiem na płycie wkładki.

Następnie, przesuwając wkładkę w otworze za pomocą sznurka co pewien odstęp (np. co 1 m), dokonuje się pomiaru zmian grubości ścianki w położeniach wkładki 1, 2, 3 itd. oraz wału I, II, III i IV.

Sposób obliczania odchyłek grubości ścianki na podstawie pomiarów rozpatrzmy na przykładzie przedstawionym na rys. 7.



Rys. 5.



Rys. 6.

Wał jest zgięty, ponieważ spoczywa na pryzmach — nie na całej swej długości — pozostawiając szczeliny. Wielkość szczeliny między stołem a wałem może być zmierzona szczerinomiernem z dokładnością 0,05 ÷ 0,1 mm.

Wielkość odczytana za pomocą teodolitu, przy przesunięciu wkładki od położenia 0 do położenia n , wynosi

$$a_{od} = B_n - B_o$$

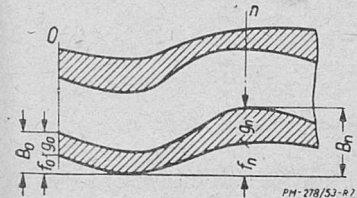
Rzeczywista zmiana grubości ścianki wynosi

$$a_{rz} = g_n - g_o$$

Po podstawieniach otrzymamy:

$$a_{rz} = a_{od} - f_n + f_o \quad [1]$$

Wzór ten określa zmianę grubości ścianki, a więc charakteryzuje jej nierównomierność w przypadku, gdy średnica zewnętrzna wału na całej jego długości jest jednakowa. W wyniku obróbki zgrubnej wielkość średnicy wału najczęściej jest różna, co należy uwzględnić przy mierzeniu szczeliny między wałem i pryzmą. Zatem



Rys. 7.

$$f_n = l_f + l_D \quad [2]$$

gdzie: l_f — luz wywołany ugięciem wału, l_D — luz spowodowany odchyłką średnicy wału.

Wartość l_D może być wyrażona równaniem:

$$l_D = \frac{D_1 - D_2}{2} \quad [3]$$

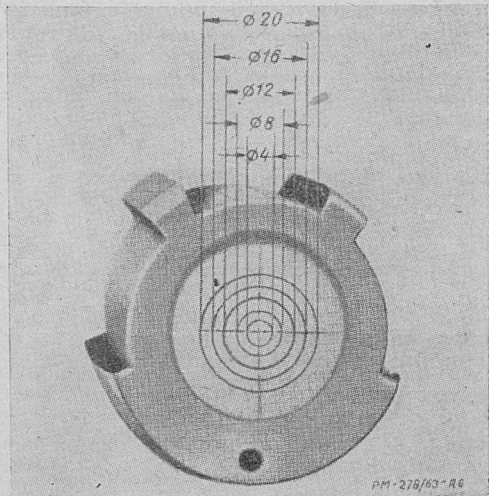
gdzie: D_1 — średnica (większa) wału w najbliższym miejscu, w którym nie ma luzu między wałem a pryzmą, D_2 — średnica (mniejsza) wału w miejscu dokonywania pomiaru.

W równaniu [1] wielkość f_n zastępujemy wielkością l_f , którą możemy wyrazić na podstawie równań [2] i [3] wzorem:

$$l_f = f_n - \frac{B_1 - D_2}{2} \quad [4]$$

Wstawiając wyrażenie [4] do równania

$$a_{rz} = a_{od} - l_f - f_o$$



Rys. 8.

otrzymamy ostateczny wzór na obliczenie wielkości charakteryzującej nierównomierność grubości ścianki

$$a_{rz} = a_{od} - f_n - f_o + \frac{D_1 - D_2}{2} \quad [5]$$

Odchyłki grubości ścianki a_{rz} obliczamy dla położenia wału I, III i II, IV oraz położenia wkładki w odstępach co 1 m. Zmniejszeniu grubości ścianki w jakiegokolwiek płaszczyźnie prostopadłej do osi wału powinno odpowiadać takie same zwiększenie grubości po przeciwnej stronie wału, tzn., że dla położenia wału I i III oraz II i IV odchyłki grubości ścianki są sobie równe, lecz mają przeciwny znak.

Przy dalszej obróbce otworu można zmniejszyć odchyłki grubości pod warunkiem, że nadatki obróbkowe są dostatecznie duże. W tym celu na wale zaznaczamy miejsce i wielkość zwiększenia grubości ścianki.

Podczas obróbki zginamy wał w kierunku znaku o wielkość odchyłki za pomocą specjalnego przyrządu. Jeżeli nierównomierność grubości występuje w środkowej części wału, wówczas stosujemy specjalną tuleję (rys. 8), w której ustala się wał mimośrodowo (wielkość przesunięcia wału w tulei powinna równać się odchyłce grubości), samą zaś tuleję podpieramy podtrzymką.

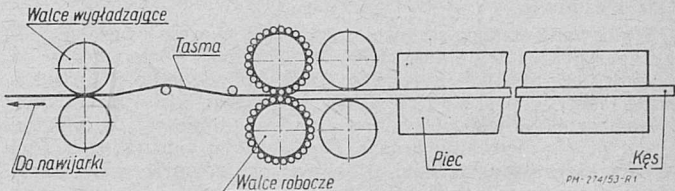
Ponieważ pomiar a_{od} może być dokonany z dokładnością do 0,5 mm, a pomiar f_n i f_o oraz średnicy wału — z dokładnością do 0,1 mm, przeto błąd przy wyznaczaniu nie przekracza 1 mm. Nierównomierność grubości ścianki zatem, przy starannym przeprowadzeniu pomiarów i starannej obróbce na tokarce, nie powinna przekraczać 1,5 mm.

C. D.

(Więstnik Maszynostrojennia, nr 8/53, str. 51).

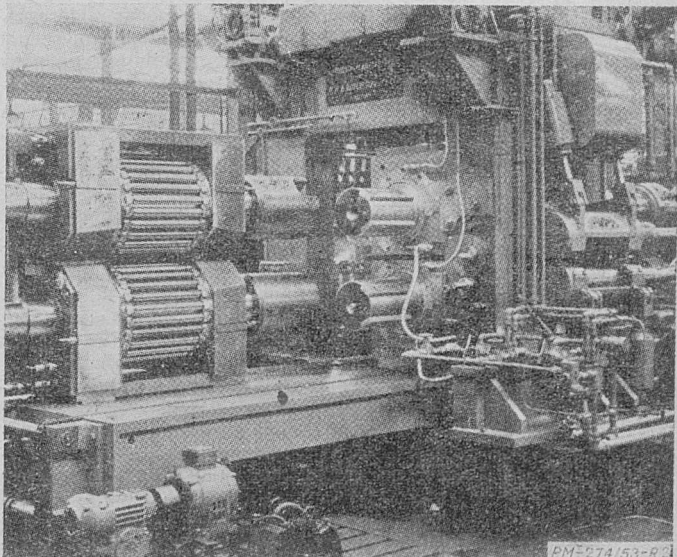
Walcarka z obiegowymi walcami roboczymi

Nowy typ walcarki charakteryzuje się tym, że walce robocze rozmieszczone są w równych odstępach na obwodzie dużych walców oporowych (rys. 1) i wykonują ruch obiegowy.



Rys. 1.

Walce robocze są osadzone w dwóch pierścieniach i obracają się swobodnie razem z nimi dookoła walca roboczego, który jest równocześnie walcem napędzającym. Obydwa pierścienie napędzane są tym samym zespołem kół zębatach, ażeby zapewnić całkowitą synchronizację obrotów, dzięki czemu odpowiednie pary walców roboczych (jeden walec z górnego i jeden z dolnego zespołu) znajdują się zawsze w tym samym położeniu w stosunku do kęsa oraz w stosunku do siebie.



Rys. 2.

Z powodu bardzo dużego kąta chwytu oraz ze względu na sposób zamontowania walców roboczych, kęsy muszą być nodawane między walce pod działaniem równomiernej siły dociskowej wywieranej przez walce podające. Walce te są zmontowane w tym samym stojaku, co walce robocze.

Napęd walców roboczych uzyskuje się przez silny docisk tych walców do walców napędowych za pomocą sprężyn.

Dwa zespoły, złożone z 26 walców roboczych i jednego walca oporowego, zmontowane są jeden nad drugim (rys. 2). Walce oporowe mają średnicę 50 cm i prędkość obrotową 230 obr/min; napędzane są od silnika mocy 900 KM i 500 obr/min. Walce robocze wykonane są ze stali chromowo-wanadowej. Średnica ich wynosi 5 cm, prędkość obrotowa około 3000 obr/min. Oba zespoły walców mogą być wysuwane na zewnątrz na prowadnicach w celu przeprowadzenia kontroli walców, ich naprawy, przeszlifowania itd. Na czas remontu zakłada się zapasowy zespół walców, ażeby uniknąć przestojów walcarki. Budowa walcarki jest prosta i tania.

Szybkość rolek podających kęs między walce robocze wynosi $1,35 \div 2,7$ m/min, zależnie od żądanej grubości i szerokości walcowanej taśmy. Rolki podające kęs napędzane są silnikiem o mocy 30 KM.

Bezpośrednio za walcami roboczymi umieszczone są dwa walce wygładzające, podobnie jak walce robocze, jeden nad drugim. Walce te napędza silnik o mocy 200 KM i o zmiennej liczbie obrotów (14/43 obr/min). Między walcami roboczymi i wygładzającymi znajduje się napinacz regulujący napięcie walcowanej taśmy. W odległości około 30 m od walców wygładzających znajduje się nawijarka taśmy, do której taśma przesuwana się po stole walcowym.

Piec opalany jest paliwem płynnym. Składa się on z szeregu (do 15) członów ustawionych w linię. Długość pieca, a więc i stopień nagrzania kęsa, można regulować ustawiając odpowiednią ilość członów pieca w linię. Również prędkość przebiegu kęsa przez piec jest regulowana. Konstrukcja pieca umożliwia stosowanie kęsa o długości $4,5 \div 13,5$ m. W pobliżu pieca znajduje się zawsze zapasowy człon pieca na wypadek uszkodzenia jednego z członów.

Walcowanie taśmy stalowej z kęsa odbywa się w czasie jednego przepustu. Wydajność walcarki wynosi do 10 ton taśmy na godzinę, lecz można ją jeszcze zwiększyć. Szerokość produkowanej taśmy wynosi od 15 do 37,5 cm, grubość od 0,1 do 4,7 mm. Żądana grubość jest utrzymana na całej długości i szerokości taśmy; przy walcowaniu kęsa o długości 9 m, odchyłki grubości nie przekraczają 0,05 mm. Możliwe jest również walcowanie taśmy o specjalnej grubości i szerokości.

Walcarka służy do walcowania nie tylko zwykłej stali niskowęglowej, lecz również do walcowania stali o zawartości węgla do 1%, do walcowania stali nierdzewnych i stopowych, a także metali nieżelaznych.

M. Ch.

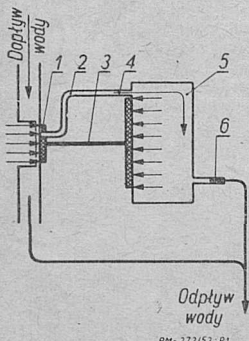
(The Engineer, October 23, 1953, str. 526)

Dławnica gumowa

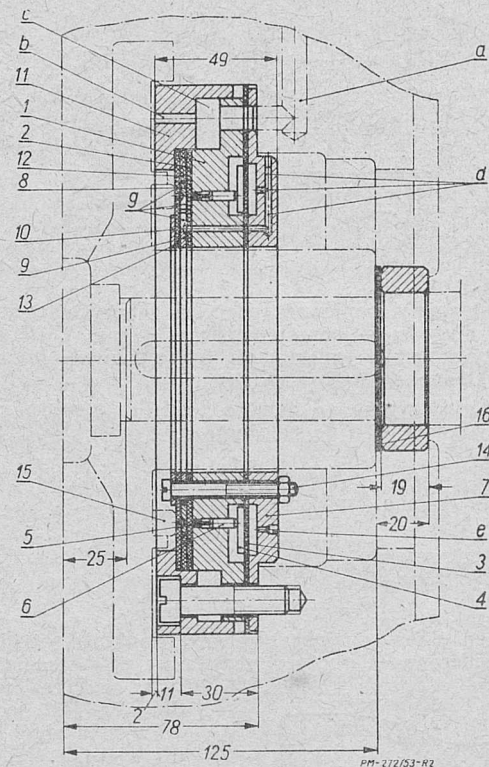
Dławnicę, wykonaną częściowo z gumy odpornej na ścieranie, zastosowano zamiast dławnicy metalowej w celu zabezpieczenia silnika elektrycznego przed zalaniem wodą. Silnik ten, o mocy 96 kW i prędkości obrotowej 3000 obr/min, został użyty do napędzania zespołu dwóch pomp wirnikowych o ciśnieniu 20 at.

Na rys. 1 przedstawiony jest schemat działania dławnicy gumowej. Płytkę gumową 1 służy do regulacji wielkości szczeliny między wirnikiem i korpusem pompy, płytka gumowa 4 umożliwia wywieranie nacisku na płytkę 1 za pośrednictwem elementu 3. Przewód 2 służy do odprowadzania cieczy z przestrzeni roboczej wirnika do komory 5 zaś wyłot 6 — do odprowadzania cieczy z komory 5 i regulowania w ten sposób ciśnienia działającego na płytkę 4.

Powierzchnię działania naporu wody na obie przekładki oblicza się ze stosunku tych powierzchni, który powinien być równy odwrotności stosunku odpowiednich ciśnień. W praktyce stosunek ten przyjmuje się równy stosunkowi ciśnienia wody wypływającej z wirnika do ciśnienia wody wpływającej do wirnika.



Rys. 1. Schemat działania dławnicy gumowej.



Rys. 2. Dławnica gumowa.

Budowa dławnicy gumowej jest przedstawiona na rys. 2. Głównym elementem dławnicy jest tarcza 1 z dwoma wytoczeniami mieszczącymi w sobie pierścienie 4 i 5 i zamkniętymi z obu stron szczelnymi pierścieniami gumowymi 2 i 3. Wytoczenia są połączone ze sobą ośmioma otworami, w których znajdują się kołki 6. Za pomocą dwunastu śrub 14, pierścienia gumowy 3 jest dociśnięty do krążka 1 pierścieniem metalowym 7, a pierścienie gumowe 2, 12 i 13 wraz z pierścieniami metalowymi 8, 9 i 10 — pierścieniem 11.

Przez kanał *a* w korpusie pompy tłoczona jest czysta woda do pierścieniowej komory *c*, a następnie przez sześć otworów do przestrzeni między tarczą wirnika i czołową powierzchnią pierścienia 11. Ciśnienie czystej wody powinno być wyższe o $1 \div 2$ at od ciśnienia roboczego pompy, w celu umożliwienia przedostawania się do dławnicy brudnej wody przetłaczanej przez pompę. Po uruchomieniu pompy, czysta woda płynie przez szczelinę między brązowym pierścieniem 15 wirnika pompy i pierścieniem gumowym 13 oraz przez sześć otworów w pierścieniu 13, leżących naprzeciw pierścienia brązowego, a następnie kanałami *g* w tarczy 1 i kanałami *d* w pierścieniu 7 do przestrzeni między pierścieniem 7 i pierścieniem gumowym 3. Po całkowitym wypełnieniu tej przestrzeni zaczyna w niej wzrastać ciśnienie wody, w wyniku czego pierścienia gumowy 3 zaczyna wywierać poprzecz pierścienia metalowy 4, kołki 6 i pierścienia metalowy 5 nacisk na układ pierścieni gumowych i metalowych, powodując dociśnięcie pierścienia gumowego 13 do czołowej powierzchni pierścienia gumowego 15 wirnika. Wynikiem tego dociśnięcia jest zamknięcie szczeliny między wirnikiem i korpusem i znaczne zmniejszenie upływu wody.

Dociśnięcie pierścienia 13 do pierścienia 15 powoduje jednak równocześnie zamknięcie otworów znajdujących się w pierścieniu 13, a zatem przerwanie dopływu czystej wody do przestrzeni między pierścieniem 7 i pierścieniem gumowym 3. Ponieważ zaś jednocześnie woda stale odpływa otworem *e*, przeto ciśnienie w przestrzeni tej spada i ciśnienie panujące w komorze wirnika powoduje odsunięcie pierścienia 13 od pierścienia 15 i powiększenie szczeliny między wirnikiem a korpusem pompy. Opisany wyżej proces zamykania szczeliny ciągle się powtarza, dając w efekcie znaczne zmniejszenie strat szczelinowych.

Dławnica gumowa może być stosowana w pompach hydrodynamicznych wszystkich typów i rozmiarów. Najlepsze wyniki daje zastosowanie tej dławnicy w pompach wysokiego ciśnienia ($300 \div 700$ m słupa wody).

W. S.

(Więstnik Maszynostrojenia, nr 8/1953, str. 26).

Wiadomości SIMP

Konferencja naukowo-techniczna obróbki plastycznej metali

Zarząd Główny SIMP przy współudziale Departamentu Techniki Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego i Departamentu Techniki Ministerstwa Przemysłu Maszynowego organizuje w dniach 22 i 23 marca br. konferencję naukowo-techniczną poświęconą obróbce plastycznej metali. Obrady odbywać się będą w Warszawie w Domu Technika.

W pierwszym dniu konferencji — na obradach plenarnych — wygłoszony będzie referat inż. K. Bosiackiego pt: „O szersze wprowadzenie obróbki plastycznej” oraz referat prof. dr T. Pelczarskiego pt: „Podstawy procesów obróbki plastycznej”.

Popołudniowe obrady w dniu pierwszym oraz przedpołudniowe w dniu następnym toczyć się będą w sekcjach.

Przewiduje się istnienie dwóch sekcji: obróbki plastycznej na zimno oraz obróbki plastycznej na gorąco.

W ramach sekcji obróbki plastycznej na gorąco przedyskutowane będą referaty:

- inż. J. Jarockiego na temat: „Kierunki rozwoju metod kucia”,
- inż. R. Sypniewskiego,
- „ M. Koszowskiego oraz
- „ P. Wasiunika na temat: „Przegląd maszyn kuźniczych na tle aktualnych potrzeb przemysłu”.
- inż. P. Wasiunika na temat: „Kucie na kuźniarkach”.

— „ T. Bukowskiego na temat: „Metody nagrzewania materiału przy kuciu matrycowym”.

— inż. T. Ruta na temat: „Produkcja odkuwek na walcarkach kuźniczych”.

Na sekcji obróbki plastycznej na zimno będą dyskutowane referaty:

- inż. F. Seyny na temat: „Kierunki rozwoju metod tłoczenia”.
- „ T. Księżyckiego na temat: „Kierunki rozwoju budowy pras mechanicznych do tłoczenia na zimno”,
- prof. F. Tychowskiego na temat: „Wyciskanie metali”,
- inż. Z. Wiśniewskiego na temat: „Nowe metody badania głębokotłoczności blach cienkich”,
- inż. Z. Marciniaka na temat: „Tłoczniki do produkcji małoseryjnej”.

W drugim dniu obrad po zakończeniu obrad sekcyjnych, nastąpią obrady plenarne podsumowujące dwudniową dyskusję.

Za mało inicjatywy z terenu przy ustalaniu tematyki odczytów

Chociaż ilość wygłaszanych odczytów w oddziałach i kołach zakładowych SIMP przekracza zamierzone plany, to jednak ich tematyka oraz poziom opracowania nie zawsze odpowiada zainteresowaniom słuchaczy referatów. Na ogół przyczynę takiego stanu upatruje się w fakcie wprowadzania przez Zarząd Główny SIMP zasady centralnego zamawiania i opracowy-

wania referatów oraz rozsyłania gotowych tekstów do wykorzystania przez ogniwa terenowe.

Takie tłumaczenie niedostatecznego zainteresowania tematyką odczytów wykazywanego przez członków kół zakładowych nie jest słuszne. Zło leży nie w tym, że Zarząd Główny SIMP scentralizował zamawianie referatów, ale w tym, że oddziały terenowe nie wykorzystują zagwarantowanego im w pełni wpływu na dobór zarówno tematyki opracowywanych referatów jak i ich autorów.

Każdy wniosek z terenu, zawierający proponowany temat, nazwisko i adres autora oraz krótkie uzasadnienie potrzeby opracowania tematu — jest niezwłocznie po otrzymaniu rozpatrywany przez Główną Komisję Odczytową SIMP, zaś po zakwalifikowaniu wniosku przez Komisję, referat jest zamawiany przez Zarząd Główny bezpośrednio u autora przy zachowaniu obowiązujących stawek.

Należy stwierdzić, że dotychczas wnioski takie z terenu wpływają niesłychanie rzadko. A czym więcej byłoby takich wniosków, tym bardziej tekst referatów byłby zbliżony do potrzeb i zainteresowania terenu.

Narada z autorami piszącymi na temat remontu i konserwacji maszyn

Komisja Remontowa, działająca przy Zarządzie Głównym SIMP, organizuje w dniu 5 kwietnia br. naradę z autorami książek, podręczników, artykułów, referatów i innych publikacji, których tematyka wiąże się z zagadnieniami remontu i konserwacji maszyn oraz urządzeń mechanicznych w zakresie przemysłu maszynowego.

Poza autorami, w naradzie wezmą udział przedstawiciele przedsiębiorstw wydawniczych oraz redakcji czasopism technicznych, ponadto do udziału w niej zaproszeni będą przedstawiciele departamentów Głównego Mechanika niektórych resortów gospodarczych.

Wszyscy zainteresowani tematem narady powinni zgłosić chęć w niej udziału we właściwym oddziale terenowym SIMP. Zarządy oddziałów powinny zestawić zgłoszenia w listy zbiorcze i nadesłać je możliwie jak najszybciej do Zarządu Głównego. Zgłoszeniem należy objąć nie tylko kolegów już piszących na wymieniony temat ale również i pragnących oraz mogących pisać.

Zgłaszając kandydata do udziału w naradzie, należy podać jego imię i nazwisko, adres prywatny, miejsce pracy, stanowisko oraz wymienić dotychczasowy dorobek prac pisarskich.

Zarząd Główny SIMP będzie brał pod uwagę również bezpośrednie zgłoszenie się zainteresowanych.

Na podstawie otrzymanych zgłoszeń, Zarząd Główny SIMP wystosuje odpowiednie zaproszenia do uczestników w naradzie zapewniając uzyskanie delegacji służbowej.

Bibliografia

Romuald Wołk — PLANOWANIE ZUŻYCIA NARZĘDZI. Format B5, stron 200, rysunków 145, tablic 105. PWT, Warszawa, 1953. Cena zł 21.30.

Książka ta, przeznaczona dla technologów oraz techników planowania, składa się z krótkiego wstępu i czterech rozdziałów.

Rozdział I poświęcony jest planowaniu w gospodarce narzędziowej. Autor podaje systematykę całości zagadnień w gospodarce narzędziowej, nasświetlając zagadnienia zasadnicze, jak: właściwy dobór narzędzia, jego racjonalną eksploatację, obniżenie kosztów zużycia narzędzi, oraz organizację wewnętrzno-zakładowej obsługi narzędziowej.

Rozdział II zestawia podstawowe materiały do planowania zużycia narzędzi. Kolejno omówione są rodzaje norm zużycia narzędzi, ich wady i zalety, oraz przydatność w zastosowaniu do różnych rodzajów narzędzi. Zagadnienie norm zużycia rozciągnięto również na narzędzia do obróbki beźwiórkowej i na narzędzia pomiarowe. Rozdział ten zawiera bogate zestawienia porównawcze, oparte w większości na doświadczeniach radzieckich, i podaje wytyczne do opracowania norm wewnętrzno-zakładowych.

Rozdział III poświęcony jest warunkom racjonalnego zużycia narzędzi oraz wytycznym określania ekonomicznej trwałości narzędzi skrawających. W rozdziale tym Autor podaje zestawienia średnich wartości dopuszczalnego zużycia ostrzy dla szeregu rodzajów narzędzi oraz zestawienia metod podwyższania trwałości ostrzy poparte wynikami doświadczeń radzieckich.

W ramach tego rozdziału Autor porusza również zagadnienie zmniejszenia kosztu narzędzi ze specjalnym uwzględnieniem wpływu rozchodu dróg (deficytowych) materiałów narzędziowych. Poza tym Autor omawia zagadnienie regeneracji narzędzi.

Ostatni rozdział poświęcony jest omówieniu techniki planowania zużycia narzędzi przy uruchamianiu nowych produkcji oraz wytycznych kontroli zużycia narzędzi na zakładach przy produkcji bieżącej.

Przechodząc do oceny książki, należy podkreślić, że stanowi ona rzetelnie opracowany poradnik dla technika planowania, oparty na najlepszych źródłach krajowych produkujących technicznie. Najbardziej wartościową częścią książki są bogate materiały porównawcze zestawione przez Autora w formie tablic oraz gruntownie przeanalizowane i częściowo sprawdzone praktycznie wzory kart sprawozdawczych, obejmujących najistotniejsze zagadnienia gospodarki narzędziowej.

Pewne zastrzeżenia budzą niezgodności z obowiązującymi Normami Państwowymi; dotyczy to przede wszystkim stopniowania średnic narzędzi oraz materiałów narzędziowych, które dawno zostały skreślone z list hutniczych (np. SV3).

Poza tym należy zwrócić uwagę na przypadki powtórnego nasświetlania pewnych zagadnień, omówionych w rozdziałach poprzednich.

Równocześnie należy podkreślić niedostateczne omówienie zużycia narzędzi ze wstawianymi ostrzami, w których dodatkową wielkością decydującą o granicy zużycia mocowanych wkładek jest minimalna wielkość części chwytywowej.

Również należy podkreślić brak omówienia trwałości korpusów narzędzi ze wstawianymi ostrzami.

Reasumując powyższe uwagi, należy podkreślić, że wobec wagi poruszonych w książce zagadnień dla gospodarki krajowej wielkość nakładu wydanej się za niską. Tym bardziej, że należy oczekiwać, że będzie ona podstawą postawienia i uporządkowania zagadnień gospodarki narzędziowej w kraju.

Witold Wierzbicki, członek rzeczywisty Polskiej Akademii Nauk — ZADANIA Z TEORII NAPRĘŻEN, WYBOCZENIA I DRGAŃ. Format B4, stron 167, rys. 124. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, 1953, Warszawa. Cena zł. 11.—

Książka ta, przeznaczona do użytku w szkołach wyższych, stanowi uzupełnienie dawniej wydanych przez Autora zbiorów zadań, a mianowicie: zadania ze statyki belek prostych oraz zadania z teorii ram, łuków i krat.

Zgodnie z tytułem, książka podzielona jest na części obejmujące trzy różne grupy zagadnień. Materiał podany jest w stanie uporządkowanym, w sposób we wszystkich częściach jednolity.

Podanie przez Autora na początku książki wyczerpującego spisu dobrze opracowanych oznaczeń i wzorów ogólnych, używanych w tekście jest celowe; jest to rzadko stosowane w krajowych i zagranicznych pracach tego rodzaju. Może byłoby dobrze w następnym wydaniu uzupełnić zbiór wzorów podaniem po wzorze 36 tabliczki z wartościami współczynnika κ obniżającego dopuszczalne naprężenie na ścisnięcie przy wybozczeniu dla różnych rodzajów stali oraz dla żeliwa i drewna.

Bardzo cenne są wprowadzenia poprzedzające zadania w każdym rozdziale, nazwane w spisie rzeczy „wyjaśnieniami ogólnymi”; dotyczą to głównie części drugiej i trzeciej.

Poza tym, że — ogólnie rzecz biorąc — zadania są dobre i usystematyzowane bardzo szczęśliwie, pragnę podkreślić to, co zwraca na siebie przede wszystkim uwagę w poszczególnych rozdziałach.

W rozdziale I (Naprężenia) w zadaniu 49 uniknięto niejasności (czy może wprost błędów) często spotykanych w innych podręcznikach. Na skutek tych niejasności można by wnioskować mianowicie, że cztery naprężenia styczne τ_x panujące w przekrojach prostopadłych do osi x i y , a skierowane odpowiednio równoległe do osi y i x posiadają parami różne znaki, gdy w rzeczywistości wszystkie cztery naprężenia τ_x mają jednakowe znaki jeżeli naprężeniami σ_x i σ_y przypisujemy znak + lub — w zależności od tego czy jest ono rozciągające czy też ścisające. Wówczas znak + lub — jest uzależniony od ustosunkowania się wartości algebraicznych naprężeń głównych σ_1 i σ_2 i nie może być dowolnie przyjmowany, czego nie uwzględniają różni autorzy.

W rozdziale II (Wybozczenia) podane są, poza sposobem opartym na bezpośrednim wykorzystaniu odkształcalnej osi pręta wybozczonego, jeszcze inne sposoby przybliżone, a mianowicie: sposób momentów wtórnych, sposób energetyczny i sposób różnic skończonych.

W innych podobnych podręcznikach nie spotyka się tak bogato uwzględnionej tej ważnej dziedziny wiadomości. Stanowi to niewątpliwie oryginalną pozycję niniejszej pracy.

Na szeregu przykładach pokazano, że w przypadkach, w których ściśle rozwiązanie jest uciążliwe, można je zastąpić bardzo prostym rozwiązaniem przybliżonym z błędem nie mającym większego praktycznego znaczenia.

W rozdziale III (Drgania) podane są sposoby przybliżonego wyznaczania podstawowych drgań własnych pozwalające w przypadkach złożonych na łatwe otrzymanie rozwiązań przybliżonych, dla praktyki wystarczająco dokładnych, czego inne pokrewne podręczniki w takiej mierze nie uwzględniają. Jest to także cecha książki korzystnie odróżniająca ją od innych przeznaczonych do tego samego celu.

Przy czytaniu następuje się konieczności ustalenia terminów stosowanych w pracy pojęć w skali ogólnopolskiej. A oto terminy, w których panuje u nas dwoistość:

1. przesunięcie, czy posunięcie, gdy kojarzymy zjawisko z modelem G ,
2. drzewo czy drewno, gdy chodzi nie o roślinę lecz o materiał (np. str. 47),
3. stany naprężenia (str. 53) czy stany napięcia. (Huber już w r. 1903 używa: stany napięcia),
4. wypadek, czy przypadek, gdy nie towarzyszy mu przykre wydarzenie,
5. siła krytyczna jest siłą, przy której — czy też po przekroczeniu której — następuje wybozczenie (np. str. 65),
6. energia sprężysta, czy energia sprężystości (np. str. XVII),
7. częstotliwość, czy częstość drgań (np. str. 115).

Omawiana książka nie jest zwykłym dobrze napisanym podręcznikiem, lecz stanowi ona cenny wkład do wzbogacenia naszej literatury technicznej; posilkować się nią będą nie tylko studenci, lecz również inżynierowie w celu pogłębienia swych wiadomości niezbędnych do lepszego wykonywania zawodu; na tej drodze przyczyni się ona niewątpliwie do postępu w naszej technice.

Z. K.

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

Zasada pracy wielkiego pieca nie uległa na przestrzeni przeszło półtora wieku niemal żadnej zmianie. Zwiększyły się wszystkie wymiary pieca, uległy zmianie wzajemne stosunki tych wymiarów, wielki piec otrzymał nowoczesny wyciąg i zamknięcie dwusłownikowe; zwrócono uwagę na fizyczne własności wsadu. Jednakże sam proces pozostał niezmieniony: do gardzieli załadunku się materiały wsadowe, koks, rudy i topniki, do garu wdmuchuje się powietrze, a powstałe gorące gazy w drodze bezpośredniego kontaktu nagrzewają wsad i redukują go.

Wielki piec pozwala w sposób ekonomiczny wytwarzać duże ilości surówki, co jest jego niewątpliwą zaletą. Jednakże posiada on także i ujemne strony: stawia wysokie wymagania odnośnie rudy i koksu, a produktem jego jest surówka, a więc żelazo nawęglone, które musi być poddane powtórnej przeróbce dla otrzymania stali.

Ta dwustopniowość otrzymywania żelaza nienawęglonego była i jest podniętą do szukania metod bezpośredniego otrzymywania stali.

Książka prof. Durrera ma na celu przedstawienie nowych metod uzyskiwania żelaza oraz tych nowoczesnych metod dostosowanych do wielkiego pieca koksowego, które zwiększają jego wydajność oraz ekonomię jego procesu.

We wstępie Autor podaje przegląd wiadomości o zapasach rudy i materiałach energetycznych na kuli ziemskiej, wskazuje na celowość wykorzystania energii hydroelektrycznej, do czego zmusza m. in. również szereg zapasów węgla koksiowych.

W dalszym ciągu książki omówiono w krótkim zarysie najważniejsze reakcje przy otrzymywaniu żelaza z rud, podano stopień wykorzystania węgla w wielkim piecu oraz wskazano na dużą niedogodność wypływającą ze stosowania do wielkiego pieca powietrza atmosferycznego, obciążonego dużym balastem azotu. Zaledwie 50% węgla zostaje wykorzystane w wielkim piecu, a gaz wielkopiecowy, powstały z wysokogatunkowego paliwa, rozcieńczony azotem — jest paliwem niskowartościowym. Ponieważ poza tym wielki piec jest wrażliwy na jakość fizyczną materiałów wsadowych, (szczególnie mialkiej rudy) jak również na własności fizyczne koksu, Autor wskazuje w ostatnim słowie swej książki na wielki piec, jako na „leniwego potwora”, który w najbliższej przyszłości zostanie uznany za przestarzały.

Następnie omówiono kolejno metodę Höganåsa i Wiberga, przy czym metodzie tej przypisuje Autor wielkie możliwości rozwojowe w przyszłości, a to głównie z uwagi na małe zużycie energii. Jako przykład podano wyniki pracy szwedzkich pieców na węglu drzewnym, oraz wyniki pracy pieców elektrycznych do wytopu surówki. Następna metoda, której poświęcono wiele uwagi, jest metoda Basseta i Stürzelberga oraz Kruppa w piecach obrotowych, po czym omówiono zastosowanie tlenu w wielkim piecu. Temat ten w wyraźny sposób pasjonuje Autora, który poświęcił mu dużo miejsca w swoich rozważaniach.

Jako całość książka ta omawia temat nowy i stosunkowo mało znany. Napisana jest doskonale, przystępnie i zrozumiale, tak, iż może być pożyteczna nie tylko dla fachowców z tej dziedziny, ale także i dla ekonomistów i w ogóle czytelników, nie posiadających wiadomości z tej dziedziny, ale zainteresowanych tematem. Należy podkreślić, iż temat jest rzeczywiście pasjonujący z uwagi na możliwości rozwojowe w przyszłości.

Do nielicznych zresztą braków książki należy dość jednostronnestawienie Autora w ujęciu tematu — podaje on tylko wady wielkiego pieca, nie wspominając o jego zaletach, a z drugiej strony ogranicza się do omówienia zalet nowych metod, pomijając istniejące niewątpliwie wady nowych urządzeń. Należy wziąć pod uwagę, iż mimo swych wad, wielki piec może produkować dużo i tanio z bardzo ubogich rud; natomiast jeśli chodzi o nowe metody, to są one — jak dotychczas — oparte tylko na stosunkowo bardzo małych ilościach i przeważnie (poza Kruppem) dla rud wysokogatunkowych i bogatych. Dalszym brakiem książki jest to, iż nie podano w niej — choćby w ogólnych zarysach — konstrukcji urządzeń Wiberga i Kruppa, co stanowiłoby korzystne uzupełnienie opisywanych procesów.

Przechodząc do omówienia polskiego tłumaczenia książki prof. Durrera, należy przede wszystkim wziąć pod uwagę fakt, iż książka ukazała się w oryginale w roku 1943, a jej tłumaczenie na język polski w roku 1953, czyli w 10 lat później. W roku 1943 temat omówiony w tej książce oparty był na najnowszym ówczesnych osiągnięciach i danych, w międzyczasie jednak poczyniono właśnie w tej dziedzinie kolosalne postępy, czego wydanie polskie z 1953 r. nie uwzględniło. Wspomniane postępy dotyczą w pierwszym rzędzie wytwarzania i stosowania tlenu w wielkich piecach, następnie stosowania tzw. sztucznego dymu. Udoskonalona została w międzyczasie omawiana w książce metoda Wiberga i Kruppa, wreszcie w okresie już powojennym powstała zupełnie nowa dziedzina pieców koksowych niskoszybowych, przed którymi stoją obecnie wielkie możliwości rozwojowe na przyszłość. Wziąwszy pod uwagę powyższe momenty, należy się zastanowić, czy wydanie książki z roku 1943 w jej pierwotnym stanie w roku 1953 można uważać za przedsięwzięcie korzystne? Oczywiście, iż sam fakt wydania tak dobrej książki w języku polskim i udośćnienie jej przez to szerokim rzeszom polskich czytelników jest faktem słusznym i celowym, tym niemniej jednak byłoby rzeczą pożądaną uzupełnić książkę fachowo na podstawie literatury powojennej, uwzględniając nowe osiągnięcia w omawianej dziedzinie. W ten sposób książka spełniłaby swoje zadanie, zaś w braku tych uzupełnień praca jest w pewnej mierze przestarzała.

W tłumaczeniu polskim napotyamy na szereg błędów, których źródłem jest z jednej strony niewłaściwe oddanie tekstu oryginału, zaś z drugiej strony brak wiadomości fachowych tłumaczy. Oto przykłady: na str. 61 „...mała zawartość siarki ... pozwala na otrzymanie żużla...“ zamiast: „...mała zawartość siarki ... pozwala na stosowanie żużla...“ Na str. 75 „...w piecu niskoszybowym wydzielą się ... gaz“ zamiast: „...w piecu niskoszybowym przypada... gaz“. Na str. 81 — „...nie jest tu potrzebne ograniczenie przestrzeni, gdyż nie ma procesu wymagającego urządzenia spadków...“ zamiast: „...ograniczenie przestrzeni oraz czynniki warunkujące istnienie spadków odpadają...“ Na str. 87 — „...tlenek węgla może wykonać pewną pracę redukującą po prostu nie wysokim wsadem“ zamiast: „...tlenek węgla może wykonać jedynie małą pracę redukcji na krótkiej drodze poprzez niską warstwę wsadu...“ Na str. 108 — „...i wytopów nie spuszczone“, zamiast: „...nie dokonywano spustów...“ Na str. 110 u góry opuszczonego z tekstu niemieckiego kilka linii, przez co zniekształcono zupełnie sens treści. Na str. 111 — „gazy spalinowe“ zamiast: „gazy palne“. Na str. 121 — „temperatury gazu wielkopiecowego“, zamiast: „temperatury gazów gardzieli“. Na str. 122 — „temperatura obniżająca się w kierunku gardzieli“, zamiast: „temperatura obniżająca się zbyt szybko w kierunku gardzieli“.

Poza tym w książce istnieje szereg drobnych błędów korektorskich. Wydanie książki przez PWT jest na ogół staranne, zarówno w tekście jak i odnośnie wykresów i rysunków.

Mgr inż. Eugeniusz Mazanek

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. mgr inż. ZDZISŁAW RYTEL, mgr inż. LECH STRZEPECKI, prof. inż. JOZEF ZAGORSKI, mgr inż. EDWARD ŻMIHORSKI
Redaktor Naczelny: prof. mgr inż. MARIAN WAKALSKI
Z-ca Redaktora Naczelnego: inż.-mech. WŁADYSŁAW KAWECKI
Sekretarz redakcji: JULIA KULINICZ
Redaktor techniczny: JOZEF RYCKI

Książki nadesłane

A. Moisiejew — OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE TURBIN PAROWYCH. Tłumaczyli z jęz. ros. Jerzy Jankowski i Witold Korewa. Format B5, stron 311, rysunków 198, tablic 67. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa, 1953. Cena zł 24,55.

W niniejszej książce podano sposoby projektowania i obliczania wytrzymałościowej części turbin okrętowych — zgodnie z programem Leningradzkiego Instytutu Budowy Okrętów.

W podręczniku pominięto zagadnienia obliczania rurociągów oraz układów rozrządnych regulacyjnych, które wchodziły w zakres innych wykładów.

W celu zapewnienia przejrzystości i zwięzłości wykładu przytoczono przy obliczaniu poszczególnych części składowych przeważnie tylko jeden sposób, najbardziej rozpowszechniony w ZSRR i uznany za najdogodniejszy. Przytoczono także pewne przykłady obliczeniowe niezbędne dla nabycia koniecznej wprawy. Typowe przykłady obliczeń ujęto w tablicę.

W. E. Lefkin — WYTAPIANIE STALI W PIECACH ELEKTRYCZNYCH. Przełożył z jęz. ros. mgr inż. Kazimierz Radziwicki. Format B5, stron 316, rysunków 111, tablic 79. PWT, Stalinogród, 1953. Cena zł 33.—

Książka ta zaznajamia czytelnika z wyposażeniem stalowniczych pieców łukowych i indukcyjnych, z technologią wytapiania i odlewania stali i stopów oraz z wadami stali wyższej jakości. Opisano też w niej szczegółowo metody pracy przy piecach elektrycznych. Książka przeznaczona jest dla mistrzów, techników i inżynierów zatrudnionych w elektrostalowniach, może jednak stanowić również pomoc dla studentów średnich i wyższych szkół technicznych.

K. F. Roddatis i J. S. Rubinow — MODERNIZACJA KOTŁÓW PAROWYCH MAŁEJ WYDAJNOŚCI. Tłumaczyli z jęz. ros. mgr inż. Konstanty Smolaga i mgr inż. Henryk Weberman. Format A4, stron 114, rysunków 163, tablic 22. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 19,40.

Książka zawiera podstawowe wytyczne modernizacji kotłów małej wydajności.

Wskazuje ona drogi racjonalizacji i mechanizacji oraz sposoby polepszania pracy urządzeń paleniskowych i pracy powierzchni ogrzewalnych kotła, podniesienia temperatury pary przegrzanej, poprawienia jakości pary za pomocą urządzeń do oddzielania wody od pary.

Książka podaje również sposoby obniżania temperatury spalin wylotowych, polepszenia pracy urządzeń ciągu i podmuchu oraz sposoby i środki przygotowania wody zasilającej; ponadto zawiera ona przykłady modernizacji kotłów parowych.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników zajmujących się gospodarką cieplną.

A. M. Komarow i W. W. Łuknicki — PORADNIK DLA ENERGETYKÓW. ZAGADNIENIA CIEPLNE I OBSŁUGA ELEKTROSIŁOWNI. Tłumaczyli z jęz. ros. inż. Wł. Czaplicki, inż. S. Hahn i inż. Al. Neyman. Format B6, stron 520, rysunków 113, tablic 206. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 38,50.

Poradnik zawiera współczesne wiadomości o urządzeniach kotłowych i turbinowych, ich eksploatacji, obsłudze, przeprowadzaniu napraw, podaje podstawy cieplnych obliczeń siłowni parowo-turbinowej i kotłowej, wskazówki użytkowania urządzeń oraz przepisy bezpieczeństwa pracy.

Poradnik przeznaczony jest dla technicznych pracowników elektrosiłowni w zakładach energetycznych oraz dla pracowników biur projektowych, inżynierów i techników energetyków oraz dla studiujących.

Prof. dr A. I. Bielajew — METALURGIA METALI LEKKICH. Przełożył z jęz. ros. mgr inż. Wacław Ryży. Format B5, stron 311, rysunków 160, tablic 29. PWT, Stalinogród, 1954. Cena zł 31,00.

W książce podano zasady metalurgii najważniejszych metali lekkich: aluminium, magnezu, berylu, wapnia, baru i litu. Opisano w niej własności, podstawy teoretyczne procesów technologicznych i technologię każdego z tych metali.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów metalurgów i może służyć za pomoc studentom wyższych technicznych zakładów naukowych.

Kazimierz Gierdziejewski — ZARYS DZIEJÓW ODLEWNICTWA POLSKIEGO. Format B5, stron 276, rys. 102, tablic 28. PWT, Stalinogród, 1954. Cena zł 25,50.

Praca niniejsza jest pierwszym w naszej literaturze, obszernym, w chronologicznym ujęciu podanym przeglądem roz-

woju przemysłu odlewniczego na ziemiach polskich na przestrzeni wieków. Zawiera obfity materiał rzeczowy, zaczerpnięty z dawnych akt i dokumentów archiwalnych lub rozproszony dotąd po najrozmaitszych dziełach, czasopismach i innych wydawnictwach.

Książka może zainteresować nie tylko inżynierów i techników odlewników, hutników oraz mechaników, ale również historyków (zwłaszcza historyków sztuki i ekonomistów). Powinna się ona znaleźć w bibliotece każdego zakładu przemysłu ciężkiego, każdego instytutu badawczego i naukowego oraz wszystkich pokrewnych placówek przemysłowych czy naukowych.

Mgr inż. Jan Mikulski — OBSŁUGA SUWNIC WIELKOPIECOWYCH. Format A5, stron 95, rysunków 73, tablic 4. PWT, Stalinogród, 1954. Cena zł 6,80.

W książce zamieszczono opisy suwnic przeładunkowych z napędem elektrycznym: mostowych i bramowych, stosowanych w oddziałach wielkopipecowych hut żelaza. Szczególną uwagę zwrócono na podstawowe elementy mechanizmów suwnic i wyposażenia elektrycznego, a także na uszkodzenia, które zdarzają się najczęściej. W książce opisano również wymagania techniki bezpieczeństwa i higieny pracy.

Książka przeznaczona jest dla kierowców, ślusarzy i elektryków, którzy obsługują i konserwują suwnice.

Mgr inż. Piotr Moroz — PRZEMYSŁ OBRABIARKOWY W POLSCE LUDOWEJ. Format A5, stron 62, rysunków 10, tablic 9. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 5,50.

W pracy opisano rozwój produkcji obrabiarek w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem okresu planu 6-letniego, klasyfikację obrabiarek oraz zasady planowania produkcji.

Praca jest przeznaczona dla robotników wysokokwalifikowanych, mistrzów, techników i inżynierów przemysłu maszynowego oraz dla osób interesujących się rozwojem i osiągnięciami przemysłu polskiego.

Mgr inż. Czesław Adamski, mgr inż. Marian Misiąg — GAZY W METALACH NIEŻELAZNYCH I SPOSOBY ICH USUWANIA. Format A5, stron 60, rysunków 14, tablic 21. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 5,60.

W książce podano wiadomości o ujemnym wpływie gazów na własności metali nieżelaznych oraz środki zapobiegawcze i zaradcze w walce z zagazowaniem metalu w procesie odlewniczym.

Książka jest przeznaczona dla techników i inżynierów.

Mieczysław Radwan — WIELKOPIECOWNICTWO W ZAGŁĘBIU STAROPOLSKIM W POŁOWIE XIX WIEKU. KARTA Z DZIEJÓW POLSKIEJ TECHNIKI HUTNICZEJ. Format A5, stron 83, rysunków 29, tablic 12. PWT, Stalinogród, 1954. Cena zł 9,60.

Książka ta jest przyczynkiem do dziejów wytapiania żelaza z rud. Jest ona pierwszą próbą zgromadzenia wiadomości o rozwoju wielkopipecownictwa na ziemiach polskich w połowie XIX wieku rozproszonych w piśmiennictwie oraz w nieopublikowanych dokumentach i zabytkach muzealnych.

Opisano w niej ogólne warunki rozwoju hutnictwa w Zagłębiu Staropolskim, budowę ówczesnych wielkich pieców i zakłady hutnicze, które już nie istnieją lub po zupełnych przebudowach w niczym nie przypominają dawnych budowli zabytkowych. Wydobyte z zapomnienia przejawy twórczej działalności wielu zupełnie nieznanych hutników polskich są wartościowym przyczynkiem do badań przeszłości naszego narodu.

Książka przeznaczona jest dla techników i inżynierów hutników oraz studentów wyższych szkół hutniczych, ale może również zainteresować historyków i ekonomistów.

Mgr inż. Henryk Żółkiewski — MASZyny BUDOWLANE. UŻYTKOWANIE. TECHNIKA BEZPIECZENSTWA PRACY. Format A5, stron 232, rysunków 180, tablic 56. PWT, Warszawa, 1954. Cena zł 18,30.

W książce podano wskazówki dotyczące prawidłowej i bezpiecznej obsługi maszyn budowlanych oraz ich konserwacji. Omówiono poszczególne czynności robotników przy maszynach i podano sposoby udzielania pierwszej pomocy przy wypadkach powstałych wskutek niewłaściwej obsługi maszyn.

Książka przeznaczona jest dla robotników wykwalifikowanych oraz mistrzów. Może być przydatna również dla personelu kierowniczego i organów ochrony pracy jako systematycznie ujęty materiał niezbędny przy szkoleniu i kontroli pracy osób zatrudnionych przy obsłudze maszyn budowlanych.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

- Bader J.: **Odgromniki zaworowe.** Konstrukcja, eksploatacja, próby. S. 88, zł 6.20
- Bielajew A.: **Metalurgia metali lekkich.** Tłum. z ros. W. Ryży. S. 312, zł 31.— (w oprawie)
- Blom A.: **V. Organiczne powłoki ochronne.** Teoria i praktyka. Tłum. z ang. A. Szuchnik. S. 199, zł 23.50 (w oprawie)
- Chrzanowski S.: **Wiadomości z budownictwa dla oficerów i podoficerów straży pożarnych.** S. 168, zł 10.50
- Dzikowski A.: **Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle brązowniczym, galwanizerskim i odlewniczym.** S. 64, zł 4.—
- Isolacje cieplne. **Poradnik izolatora.** Praca zbiorowa. Tłum. z ros W. Kulikowski. S. 440, zł 42.50 (w oprawie)
- Jabłoński M., Sapala C.: **Próby przemysłowe transformatorów.** S. 154, zł 11.30
- Komarow A. M., Łuknicki W. W.: **Poradnik dla energetyków. Zagadnienia cieplne i obsługa elektrosiłowni.** Tłum. z ros. W. Czaplicki, S. Hahn i A. Neyman. S. 520, zł 38.50 (w oprawie)
- Kosieradzki P.: **Obróbka cieplna metali.** S. 172, zł 42.50 (w oprawie)
- Krzywicki M.: **Maszyny elektryczne.** S. 400, zł 17.80
- Lejkin W. E.: **Wytapianie stali w piecach elektrycznych.** Tłum. z ros. K. Radźwicki. S. 316, zł 33.— (w oprawie)
- Nechay J.: **Betonowanie.** Seria „Będę fachowcem”. S. 55, zł 3.—
- Nechay J.: **Deskowanie i zbrojenie.** Podstawowe wiadomości dla betoniarza, Seria „Będę fachowcem”. S. 56, zł 3.20
- Pałuch E.: **Toksykologia przemysłowa.** S. 380, zł 47.— (w oprawie)
- Pieniążek J.: **Tworzywa sztuczne w aparaturze chemicznej.** S. 168, zł 12.40
- Pietrzyk T.: **Racjonalizatorstwo w mojej pracy zawodowej.** S. 28, zł 1.—
- Przestępski W.: **Cieplaki.** Konstrukcja i zastosowanie do robót budowlanych. S. 119, zł 12.60
- Pyszkowski L.: **Instalacje elektryczne przewodem kabelkowym.** S. 43, zł 3.—
- Roddatis K. F., Rubinow J. S.: **Modernizacja kotłów parowych małej wydajności.** S. 115, zł 19.40
- Troskoleński J.: **Matematyka w zarysie.** Wyd. 2 poprawione i uzupełnione. S. 380, zł 28.40
- Wołkowiński K.: **Uziemienia w urządzeniach elektroenergetycznych.** S. 132, zł 9.70

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



PRZEGŁĄD DOKUMENTACYJNY MECHANIKI

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODKI DOKUMENTACJI
INSTYTUTU METALoznawstwa I APARATURY NAUKOWO-LABORATORYJNEJ
I CENTRALNEGO BIURA KONSTRUKCJI URZĄDZEŃ BUDOWLANYCH

Dodatek do „Przeglądu Mechanicznego“

ROZNIK 5

WARSZAWA — MARZEC 1954

NR 3

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

OŚRODEK DOKUMENTACJI METALoznawstwa i APARATURY NAUK.-LABORAT.

A. TECHNOLOGIA METALI

A. Metaloznawstwo

28* A4 620.192.2/5:669.15.3—194 19

Bühler H.: **Stale miedziowe i ich zastosowanie**. „Les aciers au cuivre — leur emploi“. Techn. mod., t. 45, Nr 1, styc. 53, s. 1; 31,5×24 cm, 6,5 str., 17 wykr., 5 tabl., 43 poz. bibl. — Przegląd prac traktujących o własnościach i zastosowaniach stali miedziowych. Wpływ miedzi na własności mechaniczne stali miedziowych. Spawalność i przehartowywalność stali miedziowych. Odporność na korozję. Współczesne stale miedziowe stosowane we Francji i w Niemczech.

29* A4 669.14.018.29.(09):669.15.24—194:669.15.781—194 19

Mitchell J.: **Historyczny przegląd rozwoju stopowych stali konstrukcyjnych oraz zagadnienie oszczędności dodatków stopowych**. „Historical aspects of and conservation in constructional alloy steels“. Metal Progr., t. 62, Nr 4, paźdz. 52, s. 97; A4, 7,5 str., 7 wykr. — Przegląd rozwoju produkcji stali konstrukcyjnych, niskostopowych w U.S.A. ze szczególnym uwzględnieniem tendencji oszczędności deficytowych dodatków stopowych w okresie od 1950 r. Przedstawiono środki umożliwiające zmniejszenie zużycia najbardziej deficytowego składnika stopowego niklu przez wprowadzenie nowych stali zastępczych m. in. z dodatkami boru.

30* 669.15.74—196:620.178.16:669—147.2/9 19

Podbojskij L. N., Tunkow W. P.: **Własności lanej wysokomanganowej stali**. „Swojstwa litoj vysokomargancowistoj stali“. Litiejn. Proizw., Nr 9, wrzes. 52, s. 3; A4, 4,5 str., 15 wykr., 6 tabl., 6 poz. bibl. — Omówienie stali Hatfieldowskiej o zawartości 1,20% C i 12,0% Mn. Struktura, mechaniczne własności i odporność na ścieranie. Wpływ dopuszczalnych w normach zmian składu chemicznego na ułamność i ścieralność. Zagadnienie podatności stali do pęknięć. Oddziaływanie wielkości zawartości węgla, manganu, krzemu i fosforu na powstawanie pęknięć w odlewach.

31* 669—492.8:669.775:620.178.162 19

Maassen G.: **Spieki żelaza nasycone siarką jako materiały przeciwciernie**. „Schwefelgetränktes Sintereisen als Gleitwerkstoff“. Z. VDI., t. 95, Nr 22, sier. 53, s. 759; A4, 0,5 str., 1 rys. — Spieki żelaza nasycone różnymi materiałami jako materiały przeciwciernie i łożyskowe. Zalety spieków żelaza nasyconych siarką.

A4g. Zastosowanie metali w przemyśle

32* A4g 621.941.234:621.882.3:621.941.22 19

Lymzin W. N.: **Zastąpienie brązowych nakrętek śrub pociągowych tekstolitowymi**. „Zamiana brązowych gajek chodowych wintow tekstolitowymi“. Wiestn. Maszynost., t. 33, Nr 3, marz. 53, s. 21; A4, 1 str. — Dotychczas stosowane brązowe nakrętki śrub pociągowych poprzecznego posuwu suportu tokarek-gwinciarek zużywały się po upływie 6—8 miesięcy pracy. Wprowadzone zamiast nich nakrętki wykonane z tekstolitu, poza zwiększeniem okresu pracy z 6—8 na ponad 10 miesięcy, przyczyniły się jednocześnie do wzrostu eksploatacyjnych zdolności tokarki.

23* A4g 620.178.162.43:621—233.21/22:669—492.8 19

Saklinskij W. W.: **Odporność na ścieranie elementów wykonanych ze spieków**. „Iznosostojkost' metalolokieramiceskich dietalej“. Awtom. i trakt. Promysz., Nr 6, czerw. 52, s. 30; A4, 1 str., 4 fot., 2 mikrogr. — Spieki żelazo-grafitowe i miedziowo-olowiowo-grafitowe w zastosowaniu do produkcji tulejek ślizgowych i panewek samochodowych. Współczynnik tarcia i wielkości zużycia drogą wytarcia w czasie pracy. Porównanie własności spiekanych elementów ślizgowych z tulejkami i łożyskami odlewanymi.

A5. Obróbka cieplna

34* A5 621.78:621.91.07:620.18 19

Bergh A. W. J., van den, Boyer H. E.: **Wpływ mikrostruktury na obróbkę cieplną i mechaniczną**. „Influence of microstructure on heat treating and machining“. Steel Process., t. 38,

Nr 3, marz. 52, s. 139; A4, 3,5 str., 2 mikrogr. — Zbadano wpływ struktury wyjściowej na charakterystykę warstwy utwardzonej płomieniowo. Dyskusja nad stalami konstrukcyjnymi o zawartości około 0,55% C i narzędziowymi o zawartości około 1% C.

35* A5 539.378.3:533.15:669.27:669.198 19

Dubin G. N.: **Gazowe wolframowanie stali**. „Nasyczenie powierzchni stali wolframem iz gazowej sriedy“. Dokl. Akad. Nauk. SSSR, t. 84, Nr 4, czerw. 52, s. 693; B5, 5 str., 2 wykr., 2 mikrogr., 1 tabl., 14 poz. bibl. — Opis metody gazowego nasycania wolframem powierzchni stali (używano stale węglowe od 0,03—1,2% C) przy pomocy oddziaływania w temp. 900—1300°C na stal chlorkami wolframu. Krytyczna analiza fizykochemiczna warstw nasyconych wolframem. Jak wykazały badania gazowe wolframowanie nie zmienia zasadniczo wymiarów przedmiotów. Nie stwierdzono również wpływu wolframowania na wzrost ogniotrwałości stali. Gazowe wolframowanie powoduje wzrost w stalach o zawartości 0,03% C i 0,47% C. odporności korozyjnej na działanie H₂O₂ (26%) oraz w mniejszym stopniu na działanie HCl (37%) i HNO₃ (50%).

36* 621.78:629.118.3:629.11.012 19

Kosow K. W.: **Obróbka cieplna części roweru W-110**. „Termiczeskaja obrabotka dietalej wieloszipieda W-110“. Wiestn. Maszynost., t. 33, Nr 6, czerw. 53, s. 67; A4, 2,5 str., 3 fot. — Omówienie obróbki cieplnej piasty, osiek, koła napędowego i innych elementów roweru. Nawęglanie w kąpielach solnych o wysokiej aktywności; nawęglanie w prostkach; izotermiczne hartowanie; międzyoperacyjne wyżarzanie.

37* A5 621.783.52.004.15 19

Paulner F.: **Droga do zwiększenia wydajności pieców w obróbce cieplnej**. „One way to increase heat treating furnace efficiency“. Mat. a Meth., t. 36, Nr 2, sier. 52, s. 106; A4, 2 str., 2 fot., 1 tabl. — Wydajność pieca do głębokiego nawęglania kół zębatach w gazach podwyższoną drogą przekonstruowania uchwytów żaroodpornych — zmniejszono ich ciężar przy równoczesnym zwiększeniu ilości detali nawęglanych w każdym uchwycie — oraz redukcji torów w piecu z 4 na 3. W wyniku podwyższono znacznie stosunek ciężaru detali obrabianych do ciężaru wyposażenia wewnętrznego.

38* A5 621.785.545.45:669.13.018.46 19

Rusin P. J.: **Hartowanie ferrytycznego żeliwa prądami wysokiej częstotliwości**. „Wysokocząstotnaja zakalka ferritnowo kowkowo czuguna“. Wiestn. Maszynost., t. 33, Nr 5, maj 53, s. 52; A4, 1,5 str., 1 rys., 2 wykr., 5 poz. bibl. — Badanie zmiany twardości typowego ferrytycznego żeliwa ciągliwego przy hartowaniu prądami wysokiej częstotliwości w zależności od ilości gniazd węgla żarzenia. Analiza metalograficzna oraz pomiary mikrotwardości wykazały, że zwiększenie ilości gniazd węgla żarzenia prowadzi do wzrostu twardości po zahartowaniu. Hartowanie ferrytycznego żeliwa ciągliwego prądami wysokiej częstotliwości może być zalecane w wypadku konieczności otrzymywania wysokiej twardości powierzchniowej.

39 A5 621.365.52:621.785.545.45:621-229.61 19

Obróbka cieplna indukcyjna. „Induction heat treatment“. Iron a. Steel, t. 25, Nr 9, sier. 53, s. 379; A4, 3 str., 5 fot. — Opis nowoczesnego oddziału obróbki cieplnej z urządzeniami do hartowania prądami w. cz. Charakterystyka stosowanych generatorów i współpracujących stanowisk hartowniczych.

40* A5 621.365.52:621.785.545.45:621-229.61 19

Urządzenia do obróbki cieplnej indukcyjnej. „Induction heat treatment plant“. Metalurgia (Manch.), t. 48, Nr 285, lip. 53, s. 18; A4, 2,5 str., 4 fot. — Opis hartowni z urządzeniami do grzania powierzchniowego prądami w. cz. Charakterystyka stosowanych generatorów i maszyn hartowniczych. Maszyna do hartowania kół zębatach w oleju.

41* A5 621.785.542:621-229.76:621.823.7.05 19

Urządzenie do hartowania kół zębatach UZSz-1. „Ustanowka dla zakalki szestieriej UZSz-1“. Stanki i Instrum., t. 24, Nr 4, kw. 53, s. 39; A4, 1 str., 2 fot. — Stanowisko do hartowania płomieniowego kół zębatach metodą posuwową zęb po zębie dla

modułów $m = 10-30$ i średnic wieńca 200—1500 mm. Podano charakterystykę techniczną urządzenia. Dla stali 0,4 — 0,6% C uzyskuje się twardość 50—55 Rc. Głębokość warstwy zahartowanej 1—4 mm.

A8. Korozja i powłoki ochronne.

42* A8 620.178.162.42:669.268 19
Garkunow D. N., Poliakov A. A.: Badanie przeciwciernych właściwości warstw chromowych o mechanicznej porowatości. „Issledowanie antifrakcionnych svojstv chroma s mekhanicheskoy poristostju”. Wiestn. Maszinostr., t. 33, Nr 6, czerw. 53, s. 65; A4, 2 str., 1 rys., 1 wyk. — Porównawcze badanie ścieralności warstw chromowych o mechanicznie naniesionej porowatości. Badania przeprowadzono na maszynie typu AE-5. Chromowaniu podlegały tarcze maszyny, cylindryczne próbki współpracujące były wykonane z żeliwa szarego. Badania wykazały, że warstwa chromowa o „mechanicznej” porowatości posiada lepsze właściwości od zwykłej warstwy chromu porowatego i to zarówno pod względem wycierania żeliwa jak i współczynnika tarcia.

43 A8 669.5.81:620.197 19
Gilbert P. T., Hadden S. E.: Zabezpieczenie części powlekanych cynkiem przeciw białemu rdzewieniu. „Protecting against white rust of zinc plated parts”. Metal Finish., t. 49, Nr 4, kw. 51, s. 66; A4, 4 str., 3 wyk., 3 tabl., 3 poz. bibl. — Omówienie mechanizmu korozji cynku oraz metod zabezpieczających przed korozją, polegających na stosowaniu różnego rodzaju kąpielii chromianów i dwuchromianów. Podano wyniki porównawczych badań odporności korozyjnej oraz wyniki analizy produktów korozji cynku. W praktyce białe rdzewienie cynku spowodowane jest 1) działaniem skroplonej wody, pozostającej na powierzchni metalu powyżej kilku godzin, 2) działaniem par niektórych kwasów w wilgotnej atmosferze, 3) pozostawieniem topnika na galwanizowanych powierzchniach.

44* A8 621.357.7:669.4:669.14:669.3 19
Knapp A. P.: Stal i miedź platerowane ołowiem rozszerzają jego zastosowanie. „How lead steel and copper extend lead application”. Mat. a. Meth., t. 26, Nr 4, paźdz. 52, s. 115; A4, 3 str., 4 fot. — Stal lub miedź pokryte ołowiem (Ferrolum, Cupralum) wykazują doskonałe połączenie właściwości wytrzymałościowych i termicznych z antykorozyjnymi. Wytrawioną i odtłuszczoną powierzchnię stali lub miedzi pokrywa się stopionym Pb, rury wyklada się rurami Pb o nieco mniejszej średnicy i po ogrzaniu dociska się pod ciśnieniem przegrzaną parą. Pokryty materiał można walcować lub przeciągać dla zwiększenia przyczepności. Szerokie zastosowanie w aparaturze chemicznej, galwanotechnicznej (anody przy chromowaniu, węzownice przy eloksydacji aluminium).

45* A8 620.191.2:519.25 19
Lewis C. F.: Statystyka — pożyteczną metodą opracowywania badań korozyjnych. „Statistics — a useful tool for the examination of corrosion data”. Corrosion, t. 9, Nr 1, stycz. 53, s. 38; A4, 5 str., 1 rys., 2 wyk., 5 tabl. — Przykład zastosowania prostej i szybkiej metody statystycznej, opartej na krzywej błędów Gaussa w badaniach korozyjnych, pozwalającej uzyskać dokładne wyniki z niewielkiej ilości danych. Opisano metodę przygotowania wyników eksperymentalnych do naniesienia na wykres, w którym na osi rzędnych jest skala proporcjonalna do powierzchni pod krzywą dzwonową.

46* A8 660.492.8:669.141.17:669.268 19
Moskwin N. I.: Odporne na korozję spieki na bazie żelaza. „Korozjostojkije mietallo — kiramiczeskije materialy na osnowie želaza”. Wiestn. Maszinostr., t. 32, Nr 3, marz. 52, s. 73; A4, 3,5 str., 3 fot., 3 rys., 3 wyk., 3 mikrogr., 2 tabl. — Pokrywanie spieków żelaza powłokami chromowymi. Nasycanie miedzią i bakelitem. Opis własności antykorozyjnych. Przykłady praktycznego zastosowania tego rodzaju spieków na wieńce gniazdowe do zaworów parowych.

47* A8 621.357.76 19
Salvage F. K., Graham A. K., Strothman E. P.: Galwaniczne pokrywanie dużych przedmiotów o skomplikowanych kształtach.

„Electroplating large complex shapes”. Mat. a. Meth., t. 36, Nr 2, sierp. 52, s. 94; A4, 4 str., 5 fot., 1 tabl. — Pokrywanie powłokami galwanicznymi dużych części np. aparatów chemicznych, panwi, zbiorników, przewodów — o powierzchni do 65 m² (700 stop²) wymaga odpowiedniego przystosowania konstrukcyjnego tych części do obróbki elektrolitycznej. Podano warunki techniczne i składy kąpeli odtłuszczającej, wytrawiającej i niklowej oraz omówiono metodę piaskowania i postępowania przy elektrolitycznej obróbce części o różnym kształcie. Kąpiel galwaniczna i powłoka wymagają bardzo starannej kontroli — badanie naprężeń i przyczepności powłoki. Specjalną uwagę należy poświęcić kontaktom elektrycznym.

48* A8 621.9.41:666.293.12 19
Teindl J.: Powstawanie „rybich łusek” na powierzchni blachy emaliowanej. „Vznik rybich šupin na smaltovaném plechu”. Hutn. Listy, t. 7, Nr 7, lip. 52, s. 345; A4, 3 str., 6 fot., 1 rys., 1 mikrogr., 2 tabl., 5 poz. bibl. — Badanie przyczyn powstawania „rybich łusek” na cienkich stalowych blachach emaliowanych różnymi rodzajami emalii. Przyczyna powstawania „rybich łusek” nie leży w składzie chemicznym lub w budowie strukturalnej stali, lecz spowodowana jest przez cały szereg innych czynników jak np. chropowatość powierzchni blachy, skład chemiczny emalii, długość czasu nagrzewania, zakres temperatury i zawartość tlenu węgla w atmosferze pieca. Dużą rolę odgrywa również wpływ wodoru, który potęguje łuskowatość.

49* A8 620.19.01:620.197.1:620.197.5 19
Uhlis H. H.: Obecne kierunki w dziedzinie badania korozji. „Trends in corrosion control”. Metal. Progr., t. 61, Nr 3, marz. 52, s. 82; A4, 7 str., 4 fot. — Rozwój historyczny badań korozyjnych, ich stan obecny. Krótkie omówienie stosowanych metod walki z korozją, przy czym podkreślono ważność stosowania metody ochrony katodowej. Aktualne kierunki i zadania w dziedzinie walki z korozją.

50* A8 620.191.37:621.771.9:669.58 19
Wiester H. J., Horstmann D.: Tworzenie się „łez” na pocynkowanej blasze. „Tränenbildung auf verzinkten Blechen”. Stahl u. Eisen, t. 3, Nr 14, lip. 53, s. 906; A4, 3 str., 7 mikrogr., 8 makrogr., 3 poz. bibl. — Metalograficzne badania blachy pocynkowanej dotkniętej „łzowatością”. Przyczyny powstawania „łez” na powierzchni warstwy cynkowej.

51 A8 620.197.2:669.55:669.58 19
Powłoki przekształcone (pasywne) na cynku oraz stopach cynku. „Conversion coatings on zinc and zinc alloys”. Product Finish., t. 4, Nr 9, wrzes. 51, s. 47; A5, 10 str., 3 poz. bibl. — Cynk ze względu na swoją cenę, dobrą odporność korozyjną oraz własności odlewnicze znalazł liczne zastosowania. W związku z tym powiększenie odporności korozyjnej cynku na drodze obróbki powierzchniowej stanowi bardzo poważne zagadnienie. Omówiono różne rodzaje, metody otrzymywania oraz własności i zastosowania powłok pasywnych na cynku i jego stopach. Podano metody polegające na stosowaniu obróbki w roztworach chromianów, dwuchromianów i kwasu chromowego w różnych odmianach oraz nadmanganianu i fosforanów. Jest to pierwszy z trzech artykułów, omawiających obróbkę powierzchniową cynku i jego stopów — dalsze dotyczyć mają czernienia i malowania cynku.

52 A8 621.357.7:620.198 19
Próba przyczepności powłok elektrolitycznych. „An adhesion test for electrodeposits”. Product Finish., t. 4, Nr 8, sierp. 51, s. 64; A5, 5,5 str., 5 fot., 6 rys., 4 mikrogr. — Nie spotykana dotychczas, prosta metoda określenia przyczepności powłok elektrolitycznych. Sposób polega na elektrolitycznym nałożeniu na badanej powłoce dobrze przylegającej warstwy kobaltu w kształcie grzybka, stanowiącego uchwyt dla przyłożenia siły odrywania. Siła potrzebna dla oderwania powłoki mierzona jest na wadze sprężynowej. Metodą tą można badać przyczepność niemal wszystkich przemysłowo otrzymanych powłok elektrolitycznych. Wyjątek stanowią błyszczące powłoki niklowe.

OŚRODEK DOKUMENTACJI KONSTRUKCJI URZĄDZEŃ BUDOWLANYCH

C. MASZyny BUDOWLANE

31* 621.879.22 16
Bierman I. L.: Kombinowany mechanizm naporu w koparce E-1003. „Kombinirowanny napornyj mekhanizm na ekskawatorie E-1003”. Mechaniz. Stroit., t. 10, Nr 4, kw. 53, s. 8; A4, 4,5 str., 1 fot., 3 rys., 16 wyk., 1 tabl. — Podano schematy i rysunek konstrukcyjny mechanizmu napędowego wysuwu i podno-

szenia łyżki w koparce E-1003, który sprzęgając ze sobą oba wyżej wymienione ruchy umożliwia znaczne zaoszczędzenie mocy. Możliwość stosowania łyżki o pojemności 1,5 m³ zamiast jednometrowej dotychczas stosowanej. Wykresy porównawcze poboru mocy przed i po zastosowaniu wyżej wymienionego mechanizmu — brak ostrych szczytów poboru prądu. Tabela porównawcza danych koparki. Zastosowanie podobnego mechanizmu w koparce E-505.

32* 624.012.4:693.55 16
 Lubnin A. I., Astriab M. Ju.: Zastosowanie konstrukcji żelazo-betonowej przy budowie wielopiętrowego gmachu. „Primienienie sbornawo zielezobetonniawo karkasa na stroitelstwie mnogo-etaznawo administratiwnawo zdania”. Stroit. Promyszl., t. 31, Nr 4, kw. 53, s. 2; A4, 4 str., 2 fot., 7 rys. — Budowa biurowca 14-piętrowego w Moskwie. Podstawowe rozwiązania projektów; dane techniczne i obciążenia. Specjalna konstrukcja żelazobetonowa pozwala zaoszczędzić 1000 t metalu. Dane wytrzymałościowe płyt zbrojonych metalowymi siatkami. Szczegółowe omówienie organizacji mechanizacji prac oraz montażu. Omawiana organizacja pracy pozwala na stałe przekraczanie planowej wydajności.

33* 624.155.15-843:620.15 16
 Nikolskij L., Borowski W.: Nowa metoda doświadczalnych badań procesów dynamicznych przy pracy bab spalniczych. „Nowy metod eksperymentalnawo issledowanija dinamiczieskich processow pri rabotie dizel-mołotow”. Mechaniz. Stroit., t. 10, Nr 8, sier. 53, s. 16; A4, 4,5 str., 5 fot., 2 rys., 1 poz. bibl. — W wyniku przeprowadzonych badań pracy bab spalniczych typu rurowego UR-500 i UR-1250 poddano w wątpliwość dotychczasowe przybliżone wzory określające rozkład energii wbijania na poszczególne straty z tym związane. Dokładny opis aparatury badawczej. Wyniki badań w postaci diagramów samopiszących urządzeń badawczych. Wnioski.

34* 629.11.012.57:629.114.2 16
 Triepienienkow I. I.: Gąsienica z wymiennymi hartowanymi tulejkami traktora DT-54. „Gusienica so smiennymi stalnymi zakalonnymi tutkami k traktoru DT-54”. Awtom. Promyszl., Nr 11, list. 52, s. 13; A4, 4 str., 7 rys., 6 wyk., 3 tabl. — Podano rezultaty badań gąsienic traktora DT-54, w uszach których zaprasowano hartowane tulejki. Tulejki zaprasowano w otworach nieobrobionych, wykonanych z tolerancją +0,7 mm przy czym, aby umożliwić wprasowanie, wykonano je podłużnie przecięte na szerokość 2 mm. Po jednostronnym wyrobieniu tulejki są wyjmowane, obracane o 180° i zaprasowywane na nowo. Konstrukcja przedłuża życie gąsienicy z 800 do 2000 godz. na około 1600 do 4000 godz. Zamieszczono wykresy i tabelarycznie ujęte zużycie poszczególnych elementów gąsienicy i porównano jej pracę z gąsienicą obecnie wykonywaną seryjnie. Rysunki konstrukcyjne elementu zmodyfikowanego.

35* 625.086 16
 Blow Knox Ltd.: Równiarka. „Motor grader and scarifier”. Engineering., t. 175, Nr 4559, czerw. 53, s. 761; A2, 1 str., 1 fot. — Omówiono i zilustrowano równiarkę wyposażoną w silnik Diesla o mocy 70 KM przy obrotach 1650 obr./min. Szerokość pluga równiarki wynosi 10 stóp (około 3 m). Napęd manewrowania plugiem dostarcza silnik. Maksymalna szybkość jazdy maszyny wynosi 19,7 mil./godz. (ok. 31,5 km./godz.). Minimalna szybkość maszyny 2,31 mil./godz. (ok. 3,8 km./godz.). Równiarka jest wyposażona dodatkowo w spulniacz. Całkowity ciężar wraz ze spulniaczem 17230 funt. (ok. 7.700 kg).

36* 625.086 16
 Aveling — Barford Limited.: Równiarka. „Light maintenance grader”. Engineering., t. 176, Nr 4582, list. 53, s. 668; A3, 0,5 str., 1 fot. — Omówiono i zilustrowano równiarkę napędzaną silnikiem Diesla o mocy 42,5 MK, wyposażoną w plugi: przedni i główny, których ustawienie jest kontrolowane hydraulicznie. Całkowity ciężar maszyny 8000 funtów (ok. 3600 kg).

H. TRANSPORT

37* 621.86/87:658.281:331.87 16
 Bishop L. J.: Mechanizacja (transportu wewnętrznego) także i dla małych zakładów. „Automation is for small plants, too”. Flow., t. 8, Nr 10, lip. 53, s. 70; A4, 5 str., 5 fot., 1 rys. — Wykazano na licznych przykładach, że mechanizacja i automatyzacja transportu wewnętrznego kalkuluje się nie tylko dla zakładów gigantów, lecz także dla przeciętnej wielkości zakładów, a nawet zakładów całkiem niewielkich. Przykład produkcji wlewów 18t/8h; przy zautomatyzowaniu produkcji redukujemy ilość obsługi z 20 na 2 ludzi.

38* 621.875.2 16
 Clade Grace: Suwnica bramowa. „Overhead crane”. Engineering., t. 175, Nr 4550, kwiec. 53, s. 33; A3, 0,5 str., 2 fot. — Omówiono i zilustrowano suwnicę bramową przeznaczoną do ciężkich robót o udźwigu do 150 ton, wyposażoną w dźwig pomocniczy do 30 ton. Rozpiętość suwnicy 100 stóp (30,5 m).

39* 621.875.4:621.746.32 16
 Wellman Smith: Suwnica bramowa do kadzi odlewniczych. „250 ton and 125 ton ladle cranes”. Engineering., t. 175, Nr

4549, kwiec. 53, s. 417; A3, 5,5 str., 8 fot., 2 rys., 1 tabl. — Omówiono i zilustrowano suwnice bramowe o udźwigu 250 ton i 150 ton przeznaczone do prac w odlewni. W artykule podano szczegółowo wymiary gabarytowe suwnic, obciążenie kół przy różnych ustawieniach wózka-suwnicy. Przedyskutowano napęd. Poza tym w tablicy przedstawiono szybkości i obciążenie poszczególnych silników suwnicy.

40* 621.869.2:625.24 16
 William Jones Ltd.: Mechaniczny wyładowywacz wagonów. „Mechanical truck discharger”. Engineering., t. 175, Nr 4555, maj 53, s. 31; A3, 0,5 str., 2 fot. — Zilustrowano mechaniczny wyładowywacz wagonów, platform samochodowych itp. Jest to maszyna przypominająca koparkę z tą różnicą, iż wysięgnik nie jest wyposażony w łyżkę, lecz w łopatę o dużych rozmiarach. Wydajność maszyny 7000 yard na 24 godziny.

41* 629.114—445.7:681.26 16
 British Industries Fair.: Wózek widłowy z wagą. „Fork lift truck with weighing equipment”. Engineering., t. 175, Nr 4555, maj 53, s. 630; A2, 0,5 str., 1 fot. — Omówiono i zilustrowano wózek widłowy, model 45EH/9 wyposażony w instrumenty wagowe. Urządzenie wagowe jest tak skonstruowane, iż może być zastosowane do jakiegokolwiek typu wózka „Stacatruc”.

42* 629.114—445.7(41) 16
 Dane techniczne angielskich wózków widłowych. „List of British-made fork list trucks”. Mechan. Handl., t. 40, Nr 7, lip. 53; 4 str., 2 tabl. — Pełna charakterystyka techniczna wózków widłowych produkowanych w Wielkiej Brytanii o napędzie elektrycznym i spalinowym, wg stanu z czerwca 1953. Dane obejmują: nośność (bezwzględna i uwzględniającą wysięg), wysokość podnoszenia, wysokość całkowitą wózka (1. z widłami opuszczonymi, 2. z widłami podniesionymi), prędkość podnoszenia, promień skrętu, szerokość i długość (bez widel) wózka, rozstaw kół, ciężar własny, rodzaj ogumienia oraz możliwości wyposażenia specjalnego.

43* 654.17:658.281:621.867 16
 Lepsze oczy w transporcie wewnętrznym materiałów. „Better eyes for material handling”. Flow., t. 8, Nr 10, lip. 53, s. 61; A4, 2,5 str., 6 fot., 2 rys. — Opisano zastosowanie telewizji przewodowej do kontroli transportu wewnętrznego przenośnikami. Zastosowanie urządzeń telewizyjnych umożliwia kontrolę przebiegu materiału we wszystkich niewralgicznych punktach transportu. Zastosowanie telewizji potrzebne jest zwłaszcza w tych przypadkach kiedy dostęp do przenośnika jest niemożliwy, utrudniony lub niebezpieczny. Podano liczne przykłady zastosowania telewizji do powyższych celów.

44* 621.873—182.3:621.86.062:621.745.44 16
 Przeładunek złomu przy użyciu żurawi samojezdnych. „Handling scrap with truck cranes”. Flow., t. 8, Nr 10, lip. 53, s. 64; A4, 2 str., 6 fot. — Zastosowano żuraw samojezdny z chwytakiem elektromagnetycznym do przeładunku złomu. Podano niektóre zalety takiego zastosowania żurawia samojezdnego.

45* 621.873—182.3.001.6 16
 Tendencje modernizacji przewoźnego sprzętu dźwigowego. „Modern trends in mobile lifting equipment”. Mechan. Handl., t. 40, Nr 7, lip. 53, s. 314; A4, 4 str., 5 fot., 2 rys., 3 tabl. — Opisano nową konstrukcję żurawia samojezdnego opartego na bazie wózka widłowego o dużej nośności. Uniwersalność takiego zespołu żuraw-wózek widłowy. Dane techniczne, konstrukcyjne i eksploatacyjne. Inne unowocześnienia przewoźnego sprzętu dźwigowego.

46* 621.796:355.415:658.28 16
 Transport wewnętrzny w magazynach wojskowych. „Handling of army stores”. Mechan. Handl., t. 40, Nr 6, czerw. 53, s. 260; A4, 2 str., 4 fot. — Po krótkiej charakterystyce składów wojskowych i ich organizacji podano typowe urządzenia transportu wewnętrznego w tych składach: lekkie żurawie samojezdne, wózki widłowe, wózki niskiego podnoszenia.

47* 669.18.013.5:621.86/87 16
 Urządzenia dźwigowe i przenośnikowe w stalowni. „Steel plant developments”. Mechan. Handl., t. 40, Nr 6, czerw. 53, s. 266; A4, 6 str., 12 fot. — Opisano zespół urządzeń przenośnikowych do obsługi hałd węglowych w stalowni. Suwnice bramowe do załadunku rudy. Oddzielacze elektromagnetyczne. Młyny młotowe. Suwnice w odlewni i przy rozładunku wagonów ze złomem. Dokładne charakterystyki wymienionych powyżej urządzeń.

48* 658.281:621.86/87:681.26 16
 9 sposobów ważenia materiałów w czasie ich transportu (wewnętrznego). „9 ways to weigh material during handling”. Flow., t. 8, Nr 10, lip. 53, s. 74; A4, 6 str., 9 fot., 2 rys. — Oprócz stosowania zwykłych wag platformowych jako punktu

prześciowego w transporcie wewnętrznym, stosuje się wagi wbudowane w urządzenia przenośnikowe i dźwigowe. Najprostszym urządzeniem dla tego rodzaju żurawii, elektrowciągów itp. są wagi wstawione pomiędzy hakiem a ciężarem podnoszonym. Urządzenia wagowe wbudowane w przenośniki różnych typów. Urządzenia wagowe wbudowane w wózki widłowe i wózki niskiego podnoszenia. Redukcja kosztów produkcji dzięki powyższemu urządzeniu.

RÓŻNE

49* 620.178:621.839:621—578.22 16

Bazanow A. F., Bulanow A. A.: **Badanie doświadczalne walcowanych okładzin ciernych.** „Eksperymentalnoje issledowanie fikcionnoj walcowannoj lenty”. Mechaniz. Stroit., t. 10, Nr 4, kw. 52, s. 3; A4, 5,5 str., 4 fot., 2 rys., 4 wyk., 1 tabl. — Badania nowego typu okładzin ciernych, których produkcja nie wymaga stosowania deficytowego azbestu włóknistego zastępując go azbestem tzw. V gatunku. Podano fotografie i rysunki maszyn badawczych oraz przeanalizowano i zilustrowano wykresami przyczyny przedwczesnego zużycia okładzin ciernych. Porównanie pracy okładzin walcowanych i włóknistych. Stwierdzono, że okładziny walcowane nie ustępują włóknistym, a porównanie ujęto w 7 punktach, z których ciekawy zwłaszcza jest ten, że wykonanie okładzin dzielonych z niewielkich kawałków przedłuża ich trwałość.

50* 621.233.13/16:621—272.36 16

Diaçzkow, Ostrowskij.: **Podniesienie jakości pracy tulejek i czopów wału wykorbionego silnika ciągnika D-35.** „Powyszeżije kaczestwa raboty wkładyszej i szekel kolienchatowo wała traktorowo dwigatiela D-35”. Awtom. Promysz., Nr 11, list. 52, s. 10; A4, 3,5 str., 2 fot., 2 rys. — W artykule opisano wyniki badań instytutów N.A.T.I. i A.N.S.S.S.R. zmierzających do podwyższenia trwałości i zmniejszenia oporów tarcia w łożyskach wału wykorbionego silnika traktora D-35. Zastosowano hyperboloidalny kształt przekroju podłużnego panewki z osadzeniem wynoszącym kilka setnych milimetra, owalny kształt przekroju poprzecznego i 3 otwory doprowadzające smar. Te wszystkie poczynania mają na celu zbliżenie kształtów panewki do kształtu, jaki wyniknie na skutek odkształceń sprężystych i uniknięcia na tej drodze miejscowych nadmiernych docisków i przegrzewania. Zmniejszono opory obracania o 10% osiągając oszczędność paliwa 7 gr/KM/godz.

51* 658.562:621.7 16

Fokin W. W., Liewinson Je. M.: **Drugi rozwoju środków kontroli wykonania w warsztatach obróbki mechanicznej.** „Puti razwitiia sriedstw proizwodstwiennogo kontrola w czechach miechaniczskoj obrabotki”. Awtom. Promysz., Nr 11, list. 52, s. 3; A4, 6,5 str., 13 rys. — Potrzeby socjalistycznej gospodarki stwarzają konieczność ustawienia kontroli wykonania w taki sposób, aby nie ograniczała się ona do stwierdzenia braków, lecz czynnie współdziałała w technologicznych procesach przyczyniając się do uniknięcia braków. Z tego względu aparaty pomiarowe winny być zmontowane bezpośrednio na obrabiarkach i umożliwiać odczyty bezwzględnych wartości odchyłek. W artykule podano schematy szeregu najnowocześniejszych urządzeń pomiarowych: pneumatycznych, dla sprawdzania kół czołowych i stożkowych, wysokowydajnych wieloczułkowych urządzeń dla sprawdzania obróbki karterów, urządzeń automatycznych itp. Zwraca uwagę daleko posunięta dokładność pomiarów pneumatycznych (do 0,0005 mm).

52* 621.791.555.536.581:629.114 16

Korogodskij M.: **Spawanie acetyleno-tlenowe żeliwnych części samochodowych i ciągnikowych.** „Gazowaja swarka tonkościennych czugunnych awtotraktornych dietalej”. Masz.-trakt. Stancja, t. 13, Nr 4, kw. 53, s. 26; A4, 2,5 str. — Stosowanie termostatów przy spawaniu acetyleno-tlenowym części żeliwnych. Konstrukcja termostatu do spawania głowic silnika ZIS-5. Materiał do termostatów. Uniwersalne stoisko obrotowe do spawania dużych części; konstrukcja, wymiary. Termostaty do podgrzewania kadłubów silników. Spawanie kadłubów silników ZIS-120.

53* 621.981.24 16

Małamod M. W.: **Profilowanie zamiast prasowania.** „Profilirowka wmiesto szampowki”. Wiestn. Maszynostr., t. 33, Nr 1, stycz. 53, s. 53; A4, 5 str., 2 fot., 7 rys. — W artykule opisano niezmiernie prostą i praktyczną metodę zginania z płaskowników cienkościennych profili na specjalnej walcierce, której rysunek zamieszczono. Podano zalety zginania w stosunku do szancowania. Działanie walcarki polega na kolejnym przechodzeniu płaskownika przez szereg par rolek, przy czym każda para wykonuje kolejny etap zginania. Główna zaleta nowej metody to taniłość samej maszyny i narzędzi (rolek), dokładność wykonanego profilu, mała ilość braków i dowolna długość otrzymywanego kształtownika. Opisano i podano dokładne rysunki wszystkich etapów wykonania elementów specjalnych żaluzji nawijanych na bębny. Metoda może oddać kolosalne usługi w tych rodzajach przemysłów jak budownictwo (wykańczanie wnętrz budynków wysokościowych) budowa wagonów i samochodów, lotnictwo.

54* 621.9—44:621.961 16

Rudniew Ju. M.: **Graficzny sposób rozkrwania blach w arkuszach.** „Graficzeskij sposob raskroja listowowo materiala”. Wiestn. Maszynostr., t. 32, Nr 1, stycz. 53, s. 62; A4, 2 str., 6 rys. — Podano pomysły i praktyczny sposób najoszczędniejszego dzielenia arkuszy blach na prostokątne części. Podano przykład podziału arkusza o wymiarach 710×420 mm na kawałki o 85×50 mm. Przy pozornie najoszczędniejszym ogólnie stosowanym sposobie podziału otrzymuje się 72 kawałki, a po zastosowaniu opisanej metody z tego samego arkusza można otrzymać 76. Opisana metoda zmniejsza znacznie ilość ścinoków i daje oszczędności materiału.

55* 621.891.2 16

Swatosch L.: **Przegląd smarów łożyskowych.** „Schmierstoffüber-sicht”. Masch. Bautechnik., t. 2, Nr 8, sier. 53, s. 361; A4, 5 str., 6 tabl. — Tablice danych technicznych smarów łożyskowych zawierające: nazwę, nr normy DIN, określenie gęstości, lepkości dynamicznej, średniego ciężaru właściwego oraz zalecenia stosowalności. Tablice te są niezastąpione przy wszelkich obliczeniach łożyskowania ślizgowego, jednakże w warunkach polskich potrzebne jest wprowadzenie korzystającego z nich w normy DIN.

56* 621.83.001.5 16

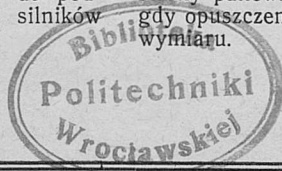
Trankner G.: **Znaczenie techniki napędów dla konstrukcji automatów.** „Die Bedeutung der Getriebetechnik für die Konstruktion automatischer Maschinen”. Masch. Bautechn., t. 2, Nr 8, sier. 53, s. 343; A4, 5 str., 2 fot., 8 rys. — Na licznych przykładach wykazano, jak bardzo istotną rzeczą w budowie wszelkiego rodzaju mechanizmów sterujących automatów jest teoria mechanizmów. Wykresy obrazujące drogi, prędkości i przyspieszenia złożonych mechanizmów krzywkowo-korbowych. Zastosowania praktyczne powyższych rozważań teoretycznych.

57* 621.822 16

Unger H.: **Ogólne zagadnienia łożyskowania w budowie maszyn.** „Allgemeine Lagerfragen im Maschinenbau”. Masch. Bautechn., t. 2, Nr 7, lip. 53, s. 310; A4, 6,5 str., 1 fot., 11 rys. — Możliwości doboru materiału panwi łożyskowej. Charakterystyki tych materiałów. Nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne łożysk ślizgowych. Zagadnienie gładkości powierzchni i jej pomiaru. Podejście do powyższych zagadnień oparte na najnowocześniejszych podstawach naukowych i doświadczalnych.

58* 621.822:621.43 16

Woronow P.: **Sprawdzanie gniazd panewek głównych w kadłubach silników ciągnikowych i samochodowych.** „Prowierka postielej dla wkładyszej koriennych podszpiknikow w blokach awtotraktornych dwigatieliej”. Masz.-trakt. Stancja, Nr 3, marz. 53, s. 27; A4, 1 str., 1 rys. — Gniazda panewek łożysk głównych — dokładność wykonania. Dopuszczalne i graniczne odchyłki osadzenia gniazda w kadłubie silnika. Możliwość podniesienia panewki w gnieździe za pomocą pobielania zewnętrznej strony panewki. Metoda naprawy da się stosować w przypadku, gdy opuszczenie panewki w gnieździe nie przekracza granicznego wymiaru.

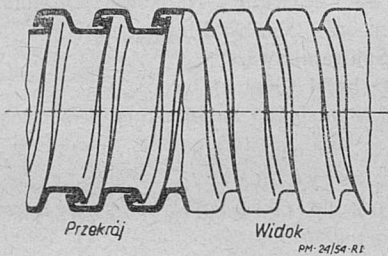


Technologia wykonania giętkich osłon metalowych

Zastosowanie giętkich osłon metalowych w przemyśle jest ogromne i bardzo różnorodne. Można się z nimi spotkać niemal na każdym kroku; w budowie obrabiarek, elektrotechnice, motoryzacji, urządzeniach sanitarnych, aparatach chemicznych itd. Wobec tak dużej liczby zastosowań i wielkiego zapotrzebowania, łatwa i prosta produkcja tych osłon posiada poważne znaczenie gospodarcze. Istnieją różne rozwiązania konstrukcyjne osłon giętkich, odpowiednio do przeznaczenia i zależnie od sposobu wykonania.

Giętkie płaszcze ochronne wykonuje się z taśmy brązowej, mosiężnej, cynkowej lub stalowej, gołej albo platerowanej cynkiem, niklem, chromem lub innymi metalami, odpowiednio do stawianych wymagań i przeznaczenia.

Z całego szeregu rozwiązań konstrukcyjnych największe zastosowanie znalazły giętkie osłony ochronne podobne do przedstawionej na rys. 1. Mogą one być bez uszczelnienia lub uszczelnione nicią azbestową, konopną wzgl. gumą. Wielkości wykonywanych osłon leżą w granicach od 8 (6) mm średnicy wewnętrznej do 300 mm, przy czym osłony o mniejszych wymiarach są okrągłe, większe natomiast mają zwykle kształt wieloboku foremnego.



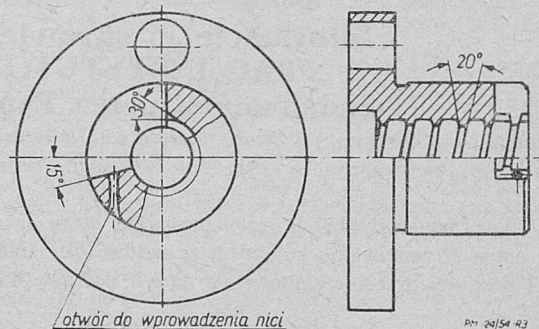
Rys. 1. Giętki płaszcz ochronny

Nietrudno zauważyć z rys. 1, że giętka osłona jest po prostu rurką zwinioną ze specjalnie sprofilowanej taśmy. Dlatego też w technologii wykonania tych rurek rozróżnia się dwie główne operacje:

- 1) profilowanie taśmy i
- 2) jej zwijanie.

Operacje te są ze sobą połączone w odpowiednio skonstruowanym przyrządzie (rys. 2), w którym taśmę profiluje się przez przeciągnięcie między profilowymi rolkami i skręca w specjalnej nakrętce.

W korpusie 1 (rys. 2) wykonanym z płaskowników osadzone są na łożyskach tocznych cztery rolki profilowe. Jedna z nich (2) ma nieruchomo zamocowany w korpusie sworzeń, pozostałe rolki mogą się przesuwać w niewielkich granicach. W tym celu w płaskownikach przewidziano podłużne wycięcia.

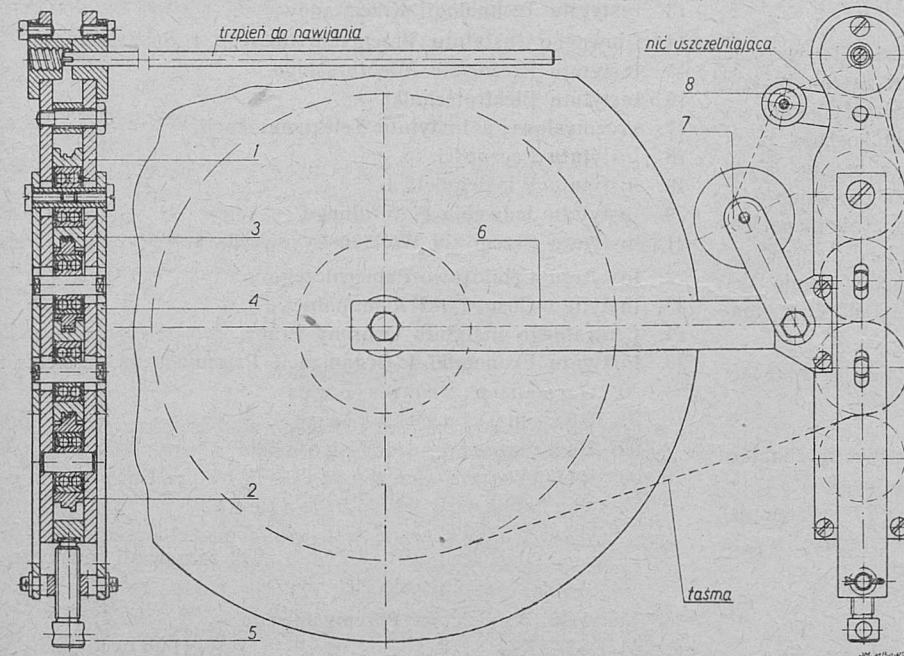


Rys. 3. Nakrętka zwijająca rurkę.

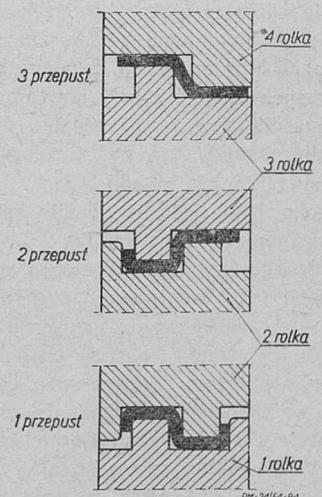
Sworzeń rolki 3 skręcony jest sztywno z ciągniami 4. Pokręcając śrubę 5 powoduje się przesunięcie rolki 3 wprzód wzgl. w tył, zależnie od potrzeby. Pozwala to również na rozsuniecie pozostałych rolek, co ułatwia zakładanie taśmy w sposób zaznaczony na bocznym rzucie rys. 2.

Do korpusu przymocowany jest trzymak 6 z bębnem na taśmę. Krąg taśmy obejmują dwie tarcze blaszane zabezpieczające przed jej poplątaniem.

Zwijanie sprofilowanej taśmy następuje w specjalnej nakrętce, w której nawija się ją na trzpień z wycięciem na końcu. W wycięcie to wkładamy sprofilowaną taśmę i przez pokręcanie trzpienia zwijamy rurkę. Trzpień posiada około 100 obr/min i może być napędzany w dowolny sposób.



Rys. 2. Przyrząd do profilowania taśmy i zwijania rurki, skonstruowany w Instytucie Obróbki Plastycznej



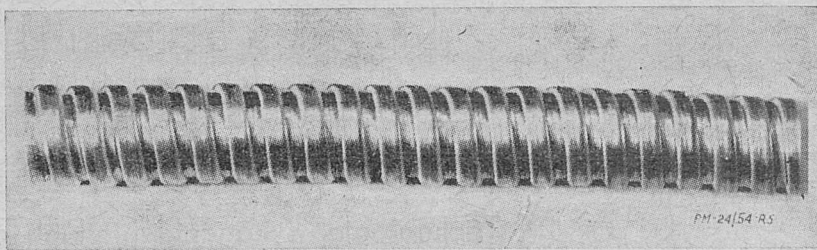
Rys. 4. Schemat profilowania taśmy

Jeżeli rurka giętka ma być uszczelniona, do kręca się do korpusu 1 uchwyt ze szpulą 7 i naprężacz 8. Nić ze szpuli przechodzi przez naprężacz, regulujący naciąg nici przy pomocy sprężynki i śruby i wchodzi poprzez otwór w nakrętce w związaną rurkę.

Na rys. 3 pokazano konstrukcję nakrętki związanej. Wewnątrz nakrętka posiada nacięty gwint odpowiadający swym kształtem i skokiem związanej rurce. W miejscu, w którym w nakrętkę wchodzi taśma, znajduje się wycięcie o szerokości równej szerokości sprofilowanej taśmy i kącie ok. 105°. W dolnej płaszczyźnie wycięcia znajduje się otwór, przez który przechodzi nić uszczelniająca. Gwint nakrętki, a w szczególności wprowadzenie powinny być bardzo starannie wykonane. Średnica wewnętrzna gwintu równa się średnicy wewnętrznej związanej rurki z dodatkami dwóch grubości taśmy i luzu wynoszącego około 300% grubości taśmy. Średnica zewnętrzna gwintu równa jest średnicy zewnętrznej rurki minus grubość taśmy. Ponieważ rurka po skręceniu odpręża się i zwiększa skutkiem tego swoją średnicę, odchyłki te są konieczne, o ile produkt ma posiadać żądane wymiary.

Sposób profilowania taśmy przedstawiono na rys. 4.

Rys. 5 pokazuje giętki płaszcz ochronny o ϕ wewnętrznej



Rys. 5. Rurka wykonana w Instytucie Obróbki Plastycznej

8 mm wyprodukowany na omawianym przyrządzie. Jako materiału wyjściowego użyto taśmy stalowej C 12 obustronnie cynkowanej o szerokości 6 mm i grubości 0,35 mm. Do uszczelnienia użyto nici konopną.

Rurka ta pozwala się swobodnie nawinać na trzpień o średnicy 70 mm; jej wydłużenie osiowe wynosi ok. 20%.

Na zakończenie wypada nadmienić, że giętkie rurki ochronne o kształcie wieloboku foremego produkuje się innymi nieco urządzeniami. Opisany przyrząd nadaje się szczególnie do rurek o mniejszych średnicach wewnętrznych.

M. Olszewski

Informacje 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, petrografię, geologię węgla itp.),
- B. Koksownictwo i badania węgla (obejmuje: koksownictwo, wytłewanie, chemiczną przeróbkę węgla i węglowodórnych, 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. Drogi 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