

PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

REDAKCJA : WARSZAWA, MICKIEWICZA 18, TEL. 10-62-26

ADMINISTRACJA : WARSZAWA, CZACKIEGO 3/5, TEL. 8-95-10

22 lipca 1951 r. — siedem lat Polski Ludowej

Wielki to był dzień i wielkie to było święto. Z perspektywy minionych siedmiu lat patrząc mogliśmy na ogrom osiągnięć naszego narodu, o jakich nawet marzyć nie mogły poprzednie pokolenia. Z perspektywy siedmiu zaledwie lat spojrzeć mogliśmy, jak Polska — przed wojną zacofana ekonomicznie i biedna przez najazd hitlerowski zrujnowana i zniszczona — w naszych oczach przekształca się w kraj przodujący, o wysoko rozwiniętym przemyśle, o przodującej technice, o rosnącej kulturze. Kraj szybko doganiający i przeganiający trwające w zastojach kapitalistyczne kraje Europy zachodniej. Kraj, który nieodwołalnie wszedł na drogę socjalizmu i na drodze tej święci wielkie triumfy.

Dziś jesteśmy Polską Nowej Huty i nowej Warszawy, Częstochowy i Gorzowa, Wizowa i huty „Kościuszko“ — Polską rusztowań na których wznosi się piękne nowe jutro ludowej Ojczyzny. Dziś jesteśmy krajem o produkcji przemysłowej na głowę ludności ponad trzy i pół raza wyższej niż przed wojną, o półtorakrotnie wyższej produkcji rolniczej, o znacznie wyższym poziomie kultury materialnej i duchowej. Dziś jesteśmy krajem, który w zawody idzie z czasem i w teraźniejszości realizuje zadania dnia jutrzejszego. To wszystko szczególnie jaszkrawie ukazało się oczom wszystkich właśnie 22 lipca, w siedem lat po Manifeście PKWN, w ciągu których już zrealizowano znacznie więcej, niż wówczas zapowiadano.

Z dumą też i z radością witał zespolony jak nigdy dotychczas naród polski swoje święto. Z dumą patrzyli wszyscy na ogromne osiągnięcia, dzieło rąk i mózgów naszej bohaterskiej klasy robotniczej i inteligencji pracującej, mas ludowych prowadzonych na drodze do socjalizmu przez Polską Zjednoczoną Partię Robotniczą i jej przewodniczącego, Prezydenta Polski Ludowej, Bolesława Bierut.

Po raz pierwszy w dziejach państwowych państwo polskie ma ze wszystkich stron przyjaznych i sojuszem związanych sąsiadów. Po raz pierwszy w dziejach mamy tyłu, tak bliskich nam i tysiącnymi niemi związanych przyjaciół — od Łaby do Kantonu. Wyrazem tego była obecność wybitnych przedstawicieli rządów sąsiednich, bratnich nam państw. Naród polski, silny jednością wszystkich patriotów w szeregach frontu narodowego walki o pokój i plan sześcioletni, naród budujący socjalizm i przekształcający się w naród socjalistyczny, w miarę postępów tego ogromnego budownictwa zaskarbił sobie szacunek i poważanie w wolnym świecie, jakim jeszcze nigdy nie cieszyliśmy się w dziejach. Jest to element naszej rosnącej siły, której przeglądem był właśnie dzień 22 lipca.

Uczucia całego narodu polskiego wyraził w swoim przemówieniu na akademii Prezydent Bolesław Bierut.

„Obchodzimy dziś siódmą rocznicę wyzwolenia naszego kraju, dumni z naszych dotychczasowych osiągnięć, ufni w nasz dalszy rozwój, pełni uczucia rosnącej siły międzynarodowego obozu pokoju, którego jedno z ogniw stanowimy.

W siódmą rocznicę wyzwolenia Polski wzywamy do jeszcze głębszego wzmocnienia jedności patriotycznej narodu, do jeszcze ściślejszej współpracy wszystkich stronnictw bloku demokratycznego z Polską Zjednoczoną Partią Robotniczą na czele, do zwarcia szeregów Frontu Narodowego w walce o pokój i Plan 6-letni.

Ufni w przyszłość pójdziemy naprzód do nowych, historycznych zwycięstw naszego narodu.“

Zastosowanie ogrzewania za pomocą promieni podczerwonych w przemyśle

Mgr inż. STANISŁAW JABŁOŃSKI

Mgr CZESŁAW SKIBKA

Podstawy teoretyczne wymiany ciepła przez promieniowanie. — Zastosowanie promieni podczerwonych do suszenia lakierów i farb, suszenia produktów żywnościowych, ogrzewania materiałów do przeróbki plastycznej. — Źródła promieniowania: żarówki elektryczne, promienniki nieświecące, promienniki gazowe. — Piece do ogrzewania za pomocą promieni podczerwonych.

WSTĘP

Ogrzewanie materiału w trakcie procesu jego wytwarzania lub przeróbki, należy do rzędu kosztowniejszych procesów tak ze względu na ilości energii zużywanej do tego celu, jak i na stratę czasu zużytego na ogrzanie materiału do żądanej temperatury.

Czas ogrzania (np. stali) na jednostkę przekroju, do temperatury 200°C jest prawie trzykrotnie dłuższy niż czas ogrzania do 900°C, w założeniu że piec jest ogrzany do żądanej temperatury.

Zadawalające rozwiązanie problemu możliwie szybkiego ogrzania materiału do żądanej temperatury, a w szczególności ogrzania warstwy powierzchniowej, może być rozwiązane przez doprowadzenie do powierzchni ogrzewanej wielkich ilości ciepła na jednostkę powierzchni w czasie możliwie krótkim.

Głębokie studia nad przenoszeniem ciepła doprowadziły do wniosku, że cel ten można osiągnąć przez nagrzewanie przedmiotów *promieniami podczerwonymi*, tzn. przez doprowadzenie ciepła przez promieniowanie.

I. PODSTAWY TEORETYCZNE PRZENOSZENIA CIEPŁA PRZEZ PROMIENIOWANIE

Ogrzewanie polega na dostarczeniu do ciała ogrzewanego pewnej ilości ciepła z określonego źródła, skutkiem czego następuje wzrost temperatury tego ciała zależny od ilości dostarczonego ciepła i pojemności cieplnej ciała ogrzewanego.

Rzeczą pierwszorzędną wagą dla wielu procesów przemysłowych jest szybkość ogrzewania, która może być określona jako przyrost temperatury do przyrostu czasu.

Ilość ciepła przenoszonego od ciała ogrzewającego do ciała ogrzewanego w jednostce czasu, zależy od sposobu w jaki ciepło to zostaje przeniesione. Ciepło przenosi się zawsze od ciała posiadającego wyższą temperaturę do ciała o niższej temperaturze. Znane są trzy sposoby wymiany ciepła: *przewodzenie, unoszenie i promieniowanie*.

Energia cieplna jest energią kinetyczną ruchu bezwładnego cząsteczek. Przy ogrzewaniu jakiegoś ciała średnia energia kinetyczna ruchu bezwładnego jego cząsteczek rośnie w miejscu ogrzaniem. Cząsteczki o większej energii kinetycznej zderzają się z cząsteczkami dalej położonymi oddają część energii. Te skolei przekazują nadmiar energii cząsteczkom dalej położonym i w ten sposób energia ruchu bezwładnego przenosi się przez zderzanie coraz dalej. Zjawisko to nazywamy *przewodzeniem ciepła*. Wymiana ciepła odbywa się za pośrednictwem materii lecz bez jej ruchu. Przykładem może być podgrzanie pręta metalowego w jednym końcu. W krótkim czasie można stwierdzić wzrost temperatury na drugim jego końcu.

Okazuje się, że istnieje ścisły związek między przewodnictwem cieplnym i elektrycznym ciał ujęty w prawo *Wiedemanna-Franza*, według którego stosunek tych przewodnictw

dla wszystkich ciał jest wielkością stałą. Ciała więc będące dobrymi przewodnikami ciepła są dobrymi przewodnikami elektryczności i odwrotnie. Można sądzić że mechanizm obu zjawisk jest ten sam. Ponieważ nośnikami prądu elektrycznego w metalach są elektrony swobodne więc te same elektrony są również i nośnikami energii cieplnej.

Innym sposobem jest wymiana ciepła przez *unoszenie*. Ogrzane cząsteczki mające większą energię kinetyczną oddają część tej energii przez zderzenia sąsiednie, te zaś skolei przekazują przez zderzenia dalszym. Wymiana ta jest związana z ruchem materii, dlatego też możliwa jest tylko w ciałach ciekłych i gazowych. Jako przykład może służyć ogrzewanie od dołu wody. Wymiana ciepła przez przewodzenie i unoszenie posiada duże znaczenie w ogrzewaniu przemysłowym i znajduje zastosowanie, gdy chodzi o powolne i równomierne ogrzanie.

Wymiana ciepła przez promieniowanie posiada zupełnie odrębny charakter. *Planck* w nowych badaniach nad promieniowaniem cieplnym przyjął, że cząsteczki są albo wibratorami liniowymi albo rotatorami. W wibratorach występuje ruch drgający jonów cząsteczki wokół punktu równowagi. Rotatory uważamy za sztywne cząsteczki obracające się około stałych osi. Ponieważ wiemy, że nabój elektryczny w ruchu wytwarza fale elektromagnetyczne, więc cząsteczki wi-brujące lub rotujące są źródłem fal elektromagnetycznych, tj. promieniują energię, znajdując się w ruchu.

Planck w 1900 roku wprowadził pojęcie *kwantów energii*. Przyjął bowiem, że energia ruchu drgającego określonej częstości nie może zmieniać się w sposób ciągły, lecz może przybierać nieciągły szereg wartości $nh\nu$, gdzie: n — liczba całkowita, h — stała *Plancka* równa $6,622 \cdot 10^{-27}$ erg sek, ν — częstotliwość drgań. Podobnie zachowuje się energia ruchu obrotowego. Wielkość energii $h\nu$ nazywamy *kwantem energii*.

Przenoszenie energii cieplnej odbywa się w następujący sposób. Ciało ogrzewające wysyła energię promieniowania cieplnego kwantami. Przechodzą one przez próżnię i dochodzą do ciała ogrzewanego. Cząsteczki ciała ogrzewanego (uważane za rotory lub wibratory) pochłaniają je — zwiększają swą energię rotacyjną lub wibracyjną. Wzrasta energia cząsteczek, ciało się ogrzewa. W przypadku przechodzenia promieniowania przez powietrze następują straty. Cząsteczki powietrza pochłaniają część energii promienistej o pewnych długościach fal (pochłanianie tzw. *selektywne*).

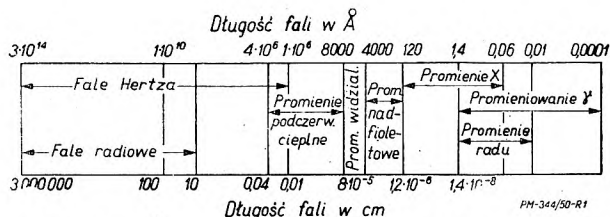
Promieniowanie ciał stałych i ciekłych zawiera dość szeroki przedział długości fal tzn. ma ono charakter ciągły. Większość tych fal leży poza zakresem fal widzialnych (rys. 1).

Fale o długości ponad 8000 Å do 4.10⁶ Å noszą nazwę *fal podczerwonych* lub *fal cieplnych* (Å — Angström, 1 Å = 10⁻¹⁰ cm).

Z tego wielkiego zakresu długości fal najbardziej praktyczne znaczenie posiadają fale o długościach

10000 ÷ 50000 Å, gdyż przenoszą najwięcej energii cieplnej.

Doświadczalnie można wykazać, że każde ciało ogrzane do temperatury wyższej niż otoczenie staje się źródłem promieniowania. Takie promieniowanie nazywamy *promieniowaniem cieplnym*, ponieważ ilość i jakość wypromieniowanej energii na jednostkę czasu zależy wyłącznie tylko od temperatury ciała promieniającego.



Rys. 1. Widmo promieniowania elektromagnetycznego.

Z prawa *Kirchoffa* wynika, że w równowadze termicznej *zdolność emisyjna* dowolnego ciała jest równa jego *zdolności absorbcyjnej* (pochłaniania).

Stosunek energii danego ciała do energii ciała doskonale czarnego jest równy zdolności absorbcyjnej tego ciała dla danej długości fali i w danej temperaturze.¹⁾

Tablica I. Zdolność emisyjna niektórych ciał.

Rodzaj materiału	Stan powierzchni	°C	Zdolność emisyjna
Mosiądz	walcowany, naturalna powierzchnia	22	0,06
Mosiądz	szmerglowany	22	0,20
Mosiądz	utleniony przy ogrzewaniu 600°C	200 ÷ 600	0,61 ÷ 0,59
Miedź	polerowana	115	0,023
Miedź	pokryta cienką warstwą tlenku	25	0,78
Glin	polerowany (98,3 Al)	230 ÷ 580	0,089 ÷ 0,057
Żelazo	elektrolitycznie starannie polerowana	190 ÷ 230	0,053 ÷ 0,068
Żelazo	polerowana	430 ÷ 1030	0,144 ÷ 0,377
Żelazo	świeżo szmerglowana	20	0,242
Stal	polerowana	765 ÷ 1040	0,52 ÷ 0,56
Stal	utleniona przy 590°C	200 ÷ 600	0,79 ÷ 0,79
Żelazo	utleniona przy 590°C	200 ÷ 600	0,63 ÷ 0,78
Żelazo	utleniona	100	0,736
Tlenek żelaza	-	500 ÷ 1140	0,85 ÷ 0,89
Nikiel	techn. czysta polerow.	230 ÷ 480	0,07 ÷ 0,087
Platyna	polerowana czysta	227 ÷ 627	0,054 ÷ 0,104
Srebro	polerowana, czysta	227 ÷ 627	0,0198 ÷ 0,0324
Złoto	polerowana, czysta	227 ÷ 627	0,018 ÷ 0,035
Szkło	-	22	0,937
Emalia	biała na żelazie	19	0,897
Dąb	heblowana	21	0,895
Lakier	biały, czarny	38 ÷ 93	0,89 ÷ 0,95
Farby olejne	wszystkich kolorów	100	0,92 ÷ 0,96
Farby alumini.	-	100	0,27 ÷ 0,67
Porcelana	-	22	0,924
Guma	miękką, szara	25	0,895
Woda	-	0 ÷ 100	0,95 ÷ 0,963
Sadza	gruba warstwa	20	0,967

1) Ciałem doskonale czarnym nazywamy ciało posiadające zdolność emisyjną równą 1.

Zdolnością absorbcyjną ϵ danego ciała nazywa się stosunek ilości ciepła pochłoniętego przez to ciało do całkowitej ilości ciepła padającego na nie w postaci promieni cieplnych. Dla ciała doskonale czarnego $\epsilon = 1$, dla ciała doskonale odbijającego lub przepuszczającego $\epsilon = 0$.

Z tablicy I widać, że zdolność emisyjna zmienia się w zależności od temperatury, od stopnia chropowatości, a w przypadku metali od stanu utlenienia powierzchni. Poza tym można wywnioskować, że:

- 1) zdolność emisyjna powierzchni polerowanych metali jest bardzo mała;
- 2) zdolność emisyjna prawie wszystkich substancji wzrasta wraz z temperaturą;
- 3) zdolność emisyjna w niskich temperaturach materiałów niemetalicznych jest ponad 0,8;
- 4) żelazo i stal zmieniają zdolność emisyjną w bardzo szerokich granicach ze stopniem utlenienia i chropowatości. Czyste metaliczne powierzchnie zmieniają zdolność emisyjną z 0,05 ÷ 0,45 w temperaturach niskich, na 0,4 ÷ 0,7 przy wysokich temperaturach. Utlenione zaś powierzchnie albo chropowate od 0,6 ÷ 0,95 przy niskich temperaturach, do 0,9 ÷ 0,95 przy wysokich.

Całkowitą energię emisji ciała doskonale czarnego określił doświadczalnie *Stefan*, a później teoretycznie wyliczył *Boltzmann* opierając się na drugim prawie termodynamiki. Ustalone w ten sposób prawo nosi nazwę *Stefana-Boltzmann*. Wyraża się ono wzorem:

$$E = \sigma \cdot T^4; \tag{1}$$

gdzie: σ — stała *Stefana* = 4,92. 10⁻⁸ kcal/m²godz. °K⁴,
 T — temperatura bezwzględna.

Wzór ten określa całkowitą energię emitowaną przez jednostkę powierzchni ciała doskonale czarnego we wszystkich kierunkach w jednostce czasu.

Całkowita energia cieplna emitowana przez dwa ciała doskonale czarne o powierzchniach A_1 i A_2 , temperaturach bezwzględnych T_1 i T_2 , wyniesie wg wzoru [1]:

$$E_1 = \sigma A_1 T_1^4 \tag{2}$$

$$E_2 = \sigma A_2 T_2^4 \tag{3}$$

Ciało drugie, w zależności od odległości i położenia względem powierzchni pierwszego otrzyma jakąś część energii F_{12} , wysyłanej przez ciało 1 we wszystkich kierunkach. A więc promieniowanie przeniesione z ciała 1 do ciała 2 wyniesie $A_1 F_{12} T_1^4$.

Analogicznie z ciała A_2 do A_1 — $A_2 F_{21} T_2^4$. Wymiana ciepła będzie różnicą, czyli:

$$q = A_1 F_{12} \sigma T_1^4 - A_2 F_{21} \sigma T_2^4.$$

Aby zapewnić równowagę cieplną ciał 1 i 2 przy tej samej temperaturze wówczas

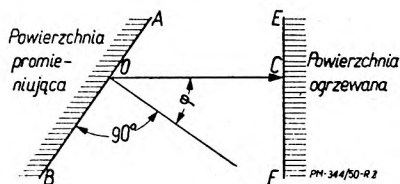
$$A_1 F_{12} = A_2 F_{21},$$

wobec czego $q = A_1 F_{12} \sigma (T_1^4 - T_2^4)$ [4]

Określenie czynnika F_{12} przedstawia pewne trudności, gdyż w nim zawarte są stosunki geometryczne powierzchni promieniającej i pochłaniającej ciepło, jak również ich własności. Dla ciał nieczarnych o zdolnościach emisyjnych e_1, e_2 i o powierzchniach w przybliżeniu jednakowych, płaskich i równoległych do siebie F_{12} można określić z zależności:

$$F_{13} = \frac{1}{\frac{1}{e_1} + \frac{1}{e_2} - 1} \tag{5}$$

Jeżeli powierzchnia promieniująca AB (rys. 2) tworzy z powierzchnią ogrzewaną kąt φ , to promieniowanie z powierzchni AB w kierunku $OC \perp EF$ jest proporcjonalne, zgodnie z prawem Lamberta, do cosinusa kąta φ .



Rys. 2.

A więc ogólna ilość otrzymana przez powierzchnię EF

$$Q = q_n \cdot \cos \varphi \quad [6]$$

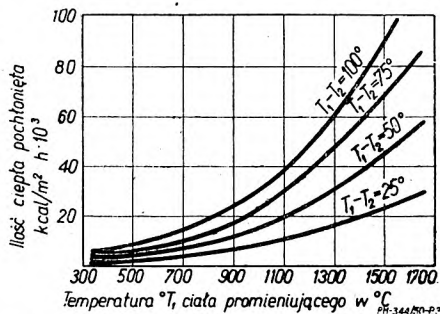
gdzie q_n — ilość ciepła wypromieniowana przez powierzchnię AB w kierunku prostym.

Odległość ciała promieniującego od ciała pochłaniającego ciepło wpływa również na przenoszenie ciepła — mianowicie: natężenie promieniowania jest odwrotnie proporcjonalne do kwadratu odległości pomiędzy ciałem promieniującym a ciałem pochłaniającym ciepło.

Z równania [4] wynika, że przenoszenie ciepła przez promieniowanie z jednej powierzchni na drugą może zachodzić tylko w przypadku istnienia różnicy temperatur (rys. 3).

Z równania [5] widać, że ilość ciepła przeniesiona przez promieniowanie zależy nie tylko od zdolności emisyjnej e_1 ciała ogrzewanego lecz również i od zdolności emisyjnej e_2 ciała ogrzewanego.

Z prawa Kirchoffa wiemy, że jeżeli ciało w pewnej temperaturze emituje fale o pewnej długości, to pochłania również promieniowanie tej długości fal, lecz nie odwrotnie. To też polerowane powierzchnie metali



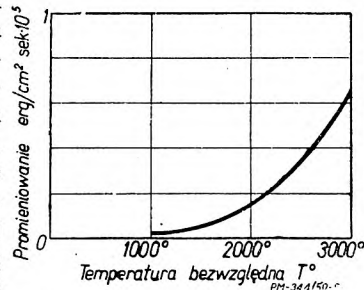
Rys. 3. Wpływ temperatury na ilość przeniesionego ciepła przez promieniowanie w zależności od różnicy temperatur ciała promieniującego i ciała pochłaniającego (wg W. Trinks'a).

pochłaniają tylko nieznaczną część promieniowania na nie padającego, natomiast sadza pochłania prawie wszystkie promienie (rys. 4).

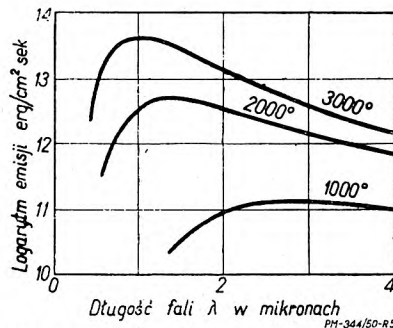
Każde ciało ogrzane do temperatury wyższej od otoczenia staje się źródłem promieniowania. Gdy temperatura jego jest niewysoka, promieniowanie to jest niewidzialne, promieniuje bowiem fale długie, na które oko nie jest wrażliwe. Ze wzrostem temperatury w pewnym momencie występuje promieniowanie widzialne. Temperatura pojawienia się pierwszych pro-

mieni widzialnych zależy od stopnia przezroczystości ciała ogrzewanego. Im ciało bardziej pochłania promienie widzialne, tym przy niższej temperaturze ciała zaczyna wysyłać promienie widzialne. Dla ciał czarnych temperatura ta wynosi ponad 500°C.

Przy podnoszeniu temperatury wzrasta natężenie promieniowania, lecz nie jednako dla wszystkich długości fal (rys. 5). Wzrasta mianowicie natężenie promieniowania coraz bardziej krótkotrwałego i tym tłumaczy się zmianę barw ciała przy ogrzewaniu. Najpierw ciała mają barwę czerwona, która przechodzi w miarę dalszego podgrzewania w pomarańczową, żółtą, coraz jaśniejszą i wreszcie w białą.



Rys. 4. Zależność ilości energii wypromieniowanej na jednostkę powierzchni od temperatury ciała promieniującego doskonale czarnego (wg Nelsona i Silmana).



Rys. 5. Ilość energii wypromieniowanej przez ciało doskonale czarne w zależności od temperatury (bezwzględnej) i długości fali (wg L. H. Nelsona i H. Silmana).

Z rys. 5 widać, że położenie maksimum natężenia, w miarę wzrostu temperatury ciała promieniującego przesuwa się od około 3μ przy 1000°K, do około 1μ dla 3000°K. Położenie maksimum natężenia w widmie określa prawo przesunięć Wiena, według którego $\lambda_m T = const$; gdzie T — temperatura bezwzględna ciała czarnego, λ_m — długość fali wyrażona w μ, odpowiadająca maksimum energii w widmie; wartość stałej 2893. Z położenia więc maksimum krzywej rozkładu widma ciała czarnego można określić jego temperaturę. Z drugiej strony, wiedząc jakie fale są najbardziej pochłaniane przez przedmiot ogrzewany możemy dobrać temperaturę źródła promieniowania.

Jeżeli chodzi o podanie formy matematycznej ustalającej rozkład energii wypromieniowanej przez ciało doskonale czarne, to podał ją dopiero Planck, wyprawdzając wzór zgodny z doświadczeniem:

$$E(\lambda T) = \frac{c_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\frac{c_2}{e^{\lambda T}} - 1} \quad [7]$$

gdzie: $c_1 = h c^2$; c_1 i c_2 — stałe; h — stała Plancka; c — szybkość światła; $c_2 = \frac{N}{h}hc$, przy czym N — liczba Avogadry = 60. 2261. 10²²; $c_2 = 14366$ (jeżeli λ wyrazimy w μ).

Całkowitą więc energię promieniowania ciała czarnego dla danej temperatury otrzymamy całkując równanie [7] na wszystkie długości fal. Czyli

$$E(T) = \int_0^{\infty} \frac{c_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\frac{c^2}{e^{\lambda T}} - 1} d\lambda \quad [8]$$

Ogrzewania wyłącznie przez promieniowanie nie da się w praktyce przeprowadzić. W urządzeniach w których zachodzi ogrzewanie zawsze znajduje się powietrze biorące udział w tym procesie. Tiller i Garber¹⁾ opublikowali teoretyczne rozważania o ogrzewaniu przez promieniowanie. Określili oni temperaturę ciała ogrzewanego w zależności od temperatury otaczającego powietrza, zdolności absorpcyjnej ciała ogrzewanego i zapotrzebowania energii. Autorzy rozważają proces ogrzewania w piecu zamkniętym przez promieniowanie w atmosferze powietrza w warunkach przemysłowych.

Przyjęto następujące założenia:

- 1) Ciałami ogrzewanymi są cienkie arkusze blachy stalowej o grubości od 0,4 do 2,75 mm.
- 2) Naświetlenie powierzchni ogrzewanej promieniami cieplnymi jest równomierne.
- 3) Temperatura ciała ogrzewanego jest wszędzie jednakowa.
- 4) Strata ciepła przez promieniowanie ciepła ogrzewanego jest znikoma.
- 5) Energia cieplna zużyta jest wyłącznie do ogrzewania a nie do odparowywania lub wywoływania reakcji chemicznej.
- 6) Strata ciepła przez unoszenie jest proporcjonalna do różnicy temperatur ciała ogrzewanego i otaczającego powietrza.

Założenia te bardzo znacznie upraszczają problem, a wyniki eksperymentalne wykazały słusność wywodów w przybliżeniu wystarczającym dla celów praktycznych.

Oznaczenia

- a — zdolność absorpcyjna materiału (bezwymiarowa);
- c — ciepło właściwe materiału ogrzewanego w kcal/kg°C;
- h — współczynnik unoszenia ciepła podczas ogrzewania przez promieniowanie w kcal/h m² °C;
- I — natężenie promieniowania padającego na powierzchnię ogrzewaną w W/m²;
- k — współczynnik wymiany energii elektrycznej na ciepłą w 8,60 kcal/Wh;
- L — grubość materiału ogrzewanego w m;
- m — masa materiału ogrzewanego na jednostkę powierzchni w kg/m²;
- R — współczynnik sprawności ogrzewania przez promieniowanie. Stosunek ilości ciepła zatrzymanego przez materiał ogrzewany do energii promienistej dostarczonej do jego powierzchni (bezwymiarowy);
- t — temperatura materiału ogrzewanego, zmienna w °C;
- t_0 — początkowa temperatura materiału ogrzewanego w °C;
- t_a — temperatura powietrza otaczającego materiał ogrzewany w °C;
- t_c — temperatura materiału ogrzewanego po ochłodzeniu w °C;
- t_{c0} — temperatura materiału na początku chłodzenia w °C;
- t_m — maksymalna temperatura materiału ogrzewanego w °C;
- p — gęstość materiału w kg/m³;
- θ — czas w godz.
- F — stała zależna od kształtu przedmiotów ogrzewanych i ich położenia względem źródła promieniowania np. $F=1$, gdy powierzchnia płaska jest naświetlana z 2 stron i $F=2$, gdy naświetlana jest tylko z jednej strony.

Jeżeli przedmiot, wykonany z cienkiej blachy metalowej o powierzchni 1 m², grubości L , gęstości p i ciepłe właściwym c o zdolności absorpcyjnej a , jest naświetlany promieniami o natężeniu J w powietrzu o temperaturze t_a przez czas $d\theta$, to

$$kaI d\theta = cpLdt + Fh(t - t_a) d\theta^2 \quad [9]$$

¹⁾ Dalszy ciąg tego rozdziału jest w większości przekładem fragmentów pracy L. M. Tiller a H. J. Garbera opublikowanej w r. 1942 w „Ind. Eng. Chem.” t. 34, str. 773 podanej przez Nelsona i Silmana.

²⁾ Ciepło pochłonięte = ciepło użyte do podniesienia temperatury przedmiotu + ciepło stracone przez unoszenie.

Przyjmujemy, że wszystkie czynniki są stałe oprócz czasu θ i temperatury t . Założenie to nie jest zgodne z warunkami praktyki przemysłowej, lecz może być przyjęte w doświadczeniu.

Równanie [9] może być przedstawione w postaci

$$\frac{dt}{d\theta} = \frac{kaI}{cpL} = \frac{Fh(t - t_a)}{cpL} \quad [10]$$

W dowolnych warunkach promieniowania i unoszenia ciepła przedmiot ogrzewany stara się osiągnąć stałą temperaturę. Temperatura ta będzie maksymalna, gdy

$$kaI = Fh(t_m - t_a), \text{ skąd} \quad [11]$$

$$t_m = t_a + \frac{kaI}{Fh} \quad [12]$$

Z powyższego widać, że maksymalna temperatura t_m , którą może osiągnąć materiał ogrzewany w danych warunkach, zależy jedynie od jego zdolności absorpcyjnej i temperatury otaczającego powietrza. Poza tym, maksymalna osiągalna temperatura nie zależy od masy materiału ogrzewanego.

Wyniki doświadczenia potwierdzają słusność powyższych wywodów Np. różnica maksymalnych temperatur osiągniętych przy ogrzewaniu 2 poczynionych blach miedzianych, z których jedna była 10 razy grubsza od drugiej, wyniosła zaledwie około 3°C, przy czym wyższą temperaturę 304°C osiągnęła blacha grubsza.

Równania [10] i [12] mogą być podane w formie

$$\frac{dt}{d\theta} = \frac{Fh}{cpL} (t_m - t),$$

a po scałkowaniu

$$t = t_m - (t_m - t_0) e^{-n}, \quad [13]$$

gdzie: t_0 — temperatura materiału przy wejściu do

$$\text{pieca, } n = \frac{Fh\theta}{cpL}.$$

Strata ciepła przez materiał po opuszczeniu pieca może być wyrażona w podobny sposób, co doprowadza do równania:

$$t_c = t_a + (t_{c0} - t_a) e^{-n}. \quad [14]$$

O skuteczności ogrzewania można wnioskować z wielkości współczynnika sprawności R .

$$R = \frac{cpL(t - t_0)}{kI\theta} \quad [15]$$

Równanie [15] po prostych przekształceniach przyjmuje postać:

$$R = \left[a + \frac{(t_a - t_0)Fh}{kI} \right] \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{Fh\theta}{cpL} \right) \quad [16]$$

Gdy $\theta = 0$ wówczas widać, że współczynnik sprawności w znacznej mierze zależy od temperatury powietrza t_a które ma wpływ nie tylko na temperaturę maksymalną, lecz i na szybkość ogrzewania materiału w piecu. Sprawność ta jest tym większa, im większe jest t_a od t_0 .

Ze względów oszczędnościowych oprócz ogrzewania przez promieniowanie wykorzystuje się jeszcze dodat-

kowo ogrzewanie przez unoszenie. Jeżeli szybkość ruchu powietrza jest duża, to następuje przerwanie warstwy powietrza, która istnieje zawsze w pobliżu powierzchni przedmiotu ogrzewanego. Warstwa ta izoluje przedmiot od otaczającego

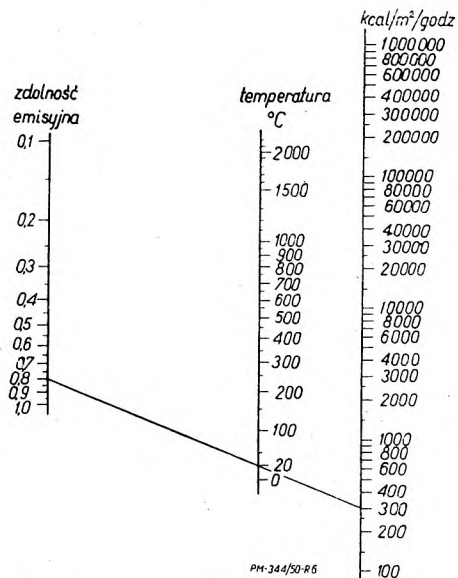
znaczące ilości ciepła są przenoszone do przedmiotu przez unoszenie, cyrkulacja powietrza jest nadzwyczaj pożyteczna.

Odnosnie stosowania promieni podczerwonych należy wspomnieć o wyprowadzonej niedawno przez badaczy radzieckich metodzie tzw. suszenia przerywanego*).

Polega ono na następującym sposobie postępowania. Przedmiot (np. kartofle) naświetlany promieniami podczerwonymi suszymy przez 2 + 4 sekund. Następnie przerywamy naświetlanie na przeciąg 20-40 sek i znowu naświetlamy i przerywamy je jak poprzednio. Czynności te powtarzamy aż do kompletnego wysuszenia przedmiotu.

Ogólnie przyjmuje się, że stosunek czasu naświetlania do czasu przerwy w naświetlaniu wynosi około 1/40. Zależy on od właściwości ciała suszonego. Przerwa winna być tak długa, aby osuszona warstwa powierzchni przedmiotu zdołała w tym okresie czasu zwilgotnieć od warstw położonych głębiej. Inaczej, okres przerwy zależy od szybkości przenikania wody z warstw położonych głębiej na powierzchnię.

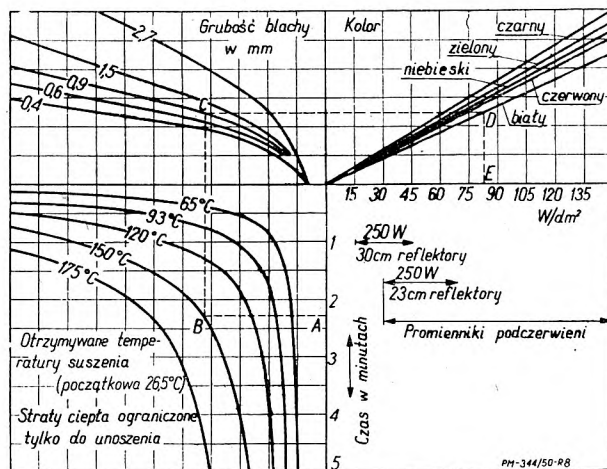
Metoda ta odznacza się wielką oszczędnością przy niewielkiej stracie na czasie. Okazuje się bowiem, że do wysuszenia np. kartofli przy ciągłym naświetlaniu trzeba 330 minut, podczas gdy przy suszeniu z przerwami czas naświetlania wynosi 9 minut, a okres całkowitego suszenia 6 godzin. Poza tym suszenie z przerwami ma przewagę nad suszeniem nieprzerywanym, jeśli chodzi o temperaturę ciała suszonego. Okazuje się bowiem, że temperatura ciała suszonego bez przerwy wynosi około 70°C, podczas gdy przy przerywanym — zaledwie 28°C.



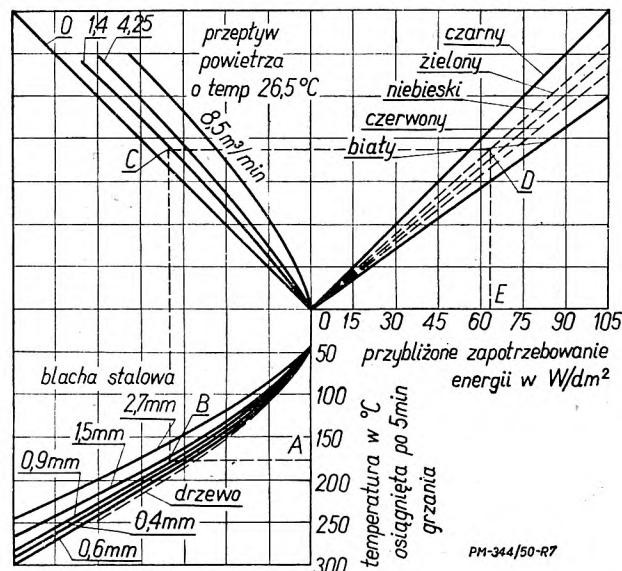
Rys. 6. Nomogram do obliczania promieniowania ogrzanych powierzchni (wg I. H. Nelsona i H. Silmana).

powietrza. Poza tym zmniejsza ona szybkość przenoszenia ciepła z ogrzanego powietrza do metalu, utrudnia więc ogrzewanie przedmiotu przez unoszenie. Jeśli ciepło jest przenoszone przez promieniowanie, warstwa ta nie ma wpływu na szybkość ogrzewania przedmiotu. Obecność jej jest więc korzystna, ponieważ zmniejsza straty ciepła przez unoszenie z przedmiotu ogrzewanego.

Ruch powietrza przy ogrzewaniu przez promieniowanie jest niekorzystny. Z drugiej strony gdy



Rys. 8. Nomogram do obliczania ilości energii elektrycznej do suszenia lakierów za pomocą promieniowania podczerwonego w zależności od czasu ogrzewania, temperatury i grubości blachy malowanej i barwy lakieru (wg C. M. Manufacturing Co).



Rys. 7. Nomogram do obliczania ilości energii elektrycznej potrzebnej do suszenia lakierów za pomocą promieniowania podczerwonego w zależności od temperatury suszenia, grubości blachy lakierowanej, wielkości przepływu powietrza i barwy lakieru (wg Illum. Eng. 1941. 26. 61).

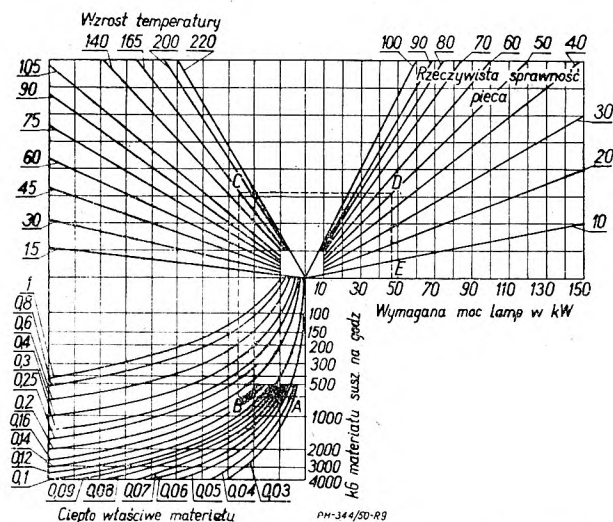
Resumując wywody teoretyczne, wynikające z rozpatrzonych praw przenoszenia energii cieplnej, dochodzi się do następujących wniosków:

1. Skuteczność ogrzewania przez promieniowanie podczerwone jest tym większa im większa jest różnica temperatur pomiędzy źródłem ciepła a ciałem nagrzewanym.

2. Ponieważ ilość ciepła przeniesiona przez promieniowanie zależy od różnicy czwartych potęg temperatury źródła ciepła i ciała ogrzewanego, a ilość ciepła przenoszona przez przewodnictwo i unoszenie zależy od różnicy temperatur w pierwszej potędze więc praktycznie ogrzewanie promieniami podczerwonymi jest najbardziej skutecznym sposobem przenoszenia ciepła.

3. Im wyższa jest temperatura ciała promieniującego, tym więcej ciepła zostaje przez nie wypromieniowane na jednostkę czasu.

*) Z odczytu inż. R. Ustynowicza



Rys. 9. Nomogram do obliczania ilości energii elektrycznej potrzebnej do suszenia różnych materiałów za pomocą promieniowania podczerwonego w zależności od ciepła właściwego materiału, temperatury suszenia i sprawności pieca. (wg Illum. Eng. 1941. 36, 61).

4. Dla każdej temperatury ciała promieniującego istnieje optimum promieniowania, odpowiadające określonej długości fali (prawo Wien).

5. Zdolność do pochłaniania promieni ciepłych w danej temperaturze równa się zdolności emisyjnej tych promieni (prawo Kirchoffa).

6. Największa ilość energii cieplnej zostaje pochłonięta przez powierzchnię prostopadłą do kierunku biegu promieni.

7. Im bliżej położone jest ciało promieniujące do ciała ogrzewanego, tym więcej energii cieplnej zostaje do tego ostatniego dostarczone.

8. Znaczny wpływ na skuteczność ogrzewania posiada temperatura powietrza. Powinna ona być taką, aby ciało ogrzewane było zarówno ciepłem dostarczonym przez promieniowanie jak i przez unoszenie.

9. Suszenie promieniami podczerwonymi z przerwami jest bardziej ekonomiczne w porównaniu do suszenia ciągłego.

Praktyczne zastosowanie omówionych zasad ilustrują podane nomogramy (rys. 6, 7, 8, 9).

(c. d. n.)

Pomiar temperatur skrawania metodą termokolorów na tle innych metod dotychczas stosowanych

Mgr inż. JANUSZ HAMAN

Artykuł omawia ogólnie metody termoelektryczne pomiaru temperatur skrawania oraz metodę termokolorów, wykazując, iż dotychczas stosowane metody pomiaru temperatur skrawania cechowały się trudnościami w praktycznym zastosowaniu lub znacznymi i trudnymi do uchwycenia błędami, natomiast metoda termokolorów jest wolna od większości błędów i pozwala na odtworzenie obrazu pola temperatur panujących na ostrzu.

Wstęp

Jednym z czynników w badaniach nad procesem skrawania, którego ujęcie do dziś sprawia znaczne trudności, jest temperatura skrawania. Z jednej strony bowiem, zjawisko rozchodzenia się ciepła w bryle o skomplikowanej geometrii, jaką jest każde narzędzie skrawające, jest ogromnie trudne do ujęcia teoretycznego, z drugiej strony pomiar jest znacznie utrudniony warunkami jakie w miejscu jego wykonywania panują.

Ogólnie biorąc, narzędzie w czasie pracy przedstawia, pod względem termicznym, niestacjonarne pole temperatur, którego izotermy w miarę wpływu czasu odsuwają się od krawędzi tnącej, zaś temperatura na samym ostrzu, o ile ostrze to nie uległo zdeformowaniu na skutek pracy, nie ulega prawdopodobnie większym zmianom.

Teoretyczne ustalenie położenia dowolnej izotermy, w dowolnym czasie, przy znanych warunkach pracy narzędzia jest trudne i daje się określić jedynie bardzo niedokładnie.

Podział metod pomiaru

Metody pomiaru temperatur skrawania można podzielić na dwie zasadnicze grupy:

- I. metody prowadzące do określenia temperatury krawędzi tnącej,
- II. metody pozwalające na odtworzenie pola temperatur ostrza.

Jest oczywiste, że jedynie metody II grupy mogą zapewnić właściwe rozwiązanie zagadnienia, gdyż pozwalają na przedstawienie całokształtu zjawiska. Należy jednak stwierdzić, że ogromna większość stosowanych metod zalicza się do grupy I, co spowodowało wiele pomyłek i błędów w doświadczeniach dotychczasowych.

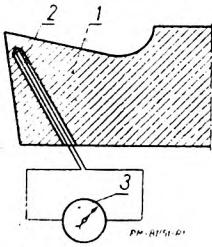
Spomiędzy wielu opracowanych metod pomiarowych jedynie niewiele znalazło praktyczne zastosowanie w badaniach temperatur i nie ma celu ich wspominać, natomiast z bardziej stosowanych pominiemy metodę pomiaru promieniowania, należąca do grupy II, a to z przyczyny trudności pomiarowych jakie nasuwa i niezbyt dokładnych wyników jakie daje. Pominiemy również metody analizy metalograficznej wióra, które jedynie w szczególnych przypadkach dają się stosować.

W rezultacie do omówienia pozostaną jedynie metody termoelektryczne, oraz metoda termokolorów będąca tematem pracy.

Metody termoelektryczne

Metody termoelektryczne były dotychczas najbardziej rozpowszechnione w pomiarach temperatur skrawania. Są one tanie, proste i łatwe do zastosowania, lecz każda z 4 znanych metod posiada szereg charakterystycznych wad.

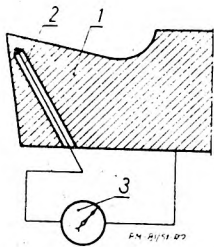
1. *Metoda termopary*, polegająca na pomiarze temperatury za pośrednictwem wprowadzonego do wywierconego w narzędziu otworu termoelementu, którego gorące końce znajdują się możliwie blisko ostrza. Wysoka temperatura panująca w pobliżu ostrza zmusza do pozostawiania dość grubej warstwy ponad termoparą co łącznie z dużym zagęszczeniem izoterm w tej okolicy narzędzia powoduje, że termopara wskazuje temperaturę znacznie niższą niż panująca w rzeczywistości na ostrzu.



Rys. 1. Pomiar temperatury termoparą wprowadzoną w otwór narzędzia: 1 — nóż tokarski; 2 — spojenie termopary; 3 — galwanometr.

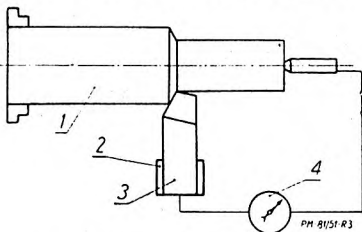
Otwór w narzędziu powoduje częste uszkodzenia narzędzia w czasie hartowania, co łącznie z niepewnymi wynikami sprawiło niemal całkowite zaniechanie stosowania tej metody. Możliwość wywiercenia otworu w dowolnym punkcie pozwalałaby na zaliczenie tej metody także do grupy II.

2. *Metoda termopary*, podobna do poprzedniej, różniąc się jedynie tym, że jednym z elementów termopary jest narzędzie (rys. 2). Posiada te same wady i zalety co poprzednia, ponadto na wyniki pomiaru wpływa także zmiana przewodnictwa narzędzia w podwyższonej temperaturze oraz zmiany sił termoelektrycznych elementu, na skutek zmian w strukturze narzędzia pod wpływem temperatury.



Rys. 2. Pomiar temperatury termoparą z narzędziem jako elementem; 1 — nóż tokarski; 2 — spojenie przewodu wprowadzonego w otwór, z materiałem narzędzia; 3 — galwanometr.

3. *Metoda jedenarzędziowa* (rys. 3). Wysoka temperatura w miejscu styku narzędzia z materiałem powoduje powstanie sił termoelektrycznych w termoelementie materiał-nóż. Wielkość siły termoelektrycznej odczytuje się przy pomocy galwanometru załączonego z jednej strony do narzędzia, z drugiej strony przez kiel, lub przez kontakt rtęciowy do materiału.

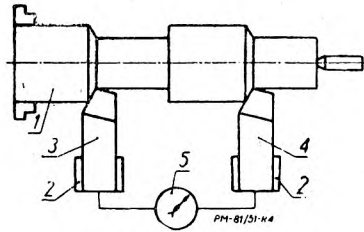


Rys. 3. Metoda jedenarzędziowa; 1 — przedmiot obrabiany; 2 — warstwa izolatora; 3 — nóż tokarski; 4 — galwanometr.

4. *Metoda dwunarzędziowa* (rys. 4) polega na jednoczesnym skrawaniu dwoma narzędziami z różnych materiałów (w praktyce stosowano jedynie noże tokarskie — jeden z węglików spiekanych, drugi ze stali szybkoobrotowej) tego samego przedmiotu, z zachowaniem identycznych warunków skrawania obu ostrzy. Przy założeniu, że w tych samych warunkach na obu ostrzach panują te same temperatury, siła termoelektryczna pomiędzy obu narzędziami będzie zależeć jedynie od tem-

peratury i własności termoelektrycznych układu narzędzie 1 — narzędzie 2, gdyż materiał skrawany jako element pośredni na wskazania nie wpływa.

Obie ostatnie metody charakteryzują się wielką prostotą, lecz posiadają szereg wad stawiających możli-



Rys. 4. Metoda dwunarzędziowa; 1 — przedmiot obrabiany; 2 — warstwa izolatora; 3 — nóż tokarski I; 4 — nóż tokarski II; 5 — galwanometr.

wość ich stosowania pod znakiem zapytania. Z pomiędzy ważniejszych wad wyliczyć można następujące.

Metoda jedenarzędziowa wykazuje wrażliwość na stan połączeń na kle lub kontakcie rtęciowym, na zmiany w przewodnictwie elektrycznym i cieplnym materiału i ewentualne zmiany strukturalne. To samo odnosi się do zmian zachodzących w nożu. Prócz tego, w wielu przypadkach występują trudne do odkrycia tzw. „pasożytnicze“ termopary, powstające między narzędziem i spiekami, narzędziem i doprowadzeniem itd. Wpływ tych termopar ujawnia się jeszcze jaskrawiej w metodzie dwunarzędziowej, ze względu na większą ilość połączeń i styków odmiennych metali. Również założenie o równych temperaturach na obu ostrzach wcale nie odpowiada prawdzie, gdyż różne współczynniki tarcia i przewodnictwa cieplnego, stali szybkoobrotowej i węglików spiekanych, mogą spowodować duże różnice temperatur na obu ostrzach. W celu określenia temperatur na obu ostrzach, należałoby znać warunki odpływu ciepła z obu narzędzi, do czego konieczna jest znajomość charakterystycznych dla nich pól temperatur.

Żadna jednak z tych dwóch ostatnich metod nie pozwala na stworzenie obrazu rozkładu temperatur w narzędziu w czasie jego pracy. Również nie można przy ich pomocy stwierdzić, w którym miejscu występuje wyższa mierzona temperatura skrawania.

Powyższe przyczyny prowadzą do tak znacznych błędów, iż jak stwierdza inż. Leonow z Moskiewskiego Instytutu Lotniczego, metody te, a szczególnie metoda jedenarzędziowa, raczej wprowadza w błąd niż orientuje w rzeczywistej temperaturze ostrza, często bowiem zdarza się, iż przy wzroście temperatury obserwujemy spadek wskazań galwanometru i odwrotnie. Badania wspomnianego Instytutu na szeregu przykładów stwierdziły małą przydatność tej metody.

Metoda termokolorów

Wprowadzenie przez przemysł chemiczny tzw. *termokolorów*, pozwoliło na stworzenie metod pomiaru temperatur skrawania doskonalszych od dotychczasowych, pozwalających na pomiar temperatury w dowolnym punkcie ostrza w dowolnej chwili jego pracy, metod odpowiadających założeniom tak I jak II grupy, a zatem pozwalających na stworzenie obrazu pola temperatur w dowolnym momencie pracy ostrza.

Termokolory są to barwniki, które w pewnej charakterystycznej dla każdego z nich temperaturze, zmieniają swoją barwę podstawową na inną, przeważnie w stosunku do pierwotnej dość kontrastową. Na skutek tego na powierzchni powleczonej ter-

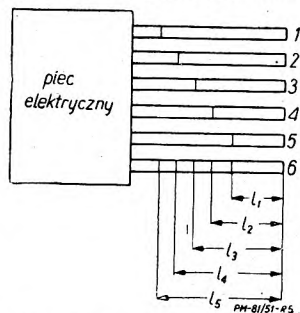
mokolorem, występuje jaskrawa granica dwóch barw w miejscu w którym przebiega izoterma temperatury charakterystycznej dla danego termokoloru. Wprawdzie na temperaturę charakterystyczną termokoloru ma także wpływ czas, to jednak dzięki temu że odchylenia są znane (tablica I), wynik pomiaru jest wolny od błędów pochodzących z tej przyczyny. Termokolory wyrabiane są w dwóch postaciach, jako proszek, który w postaci zawiesiny w spirytusie służy do pokrywania powierzchni badanych, i jako kredki, w których barwik rozmieszany jest w parafinie. Te ostatnie do badań nad temperaturą skrawania nie są przydatne.

W dotychczasowych badaniach ostrze narzędzi powlekano każdym termokolorem i przeprowadzano skrawanie. Takie postępowanie powodowało stosunkowo znaczną stratę czasu.

Jak wykazały próby przeprowadzone przez autora, metodę można znacznie uprościć dzięki temu, że poszczególne numery termokolorów można mieszać ze sobą nie zmieniając ich własności.

Np.: sześć jednakowych prętów stalowych włożono obok siebie do pieca elektrycznego rozgrzanego do 800°C. Końce tych prętów wystawały z pieca na 500 mm. Pięć prętów pomalowano różnymi termokolorami zaś szósty mieszaniną barwników znajdujących się na 5 pozostałych prętach (rys. 5). Po pewnym czasie na poszczególnych prętach wystąpiły wyraźne izotermy, tym dalej odsunięte od pieca, im niższa była charakterystyczna temperatura danego termokoloru, a po obu ich stronach wystąpiły barwy, odpowiadające danemu termokolorowi. Na pręcie pomalowanym mieszaniną termokolorów wystąpiło 5 izoterm, po ich obu stronach barwy były nieokreślonego koloru, lecz wyraźnie kontrastujące, a ich odległości od końca pręta były odpowiednio równe odległościom izoterm na pozostałych prętach. Stwierdzono również, że stosunkowo skład mieszaniny nie ma wpływu na położenie izoterm, a jedynie na kontrastowość występujących granic.

Sposób pomiaru temperatury skrawania przy pomocy mieszaniny termokolorów opiszemy na przykładzie toczenia jako na przykładzie najprostszym.



Rys. 5. Badanie mieszaniny termokolorów; 1, 2, 3, 4, 5 — numery termokolorów, którymi pomalowano odpowiednie pręty; 6 — pręt pomalowany mieszaniną termokolorów, l_1, l_2, \dots itd. odległości odpowiednich izoterm od końca pręta.

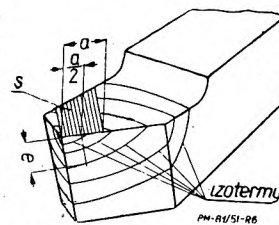
Określamy w przybliżeniu granice w jakich chcemy mierzyć temperatury występujące na ostrzu i mieszanina, według tego dobranych termokolorów, w postaci rzadkiej zawiesiny w spirytusie, powlekamy ostrze i trzonek tak daleko jak przypuszczamy, że sięgać będzie najdalsza izoterma.

Po założeniu noża i ustaleniu warunków skrawania rozpoczynamy pracę, przy czym przy samej krawędzi tnącej i na powierzchni przyłożenia termokoloru zostaje starty pod wpływem skrawanego wióra. Po ustalonym czasie przerywamy pomiar, zdejmujemy nóż i nanosimy położenie izoterm na rozwinięty rysunek ostrza dla każdej płaszczyzny osobno, odtwarzając położenie izoterm w miejscach gdzie termokolor został starty, na podstawie ich kształtu.

Ze względu na wrażliwość temperatury charakterystycznej na czas, ustalamy temperaturę izoterm z tablicy I, przyjmując jako czas, czas trwania doświadczenia.

W dalszym ciągu przeprowadzamy szereg analogicznych pomiarów przy różnych czasach skrawania. W wyniku otrzymujemy szereg kolejnych rysunków, na których jest naniesiony przebieg izoterm na każdej z płaszczyzn ostrza, po coraz dłuższym czasie skrawania.

Mierząc odległość kolejnych izoterm od środka tej części krawędzi tnącej, która znajduje się w kontakcie z materiałem skrawanym, w kierunku do niej prostopadłym (e — na rys. 6), możemy z łatwością dla każdego rysunku sporządzić wykres, na którego jednej osi odłożymy odległość izoterm od środka krawędzi tnącej, na drugiej zaś temperaturę tej izoterm (rysunek 7). Z tego wykresu przy interpolacji z łatwością można odczytać temperaturę krawędzi tnącej.



Rys. 6. Nóż pomalowany mieszaniną termokolorów po doświadczeniu; a — szerokość warstwy skrawanej; s — ślad wióra; e — odległość danej izoterm od krawędzi tnącej.

W przypadku wystąpienia najwyższej temperatury w pewnej odległości od krawędzi tnącej np. na powierzchni natarcia, stwierdzimy to wyraźnie dzięki odmiennemu przebiegowi izoterm.

Na podstawie otrzymanych rysunków, rozkładu izoterm na powierzchni narzędzia, można przy pewnych założeniach co do kształtu powierzchni izotermicznych odtworzyć sobie obraz rozkładu temperatur wewnątrz ostrza tak trudny do otrzymania na jakiegokolwiek innej drodze.

TABLICA I

Nr termokoloru	Barwa		Czas działania temperatury										
	początkowa	końcowa	sek				min					godz	
			5	10	20	30	1	5	10	20	30	1	2
2	Jasnobrązowa	niebieska	100	90	81	76	70	66	65	62	60	59	58
3	żółta	fiolet	140	136	125	123	116	115	114	112	110	108	106
4	purpurowa	niebieska	210	205	195	175	160	155	150	144	140	138	137
5	biała	zielonobrazowa	195	190	185	182	180	178	177	176	175	174	174
6	zielona	ciemnobrazowa	260	250	240	235	230	228	225	220	220	219	216
7	żółta	czerwona	316	310	300	295	293	293	292	291	290	280	275
8	biała	żółta	405	390	375	365	350	348	344	342	340	320	300
9	fiolet	biała	490	475	460	455	450	448	445	442	440	440	435

Uwaga: Termokolor Nr 1, którego temperatura charakterystyczna dla 30 min wynosi 400, pominięto. Tablica jest sporządzona na podstawie badań nad termokolorami wytwarzanymi przez Badische Anilin und Sodafabrik Ludwigshafen a/Rh.

POLSKA ENCYKLOPEDIA MECHANIKI

Teoria mechanizmów (ciąg dalszy)

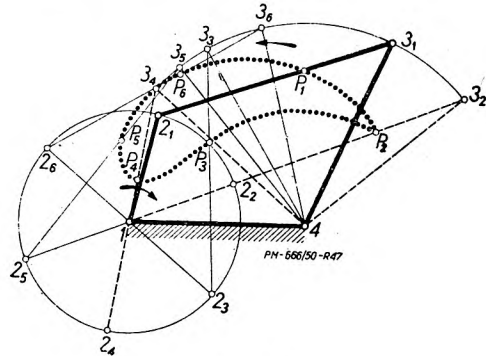
Prof. dr inż. ROBERT SZEWAŁSKI

IV. WYKREŚLNE METODY ANALIZY KINEMATYCZNEJ PŁASKICH MECHANIZMÓW

Metody analizy kinematycznej mechanizmów są natury wykresnej lub analitycznej. W przeważającej liczbie przypadków, szczególnie w przypadkach złożonych, metody wykresne prowadzą szybciej i pewniej do celu.

Przedmiotem analizy są trajektorie czyli tory poszczególnych punktów mechanizmów, ich prędkości i przyspieszenia.

Najprostszym zadaniem analizy kinematycznej jest wyznaczenie torów czyli trajektorij. Mając rysunek mechanizmu, obiera się jakieś ogniwo jego, najlepiej — jeżeli chodzi o mechanizmy korbowe — równomiernie obracającą się korbę, za ogniwo pędzące, wykreśla się koło korbowe i na nim odpowiednią ilość położenia korby, po czym wyznacza się odpowiednie położenia pozostałych ogniw mechanizmu (rys. 47). Z kolei wyznacza się tory dowolnych, interesujących nas punktów mechanizmu.

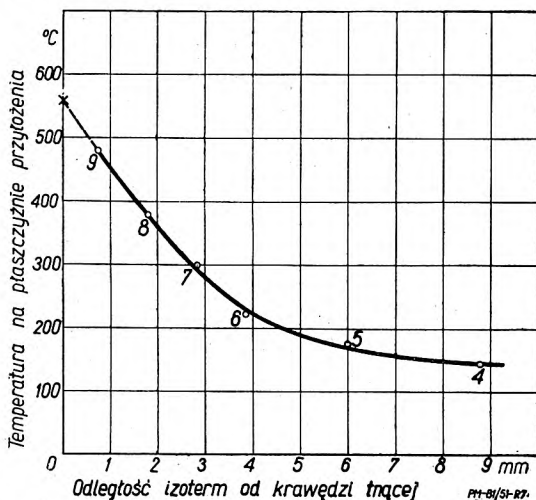


Rys. 47.

(dokończenie ze str. 229)

Wnioski

Metoda pomiarów mieszaną termokolorów, pozwala na uniknięcie stosowanych dotychczas żmudnych pomiarów każdym termokolorem osobno. Zastosowanie w odpowiedni sposób fotografii, pozwalające na ustalanie położenia izoterm w czasie trwania pomiaru, pozwoliłoby jeszcze skrócić tę metodę i przeprowadzać tylko jedno skrawanie.



Rys. 7. Wyznaczanie temperatury krawędzi tnącej metodą termokolorów. 4, 5, 6, 7, 8, 9 — punkty temperatur charakterystycznych termokolorów, X — interpolowana z wykresu temperatura krawędzi

Jest rzeczą oczywistą, że metody termokolorów nie należy ograniczać jedynie do toczenia, lecz stosować ją w takich przypadkach, w których dotychczasowe metody pomiaru temperatur nie dały żadnych wyni-

ków jak np. wiercenie, lub frezowanie. Wymagać to będzie jedynie nieznacznych i nieistotnych dla procesu skrawania zmian w konstrukcji narzędzia.

Metody pomiaru temperatur przy pomocy termokolorów, jako najbardziej wiarygodne, nie obciążone błędami innych metod, a przede wszystkim dające całkowity obraz przepływu ciepła w narzędziu, winny znaleźć szerokie zastosowanie w badaniach nad obróbką skrawaniem, tym bardziej, że zastosowanie stroboskopu pozwoliłoby na badanie temperatury wióra, lub materiału w pobliżu ostrza, a zatem zjawisk dotychczas badaniami nieobjętych. Należy podkreślić na koniec, że dzięki prostocie i znikomym ilościom zużywanego barwnika, metodę tą można zaliczyć do metod najmniej kosztownych.

ŹRÓDŁA

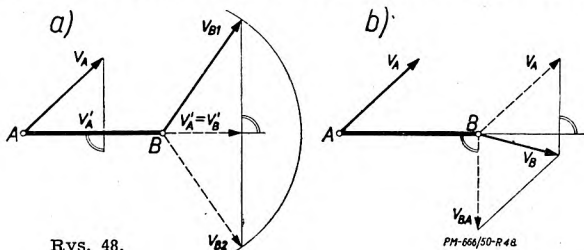
- Leonov N. I. — Ob izmerenii temperatur pri rezanii metałłow. — Wiestnik Maszinstrojenija 1951, Nr 2.
 Danieljan A. M. — Iznos instrumenta i teplovyje jawlenia pri rezanii metałłow. Maszgiz 1946.
 Feldstein E. I. — Metody opredelenija obrabotkajemosti metałłow, Maszgiz 1946.
 Pahlitzsch G. — Temperaturverhältnisse an den Schneiden spananhebender Werkzeuge. Z. VDI Bd 87 Nr 43/44 d. 691.
 Pahlitzsch G. — Das Temperaturfeld am Drehmeissel wärmetechnisch betrachtet. Z. VDI Bd. 87 Nr 35/36 s. 564.
 Schallbroch H., Lang M. — Messung der Schnitttemperatur mittels temperaturanzeigender Farbanstriche. Z. VDI Bd. 87 s. 15.
 Penzig F. — Sichtbarmachen von Temperaturfeldern durch temperaturabhängige Farbanstriche. Z. VDI Nd 83 S. 69.
 Pfriem H. — Ergänzungen zum Differenzverfahren für nichtstationäre Temperaturfelder Z. VDI Bd. 86 s. 703.
 Dubbel — Taschenbuch 9 Aufl. Bd II s. 504.
 Gottwein K. — Temperaturen der Meißelschneide beim Schruppdrehen von Metallen. Masch. Bau. Betr. Bd. 5 s. 26.
 Schallbroch S. — Schnitttemperaturmessung mittels Strahlungsempfänger Z. VDI Bd. 83 s. 738.
 Schwerd F. — Über die Bestimmung des Temperaturfeldes beim Spanablauf. Z. VDI Bd. 77 s. 211.

że prędkość względna dwóch punktów układu sztywnego, jako prędkość obrotowa, musi być prostopadła do prostej łączącej oba punkty, a wielkość jej proporcjonalna względem ich odległości. Z kolei wynika stąd dalej, że rzuty prędkości dwóch punktów układu sztywnego na prostą łączącą te punkty muszą być sobie równe.

Do tego samego wyniku możnaby również dojść bezpośrednio z rozważań nad sztywnością układu. Gdyby składowe prędkości dwóch punktów w kierunku prostej łączącej oba punkty były różne, odległość tych punktów musiałaby się zmieniać podczas ruchu; to zaś nie dałoby się pogodzić z założeniem sztywności układu.

Jeżeli dana jest prędkość v_A punktu A układu sztywnego, to prędkości v_B innego dowolnego punktu B tegoż układu nie można już obrać całkiem dowolnie; należy podać albo kierunek v_B albo jej wielkość bezwzględną; w tym drugim przypadku możliwe są dwa rozwiązania (rys. 48a).

Dla wyznaczenia prędkości punktu B można się również posłużyć twierdzeniem, że prędkość względna punktu B względem punktu A, jako prędkość obrotowa,



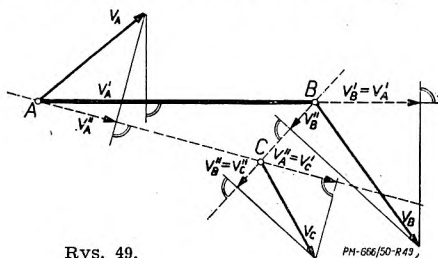
Rys. 48.

musi być prostopadła do kierunku prostej \overline{AB} (rys. 48b):

$$\overline{v_B} = \overline{v_A} + \overline{v_{BA}}$$

W ogólności obierać można dowolnie tyle niezależnych od siebie składowych prędkości, ile stopni swobody posiada układ.

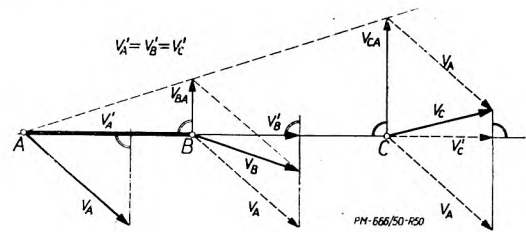
Znając prędkości dwóch punktów układu płaskiego, można określić prędkość dowolnego innego punktu układu. Konstrukcję, gdy punkt C leży poza prostą \overline{AB} przedstawia rys. 49. Konstrukcja ta zawodzi w przypadku, gdy punkt C leży na kierunku prostej \overline{AB} . W tym przypadku znajduje się prędkość względna v_{BA} punktu B względem punktu A, a następnie wy-



Rys. 49.

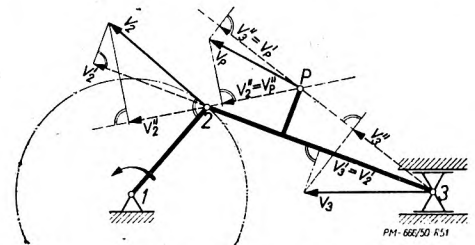
kreśla się z punktu C prostopadłe do \overline{AB} , tj. równoległe do v_{BA} prędkość względną v_{CA} która jako prędkość obrotowa spełnia proporcję: $\frac{v_{CA}}{v_{BA}} = \frac{AC}{AB}$ (rys. 50).

Znając prędkość obwodową korby można jednym z podanych sposobów wyznaczyć również prędkość dowolnych punktów mechanizmu korbowego (rys. 51). Prędkość wodzika v_3 określona jest co do kierunku założeniem, że przechodzi przez punkt obrotu korby 1,



Rys. 50.

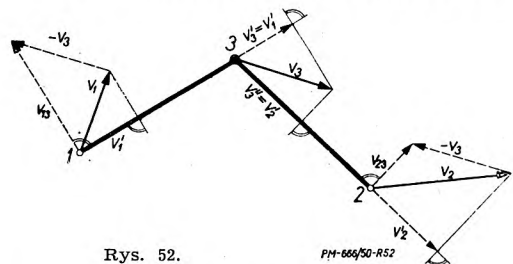
zaś wielkość jej wyznacza się z warunku rzutów na kierunek łącznika: $v'_2 = v'_3$. Z kolei znając prędkości punktów 2 i 3 łącznika, możemy określić znanym już



Rys. 51.

sposobem prędkość jakiegokolwiek punktu P związanego z układem sztywnym łącznika.

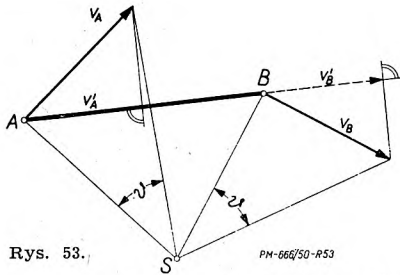
W analogiczny sposób wyznacza się prędkość v_3 przegubu 3 dwuczłonu 1—3—2, gdy dane są prędkości v_1 i v_2 (rys. 52). Prędkości te przyjąć można zawsze dowolnie, gdyż cztery ich składowe odpowiadają czterem stopniom swobody układu: trzem stopniom swobody jednego ogniwa przyjętego za ostoję, np. ogniwa



Rys. 52.

$\overline{13}$ i jednemu stopniowi swobody ogniwa $\overline{32}$ wykonującego przymusowo względem punktu 3 ruch obrotowy. Jako różnicę prędkości v_1 i v_3 otrzymujemy prędkość względną v_{13} , analogicznie i prędkość względną v_{23} punktu 2 względem punktu 3. Kontrola dokładności konstrukcji polega na stwierdzeniu czy prędkości względne v_{13} i v_{23} są jako prędkości obrotowe prostopadłe do odnośnych ogniw dwuczłonu 1—3—2.

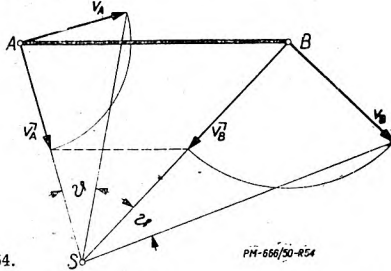
Wyznaczanie prędkości v_B punktu B układu sztywnego (rys. 53), gdy dany jest kierunek v_B oraz prędkość v_A drugiego punktu A tegoż układu da się przeprowadzić jeszcze innym sposobem. Prostopadła do v_A w punkcie A ma tę własność, że prędkość dowolnego punktu leżącego na tej prostej rzucona na nią równa jest rzutowi prędkości v_A na tę prostą czyli równa się zero. Analogiczną własność posiada prostopadła do v_B poprowadzona w punkcie B. Punkt S przecięcia się tych dwóch normalnych posiada zatem prędkość równą zero, gdyż rzuty jej na dwie osie przecinające się \overline{SA} i \overline{SB} wzajemnie się znoszą. Wynika stąd, że ruch chwilowy układu sztywnego reprezentowanego przez odcinek \overline{AB} jest obrotem dokoła punktu S. Prędkość kątowna obrotu: $\omega = \frac{v_A}{AS} = \text{tg}\theta$ równa



Rys. 53.

PM-666/50-R53

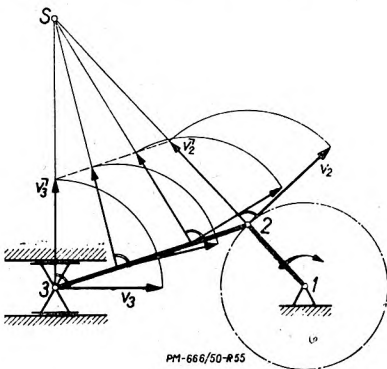
jest w danej chwili dla wszelkich punktów układu, tym samym i dla punktu B. Odmierzając odpowiednio kąt θ od promienia \overline{BS} otrzymujemy tym samym prędkość v_B . Punkt S nazywamy *środkiem chwilowym obrotu* czyli *biegunem*.



Rys. 54.

PM-666/50-R54

Przy wyznaczaniu prędkości punktów układu płaskiego okazuje się pomocnym pojęcie tzw. *prędkości obróconej*, przez co rozumiemy wektor prędkości obrócony o 90° tak, aby wpadał w kierunku promienia wodzącego. Tak np. na rys. 54 v_A^{\square} i v_B^{\square} przedstawiają prędkości obrócone punktów A i B układu. Ponieważ prędkości v_A i v_B jako prędkości obrotowe są proporcjonalne względem odległości punktów A i B od chwilowego środka obrotu, przeto prosta łącząca strzałki wektorów v_A^{\square} i v_B^{\square} musi być równoległa do prostej \overline{AB} . Okoliczność ta może być wykorzystana do określenia prędkości v_B , gdy dana jest prędkość v_A innego punktu układu, szczególnie wtedy, gdy środek chwilowy obrotu wypada daleko, jak to bywa czasem, nawet poza obrębem formatu rysunku. W tym celu łączy się punkt B promieniem ze środkiem obrotu S i z końca wektora v_A prowadzi się równoległą do \overline{AB} . Punkt



Rys. 55.

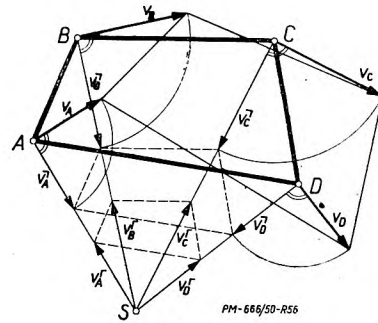
PM-666/50-R55

przecięcia się obu prostych określa wielkość wektora v_B . Powracając za wektorem prędkości v_B do właściwego jego położenia trzeba jedynie uważać na poprawny kierunek obrotu wektora.

Opisaną metodą (prędkości obróconych) wyznacza się nader prosto prędkości dowolnych punktów mechanizmów. Przykład (rys. 55) dotyczy np. zwyczaj-

nego mechanizmu korbowego. W przecięciu przedłużenia korby z normalną (do płaszczyzn wodzących) wodzika leży środek chwilowy obrotu S układu łącznika. Przez ten punkt przechodzą zatem obrócone prędkości wszelkich punktów układu, przy czym wielkości ich określa prosta poprowadzona z końca wektora v_2^{\square} równoległe do kierunku łącznika $\overline{23}$.

Przyjmijmy z kolei dla przykładu, że ciało sztywne, ruchome w płaszczyźnie, ma kształt wieloboku (rys. 56). Jego ruch chwilowy jest obrotem dokoła środka chwilowego obrotu S. Prędkości poszczególnych wierzchołków wieloboku: v_A, v_B, v_C, v_D obrócone o 90° przecinają się wtedy w tym punkcie. Ich wielkości są proporcjonalne względem odległości biegunowych. Stąd końce wektorów prędkości obróconych wyznaczają figurę ściśle podobną do wieloboku \overline{ABCD} , co wynika z proporcji. Jeżeli z kolei wykreślimy z dowolnego punktu, np. z punktu S, wektory prędkości obróconych: $v_A^{\square}, v_B^{\square}, v_C^{\square}$ i v_D^{\square} strzałki ich wyznaczą znowuż z analogicznych powodów figurę podobną do czworoboku \overline{ABCD} . Wreszcie otrzymujemy jeszcze jedną figurę podobną, łącząc ze sobą końce wektorów prędkości w ich rzeczywistym położeniu. Z powyższych praw, składających się na tzw. *zasadę podobieństwa*, podaną przez *Burmestra*, korzysta się nader często w wykreślnych metodach określania prędkości mechanizmów.



Rys. 56.

PM-666/50-R56

Podsumowując pokrótce metody wyznaczania prędkości dowolnych punktów układów płaskich, rozróżniamy ich ogółem cztery. 1) metodę prędkości względnych, 2) metodę rzutów prędkości na prostą łączącą odnośne punkty układu, 3) metodę środka chwilowego obrotu ($\omega = \text{const.}$) i 4) metodę prędkości obróconych. Do tego dochodzi ew. 5) jedna z zasad podobieństwa *Burmestra*. W poszczególnym przypadku należy zastosować metodę najprędzej prowadzącą do celu.

Pozostaje kwestia *podziałki* prędkości. Rozwiązuje się ona najprościej przez porównanie z jakąkolwiek znaną prędkością wykresu, np. z prędkością obwodową czopa korbowego, która zwykle dana jest w zadaniu bądź też wyznacza się łatwo rachunkiem:

$$v_2 = a \cdot \frac{\pi \cdot n}{30} \text{ m/sek.}$$

W zadaniach wykreślnych wygodnie jest odkładać prędkość czopa korbowego v_2 za pomocą odcinka równego długości korby a . W tym przypadku dla korby jest: $\alpha = 45^\circ$ i $\text{tg } \alpha = \omega = 1 \text{ sek}^{-1}$. Analiza prędkości mechanizmu odnosi się wtedy do prędkości kątowej korby: $\omega_a = 1 \text{ sek}^{-1}$ i znalezione dla dowolnego punktu mechanizmu wartości prędkości wyrażone w m należy tylko pomnożyć przez rzeczywistą prędkość kątową korby: $\omega_a = \frac{\pi n}{30} \text{ sek}^{-1}$ oraz rysunkową podziałkę długości, aby otrzymać rzeczywiste, absolutne wartości prędkości w m/sek. (c. d. n.)

Zakłady o sile wodnej

Prof. MICHAŁ BROSZKO

Zadania techniki wyzyskiwania sił wodnych. — Podział zakładów o sile wodnej. — Główne części składowe zakładów o sile wodnej: urządzenia piętrzące (jazy), ich podział i formy konstrukcyjne. — Urządzenia służące do wprowadzania wody do kanału roboczego. — Doprowadzanie wody do turbin w zakładach o niskim i wysokim ciśnieniu. — Odprowadzanie wody z turbiny do rzeki.

A. WSTĘP

I. Uwagi ogólne

Zadaniem zakładu o sile wodnej¹⁾ jest przetwarzanie na pracę użyteczną zawartą w wodzie energii mechanicznej, która przed jej wyzyskaniem była zużywana na wytwarzanie ciepła przez tarcie, na ścieranie ścian koryta rzeki i na przesuwanie rumowiska w kierunku przepływu. W małych zakładach o sile wodnej wytworzona przez silniki wodne praca użyteczna jest zazwyczaj konsumowana na miejscu, zaś w większych zakładach jest przetwarzana na energię elektryczną w prądnicach sprzężonych bezpośrednio z silnikami wodnym, lub napędzanych za pomocą przekładni zębatej, parowej lub linowej.

Wyrażona w kGm/sek moc surowa N_s zakładu o sile wodnej jest określona iloczynem wyrażonego w kG/sek ciężaru dopływającej w sekundzie objętości wody Q (w m³/sek) przez spadek H (w m). Ponieważ ciężar właściwy wody $\gamma = 1000$ kG/m³, przeto ciężar wody dopływającej w sekundzie wynosi $\gamma Q = 1000 Q$ kG/sek, za czym wyrażona w KM moc surowa oddana zakładowi wynosi

$$N_s = \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{75}$$

Wyrażona w KM moc użyteczna N wynosi natomiast, wskutek strat energii w silnikach (których współczynnik mocy użytecznej $e < 1$) tylko

$$N = e \cdot \frac{1000 \cdot Q \cdot H}{75}$$

a więc (po przyjęciu średniej wartości $e = 0,825$) w przybliżeniu

$$N \approx 11 \cdot Q \cdot H$$

Zadaniem techniki wyzyskiwania sił wodnych jest przede wszystkim wyznaczenie najkorzystniejszych pod względem ekonomicznym rozmiarów wyzyskania, przy uwzględnieniu zmienności spadu i objętości wody dopływającej w jednostce czasu, oraz miejscowego popytu na wytworzoną energię. Dalszym zadaniem jest wykonanie budowli i silników wodnych w sposób najbardziej celowy.

¹⁾ Nazwa zakład o sile wodnej zdobywa sobie prawo obywatelstwa w polskiej literaturze technicznej, mimo iż w zakładach tych chodzi nie o wyzyskanie siły wodnej, lecz o przemianę energii mechanicznej, zawartej w wodzie płynącej na pracę użyteczną. Wyrażenie zakład o sile wodnej posiada następujące odpowiedniki w językach obcych: ang. water power plant; franc. etablissement ou usine de force motrice hydraulique, installation de force d'eau; niem. Wasserkraftanlage, hydraulische Kraftanlage, hydraulisches Kraftwerk; ros. gidrotiechničeskaja siłowaja ustanowka.

Niewątpliwie bardziej logiczną nazwą na oznaczenie zakładów o sile wodnej byłoby wyrażenie zakłady hydroenergetyczne, które możemy podzielić na zakłady hydromechaniczne, gdy silnik wodny służy do bezpośredniego napędu maszyn roboczych, i na zakłady hydroelektryczne, gdy silniki wodne służą do napędu prądnic elektrycznych. (Przyp. red.).

Zaletą zakładów o sile wodnej w porównaniu z zakładami cieplnymi jest większa trwałość silników oraz części budowlanych — a poza tym mniejsze koszty obsługi, większa pewność ruchu, oraz możliwość akumulowania energii. Ich wadą jest natomiast długi okres budowy przy wielkim wkładzie pieniężnym oraz zależność od pory roku i właściwości klimatu.

Określenie wartości siły wodnej nie podlega jednoznacznym regułom i musi być w każdym konkretnym wypadku przeprowadzane oddzielnie na podstawie wyczerpujących studiów.

II. Podział zakładów o sile wodnej

1) Zależnie od mocy rozróżniamy wielkie zakłady o sile wodnej ($N > 100\,000$ KM) oraz zakłady średnie i zakłady małe ($N < 1000$ KM).

2) Zależnie od wielkości spadu rozróżniamy zakłady o wysokim i niskim ciśnieniu. Przy większych spadach zasila się turbinę wodą doprowadzaną do niej przez rurociąg, zaś przy mniejszych niż 15 metrów bezpośrednio z komory otwartej lub zamkniętej (w postaci spirali betonowej, blaszanej, żeliwnej, lub stalowej).

3) Zależnie od rodzaju gospodarki dopływającą wodą odróżniamy zakłady ze zbiornikami od zakładów bez zbiorników, służących do akumulowania wody w okresach słabszego obciążenia zakładu.

4) Zależnie od rodzaju obsługi rozróżniamy zakłady z obsługą ręczną oraz zakłady obsługiwane samoczynnie (automatycznie) i zakłady obsługiwane półautomatycznie.

B. GŁÓWNE CZĘŚCI SKŁADOWE ZAKŁADÓW O SILE WODNEJ

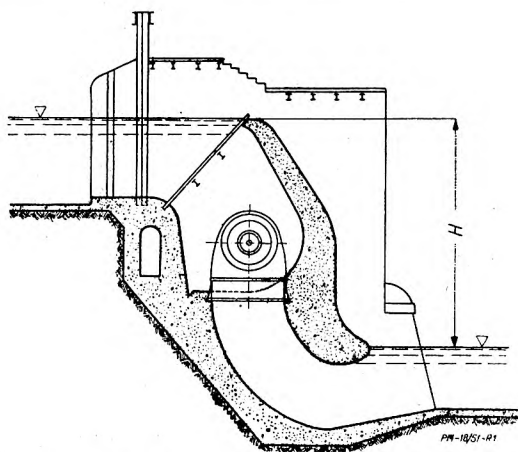
I. UJĘCIE WODY

1. Uwagi ogólne

Ujęcie wody składa się z urządzeń służących do jej piętrzenia, oraz z urządzeń służących do jej doprowadzenia do kanału roboczego, wzgl. do rurociągu. Prócz tego częściami składowymi ujęcia wody są urządzenia dodatkowe, a mianowicie upusty, przepusty dla tratw i przepławki dla ryb.

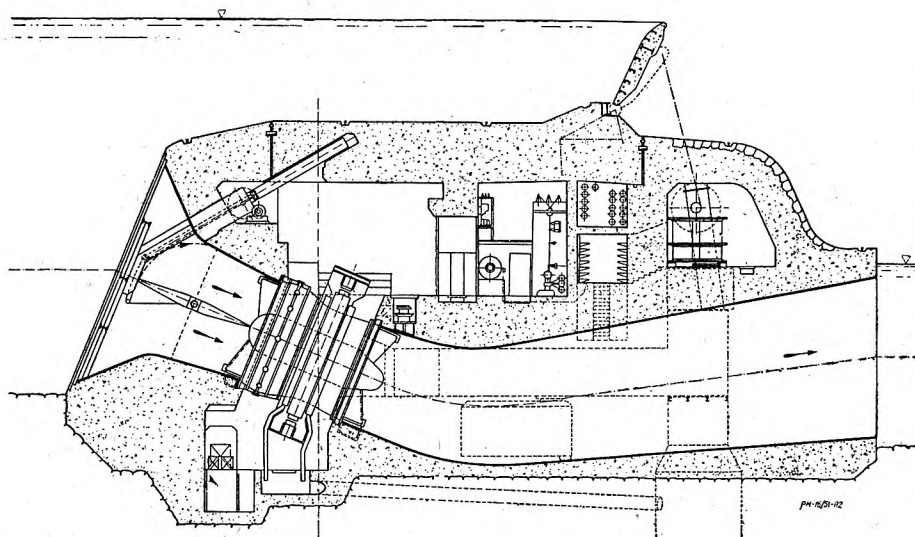
2. Urządzenia piętrzące (jazy)

Urządzeniem służącym do piętrzenia, czyli jazem jest przegroda wbudowana w poprzek koryta rzeki celem podwyższenia zwierciadła wody przed jazem ponad poziom, w którym leży zwierciadło odpływającej wody w korycie rzeki za jazem. Wytworzoną przez wbudowanie jazu różnicę poziomów tych obu zwierciadeł



Rys. 1. Zakład o sile wodnej z komorą turbinową przybudowaną do jazu jako jego przedłużenie.

wyzyskuje się niekiedy bezpośrednio jako spad w zakładzie wodnym przybudowanym do jazu (rys. 1) albo też w zakładzie wbudowanych w jaz (rys. 2). W obydwu tych wypadkach odpada potrzeba stosowania kanału dopływowego, wzgl. rurociągu, a spad, pod któ-

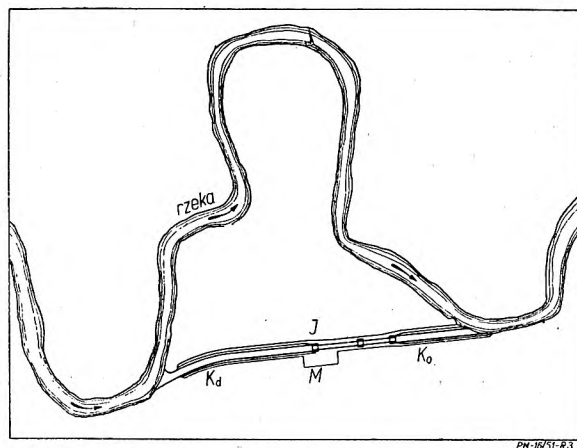


Rys. 2. Zakład o sile wodnej z maszynownią wbudowaną w jaz.

rym silniki wodne pracują, zawdzięcza swe powstanie jedynie spiętrzeniu na jазie. Różnica poziomów wytworzona przez spiętrzenie na jазie stanowi jednak zazwyczaj tylko część spadu użytecznego. W wypadkach najczęściej spotykanych, gdy woda dopływa do silnika kanałem otwartym (rys. 3) lub zamkniętym, jest bowiem spad nie tylko wynikiem spiętrzenia na jазie, ale prócz tego następstwem faktu, że łączna strata spadu w kanale dopływowym i odpływowym jest (wskutek ich mniejszej długości i mniejszych oporów hydraulicznych) mniejsza od straty spadu w rzecie między tymi jej przekrojami poprzecznymi, w których dołączono do niej początek kanału dopływowego i koniec kanału odpływowego.

Wymogi stawiane jazom są następujące: jaz musi umożliwiać odpływ wody podczas powodzi bez przekroczenia dopuszczalnych granic spiętrzenia i nie po-

winien stać się powodem nadmiernego zażwirowania koryta w górnym biegu rzeki.

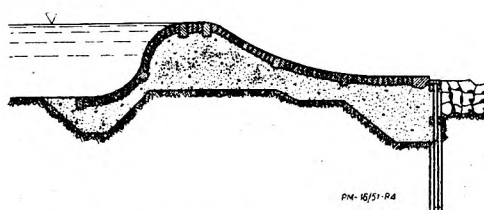


Rys. 3. Zakład o sile wodnej z otwartym kanałem dopływowym i odpływowym; j — jaz, K_d — kanał dopływowy, K_o — kanał odpływowy, m — maszynownia.

Podział jazów. Jazy dzielimy na stałe i ruchome oraz na jazy złożone z elementów stałych i ruchomych.

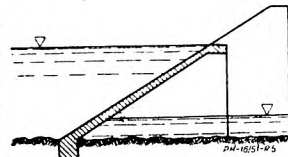
Jazy stałe (rys. 4 i 5) są stosowane tylko wtedy, gdy znaczne podwyższenie spiętrzenia podczas powodzi ponad poziom normalny, oraz utrzymane w pewnych granicach zażwirowanie koryta rzeki przed jazem jest dopuszczalne. Przy każdym jазie stałym musi być umieszczony upust sięgający aż do normalnego dna rzeki, w celu jej ochrony przed zażwirowaniem zupełnym. Jazy stałe wykonywane są z drewna, kamienia, muru, betonu, lub żelbetonu. Często są połączone z częściami ruchomymi (rys. 2 i rys. 6), odgrywającymi rolę upustów przy szybkim podnoszeniu się zwierciadła wody powodziowej.

Jazy ruchome są stosowane wtedy, gdy znacznie podwyższenie zwierciadła wody podczas powodzi ponad normalny poziom spiętrzenia oraz zażwirowanie koryta rzeki przed jazem nie może być dozwolone. Wymagany jest możliwie krótki okres czasu potrzebny do wytworzenia względnie do usunięcia spiętrzenia na jазie ruchomym. Części konstrukcyjne jazu ruchomego powinny być odpowiednio silne w celu

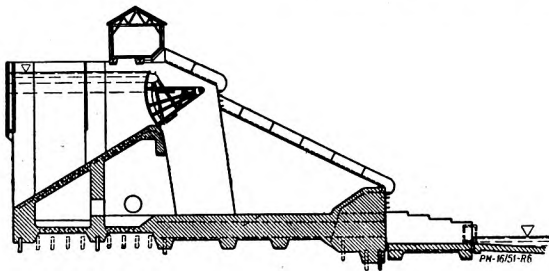


Rys. 4. Jaz stały wykonany z betonu.

utrzymania odkształceń w możliwie ciasnych granicach. Ilość ruchomych części znajdujących się stale pod wodą powinna być możliwie mała. Wszystkie urządzenia służące do przestawiania ruchomych części jazu muszą być dostępne dla obsługi nawet przy najwyższym stanie wód powodziowych i muszą być tak ukształtowane, aby przestawianie było możliwe także podczas mrozów. Precyzyjna regulacja spiętrzenia winna być uskuteczniata, o ile to możliwe, za pomocą organów oddzielnych od organów służących do grubego regulowania odpływu wód powodziowych. Części ruchome powinny być chronione przed obmarzaniem i powinny być tak ukształtowane, aby zawsze (nawet podczas

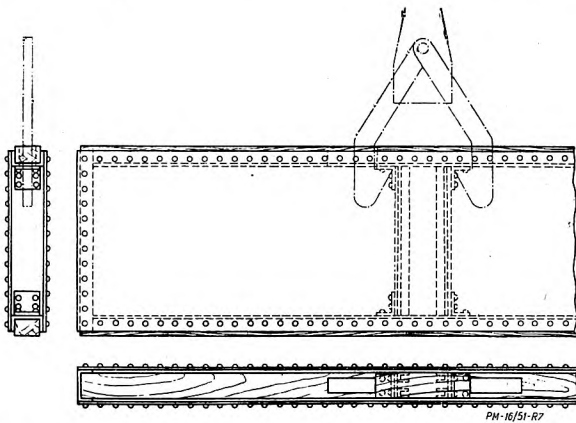


Rys. 5. Jaz stały wykonany z żelbetonu.



Rys. 6. Wykonany z żelbetu jaz stały z przeciwstawialnym odcinkiem.

mrozów) jaz był dostatecznie szczelny, i aby piasek przeciskający się przez szczeliny nie mógł ścierać części metalowych. W celu umożliwienia naprawy należy



Rys. 7. Zastępczy organ zamykający otwór jazowy w postaci uzbrojonej żelazem ścianki z drewna.

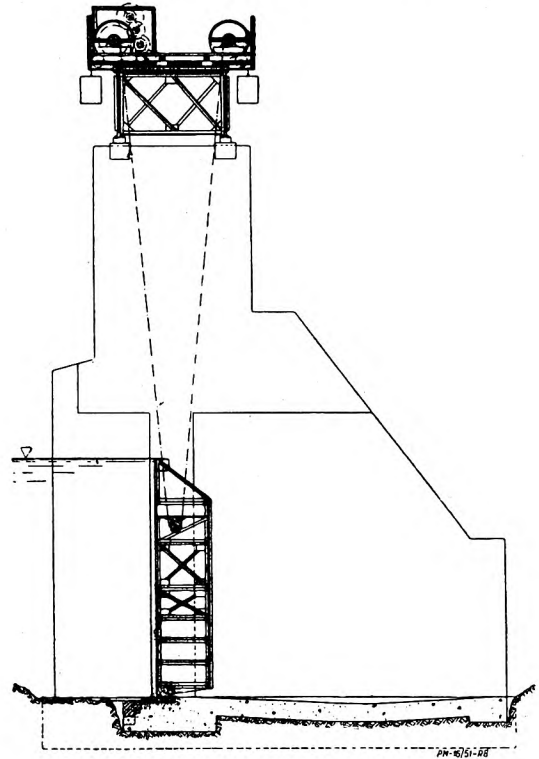
umieścić w przyczółkach i w filarach wnęki, dla zamknięcia w razie potrzeby otworu jazowego zastępczymi organami zamykającymi w postaci ścianek z drewna umocnionych żelazem (rys. 7).

Formy konstrukcyjne jazów ruchomych

a) Jazy zastawkowe

Organem zamykającym są w jazach zastawkowych (rys. 8) tablice z drewna lub stali, przesuwane w prowadnicach umieszczonych we wnękach filarów i przyczółków lub na kozłach wzgl. na ramach stałych, albc

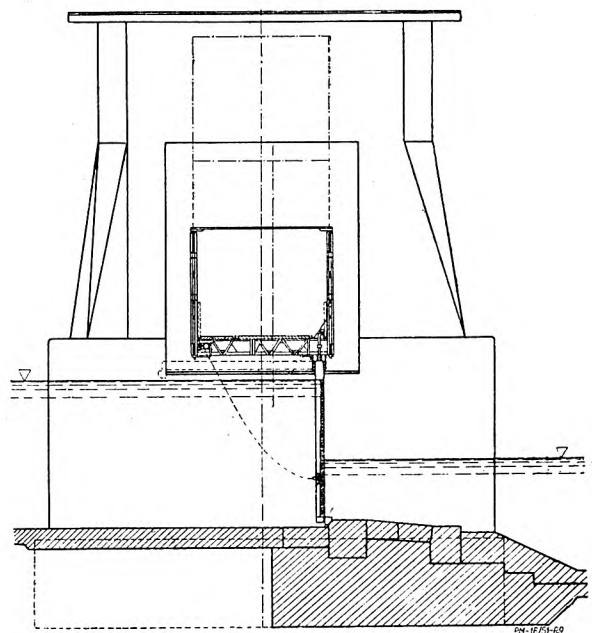
też usuwalnych z koryta rzeki. Ramy usuwalne opierają się u dołu o próg, zaś u góry o pomost i są albo usuwane z koryta rzeki przez wyciąganie na pomost w kierunku pionowym, lub przez obrót około górnego



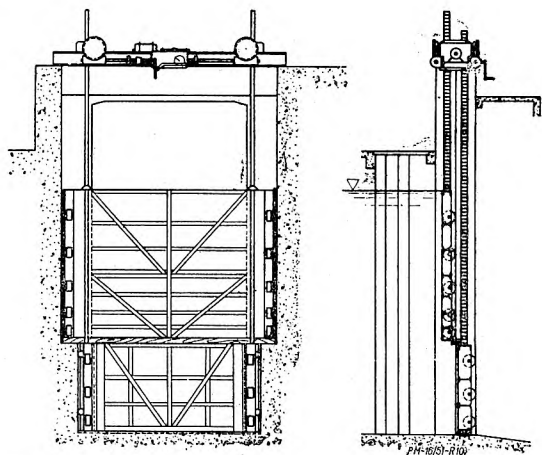
Rys. 8. Jaz zastawkowy.

łożyska (rys. 9) — albo też są układane na dnie przez obrót około dolnego łożyska.

Zaryglowanie jazów usuwalnych przez obrót znajduje się przy łożysku obrotowym. Tablice zastawkowe są przesuwane po listwach prowadnic, albo też są to-



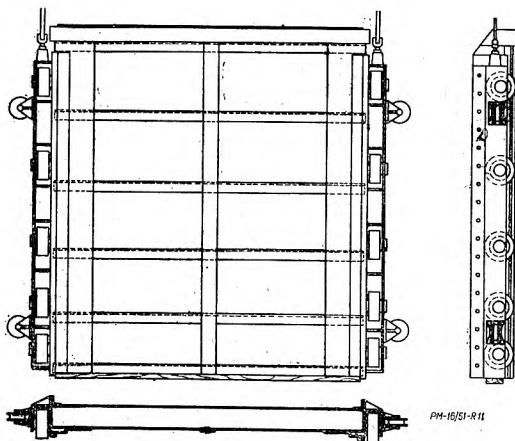
Rys. 9. Jaz zastawkowy z tablicą prowadzoną w ramie wyciągalnej pod pomost przez obrót koło górnego łożyska.



Rys. 10. Zastawka dwutablicowa z tablicami toczonymi na kółkach.

czony na wałkach lub na kółkach (rys. 10 i rys. 11). W nowszych jazach zastawkowych stosuje się prowadzone w stałych ramach możliwie wielkie tablice, wykonywane jako tablice podwójne (rys. 10) w celu usuwania kry, kłód itp. przedmiotów przez obniżenie tablicy górnej.

Napęd małych zastawek jest ręczny, większych elektryczny. Uszczelnienie tablicy na progu skutecznia się przy pomocy jej własnego ciężaru, zaś w prowadnicy przy pomocy naporu wody. Elementem uszczelniającym na progu jest belka drewniana lub płat

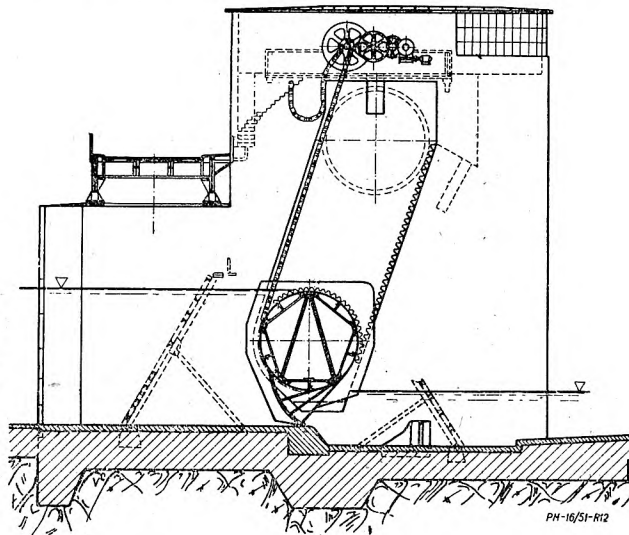


Rys. 11. Tablica zastawki toczona na kółkach.

z gumy, zaś w prowadnicy — sprężynująca blacha, przyciskająca się do listwy drewnianej, albo cienkościenna rurka stalowa wciskana naporem wody w szczelinę.

Zalety jazów zastawkowych: Odporność na uderzenia i pewność działania także podczas mrozów. Dostępność wszystkich części ruchomych po wyciągnięciu tablicy w górę. Łatwa regulacja spiętrzenia. Używalność pomostu jako mostu. Stosowalność przy wielkich spadach i przy wielkim prześwicie otworu jazowego.

Wady jazów zastawkowych: Stałe ramy utrudniają odpiw kry i wielkiej wody, zaś usuwalne ramy podwyższają koszty wykonania jazu, gdyż wymagają wykonania ciężkiego pomostu jako podpory tablicy zastawkowej obciążonej naporem wody.



Rys. 12. Jaz walcowy.

b) Jazy walcowe

Organem zamykającym jazu walcowego (rys. 12) jest walec z blachy stalowej, umocniony od wewnątrz szkieletem kratownicowym i wyposażony zazwyczaj w donitowane ścianki blaszane, powiększające spiętrzenie. Na obu końcach walca są z nim połączone koła zębate odtaczające się po zębátkach umocowanych na silnie pochyłych płaszczyznach, wyrobionych we wnękach filarów wzgl. przyciółków. Podnoszenie walca odbywa się za pomocą łańcucha *Galla* przy jednostronnym elektrycznym (oraz rezerwowym ręcznym) napędzie. Uszczelnienie na progu skutecznia się za pomocą sprężynujących płatów blachy, boczne — za pomocą pierścieni blaszanych, wyłożonych drewnianymi klockami przylegającymi ściśle do płaskich ścian i osłaniających wnęki w filarach wzgl. w przyciółkach.

Zalety jazów walcowych: Silna konstrukcja. Wygodna obsługa. Jednostronny napęd. Małe opory tarcia. Zbyteczność pomostu. Możliwość stosowania wielkich prześwitów zamykanego otworu.

Wady jazów walcowych: Znaczny koszt. Silne obciążenie filarów. Obciążenia dodatkowe, spowodowane naprężeniami termicznymi. (c. d. n.)

Ze względu na niedopuszczenie do przerw w wysyłce czasopisma apelujemy do naszych wszystkich prenumeratorów o przestrzeganie terminów wpłat.

Prenumeratę należy wpłacać do PKO na konto PPK „Ruch“
Nr I-19881/110 do 20 każdego miesiąca

DŹWIGI I PRZENOŚNIKI

○ uwzględnianiu wpływów dynamicznych przy obliczaniu mechanizmów dźwignic

Prof. dr inż. ALEKSY PIĄTKIEWICZ

Istniejąca w praktyce inżynierskiej skłonność do uproszczeń w dużym stopniu wpłynęła na metody obliczania mechanizmów dźwignic stosowane w okresie przedwojennym. Przyjmowane wówczas duże współczynniki zabezpieczenia kompensowały wszelkie częstokroć grube, uproszczenia obliczeń. Obecna jednak oszczędniejsza budowa dźwignic i zmienione charakterystyki użytkowe, wyróżniające się zwiększonymi szybkościami ruchów roboczych, zmuszają konstruktorów do udzielania coraz to większej uwagi robotycznym metodom uwzględniania wpływów dynamicznych. Artykuł ma na celu przedstawienie tego zagadnienia i wyjaśnienie sposobów postępowania przy obliczaniu mechanizmów.

Efekty dynamiczne, zachodzące w układzie silnik-mechanizm roboczy zależą zarówno od charakterystyki silnika i sposobu regulacji jego obrotów jak i od cech napędzanego mechanizmu, realizującego żądany ruch roboczy. Złożoność zjawisk dynamicznych, występujących w mechanizmach dźwignic zmusza do stosowania w obliczeniach praktycznych pewnych uproszczeń. Charakterystyczną cechą stosowanych metod jest pomijanie drgań skrętnych, zależnych od rozmieszczenia mas i podatności wałów i dlatego nieuchwytnych podczas projektowania mechanizmu. Pominięcie drgań skrętnych w ostatecznym wyniku, jest równoważne zamianie rzeczywistego układu na fikcyjny, sztywny układ mechanizmu, co prowadzi do pewnej przesady w określaniu wielkości maksymalnych przyśpieszeń i niedoceniań zmęczeniowego wpływu pulsującego szczytu obciążenia, występującego w realnym mechanizmie. Tym nie mniej tak uproszczony układ zezwala na ustalenie szeregu zależności obliczeniowych umożliwiających głębsze wniknięcie w istotę zasadniczych procesów dynamicznych, zapewniając w ten sposób bardziej celowe kształtowanie i dobór elementów układu, co zwiększa niezawodność całego zespołu w warunkach eksploatacji.

1. Zależności podstawowe

W okresie nieustalonych szybkości wszystkie ruchome masy układu gromadzą lub oddają energię kinetyczną. W ten sposób strumień mocy przenoszony przez poszczególne elementy mechanizmu ulega zmianom, zależnym od rozmieszczenia ruchomych mas, warunkujących wielkość dynamicznej składowej tego strumienia. Każdy przepływ strumienia mocy przez realny mechanizm jest połączony ze stratami, wywołanymi oporami tarcia. Ilościowo ujmujemy to przez wprowadzenie *współczynnika sprawności*. Wiadomo jednak, że sprawność mechanizmu nie jest wielkością stałą i zmienia się wraz z obciążeniem¹⁾.

Tym nie mniej już przy częściowym obciążeniu mechanizmu można zwykle z dostateczną praktycznie

dokładnością przyjąć $\eta = \text{const}$. Takie ujęcie zezwala na znaczne uproszczenia. Jeśli więc będziemy rozważać przepływ strumienia mocy reprezentowanego na wale n układu momentem M_n to na 1 wale tego układu otrzymamy moment wynikający z następujących zależności:

a) przy przepływie strumienia mocy od wału 1 na wał n :

$$M_1 = \frac{M_n}{i \cdot \gamma_{n \rightarrow 1}}$$

b) przy przepływie strumienia mocy od wału n na wał 1:

$$M_1 = \frac{M_n}{i} \cdot \gamma_{n \rightarrow 1}$$

We wzorach powyższych przełożenie szybkości kątowych (lub obrotów) jest określone stosunkiem

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_n} = \frac{n_1}{n_n}, \quad \text{zaś } \gamma_{1 \rightarrow n} \text{ jest sprawnością układu}$$

przy przepływie strumienia mocy od wału 1 na wał n , a $\eta_{n \rightarrow 1}$ — sprawnością przy odwrotnym do poprzedniego kierunku przepływu strumienia mocy. Dla większości przekładni zachodzi przy tym $\gamma_{1 \rightarrow n} = \gamma_{n \rightarrow 1}$. Wyjątek stanowią przekładnie obiegowe i ślimakowe, dla których $\gamma_{1 \rightarrow n} \neq \gamma_{n \rightarrow 1}$.

Podane zależności określające tzw. *przełożenie momentów* stosujemy przy wyznaczaniu wielkości dynamicznego momentu, przenoszonego przez dowolny wał układu w warunkach rozruchu lub hamowania²⁾. W odniesieniu do 1 wału układu piszemy więc, że przy rozruchu dokonywanym z przyśpieszeniem, wynoszą-

cym na 1 wale $\frac{dw_1}{dt}$ musimy, dla uzyskania odpo-

²⁾ Szereg publikacji zawiera określenie dynamicznego momentu, oparte na wielkości zastępczego, materialnego momentu bezwładności, obliczonego na zasadzie równoważności energii kinetycznej układu i masy zastępczej przy pominięciu strat tarcia. To znaczy

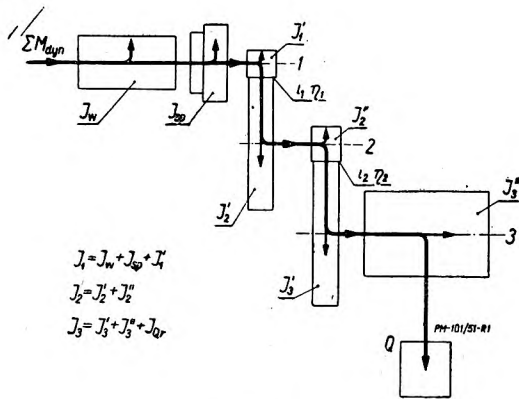
$$I_z \frac{\omega_1^2}{2} = I_1 \frac{\omega_1^2}{2} + I_2 \frac{\omega_2^2}{2} + I_3 \frac{\omega_3^2}{2} + \dots + I_n \frac{\omega_n^2}{2}.$$

Sposób powyższy jest zbyt zgrubny szczególnie przy mniej sprawnych mechanizmach.

¹⁾ Pochodzi to stąd, że w każdym mechanizmie istnieją straty biegu jałowego N_0 niezależnie od przenoszonej mocy, i straty kN , proporcjonalne do chwilowego strumienia mocy N . Czyli:

$$\eta = \frac{N - (kN + N_0)}{N} = 1 - k - \frac{N_0}{N}.$$

wiednich przyspieszeń wszystkich ruchomych mas układu, wytworzyć na tym wale moment wynoszący (rys. 1):



$$J_1 = J_w + J_{sp} + J_1'$$

$$J_2 = J_2' + J_2''$$

$$J_3 = J_3' + J_3'' + J_{G_0}$$

Rys. 1.

$$\Sigma M_{dyn} = M_1 + \frac{M_2}{i_1 \eta_1} \frac{M_3}{i_1 i_2 \eta_1 \eta_2} + \dots + \frac{M_n}{i_1 i_2 \dots i_{n-1} \cdot \eta_1 \eta_2 \dots \eta_{n-1}} =$$

$$= \left[I_1 + \frac{I_2}{i_1^2 \eta_1} + \frac{I_3}{(i_1 i_2)^2 \eta_1 \eta_2} + \dots + \frac{I_n}{(i_1 i_2 \dots i_{n-1})^2 \eta_1 \eta_2 \dots \eta_{n-1}} \right] \frac{d\omega_1}{dt}$$

Moment ten możemy przedstawić jako

$$\Sigma M_{dyn} = I_{zr} \frac{d\omega_1}{dt}$$

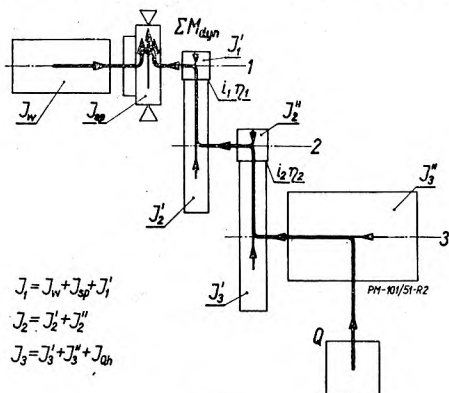
stąd

$$I_{zr} = I_1 + \frac{I_2}{i_1^2 \eta_1} + \frac{I_3}{(i_1 i_2)^2 \eta_1 \eta_2} + \dots$$

$$+ \dots + \frac{I_n}{(i_1 i_2 \dots i_{n-1})^2 \eta_1 \eta_2 \dots \eta_{n-1}} \text{ kGmsek}^2$$

Otrzymaną wielkość nazywamy jak wiadomo zastępczym materialnym momentem bezwładności wszystkich ruchomych mas układu, sprowadzonych na 1 wał w warunkach rozruchu.

Podobnie w przypadku hamowania zastępczy moment bezwładności wszystkich ruchomych mas układu sprowadzonych na 1 wał wyniesie: (rys. 2)



$$J_1 = J_w + J_{sp} + J_1'$$

$$J_2 = J_2' + J_2''$$

$$J_3 = J_3' + J_3'' + J_{G_0}$$

Rys. 2.

$$I_{zh} = I_1 + \frac{I_2}{i_1^2} \eta_1 + \frac{I_3^2}{(i_1 i_2)^2} \eta_1 \eta_2 + \dots +$$

$$+ \dots + \frac{I_n}{(i_1 i_2 \dots i_{n-1})^2} \eta_1 \eta_2 \dots \eta_{n-1} \text{ kGmsek}^2$$

W obu podanych wyżej wzorach I_1, I_2, I_3, \dots itd są sumami materialnych momentów bezwładności mas układu, obliczonymi względem osi obrotu odpowiadających im wałów, zaś sprawności η_1 muszą być przyjmowane dla przekładni obiegowych i ślimakowych z uwzględnieniem kierunku przepływu strumienia mocy. Z podanych zależności wynika, że masy związane z dalszymi wałami wywierają na większość zastępczego momentu bezwładności tym mniejszy wpływ, im większe jest przełożenie. Ponieważ zmniejszenie to jest proporcjonalne do i^2 , w obliczeniach praktycznych uwzględniamy najczęściej tylko główne masy. W mechanizmach dźwignic należą do nich masy związane z 1 i ostatnim wałem układu.

W przypadku gdy z ostatnim wałem układu są związane masy, poruszające się tylko ruchem obrotowym (np. w mechanizmach obrotu) napiszemy:

$$I_{zr} \approx I_w + I_{sp} + \frac{I_n}{i^2 \eta}$$

Gdzie: I_w — moment bezwładności wirnika w kGmsek²;

I_{sp} — sprzęgła elastycznego;

i oraz η — przełożenie i sprawność całkowita mechanizmu.

Przy zadanej charakterystyce eksploatacyjnej liczbie obrotów n_0 końcowego człona układu, i dobraniu silnika o znamionowej liczbie obrotów n_1 otrzymamy:

przy rozruchu $I_{zr} \approx I_w + I_{sp} + I_n \left(\frac{n_0}{n_1} \right)^2 \frac{1}{\eta}$,

przy hamowaniu $I_{zh} \approx I_w + I_{sp} + I_n \left(\frac{n_0}{n_1} \right)^2 \eta$.

Podobnie jeżeli z ostatnim członem układu są związane masy, poruszające się ruchem prostoliniowym (np. mechanizmy podnoszenia, jazdy i wodzenia) to z uwagi, że dynamiczny moment, wywołany tymi masami na ostatnim wale układu wyniesie:

a) przy mechanizmach podnoszenia i pominięciu momentów bezwładności krążków linyowych

$$M_{ndyn} \approx \frac{Q + G_0}{g} \cdot a \cdot \frac{l}{i_{wk} \cdot \eta_{wk}} \cdot \frac{D_b}{2} \cdot \frac{l}{\eta_b}$$

gdzie: a — liniowe przyspieszenie mas zbrocza i nośniwa w m/sek²;

i_{wk} oraz η_{wk} — przełożenie i sprawność układu wielokrążka;

η_b i D_b — sprawność i średnica bębna linowego.

Uwzględniając, że przy szybkości ruchu roboczego, wynoszącej v m/min i przyjęciu silnika o znamionowej liczbie obrotów n_1 obr/min przełożenie reduktora

wyniesie $i_m = \frac{\pi D_b n_1}{v i_{wk}}$ zaś $a = \frac{D_b}{2 i_m \cdot i_{wk}} \cdot \frac{d\omega_1}{dt}$,

otrzymamy po redukcji momentu dynamicznego na wał 1 układu wzór:

$$M_{1dyn} = \frac{M_{ndyn}}{i_m \cdot \eta_m} = \frac{Q + G_0}{4g} \left(\frac{v}{\pi n_1} \right)^2 \frac{1}{\eta_{wk} \cdot \eta_b \cdot \eta_m} \cdot \frac{d\omega_1}{dt}$$

z którego wynika, że dla mechanizmów podnoszenia przy rozruchu

$$I_{zr} \approx I_w + I_{sp} + \frac{Q + G_o}{4g} \left(\frac{v}{\pi n_1} \right)^2 \frac{1}{\eta};$$

oraz przy hamowaniu

$$I_{zh} \approx I_w + I_{sp} + \frac{Q + G_o}{4g} \left(\frac{v}{\pi n_1} \right)^2 \eta$$

gdzie $\eta = \eta_{wk} \cdot \eta_b \cdot \eta_m$ jest całkowitą sprawnością układu.

b) Dla mechanizmów jazdy i wodzenia w podobny sposób otrzymamy wzory:

dla rozruchu

$$I_{zr} \approx I_w + I_{sp} + \frac{\Sigma G}{4g} \left(\frac{v}{\pi n_1} \right)^2 \frac{1}{\eta};$$

dla hamowania

$$I_{zh} \approx I_w + I_{sp} + \frac{\Sigma G}{4g} \left(\frac{v}{\pi n_1} \right)^2 \eta.$$

W przypadku, gdy mechanizm posiada większe masy wirujące związane z wałami pośrednimi, to ich wpływ należy ocenić stosując przeliczenia wstępne. Dla typowych mechanizmów wpływ ten uwzględniamy najczęściej przez zwiększenie sumy $I_w + I_{sp}$ o około 6—8%³⁾.

2. Rozruch układu

Dla prostoty rozpatrzmy przebieg rozruchu przy napędzie asynchronicznym silnikiem trójfazowym o zwartym wirniku. Jego charakterystyka zewnętrzna $M = f(n)$ jest podana na rys. 3. Przy sztywnym układzie mechanizmu stan równowagi chwilowej jest określony wzorem:

$$M - (M_u + \Sigma M_{dyn}) = 0$$

gdzie: M — chwilowy moment silnika, zależny od przebiegu charakterystyki zewnętrznej; M_u — moment oporu ruchu roboczego, sprowadzony na wał silnika; M_{dyn} — moment dynamiczny, występujący na wale silnika.

Z równania momentów wynika, że każdorazowo

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \frac{M - M_u}{I_{zr}},$$

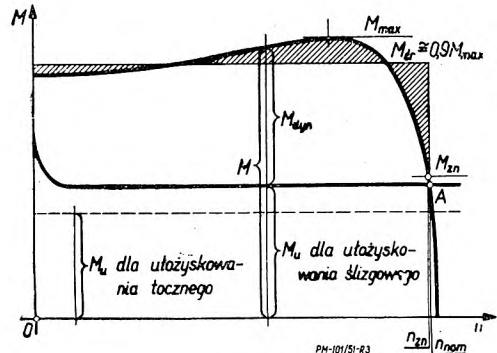
i rozruch zostanie zakończony $\left(\frac{d\omega_1}{dt} = 0 \right)$ gdy

$M = M_u$, co zajdzie w punkcie A przy liczbie obrotów, wynoszącej n_{nom} . Najczęściej dobór silnika jest taki, że moment znamionowy silnika nie jest równy momentowi oporu ruchu roboczego, czyli $M_{zn} \neq M_u$, co powoduje, że $n_{zn} \neq n_{nom}$. Jednak wobec stromości opadającej części charakterystyk trójfazowych silników asynchronicznych⁴⁾ różnice te są nieznaczne i z tego powodu przyjmujemy $n_{zn} \approx n_{nom}$.

³⁾ Rozpowszechnione w literaturze dźwigniowej zwiększenie $I_w + I_{sp}$ dla typowych mechanizmów do 15% należy uznać za przesadne.

⁴⁾ Powyższe nie dotyczy, rzecz jasna, charakterystyk regulacyjnych.

Typowe dla większości mechanizmów dźwignic przebiegi $M_n = f(n)$ są uwidocznione na rys. 3. Mechanizmy zaopatrzone w łożyska ślizgowe wykazują przy tym wartości M_u malejące szybko wraz ze wzrostem liczby obrotów do wartości $\frac{M_n}{i\eta}$, co jest wynikiem przejścia z tarcia suchego w półpłynne w łożysku.



Rys. 3.

zyskowaniu szybkoobrotowej części wałów układu. Przy łożyskowaniu tocznym przyjmujemy $M_u = const.$ W przypadku, gdy moment oporu ruchu roboczego, obciążający ostatni człon układu mechanizmu zmienia się wraz z położeniem napędzanej części ustroju dźwignicy (np. w mechanizmach zmiany wysięgu i obrotu przy uwzględnianiu wiatru) przyjmujemy najczęściej, że wobec krótkotrwałości okresu rozruchu $M_u = const.$ = wartości odpowiadającej początkowej chwili rozruchu.

Z powyższego wynika, że szczytowy moment na dowolnym wale układu wystąpi w okresie rozruchu wówczas, gdy moment dynamiczny przenoszony przez ten wał osiągnie swoją maksymalną wartość, co zachodzi w chwili, gdy w układzie panują największe przyspieszenia, a więc dla $M = M_{max}$.

Wartość momentu szczytowego można więc łatwo określić. Np. dla napędowego wału reduktora, zgodnie z rys. 1 napiszemy:

$$\begin{aligned} M_{1max} &= M_{max} - (I_w + I_{sp}) \left(\frac{d\omega_1}{dt} \right)_{max} = \\ &= M_{max} - \frac{I_w + I_{sp}}{I_{zr}} (M_{max} - M_u). \end{aligned}$$

Jak widać szczytowy moment jest tym większy, im większy jest maksymalny moment rozruchowy silnika i im większe masy są związane z dalszymi wałami układu, gdyż powoduje to zmniejszenie wartości stosunku $\frac{I_w + I_{sp}}{I_{zr}}$,

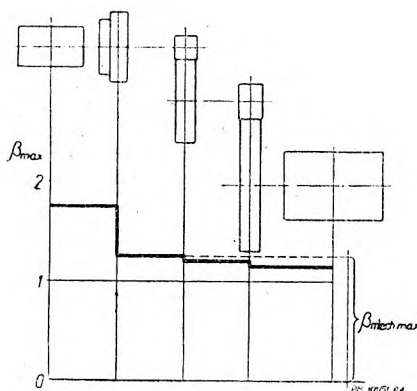
Jeżeli odnieść szczytowy moment M_1 do momentu występującego na tym wale przy ruchu ustalonym, to stosunek $\beta = \frac{M_1}{M_u}$ określi względne przeciążenie tego wału w okresie rozruchu. Wprowadzając oznaczenia

$$\alpha = \frac{M_{zn}}{M_u} \text{ i } M_{max} = m \cdot M_{zn} = m\alpha M_u$$

otrzymamy:

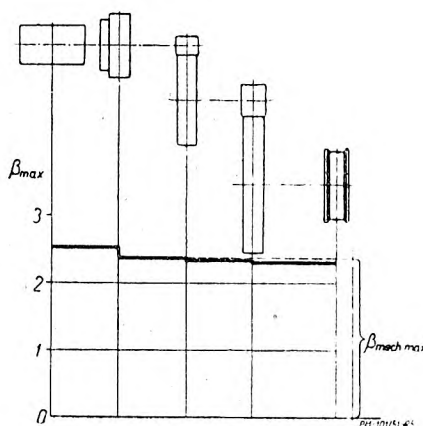
$$\beta_{1max} = \frac{I_{zr} - (I_w + I_{sp})}{I_{zr}} (m\alpha - 1) + 1$$

Z zależności, określającej maksymalne przeciążenie względne napędowego wału reduktora wynika, że β_{1max} rośnie wraz z α co oznacza, że dobór silnika z nadmiarem mocy, w stosunku do wymaganej w ruchu ustalonym, powoduje wzrost momentu szczytowego w danym układzie. W podobny sposób można określić przeciążenia względne dla pozostałych wałów układu.



Rys. 4.

Typowe rozkłady β_{max} dla mechanizmów podnoszenia i jazdy są uwidocznione na rys. 4 i 5. Jak widać β_{max} zmniejsza się dla dalej położonych wałów tym wolniej, im większe masy są związane z końcowym członem układu. Wobec na ogół niewielkiego spadku wartości β_{max} , dla dalej położonych wałów przyjmujemy zwykle dla całego mechanizmu przeciążenie względne przy rozruchu, odpowiadające maksymalnej wartości obliczonej dla 1 wału układu (napędowego wału reduktora). Postępowanie takie ułatwia przeprowadzenie obliczeń i powoduje małe błędy, idące zresztą na korzyść wytrzymałości.



Rys. 5.

Przenoszenie napędu przez elementy ciernie (np. w mechanizmach jazdy i wciągarkach ciernych) powoduje, że maksymalne możliwe przyspieszenie układu jest ograniczone sprzężeniem elementów ciernych. Dla właściwego ukształtowania układu niezbędną staje się znajomość *maksymalnego przyspieszenia*

liniowego, wywoływanego przez przyjęty silnik na elemencie ciernym (kole jezdny, względnie tarczy pędnej). Zgodnie z poprzednimi rozważaniami:

$$\left(\frac{d\omega_1}{dt}\right)_{max} = \frac{M_{max} - M_u}{I_{zr}}, \quad \text{oraz} \quad a_{max} = \frac{D}{2i} \left(\frac{d\omega_1}{dt}\right)_{max} = \frac{v}{2\pi n_1} \left(\frac{d\omega_1}{dt}\right)_{max},$$

$$\text{czyli} \quad a_{max} = \frac{v(M_{max} - M_u)}{2\pi n_1 I_{zr}} = \frac{v(m\alpha - 1)}{2\pi n_1 I_{zr}} \cdot M_u \text{ m/sek}^2,$$

przy czym v m/min jest zadaną szybkością na elemencie ciernym (szybkość jazdy, względnie szybkość obwodowa tarczy pędnej), zaś n_1 obr/min znamionową liczbą obrotów wybranego silnika.

Należy tu podkreślić niewłaściwość postępowania niektórych biur projektowych, przeprowadzających obliczenie wymaganego sprzężenia ciernego na podstawie dowolnie przyjętego czasu rozruchu, służącego dla wyznaczenia fikcyjnego stałego przyspieszenia układu w okresie rozruchu. Z przytoczonego wyżej wzoru wynika, że o ukształtowaniu układu ciernego decyduje przyspieszenie maksymalne, którego wielkość zależy w jednym i tym samym układzie wyłącznie od dynamicznych cech silnika, czyli M_{max} oraz I_w .

Ostatnią wreszcie wielkością, podlegającą określeniu jest *czas rozruchu* układu. Z zasadniczego równania różniczkowego mamy:

$$t_r = I_{zr} \int_0^{\omega_{nom}} \frac{d\omega}{M - M_u} = \frac{\pi I_{zr}}{30} \int_0^{n_{nom}} \frac{dn}{M - M_u} \text{ sek.}$$

Całkowanie, zależne od przebiegu funkcji $M = f(n)$ jest na ogół kłopotliwe. Znajomość czasu rozruchu jest niezbędna tylko dla oceny stopnia zmniejszenia przeciętnej średniej szybkości ruchu roboczego w stosunku do szybkości nominalnej, co określa użytkowe cechy układu. Dokładne obliczenie czasu rozruchu nie jest więc wymagane i najczęściej zadawaliśmy się dość grubymi przybliżeniami. Zakładamy mianowicie, że w okresie rozruchu działa pewien średni fikcyjny moment rozruchowy, wynoszący przy użyciu asynchronicznych silników trójfazowych typu dźwigowego około $M_{sr} = (0,8 \div 0,9) M_{max}$ (rys. 3). Wówczas

$$t_r \approx \frac{I_{zr} \omega_{nom}}{M_{sr} - M_u} = \frac{\pi I_{zr} n_{nom}}{30(M_{sr} - M_u)} \text{ sek.},$$

co daje zmniejszone (w stosunku do rzeczywistych) czasy rozruchu szczególnie przy stosowanej zwykle ręcznej regulacji silników pierścieniowych.

Rozpatrywaliśmy dotychczas rozruch układu w założeniu, że moment oporu ruchu roboczego jest momentem biernym. Takie założenie nie zawsze jest słuszne. Np. dla wciągarek wypadek taki zachodzi tylko przy podnoszeniu nosiwa. Natomiast przy opuszczaniu, gdy silnik jestłączony w kierunku opuszczania, w pierwszej fazie rozruchu działają na układ dwa momenty czynne: pierwszy, wywołany silnikiem jest przyłożony na 1 wale układu, drugi zaś spowodowany ciężarem nosiwa występuje na ostatnim wale układu. W stosunku do rozpatrzonego po-

przednio przypadku zmieniają się obecnie znaki: momentu wywołanego silnikiem, oraz przyspieszenia kątownego $\frac{d\omega_1}{dt}$. Oznaczając moment występujący na ostatnim wale układu przy opuszczaniu przez M'_n , i redukując wszystkie momenty na wał silnika otrzymamy:

$$-M - \frac{M'_n}{i_m \eta_m} - I_{zr} \left(-\frac{d\omega_1}{dt} \right) = 0$$

$$\text{stąd } M + \frac{M'_n}{i_m \eta_m} = I_{zr} \frac{d\omega_1}{dt}$$

Ponieważ dla wciągarek $M_n = \frac{Q + G_o}{2i_{wk}} D_b \frac{1}{\eta_{wk} \eta_b}$

zaś $M'_n = \frac{Q + G_o}{2i_{wk}} D_b \eta_{wk} \cdot \eta_b$ przeto oznaczając $i = i_{wk} \cdot i_m$

oraz $\eta = \eta_{wk} \cdot \eta_b \cdot \eta_m$ otrzymamy zasadnicze równanie dla rozruchu przy opuszczaniu jako:

$$M + \eta^2 M_u = I_{zr} \frac{d\omega_1}{dt}$$

Występujący na 1 wale, przy rozruchu w kierunku opuszczania, maksymalny moment wyniesie:

$$\begin{aligned} M'_{1max} &= -M_{max} - (I_w + I_{sp}) \left(-\frac{d\omega_1}{dt} \right) = \\ &= \frac{I_w + I_{sp}}{I_{zr}} (M_{max} + \eta^2 M_u) - M_{max} \end{aligned}$$

Z otrzymanego równania wynika, że kierunek działania momentu M'_{1max} przy opuszczaniu jest zgodny z kierunkiem momentu M_{1max} występującego przy podnoszeniu, gdy

$$\frac{I_w + I_{sp}}{I_{zr}} (M_{max} + \eta^2 M_u) > M_{max}$$

co zachodzi przy

$$1 + \frac{\eta^2}{ma} > \frac{I_{zr}}{I_w + I_{sp}}; \text{ czyli przy } I_{zr} < \left(1 + \frac{\eta^2}{ma} \right) (I_w + I_{sp}).$$

Występujące wtedy maksymalne przeciążenie względne jest mniejsze niż przy podnoszeniu gdyż

$$\beta_{1max} - \beta'_{1max} = 2 \frac{I_{zr} - (I_w + I_{sp}) ma}{I_{zr}} + \frac{I_w + I_{sp}}{I_{zr}} (1 - \eta^2) > 0.$$

Wykres na rys. 6 ilustruje przymusowe opuszczanie nosiwa przy silniku z wirnikiem zwartym. Po przekroczeniu obrotów synchronicznych, silnik stwarza moment hamujący co powoduje że przy $M = M'_u = \eta^2 \cdot M_u$ dalsze przyspieszanie układu nie zachodzi i ustalone obroty silnika wynoszą n'_{nom} . Z uwagi, że stromą część charakterystyki silnika ze znacznym przybliżeniem można zastąpić linią prostą, wyznaczmy:

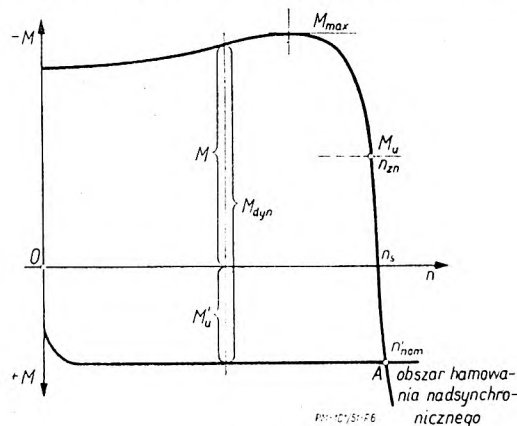
$$n'_{nom} = (1 + \eta^2) n_s - \eta^2 n_{zn}$$

Przymusowe opuszczanie nosiwa spotyka się w układach sterowania wciągarek wyposażonych w silniki z wirnikiem zwartym i we wciągarkach z silnikami pierścieniowymi, lecz tylko dla pierwszych po-

łożen nastawnika (opuszczanie nieobciążonego haka lub niewielkich ciężarów). W tych przypadkach przeważnie $I_{zr} \approx (1,10 \div 1,15) (I_w + I_{sp})$. Wynika stąd, że jeżeli założyc $\eta \approx 0,8$; $m = 2$; $\alpha_{max} = 1,2$ to wprowadzony poprzednio warunek przyjmie postać

$$I_{zr} < 1,27 (I_w + I_{sp}).$$

Z powyższego wynika, że wały napędowe reduktorów wciągarek będą pozostawać przy rozruchach najczęściej pod wpływem tętniących momentów. Prze-



Rys. 6.

mienność momentów szczytowych może się jednak zdarzyć przy wciągarkach o małej sprawności, gdyż

ze zmniejszeniem η wartość $\frac{\eta^2}{ma}$ szybko maleje. Czas

rozruchu wciągarki przy przymusowym opuszczaniu nosiwa znajdziemy jako:

$$t'_r = \frac{\pi \cdot I_{zr} \cdot n'_{nom}}{30(M'_{sr} + \eta^2 M_u)} \text{ sek.}$$

3. Hamowanie układu

Stosownie do cech układu, moment oporu ruchu roboczego może przeciwdziałać bądź współdziałać z momentem hamującym. W pierwszym przypadku dynamiczna składowa strumienia mocy będzie zawsze przepływać w kierunku tarczy hamulcowej, osadzonej najczęściej na wale napędowym reduktora. Natomiast przypadek drugi sprowadza się do schematu, odpowiadającego działaniu w jednym i tym samym układzie dwu hamulców. Jednym z nich jest końcowy człon układu, na którym rozwijają się opory ruchu roboczego. Można więc stwierdzić, że kierunek przepływu dynamicznych składowych strumieni mocy będzie tu rozmaity i zależny od skuteczności działania każdego z momentów, a więc momentu oporu ruchu roboczego i momentu wywołanego działaniem hamulca. Teoretycznie mogą tu zajść następujące przypadki:

a) moment oporu ruchu roboczego przewyższa wielkość momentu, niezbędnego do nadaniażądanego opóźnienia masom związanym z końcowym członem układu. Zachodzi wówczas nierówność: $M'_n > I_n \frac{d\omega_n}{dt}$.

Nadmiar momentu hamującego spowoduje więc opóźnienie części wirujących mas układu, związanych z wałami pośrednimi. Pozostałe natomiast masy ukła-

du będą opóźniane momentem, wywołanym przez właściwy hamulec. Kierunki przepływu dynamicznych składowych strumieni mocy będą więc różne.

b) moment oporu ruchu roboczego jest mniejszy lub równy momentowi niezbędnemu dla nadania masom związanym z końcowym członem układu żądanego opóźnienia. Czyli $M'_n \leq I_n \frac{d\omega_n}{dt}$.

W tym przypadku na ostatnim członie układu mamy niedomiar momentu hamującego i dynamiczna składowa strumienia mocy przepływa w kierunku tarczy hamulcowej.

c) moment oporu ruchu roboczego przeciwdziała hamowaniu, moment wywołany hamulcem musi spowodować opóźnienie wszystkich ruchomych mas układu i pokonać przeciwdziałający moment oporu ruchu roboczego.

Jak widać, jedynie przypadek *a* odbiega od reguły, określania zastępczego momentu bezwładności przez sprowadzenie wszystkich ruchomych mas układu na wał tarczy hamulcowej. Rozpatrując przypadek *a* założymy, że moment dynamiczny pomiędzy członami *x* i *x* + 1 jest równy zeru. Wówczas hamowanie mas na członach od *x* + 1 do *n* jest powodowane momentem M'_n czyli:

$$M'_n = [I_{x+1}(i_{x+1} \cdot i_{x+2} \dots i_{n-1})^2 \eta_{x+1} \cdot \eta_{x+2} \dots \eta_{n-1} + \dots I_n] \frac{d\omega_1}{dt}$$

Natomiast reszta ruchomych mas układu, a więc mas związanych z członami od 1 do *x* jest hamowana momentem M_h , wywołanym przez hamulec. Będzie więc:

$$M_h = \left[I_1 + \frac{I_2}{i_1^2} \eta_1 + \dots + \frac{I_x}{(i_1 i_2 \dots i_{x-1})^2} \eta_1 \eta_2 \dots \eta_{x-1} \right] \frac{d\omega_1}{dt}$$

Pierwsze z otrzymanych równań można przedstawić w następującej postaci:

$$M'_n = (i_1 i_2 \dots i_{n-1})^2 \eta_1 \eta_2 \dots \eta_{n-1} \left[\frac{I_{x+1}}{(i_1 i_2 \dots i_x)^2 \eta_1 \eta_2 \dots \eta_x} + \dots + \frac{I_n}{(i_1 i_2 \dots i_{n-1})^2 \eta_1 \eta_2 \dots \eta_{n-1}} \right] \frac{d\omega_n}{dt}$$

czyli:

$$\frac{M'_n}{i \cdot \eta} = \left[\frac{I_{x+1}}{(i_1 i_2 \dots i_x)^2 \eta_1 \eta_2 \dots \eta_x} + \dots + \frac{I_n}{(i_1 i_2 \dots i_{n-1})^2 \eta_1 \eta_2 \dots \eta_{n-1}} \right] \frac{d\omega_1}{dt} \quad 5)$$

Ponieważ w obliczeniach praktycznych uwzględniamy tylko masy główne (co zostało wyjaśnione w punkcie 1), to otrzymane równanie można przepisać w przybliżonej postaci:

$$M_h \approx (I_w + I_{sp}) \frac{d\omega_1}{dt} \quad \text{oraz} \quad \frac{M'_n}{i \cdot \eta} = M'_u \approx \frac{I_n}{i^2 \eta} \cdot \frac{d\omega_1}{dt} \quad 6)$$

5) Mekler w pracy „Elektropriwod kranowych mechanizmów” Maszgiż 1947 na str. 60–61 przytacza niesłuszne dalsze przekształcenie wyprowadzonych związków, z którego wynika, że $I_{zr} = I_h$.

6) Przy hamowaniu pomijamy wszystkie opory, występujące sporadycznie jak np. tarcie obrzeży kół jezdnych itp. Dlatego $M_n > M'_n$.

Dodając powyższe równania stronami otrzymamy:

$$M_h + M'_u \approx \left(I_w + I_{sp} + \frac{I_n}{i^2 \eta} \right) \frac{d\omega_1}{dt} = I_{zr} \frac{d\omega_1}{dt}$$

Wzór powyższy pozwala na określenie czasu zatrzymania się układu pozbawionego hamulca (wypadek swobodnego wybiegu). Ponieważ $M_h = 0$ to zachodzi zależność:

$$M'_u \approx I_{zr} \frac{d\omega_1}{dt}$$

W przypadku b, dla którego $M'_n \leq I_n \frac{d\omega_n}{dt}$

hamulec układu musi spowodować opóźnienie wszystkich mas, związanych z wałami od 1 do *n* – 1 i wywołać na wale *n* brakujący moment dynamiczny o

wielkości $I_n \frac{d\omega_n}{dt} - M'_n$. Zgodnie z tym, w postaci przybliżonej napiszemy:

$$M_h \approx (I_w + I_{sp}) \frac{d\omega_1}{dt} + \frac{I_n \frac{d\omega_n}{dt} - M'_n}{i} \cdot \eta$$

czyli

$$M_h + \frac{M'_n}{i} \cdot \eta \approx \left(I_w + I_{sp} + \frac{I_n}{i^2} \cdot \eta \right) \frac{d\omega_1}{dt} = I_{zh} \frac{d\omega_1}{dt}$$

Ponieważ

$$\frac{M'_n}{i} \eta_{n \rightarrow 1} = \eta_{1 \rightarrow n} \cdot \eta_{n \rightarrow 1} \cdot M'_u$$

zaś przy

$$\eta_{1 \rightarrow n} = \eta_{n \rightarrow 1} = \eta; \quad \frac{M'_n}{i \eta} = \eta^2 M'_u$$

przeto

$$M_h + \eta^2 M'_u \approx I_{zh} \frac{d\omega_1}{dt}$$

Dla przypadku c napiszemy: $M_h \approx I_{zh} \frac{d\omega_1}{dt} + \frac{M_n}{i} \eta$

co można przedstawić przy $\eta_{1 \rightarrow n} = \eta_{n \rightarrow 1} = \eta$ jako:

$$M_h - \eta^2 M_u = I_{zh} \frac{d\omega_1}{dt}$$

Z powyższego wynika, że wielkość dynamicznego momentu występującego w układach *a*, *b*, *c* jest przy hamowaniu związana zależnościami:

$$\text{dla układu a} \quad M_{dyn} = M_h + M'_n$$

$$\text{dla układu b} \quad M_{dyn} = M_h + \eta^2 M'_u$$

$$\text{dla układu c} \quad M_{dyn} = M_h - \eta^2 M_u$$

Zasadnicze równanie różniczkowe dla okresu hamowania napiszemy więc jako:

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \frac{M_{dyn}}{I_z}$$

przy czym dla przypadku *a* $I_z = I_{zr}$, zaś dla *b* i *c* $I_z = I_{zh}$. Oczywiście jest, że podane wyżej równanie zasadnicze dotyczy najbardziej rozpowszechnionej w mechanizmach dźwignic przypadku umieszczenia

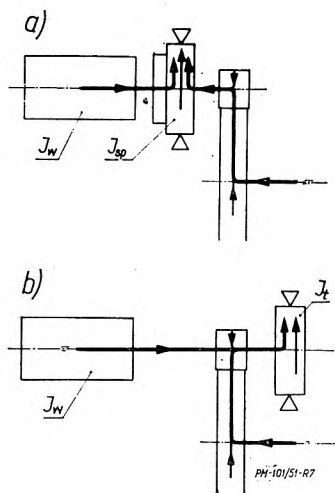
tarczy hamulcowej na przedłużeniu wału silnika. Jeżeli względy konstrukcyjne wymagają osadzenia tarczy hamulcowej na innym wale, to stosownie do jej położenia należy przeprowadzać wyznaczanie zastępczego momentu bezwładności mas układu i redukcję momentu oporu ruchu roboczego.

Jak wspomniano w punkcie 2 moment oporu ruchu roboczego możemy traktować w okresie rozruchu jako stały. To samo dotyczy okresu hamowania. Przy tym, przy hamulcach zwieranych naciskiem sprężyn lub ciężarów obciążających, moment hamujący również może być uważany za stały⁷⁾. Z tych względów przyjmujemy $M_{dyn} = const$.

Wielkość przeciążeń względnych, zachodzących przy hamowaniu wyznaczamy w taki sam sposób, jak przy rozruchu, odnosząc moment szczytowy przy hamowaniu do momentu występującego na tymże wale przy ustalonym ruchu układu. Takie postępowanie daje możliwość bezpośredniego porównywania przeciążeń względnych, występujących przy rozruchu i hamowaniu. Zgodnie z tym napiszemy, że dla 1 wału reduktora przy umieszczeniu tarczy hamulcowej wg rys. 7a przeciążenie względne wyniesie:

$$\beta_{1h} = \frac{M_{1h}}{M_u} = \frac{M_h}{M_u} - \frac{I_w + I_{sp}}{I_z} \cdot \frac{M_{dyn}}{M_u}$$

Natomiast w przypadku umieszczenia tarczy hamulcowej na wale 1 reduktora, lecz po przeciwnej stronie niż silnik (rys. 7b) dla części wału zawartej



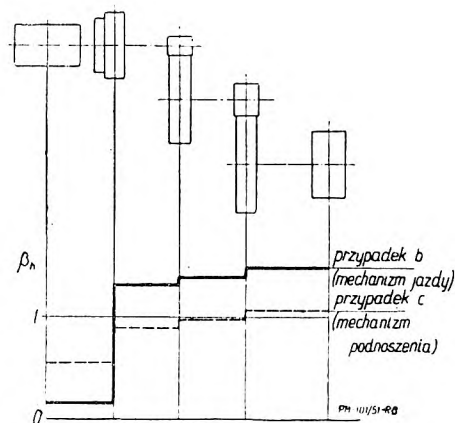
Rys. 7.

pomiędzy 1 kołem zębatym a tarczą hamulcową, pojęcie przeciążenia względnego traci sens, gdyż dla tej części wału $M_u = 0$. Wał ten przy hamowaniu jest obciążany momentem wynoszącym:

$$M_{1h} = M_h - \frac{I_t}{I_z} M_{dyn} \quad \text{kGm.}$$

⁷⁾ W rzeczywistości moment ten ulega zmianom, spowodowanym wahaniami współczynnika tarcia, uzależnionym od wzrostu temperatury. Jednak w poprawnie skonstruowanych hamulcach, pracujących na okładzinach ciernych, wykonanych z dobrych materiałów, wahania te są niewielkie i dlatego z dostateczną dokładnością można przyjąć $M_h = const$.

Rozkład przeciążeń względnych, zjawiających się na poszczególnych wałach mechanizmu przy hamowaniu przedstawia wykres na rys. 8, z którego wynika, że dla przypadków b i c przeciążenia względne koń-



Rys. 8.

cowych wałów są największe. Różnica przeciążeń względnych końcowego i pierwszego wału jest tym mniejsza, im mniejsze masy są związane z wałami pośrednimi i im większy jest udział mas, związanych z końcowym członem w zastępczym momencie bezwładności układu. Pewien wpływ wywierają tu również sprawności członów mechanizmu. Jeśli z końcowym członem są związane masy o momencie bezwładności, wynoszącym I_n to przeciążenie względne tego człona określimy:

$$\text{dla przypadku b } \beta_{nh} = \frac{M_{nh}}{M_n} = \frac{1}{\tau_1^2} \cdot \frac{I_n}{I_{zh}} \cdot \eta \cdot \frac{M_{dyn}}{M_u} - \frac{M'_n}{M_n},$$

$$\text{dla przypadku c } \beta_{nh} = \frac{1}{\tau_1^2} \cdot \frac{I_n}{I_{zh}} \cdot \eta \cdot \frac{M_{dyn}}{M_u} + \frac{M'_n}{M_n};$$

$$\text{przy czym dla przypadku b stosunek } \frac{M'_n}{M_n} = \frac{1}{1 + \gamma},$$

gdzie γ jest współczynnikiem uwzględniającym sporadycznie występujące zwiększenie oporów ruchu roboczego. Natomiast w przypadku c, np. dla wciągarek

$$\frac{M'_n}{M_n} = (\eta_{wk} \cdot \eta_b)^2$$

gdzie η_{wk} jest sprawnością układu wielokrażka, zaś η_b sprawnością bębna linowego.

Dla przykładu a

$$\beta_{nh} = \frac{M'_n}{M_n} - \frac{\frac{I_n}{i^2 \eta} M_{dyn}}{I_{zr} M_u},$$

przy czym zależnie od stosunku mas, większe z przeciążeń może zjawiać się na 1 lub ostatnim wale. We wszystkich powyższych zależnościach, i oraz η są przełożeniem i sprawnością mechanizmu.

Linio we opóźnienie zjawiające się przy hamowaniu na ostatnim członie układu jest stałe i wynosi:

$$a_h = \frac{v}{2\pi n_1} \cdot \frac{M_{dyn}}{M_u}, \text{ m/sek}^2$$

gdzie v — zadana szybkość ruchu roboczego w m/min, n_1 — znamionowa liczba obrotów przyjętego silnika w obr/min.

Czas hamowania znajdujemy z zasadniczego równania różniczkowego jako:

$$t_h = \frac{I_x \cdot \omega}{M_{dyn}} = \frac{\pi \cdot I_x \cdot n}{30 M_{dyn}} \text{ sek};$$

gdzie ω (1/sek) względnie n (obr/min) odpowiadają chwili rozpoczęcia hamowania⁸⁾.

4. Zastosowania i wnioski

Dla wyciągnięcia wniosków niech posłuży przykład obliczenia mechanizmu jazdy suwnicy o następujących danych: udźwig $Q = 10$ t, szybkość jazdy $v = 80$ m/min, rozpiętość $L = 20$ m, ciężar mostu wraz z wózkiem $\Sigma G = 23$ t, średnica koła jezdznego $D = 0,6$ m, jednostkowy opór jazdy $w_0 = 0,017$, przyjęty współczynnik zwiększenia oporów jazdy $\gamma = 0,7$, przewidywany względny czas włączenia silnika $PW = 25\%$.

a. Orientacyjny dobór silnika

Przy silniku o synchronicznej liczbie obrotów $n_s = 750$ obr/min wymagane przełożenie mechanizmu spełnia nierówność:

$$i < \frac{\pi D n_s}{v}; \quad i < \frac{\pi \cdot 0,6 \cdot 750}{80}; \quad i < 17,7;$$

skąd wynika, że wystarczy zastosować 2 przekładnie z kołami walcowymi o zębach prostych. Przyjmując, że pierwsza z tych przekładni będzie zawarta w skrzynce olejowej, ocenimy całkowitą sprawność układu na $\eta = 0,9$.

Opór jazdy wyniesie: $W = (1 + \gamma)(Q + \Sigma G)w_0 = 1,7 \cdot 33000 \cdot 0,017 = 955$ kG, stąd wymagana w ruchu ustalonym moc silnika

$$N_u = \frac{W \cdot v}{6120 \cdot \eta} = \frac{955 \cdot 80}{6120 \cdot 0,9} = 13,85 \text{ kW},$$

z katalogu CHPE (1948 r) dobieramy silnik pierścieniowy, okapturzony, typu SCUDA—98a o następujących danych: $PW = 25\%$; $N_{zn} = 15$ kW; $n_{zn} = 720$ obr/min; $M_{zn} = 19,9$ kGm; $m = 2,5$; $GD_w = 3,2$ kGm².

Stosownie do wielkości M_{zn} dobieramy sprzęgło elastyczne, posiadające $GD_{sp}^2 = 4,8$ kGm².

b. Określenie wielkości wchodzących do równań dynamicznych

$$GD_{zr}^2 = 4g \cdot I_{zr} = GD_w^2 + GD_{sp}^2 + (Q + \Sigma G) \left(\frac{v}{\pi \cdot n_1} \right)^2 \cdot \frac{1}{\eta} = 3,2 + 4,8 + 33000 \left(\frac{80}{\pi \cdot 720} \right)^2 \frac{1}{0,9} = 8 + 46 = 54 \text{ kGm}^2.$$

⁸⁾ Przy wstępnym hamowaniu silnikiem elektrycznym w układach hamowania podsynchronicznego $n < n_{zn}$, zaś nad-synchronicznego $n > n_{zn}$.

$$GD_{zh}^2 = GD_w^2 + GD_{sp}^2 + (Q + \Sigma G) \left(\frac{v}{\pi \cdot n_1} \right)^2 \cdot \eta = 8 + 37,2 = 45,2 \text{ kGm}^2$$

$$M_u = \frac{W \cdot D}{2i \cdot \eta} = \frac{W \cdot v}{2\pi n_1 \eta} = \frac{955 \cdot 80}{2\pi \cdot 720 \cdot 0,9} = 18,75 \text{ kGm};$$

$$\alpha = \frac{M_{zn}}{M_u} = \frac{19,9}{18,75} = 1,06.$$

$$M_{sr} = 0,85 M_{max} = 0,85 m M_{zn} = 0,85 \cdot 2,5 \cdot 19,9 = 42,3 \text{ kGm}.$$

$$M'_u = \frac{M_u}{1 + \gamma} = \frac{18,75}{1,7} = 11 \text{ kGm}.$$

c. Sprawdzenie możliwości rozruchu suwnicy bez poślizgu kół jezdnych. Maksymalne przyspieszenie obciążonej suwnicy:

$$a_{max} = \frac{4g \cdot v(m\alpha - 1)M_u}{2\pi n_1 \cdot GD_{zr}^2} = \frac{39,2 \cdot 80 \cdot 1,65 \cdot 18,75}{2\pi \cdot 720 \cdot 54} = 0,398 \text{ m/sek}^2.$$

zaś przy rozruchu nieobciążonej suwnicy:

$$M_{ou} = \frac{\Sigma G}{Q + \Sigma G} M_u = \frac{23}{33} \cdot 18,75 = 13,1 \text{ kGm},$$

$$\alpha' = \frac{M_{zn}}{M_{ou}} = \frac{19,9}{13,1} = 1,52$$

$$GD_{zr}'^2 = 8 + \frac{23}{33} \cdot 46 = 8 + 32 = 40 \text{ kGm}^2$$

$$a'_{max} = \frac{39,2 \cdot 80 \cdot 2,8 \cdot 13,1}{2\pi \cdot 720 \cdot 40} = 0,637 \text{ m/sek}^2.$$

Przy połowie ogólnej liczby kół jezdnych związanej z mechanizmem i współczynnikiem tarcia pomiędzy szyną a kołem wynoszącym μ_1 , rozruch bez poślizgu jest możliwy gdy:

$$\mu_1 \frac{Q + \Sigma G}{2} > (1 + \gamma) \frac{Q + \Sigma G}{2} w_0 + (1 + \gamma) \frac{Q + \Sigma G}{2} \cdot \frac{2f}{D} + \frac{Q + \Sigma G}{g} a_{max},$$

$$\text{czyli} \quad \mu_1 > (1 + \gamma) \left(w_0 + \frac{2f}{D} \right) + \frac{2a_{max}}{g},$$

skąd wynika, że dla suwnicy obciążonej

$$\mu_1 > 1,7 \left(0,017 + \frac{0,001}{0,6} \right) + \frac{2 \cdot 0,398}{9,81}; \quad \mu_1 > 0,113.$$

oraz dla suwnicy nieobciążonej $\mu_1 > 0,162$,

Ponieważ dla suchych szyn $\mu_1 \approx 0,17$ i przyjęcie schematu sztywnego układu mechanizmu prowadzi jak wspomniano do przesady w ocenie a_{max} przeto uzyskany wynik można uważać za zadawalający.

d. Przeciążenie względne przy rozruchu

$$\beta_{1max} = \frac{GD_{zr}^2 - (GD_w^2 + GD_{sp}^2)}{GD_{zr}^2} (m\alpha - 1) + 1 =$$

$$= \frac{46}{54} \cdot 1,65 + 1 = 2,41.$$

e. Orientacyjny czas rozruchu

Obciążonej suwnicy

$$t_r = \frac{GD_{zr}^2 \cdot n_{zn}}{375(M_{sr} - M_u)} = \frac{54 \cdot 720}{375(42,3 - 18,75)} \approx 4,4 \text{ sek.}$$

nieobciążonej suwnicy

$$t'_r = \frac{40 \cdot 720}{375(42,3 - 13,1)} \approx 2,6 \text{ sek.}$$

f. Hamowanie

Wychodząc z założenia niedopuszczalności poślizgu hamowanych kół i przyjmując ostrożnie $\mu = 0,14$ napiszemy z uwagi, że

$$\mu_1 \frac{Q + \Sigma G}{2} > \frac{Q + \Sigma G}{g} a_h - \frac{Q + \Sigma G}{2} w_o - \frac{Q + \Sigma G}{2} \cdot \frac{2f}{D},$$

$$\text{nierówność } a_h < \frac{g}{2} \left(\mu_1 + w_o + \frac{2f}{D} \right)$$

skąd wynika, że największe opóźnienie nie wywołujące przy hamowaniu poślizgu kół jezdnych wyniesie:

$$a_h < \frac{9,81}{2} \left(0,14 + 0,017 + \frac{0,001}{0,6} \right); a_h < 0,775 \text{ m/sek}^2.$$

Ponieważ największe opóźnienie przy $M_h = \text{const}$ zajdzie przy hamowaniu nieobciążonej suwnicy, przeto wyznaczanie granicznej dopuszczalnej wartości momentu hamującego należy przeprowadzić dla tego przypadku. Ponieważ

$$\frac{d\omega_1}{dt} = \frac{M_{dyn}}{I_{zh}} \text{ więc}$$

$$M_{dyn} < \frac{0,775 \cdot 2\pi \cdot n \cdot GD_{zh}^2}{4g \cdot v} \text{ kGm.}$$

Dla nieobciążonej suwnicy

$$GD_{zh}^2 = 8 + \frac{23}{33} \cdot 37,2 \approx 34 \text{ kGm}^2;$$

$$M'_{ou} = \frac{M_{ou}}{1 + \gamma} = \frac{13,1}{1,7} = 7,7 \text{ kGm,}$$

czyli

$$M_{dyn} < \frac{0,775 \cdot 2\pi \cdot 720 \cdot 34}{39,2 \cdot 8}; M_{dyn} < 38 \text{ kGm.}$$

Z uwagi, że mamy tu do czynienia z przypadkiem b, otrzymamy ostatecznie

$$M_h < M_{dyn} - \gamma^2 \cdot M'_{ou}; M_h < 38 - 0,81 \cdot 7,7; M_h < 31,8 \text{ kGm}$$

Przyjmując $M_h = 30 \text{ kGm}$ i nie uwzględniając ewentualnego hamowania wstępnego otrzymamy dla obciążonej suwnicy:

$$M_{dyn} = M_h + \gamma^2 M'_u = 30 + 0,81 \cdot 11 = 38,9 \text{ kGm,}$$

Czas hamowania wyniesie

$$t_h = \frac{GD_{zh}^2 \cdot n_{zn}}{375 M_{dyn}} = \frac{45,2 \cdot 720}{385 \cdot 38,9} = 2,23 \text{ sek.}$$

zaś droga hamowania

$$s = \frac{v \cdot t_h}{60 \cdot 2} = \frac{80 \cdot 2,23}{120} \approx 1,5 \text{ m.}$$

Przeciążenie względne wału 1 reduktora przy hamowaniu obciążonej suwnicy:

$$\beta_{1h} = \frac{M_h}{M_u} - \frac{GD_w^2 + GD_{sp}^2}{GD_{zh}^2} \cdot \frac{M_{dyn}}{M_u} =$$

$$= \frac{30}{18,75} - \frac{8}{45,2} \cdot \frac{38,9}{18,75} = 1,23.$$

Z powyższego wynika, że 1 wał reduktora będzie się znajdował podczas pracy suwnicy pod wpływem następujących momentów:⁷⁾

Rodzaj ruchu	Suwnica nieobciążona	Suwnica obciążona	Stosunek momentów
w ruchu ustalonym	$M_{ou} = 13,1 \text{ kGm}$	$M_u = 18,75 \text{ kGm}$	0,7
przy rozruchu	$M_1 = 43,5 \text{ ,,}$	$M_1 = 45,2 \text{ ,,}$	0,96
przy hamowaniu	$M_{1h} = 22,7 \text{ ,,}$	$M_{1h} = 23,1 \text{ ,,}$	0,98

Powyższa tabela wykazuje, że wahania momentów szczytowych dla nieobciążonej i obciążonej suwnicy są niewielkie. Zatem przy każdym ruchu suwnicy, niezależnie od wielkości zawieszzonego na haku nosiwa, jej mechanizm jest poddawany działaniu tych samych momentów szczytowych. Powyższy wniosek dotyczy tych wszystkich układów, w których wielkość zastępczego momentu bezwładności zależy głównie od mas związanych z ostatnim członem. Należą do nich mechanizmy jazdy i obrotu, oraz niektóre mechanizmy zmiany wysięgu.

W literaturze dźwigowej jest rozpowszechnione mniemanie, że skutkiem krótkotrwałości działania momentów szczytowych nie są one niebezpieczne dla wałów o ile nie wywołują naprężeń większych od 0,67—0,75 granicy plastyczności⁸⁾.

Sprawa ta nie znalazła dotychczas należytego oświetlenia teoretycznego. Poza tym obciążenia szczytowe nie mogą być uważane za krótkotrwałe. Jeśli np. dla rozpatrzonej wyżej suwnicy założymy średnią drogę ruchu roboczego 50 m, to przybliżony czas jazdy wyniesie około $t_j = 38 \text{ sek.}$ czyli $t_r = 11\% t_j$ zaś $t_h = 6\% t_j$. Układy sterowania silników pierścieniowych powodują zjawianie się przy rozruchu (zależnie od typu nastawnika) kilku impulsów o wartości momentu szczytowego. Przytoczone powody skłaniają więc do posilkowania się obliczeniami opartymi na wytrzymałości zmęczeniowo-kształtowej. Takie postępowanie wydaje się słuszniejsze szczególnie przy dźwignicach o dużej intensywności ruchu. Zagadnienie trwałości elementów dźwignic wymagają jeszcze zebrania dużego materiału doświadczalnego, którego naukowe opracowanie zezwoli na oszczędniejsze i zarazem pełniejsze kształtowanie mechanizmów dźwignic.

⁷⁾ Wyznaczania momentów dla nieobciążonej suwnicy nie podajemy.

⁸⁾ Kifer i Abramowicz „Gruzopodimnyje masziny“ Maszginiz 1949 tom 1.

Kroczące koparki zgarniakowe

Mgr inż. ANDRZEJ WÓJCIKOWSKI

Artykuł omawia sposoby przemieszczania pojazdów mechanicznych, wykazując na tym tle zalety mechanizmów kroczących. — W dalszym ciągu opisane są poszczególne typy koparek kroczących, ich wady i zalety oraz podane są ogólne zasady konstrukcji wysięgnic do koparek tego typu. — Podana w końcu tablica zawierająca charakterystyki poszczególnych typów może być pomocna przy opracowywaniu konstrukcyjnym.

Dotychczasowe sposoby przemieszczania pojazdów polegały przede wszystkim na użyciu kół lub gąsienic, które stawiają pewne wymagania w stosunku do nawierzchni.

Koła, wywierając na nawierzchnię nacisk skupiony, wymagają w zasadzie nawierzchni twardej i pozwalają na ruch po linii prostej lub po łuku o stosunkowo znacznym promieniu.

Sprawę torowiska rozwiązują w pewien sposób gąsienice, które nie wymagają specjalnej jezdni i jednocześnie umożliwiają większą zwrotność pojazdu; jednak ta większa zwrotność jest okupiona niszczeniem nawierzchni z jednoczesnym wgłębianiem się pojazdu w grunt.

Przy konstruowaniu koparek na gąsienicach duże trudności nasuwa zagadnienie otrzymania małych nacisków na grunt. Powiększenie bowiem powierzchni gąsienic powoduje wzrost ciężaru całej koparki, co w rezultacie tylko nieznacznie obniża nacisk na grunt. Sprawą nacisków na grunt jest szczególnie ważna dla dużych jednostek, gdzie nacisk ten dochodzi do 6 kg/cm^2 , ograniczając w ten sposób ich zdolność eksploatacyjną.

Trudności te rozwiązuje dość radykalnie zastosowanie tzw. mechanizmu kroczącego, przypominającego w pewien sposób ruch człowieka chodzącego o dwóch kulach.

Zastosowanie tego sposobu przemieszczania jest stosunkowo niedawne, gdyż pierwszy raz użyto go w roku 1910. Od tego czasu konstrukcja mechanizmu kroczącego doznała wielu ewolucji, przyjmując coraz to lepsze i sprawniejsze rozwiązania.

Pierwsze typy koparek kroczących zaczęto budować o pojemności kosza $0,5 \div 0,7 \text{ m}^3$, jednak szersze rozpowszechnienie znalazły one w klasie maszyn większych. Charakterystycznymi cechami tego rodzaju koparek są:

1. mały nacisk na grunt,
2. większy zasięg pracy przy większej stateczności,
3. bardzo duża zwrotność, pozwalająca na przemieszczanie koparki z miejsca w dowolnym kierunku.

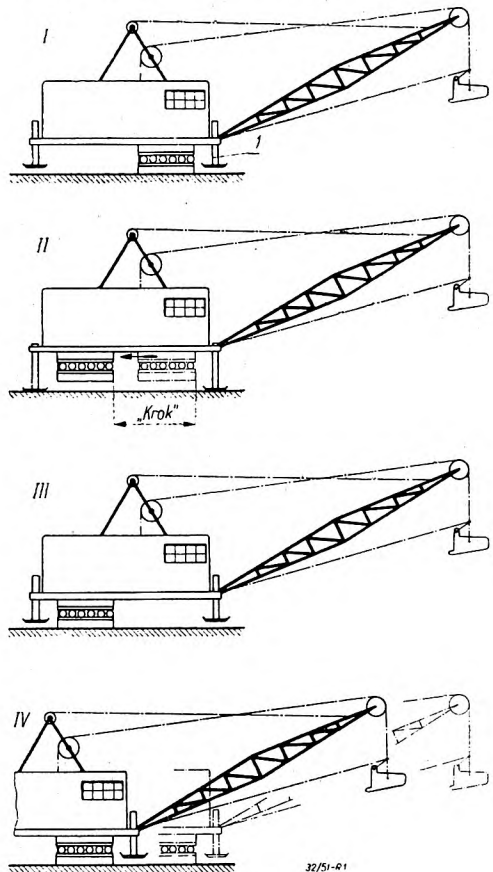
Niewielki nacisk na grunt, który u dużych jednostek o ciężarze 1400 t nie przekracza 1 kg/cm^2 , pozwala na przemieszczenie się koparek tego typu po bardzo miękkich gruntach.

Szczególnie szerokie zastosowanie znalazły koparki kroczące przy dużych pracach hydrotechnicznych np. przy obwałowywaniu rzek, budowie kanałów oraz w górnictwie odkrywkowym. Dziś, w dobie wielkiego dzieła przeobrażenia przyrody, w dobie budowy Kanału Turkmeneńskiego i innych gigantycznych przedsięwzięć tego typu, koparki kroczące stały się wprost niezastąpione.

Prędkość przemieszczania koparek kroczących nie przekracza $0,7 \text{ km/godz.}$ dla małych typów, i $0,2 \div$

$0,3 \text{ km/godz.}$ dla dużych. Długość „kroku“ waha się w granicach $1,5 \div 2,3 \text{ m}$. Dla małych jednostek nacisk na grunt jest $1,3 \div 2,5$ razy a prędkość przemieszczania $3,5 \div 4,0$ razy mniejsza niż przy gąsienicowych. Większa zwrotność i kierunkowa dowolność drogi powoduje, że efektywna prędkość koparek kroczących jest większa niż gąsienicowych. To też własności te uzyskano raczej przy budowie dużych jednostek.

Wszystkie typy kroczących koparek posiadają, w zależności od typu, po dwie lub rzadziej trzy płozy, połączone odpowiednim układem z wałem napędowym maszyny lub cylindrami. Spoczywają one na okrągłej podstawie której wysokość stanowi $0,1$ części średnicy. Duża powierzchnia podstawy pozwala na osiągnięcie małych nacisków na grunt. Koparka, wraz z mechanizmem kroku łącznie z płozami, obraca się względem podstawy o dowolny kąt, co pozwala na „krok“ w dowolnym kierunku. Główny wał mechanizmu kroczącego umieszczony jest w mocnych łoży-



Rys. 1.

skach, ustawionych na ramie w odległości ok. $0,1$ średnicy cylindrycznej podstawy od środka ciężkości koparki w kierunku wysięgnika. Zabezpiecza to przed oderwaniem się końca okrągłej podstawy od ziemi.

Brak ciężkich gąsienic i związanych z nimi mechanizmów pozwala na zmniejszenie ciężaru koparki o 10 ÷ 15% w stosunku do koparki gąsienicowej tej samej klasy.

Zgarniarkowe koparki kroczące klasyfikuje się zależnie od rodzaju mechanizmu kroczącego.

W użyciu spotyka się następujące rozwiązania mechanizmu kroczącego:

1. podnośno-przesuwny (*Page*),
2. mimośrodowo-wodzikowy (*Page*),
3. mimośrodowo-kołowy (*Bucyrus-Monighan*),
4. korbowo-przegubowy (*Marion, Rapier*),
5. przegubowo-hydrauliczny (*Uralmaszawod*).

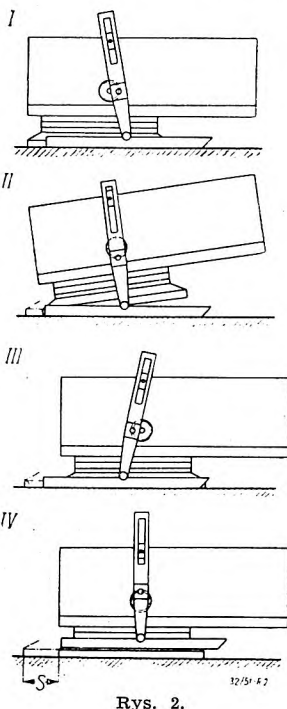
Poniżej podajemy przegląd poszczególnych rozwiązań mechanizmu kroczącego.

1. *System podnośno-przesuwny* (rys. 1) jest jednym ze starszych rozwiązań i polega na zastosowaniu dźwigników, umieszczonych w górnej ramie konstrukcji, i zakończonych w dolnych końcach płozami. W celu dobrego przylegania płóz do ziemi są one połączone z dźwignikami przegubowo. „Krok“ koparki tego typu składa się z następujących fragmentów. Cała koparka unoszona jest do góry przy pomocy wspomnianych trzech dźwigników. Następnie podstawa obrotowa wisząc na górnej ramie przesuwa się w tył koparki, po czym całą koparkę opuszcza się dźwignikami na ziemię. Po podniesieniu dźwigników wraz z płozami, ponad poziom ziemi, górną część konstrukcji przesuwa się po spoczywającej na ziemi podstawie. Powstały stąd „krok“ równa się długości jazdy górnej części konstrukcji względem podstawy. Obracająca się względem cylindrycznej podstawy górna część koparki pozwalała na „krok“ w dowolnym kierunku.

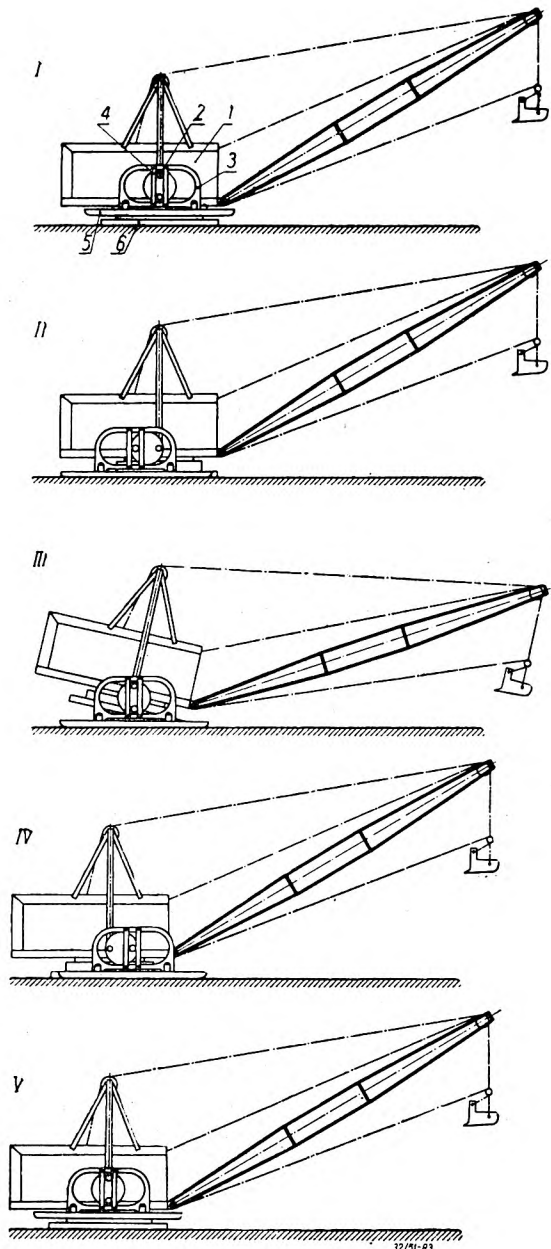
2. *System mimośrodowo-wodzikowy* (rys. 2). Polega na zastosowaniu mimośrodowo obracającego się czopa, na którym osadzony jest w swej części środkowej słup („noga“) z umocowaną w dolnym końcu płozą. Drugi, górny koniec jest prowadzony przy pomocy wodzika,

połączonego z górną częścią konstrukcji koparki. Podczas jednego obrotu wału mechanizmu kroczącego, koparka wspierając się na dwóch płozach i jedną stroną cylindrycznej podstawy, dokonuje jednego „kroku“. Dzięki temu, że podstawa z górną częścią koparki połączona jest obrotowo, koparka może dokonać „kroku“ w dowolnym kierunku.

3. *System mimośrodowo-kołowy* (rys. 3) polega na użyciu mimośrodu toczącego się po torowisku owalnej ramy, połączonej wahlwie z płozami. Rys. 3 wskazuje poszczególne fragmenty „kroku“ koparki, zaś rys. 4 ilustruje mechanizm kroczący

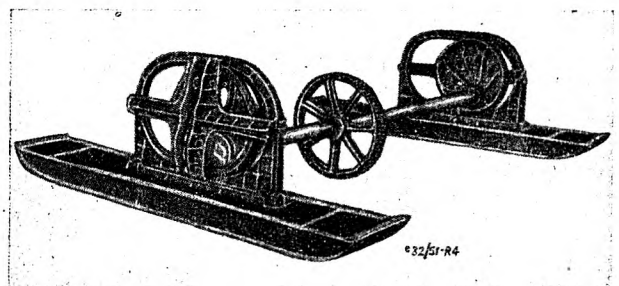


Rys. 2.

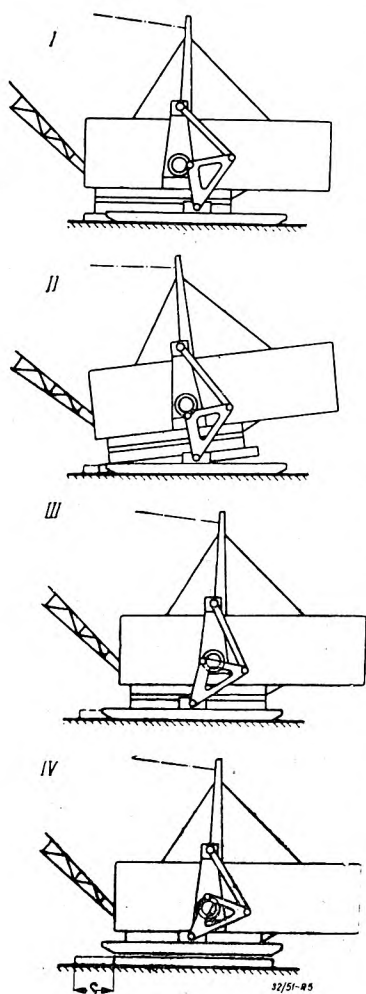


Rys. 3.

systemu *Bucyrus-Monighan*. System ten jest jednym z najczęściej stosowanych; koparki zaopatrzone w mechanizm tego typu buduje się w różnych wielkościach od 0,3 m³ do 19 m³ pojemności kosza.



Rys. 4.



Rys. 5.

dem stałego punktu O_1 związanego z górną częścią koparki. Dzięki tym ruchom punkt podstawy K opisuje drogę po linii L_2 .

Należy nadmienić, że wszystkie mechanizmy koparki *Rapier* są napędzane silnikami prądu stałego, dostarczanego przez generator pędzony silnikiem prądu zmiennego o mocy 200 KM. Układ silnik-generator umieszczony jest w tylnej części koparki, stanowiąc w ten sposób przeciwwagę.

5. System przegubowo-hydrauliczny (UZTM-Uralmaszawod, rys. 8) konstrukcji radzieckich inżynierów *Satowskiego* i *Isajewa* wyróżnia się wśród poprzednio wspomnianych zupełnie odmienną zasadą i konstrukcją oraz stanowi w tej dziedzinie rewelacyjne rozwiązanie. Przegub płozy połączone jest z górną ramą koparki przy pomocy dwóch cylindrów, w których znajdują się poruszane hydraulicznie tłoki. Końce drągów tłokowych połączone są przegubem z płozą. Korpusy zaś cylindrów połączone są płaskimi przegubami z górną konstrukcją koparki. Wysuwanie górnego tłoka, a następnie drugiego i wreszcie wsunięcie ich na miejsce powrotne powoduje „krok“ koparki.

O ile wszystkie poprzednie rozwiązania mechanizmu „krocącego“ pozwalały na „krok“ o określonej i w zasadzie niezmiennej długości i stałej wysokości podnoszenia, to system przegubowo-hydrauliczny stwarza możliwość regulacji kroku i wysokości podnoszenia oraz automatycznego regulowania

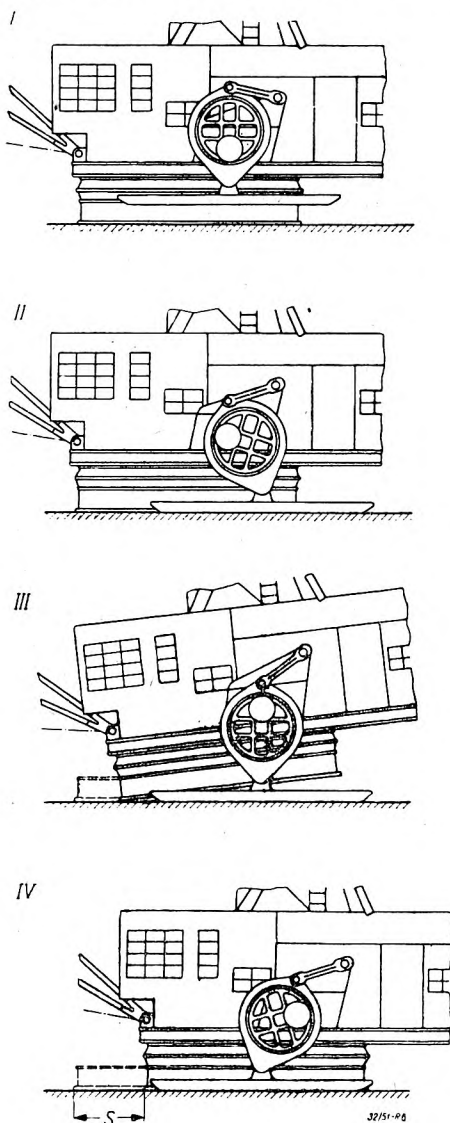
4. System korbowo-przegubowy spotyka się w dwóch rozwiązaniach: wykonanie firmy *Marion* (rys. 5) i firmy *Rapier* (rys. 6). Rozwiązanie wg rys. 6 stanowi pewną modyfikację, w stosunku do typu z rys. 5, polegającą głównie na znacznym zmniejszeniu nacisku jednostkowego na tuleje łożyskowe czopa mimośrodowego, przez znaczne powiększenie średnicy czopa.

Geometrię mechanizmu krocącego w wymiarach zastosowanych w koparce *Rapier* podaje rys. 7. Względem punktu O obraca się wał z zaklinowanym mimośrodowo kołem M . Na skutek obrotu mimośrodowo przegub P , na którym umieszczona jest płoza, wykonuje drogę po linii L_1 . Ruch „nogi“ jest równocześnie prowadzony wahaczem W , obracającym się względem

trajektorii podstawy, podnoszącej się na tyle, ile konieczne jest dla swobodnego przenoszenia podstawy naprzód i płynności pracy. Rozwiązanie to wyklucza konieczność użycia złożonych mechanizmów, służących do zmniejszenia uderzenia podstawy o grunt. Poza tym w konstrukcji UZTM nie ma wału o średnicy 500 mm i 11 m długości, jaki znajduje się na ogół w innych rozwiązaniach. Jest to więc rozwiązanie najbardziej godne naśladowania.

Tablica I podaje przykładowo charakterystykę niektórych używanych koparek krocących. Pominęto w niej koparki małe, w których użycie mechanizmu krocącego nie jest tak racjonalne, jak w dużych.

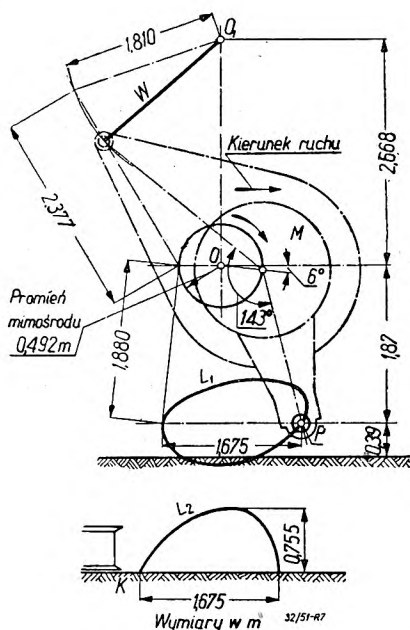
W związku z konstrukcją koparek krocących, słusznym będzie podanie kilku uwag na temat budowy ich wysięgników, których długość dochodzi do 75 m. Otóż wysięgniki koparek krocących o długości $50 \div 75$ m wykonuje się w dolnej części ze stali, w górnej z duraluminium (np. UZTM). Wysięgnik w swej środkowej części jest często podparty w dwóch lub więcej punktach. Przy większych długościach wysięgnika buduje się go często w postaci płaskiej kraty, podpartej w kilku punktach ramami zawieszonymi naciągach.



Rys. 6.

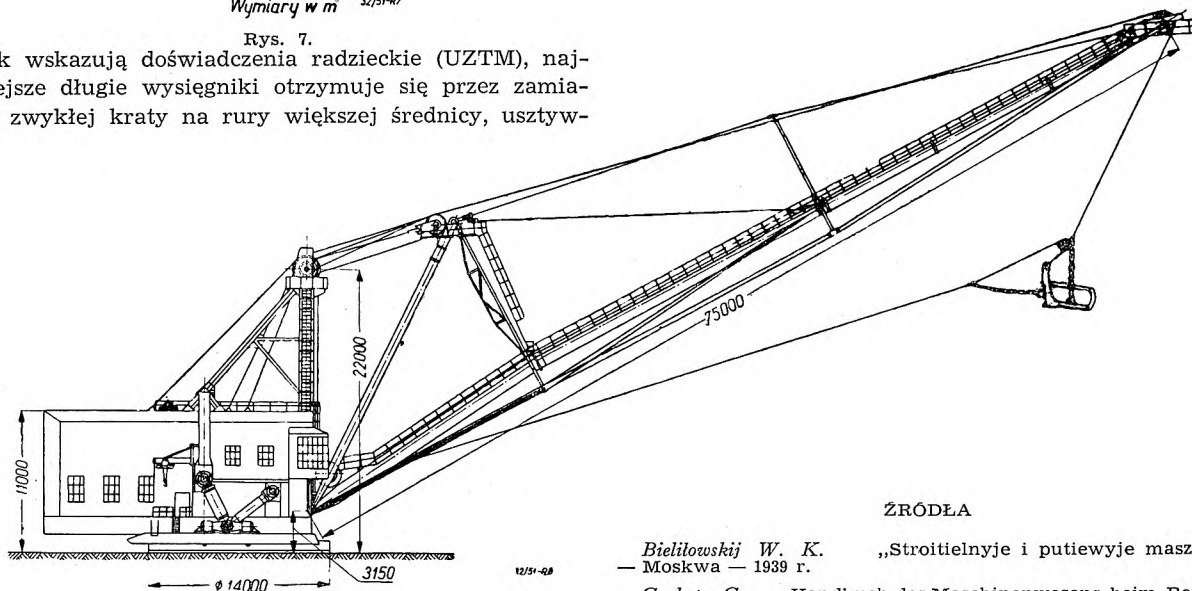
TABLICA I.

Pojemność kosza w m ³	77,65	9,16	10,0	14,6	15,3	19,0
Typ	Marion 7400	Bucyrus 14 W	UZTM ESZ40:75	Marion 7800	Bucyrus 950 - B	Bucyrus 1150 - B
Całkowity ciężar (t)	515,0	726,0	1050	1210	1003,5	1035,5
Długość wysięgnika (m)	48 ÷ 53	53 ÷ 61	55 ÷ 75	56 ÷ 76	61 ÷ 66	60
Wysokość wysypu (m)	19 ÷ 22	17 ÷ 21	28 ÷ 32	19 ÷ 25	15 ÷ 27	18,6
Promień wysypu (m)	48 ÷ 52	51 ÷ 53	62 ÷ 92	52 ÷ 76	60 ÷ 65	58,4
Głębokość kopania (m)	30,5	21 ÷ 26	30 ÷ 35	34 ÷ 46	22 ÷ 30	32,9
Prędkość liny zgarniającej (m/sek)	0,83	0,84	2,5	1,4	1,0	—
Prędkość podnoszenia kosza (m/sek)	1,4	0,97	2,4 ÷ 3,1	1,3 ÷ 2,5	1,3	—
Średnica podstawy (m)	9,45	11,0	14,0	14,05	13,72	13,41
Wymiary płóz (m)	11,1 × 1,83	13,5 × 2,1	16,3 × 2,1	13,4 × 2,4	15,2 × 2,4	14,6 × 2,4
Długość „kroku” (m)	1,85	2,3	2,0	2,03	2,29	2,29
Prędkość kroczenia (km/h)	0,25	0,31	0,20	0,255	0,24	0,29
Nacisk na grunt przy pracy (kG/cm ²)	0,73	0,77	0,73	0,785	0,69	0,73
Nacisk na grunt przy kroczeniu (kG/cm ²)	1,26	1,39	1,2	1,7 ÷ 1,8	1,33	1,43
Moc kroczenia (KM) — silnik	550	670	2300	1400	1220	1250
Moc podnoszenia (KM) — silnik	300	187 × 2	750 × 2	425 × 2	250 × 2	425 × 2
Moc zgarniania (KM) — silnik	—	—	750 × 2	425 × 2	—	425 × 2
Moc obrotu (KM)	75 × 2	75 × 2	340 × 2	125 × 3	125 × 2	125 × 2
Cykl pracy przy kącie obrotu 1300 (sek)	—	65	55	69	65	—



Rys. 7.

Jak wskazują doświadczenia radzieckie (UZTM), naj-
 lepsze długie wysięgniki otrzymuje się przez zamianę
 zwykłej kraty na rury większej średnicy, usztyw-



Rys. 8.

nione naprężaczami w dwóch płaszczyznach. W celu
 odciążenia wysięgnika, prowadzi się linę podnośną
 bezpośrednio przez główny stojak koparki.

Wnioski

Duża zdolność manewrowania, przrzucania ziemi
 w promieniu 100 ÷ 150 m, ogromna wydajność, docho-
 dząca do 30 000 m³ na dobę, przy możliwości przemiesz-
 czania się po gruntach niebezpiecznych nawet dla ma-
 łych maszyn gąsienicowych, zapewniają krocącym ko-
 parkom prawo pierwszeństwa przy prawie wszystkich
 robotach hydrotechnicznych oraz w górnictwie od-
 krywkowym.

Koparki kroczące nie tylko są lżejsze a więc i tań-
 sze od gąsienicowych, lecz również dają znacznie więk-
 sze efekty robocze. Wymiary dolnej ramy pozwalają na
 zmniejszenie nacisku na grunt 5 ÷ 6 razy i zwiększe-
 nie długości wysięgnika o 40 ÷ 50%.

W Polsce koparki kroczące znalazłyby niewątpliwie
 racjonalne i szerokie zastosowanie przy regulacji rzek,
 budowie kanałów, w górnictwie odkrywkowym, w ma-
 sowej eksploatacji piasku podsadzkowego np. z pu-
 styni Błędowskiej itp. Nie wykluczone jest również za-
 stosowanie mechanizmu kroczącego do innych maszyn.

ŹRÓDŁA

Bielilowski W. K. „Stroitielnyje i putiwyje maszyny”
 — Moskwa — 1939 r.
 Garbotz G. „Handbuch des Maschinenwesens beim Baube-
 trieb” — Berlin 1937 r.
 „VDI” — Berlin — 1929 r.
 „The Engineer” — Londyn — II. 1945 r.
 Dombrowskij i in. „Ekskawatory” — Moskwa 1949 r.
 Dombrowskij „Stroitielnyje maszyny” — Moskwa 1949 r.
 „Miechanizacija Stroitelstwa” — VI.1950 r. „Ugol” — X.1950 r.

Bibliografia

Mgr inż. Stanisław Jabłoński „KALKULACJA OBRÓBKIE CIEPLNEJ”, format A5, str. 214, rys. 30, tablic 60. Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa 1950.

Książka omawia zasadniczo zagadnienia kalkulacji i planowania obróbki cieplnej. Poza tym autor porusza cały szereg innych spraw, które wiążą się pośrednio lub też potrzebne są dla wyjaśnienia zagadnień kalkulacji i planowania. Tytuł książki należało by uzupełnić „Kalkulacja i planowanie obróbki cieplnej”. Książka składa się z 9 rozdziałów, które zostaną w dalszym ciągu omówione.

Rozdz. I. Zasadnicze wiadomości o obróbce cieplnej — podaje definicje zabiegów obróbki cieplnej wraz z krótkim ich omówieniem. W niektórych definicjach wkradły się pewne nieścisłości. Tak więc azotowanie nie odbywa się „drogą zetknięcia się powierzchni przedmiotów stalowych z azotem w temperaturze leżącej poniżej zakresu przemian”, ponieważ w atmosferze azotu azotowanie, praktycznie biorąc, nie zachodzi, tylko przez wygrzewanie w atmosferze zawierającej azot *in statu nascendi*. Analogicznie nawęglanie wymaga środowiska zawierającego węgiel *in statu nascendi*.

Utwardzanie warstwy przy azotowaniu powoduje nie roztwór stały azotu w żelazie, jak podaje autor, tylko azotki składników stopowych głównie glinu. Azotowanie stali węglowych powoduje tylko nieznaczne zwiększenie twardości (250÷300 H_v) i stosuje się wyłącznie celem zwiększenia odporności na korozję.

Rozdz. II. Obliczanie czasu podstawowych rodzajów obróbki cieplnej — jest jednym z najważniejszych rozdziałów książki, podającym wiele cennego i trudnego do znalezienia w literaturze materiału. Po wstępnych uwagach dotyczących przenoszenia ciepła, autor omawia najważniejsze zagadnienie mianowicie czas ogrzewania. Jest to zagadnienie trudne, a dane w literaturze są niekompletne i dość rozbieżne. Autor przytacza tablice zawierające: a) czas nagrzewania dla różnych stali i stopów nieżelaznych w minutach na 1 cm lub 1 mm średnicy lub grubości nagrzewanego przedmiotu, b) czas wygrzewania w % czasu nagrzewania i c) czas odpuszczania w minutach w odniesieniu do całego wsadu. Niezależnie podanych jest 11 tablic dotyczących nagrzewania różnych narzędzi ze stali narzędziowej węglowej, niskostopowej i szybko tnącej z podaniem rodzajów pieca, sposobów nagrzewania i wielkości wsadu.

Tablice te przedstawiają bardzo cenny materiał ułatwiający układanie kart operacyjnych obróbki cieplnej narzędzi. Ze względu na przejrzystość materiału było by wskazane, żeby w następnym wydaniu tablice z danymi ogólnymi różniły się graficznie (np. grubością linii) od tablic z danymi szczegółowymi.

Czasy obróbki dyfuzyjnej (nawęglania, azotowania, cjanowania) wydaje się, że było by dużo korzystniej ze względu na przejrzystość materiału przedstawić pod postacią wykresów, na których można zaznaczyć grubość warstwy w zależności nie tylko od czasu ale i temperatury procesu. W niektórych tablicach wkradły się pewne nieścisłości. Tak więc: tabl. 24 — czas cjanowania dla grubości warstwy 0,4 mm wynosi najwyższe 120 min., a nie 180 jak podaje tablica. Czas cjanowania w soli C5 dotyczy temperatury nie 870°C, a ok. 930°C, w której to temperaturze sól ta normalnie się stosuje (zawiera ona tylko ok. 10% cjanoków i działa głównie nawęglająco). Grubość warstwy azotowanej (tabl. 22) wydaje się, że dotyczą temperatury raczej ok. 540°C, a nie 500°C jak podaje tablica.

Pewne nieścisłości znajdują się też w tekście. Tak więc twierdzenie (str. 31), że ogrzewanie powinno być tak prowadzone, żeby dopuszczalne różnice temperatur w przekroju i w stosunku do temperatury wymaganej wynosiły nie więcej niż 5—10°C wydaje się nieosiągalne i mocno przesadzone. Poza tym nie trzeba zapominać, że dokładność pomiaru pirometrem termoelektrycznym w warunkach warsztatowych wynosi 1 do 2%, co przy 800° daje już 8—16° możliwego błędu.

„Siła“ proszku nawęglającego (str. 57) wpływa na grubość warstwy tylko przy niewielkiej zawartości środków przyspieszających (np. dla $BaCO_3$ — poniżej 4%), a więc praktycznie nie ma znaczenia. Wpływa oczywiście na zawartość węgla w warstwie. Grubość warstwy, a więc szybkość nawęglania czyli szybkość dyfuzji zależy głównie od temperatury procesu.

Bardzo celowe dla zorientowania czytelnika jest podanie dopuszczalnej szybkości chłodzenia przy wyzraniu stali (tabl. 27) co zresztą w opisie tablicy nie dość jasno jest zaznaczone, i czasu chłodzenia wałków ze stali niskowęglowej przy hartowaniu.

Czasy czynności pomocniczych jak np. pakowania i rozpakowywania skrzynek do nawęglania, czas załadowania i wyładowania skrzynek z pieca itd. wydaje się że podane są zbyt krótkie.

Rozdz. III. Obliczenie wydajności pieców — omawia elementarne wzory na obliczanie wydajności zależnie od rodzaju pieca oraz podaje 2 podstawowe tablice określające: 1) wydajność w kg z 1 m² pow. użytkowej pieca na godzinę zależnie od typu pieca i rodzaju obróbki cieplnej, 2) wydajność kąpieli grzejnych w kg/godz. z 1 dcm³ pojemności kąpieli zależnie od temperatury i rodzaju metalu.

Na marginesie należy zwrócić uwagę, że w naszej literaturze technicznej przyjęto oznaczać kilogram tam gdzie chodzi o masę przez kg, tam gdzie chodzi o siłę (ciężar) przez — kG. Oznaczanie wydajności, a więc pewnej masy w ciągu pewnego czasu przez kG/m² godz. jest niewłaściwe.

Rozdz. IV. Wtórne zagadnienia przy obróbce cieplnej — został tak zatytułowany chyba tylko dlatego, że zagadnienia istotnie wtórne to jest wykańczanie powierzchni po obróbce cieplnej zostały umieszczone na początku rozdziału zamiast na końcu. Inne zagadnienia tu poruszane jak wpływ obróbki cieplnej na wielkość naddatków obróbkowych i na obrabialność stali, a zwłaszcza błędy obróbki cieplnej bynajmniej nie są wtórne. Wydaje się, że rozdział ten w tym miejscu się nie tłumaczy i powinien być umieszczony jako dalszy ciąg rozdziału I, podającego zasadnicze wiadomości o obróbce cieplnej.

Rozdz. V. Ustalenie norm czasu — omawia sposób ustalania norm czasowych oraz systemu płac, stosowane przy obróbce cieplnej. O ile uwagi autora dotyczące dniówkowego systemu płacy należy uznać za słuszne, o tyle można mieć zastrzeżenia co do stosowania systemu akordowego. W nowoczesnym urządzeniem warsztacie obróbki cieplnej każda operacja jest ściśle określona pod względem czasu trwania, wielkości wsadu itd. Obowiązkiem każdego jest przestrzegać ściśle otrzymane instrukcje i pracując sumiennie pracownik nie może zwiększyć swojej wydajności. Akord staje się zachętą do zwiększenia zarobku drogą niedozwolonych zabiegów w rodzaju skrócenia czasu nagrzewania, zwiększenia wsadu, jednorazowego zamiast potrójnego odpuszczania stali szybko tnących itd., co jest trudne do skontrolowania i w wyniku musi się odbić szkodliwie na jakości wyrobu.

Rozdz. VI. Planowanie pracy warsztatów obróbki cieplnej zawiera wiele trafnych spostrzeżeń i uwag, wydaje się jednak, że wymaga pewnych przeróbek redakcyjnych. Karta kontrolna wg schematu tablicy 54 nie może służyć jako raport o wykonaniu pewnej części planu, ponieważ brak jest miejsca na adnotacje odbioru. Dla kontroli wykonania planu służą zazwyczaj raporty odbioru z zaznaczonymi ilościami przedmiotów dobrych i braków.

Rozdz. VII. Metody obliczania kosztów — zawiera wiele cennego materiału jak dane dotyczące zużycia energii cieplnej na 1 tonę metalu zależnie od typu pieca i rodzaju obróbki cieplnej, przeciętne zużycie materiałów pomocniczych itd. Sposób oznaczania kosztów i terminologia wymaga specjalnego omówienia.

Rozdz. VIII podaje uwagi o wykorzystaniu i wydajności urządzeń, a **Rozdz. IX** omawia czynniki wpływające na obniżenie kosztów obróbki cieplnej.

Materiał zebrany pod postacią 60 tablic oraz szeregu uwag i spostrzeżeń z bogatego doświadczenia osobistego autora są cennym wkładem do naszej skromnej literatury z zakresu obróbki cieplnej. Ujęcie materiału jest oryginalne i wydaje mi się celowe.

Ilość poruszanych zagadnień jest bardzo duża — wydaje się, że szereg z nich należało by pominąć, jako nie wiążące się bezpośrednio z tematem np. metody ochrony przed nawęglaniem i azotowaniem, wpływ obróbki cieplnej stali na obrabialność, rodzaje paliw itd. Również wydaje się, że w niektórych rozdziałach np. przy obliczaniu kosztów obróbki cieplnej autor odbiega zbyt daleko od obranego tematu. Ponieważ książka przeznaczona jest zasadniczo dla kierowników obróbki i kalkulatorów, więc trzeba zrobić założenie, że czytelnik jest zorientowany w pewnych zagadnieniach podstawowych jak np. systemy płac. Wydaje się, że omawianie tych zagadnień od podstaw nie jest wskazane.

Strona redakcyjna książki pozostawia wiele do życzenia.

Specjalną uwagę należy zwrócić na układ graficzny. Szereg powojennych technicznych wydawnictw polskich osiągnął bardzo dobry poziom i doprawdy nie widzę powodu, żeby ten poziom obniżać. Układ graficzny książki jest, powiedzmy jasno, bardzo niski. Niecelowy jest druk na interlinii. Składanie tytułów rozstrzelonym garmondem, a podtytułów drukiem półtłustym jest niepraktykowane, tym więcej że książka jest złożona na interlinii i w tekście znajduje się również rozstrzelony druk. Tablice złożone są jakby przez początkującego zecera — przy tym każda inaczej i na ogół z ogromną rozrzutnością miejsca. Większość tablic jest niezamknięta od dołu. Niektóre (np. tabl. 49) są znowu niewiadomo dlaczego tak zacieśnione, że tytuł wchodzi po prostu na tablicę. Rysunki źle obłamane.

Wszystko to razem nie wpływa korzystnie na czytelność książki. Ze względu na zawarty materiał książka rozejdzie się prawdopodobnie szybko — należy wyrazić życzenie, żeby następne wydanie wyglądało trochę inaczej.

P. K.

Książki nadesłane

Jerzy Mirecki — PRZECIĄGANIE — Format B5, str. 118, rys. 152. Wydawnictwo PWT, r. 1950.

Praca zawiera opisy metod przeciągania, zasady konstrukcji przeciągaczy oraz opisy maszyn stosowanych do przeciągania.

Książka przeznaczona jest dla konstruktorów narzędzi i techników warsztatowych.

Tadeusz Szlaski — FREZY DO OBRÓBKI OBWIEDNIOWEJ. KONSTRUKCJA — Format A5, str. 109, rys. 67. Wydawnictwo PWT, r. 1950.

Książka zawiera zasady konstrukcji frezów do obróbki obwiedniowej z podaniem metod wykreślnych i analitycznych wyznaczania zarysu freza ślimakowego.

Książka jest przeznaczona dla konstruktorów narzędzi do obróbki skrawaniem.

L. Winogradow — PODSTAWOWE WIADOMOŚCI DLA USTAWIACZY TŁOCZNIKÓW — Format A5, str. 60, rys. 55. Wydawnictwo PWT 1951.

Książka zawiera opisy i zasady działania pras i tłoczników do obróbki na zimno, stosowanych w zakładach przemysłu elektrotechnicznego oraz dane o pasowaniach i tolerancjach. Poza tym omawia zasady organizacji pracy w oddziałach tłocznicych i wskazówki dla ustawiaczy tłoczników. Książka jest przeznaczona dla ustawiaczy tłoczników.

Henryk Krajczok — KATALOG WYROBÓW Z WĘGLIKÓW SPIEKANYCH (tymczasowy) — Format B5, str. 68, rys. 71. Wydawnictwo PWT — Katowice 1950.

Katalog węglików spiekanych ma na celu racjonalne wykorzystanie wyrobów produkcji niemieckiej po-

chodzących z okresu okupacji lub z dostaw powojennych.

W katalogu podano tablice płytek i gotowych narzędzi z węglików spiekanych, uwzględniając normy niemieckie i nowiązując do norm polskich, gdzie to było możliwe. Katalog ma charakter wydawnictwa tymczasowego, a po wyczerpaniu zapasu wyrobów z węglików spiekanych zostanie zastąpiony katalogiem zawierającym gatunki i wymiary wyrobów krajowych.

Jacek Troskoleński — MATEMATYKA W ZARYSIE — Format A5, str. 276, rys. 187. Wydawnictwo PWT 1951.

Książka zawiera całokształt matematyki wchodzącej w zakres gimnazjum i liceum ogólnokształcącego, w ujęciu zwartym, a więc może być pomocna dla samouków lub też może stanowić repetytorium.

PORADNIK KOKSOCHEMIKA t. I — Format A5, str. 640, rys. 135. Wydawnictwo PWT Katowice 1951.

Praca obejmuje zbiór wiadomości teoretycznych i praktycznych z zakresu koksownictwa, gazownictwa, półkoksowania, zgazowania paliw stałych, reakcyjności paliw stałych, przerobu surowej smoły i surowego benzolu, materiałów ogniotrwałych oraz podaje wytyczne do projektowania najważniejszych aparatów i urządzeń koksowniczych. Ponadto dział ogólny zawiera szereg przeważnie tabelarycznie ujętych najważniejszych danych cyfrowych i wiadomości potrzebnych koksochemikom, a dział informacyjny — przewodnik po polskiej literaturze koksochemicznej.

Oprócz opisów procesów technologicznych praca podaje dużo praktycznych wskazówek prowadzenia ruchu zakładów.

Książka ze względu na sposób ujęcia i treść może służyć jako podręcznik zarówno dla inżynierów i techników ruchowych jak i dla studiujących chemiczną przerobkę węgla w szkołach technicznych a nawet dla naukowców.

Inż. Gustaw Woysław — OBSŁUGA OLEJOWA TRANSFORMATORÓW I WYŁĄCZNIKÓW OLEJOWYCH — Format A5, str. 60, rys. 11. Wydawnictwo PWT Katowice 1951 r.

Książka zawiera podane w przystępny sposób, podstawowe wiadomości oraz praktyczne wskazówki prawidłowego doboru, stosowania, konserwacji i regeneracji olejów izolacyjnych używanych do napełniania transformatorów i wyłączników elektrycznych.

Książka jest przeznaczona dla średniego i niższego dozoru technicznego, zatrudnionego przy obsłudze urządzeń elektrycznych w zakładach przemysłowych. Służyć także może jako podręcznik do użytku w szkołach zawodowych.

Inż.-mech. Tadeusz Smoleński — WAGI KONSTRUKCJA, OBSŁUGA I KONSERWACJA — Format A5, str. 304, rys. 215. Wydawnictwo PWT 1950.

Książka ta zawiera opisy zasad konstrukcji wszystkich rodzajów wag, cechy ich przydatności, przyczyny uszkodzeń, sposoby przeprowadzania badań oraz wskazówki naprawy, konserwacji i obsługi wag.

Książka posiada charakter przystępnej encyklopedii: może z niej korzystać inżynier, technik oraz wykwalifikowany robotnik. W książce tej znajdują wiele cennych wiadomości pracownicy Administracji Miar zajmujący się legalizowaniem wag oraz użytkownicy wag.

Prof. dr inż. M. T. Huber — KINETYKA I DYNAMIKA — Format A5 str. 292, rys. 122. Wydawnictwo PWT 1950.

Książka zawiera wykłady mechaniki ogólnej oraz szereg przykładów ilustrujących zastosowanie w praktyce wyników dociekań mechaniki teoretycznej. Praca ta przeznaczona jest dla studentów wyższych uczelni technicznych.

H. M.

Kronika

I KONGRES NAUKI POLSKIEJ

W dniu 29 czerwca br. o godz. 10.15 w gmachu Politechniki Warszawskiej rozpoczął obrady I Kongres Nauki Polskiej.

Obrady otworzył Przewodniczący Komitetu Wykonawczego I Kongresu Nauki Polskiej *prof. dr Jan Dembowski*, witając uczestników Kongresu oraz przybyłych gości.

Na Kongresie obecni byli członkowie Rady Państwa z premierem *Cyrankiewiczem* na czele, członkowie Biura Politycznego KC PZPR, przedstawiciele naczelnych władz stronnictw politycznych, organizacji zawodowych i społecznych, Wojska Polskiego, Stożecznej Rady Narodowej, nauczycielstwa, młodzieży studiującej oraz racjonalizatorzy i przodownicy pracy.

W obradach Kongresu wzięły udział również liczne delegacje zagraniczne: Akademii Nauk ZSRR, Chin Ludowych, Czechosłowacji, Węgier, Rumunii i Niemieckiej Republiki Demokratycznej, oraz przedstawiciele postępowej nauki Francji z *prof. Joliot Curie* i jego małżonką — *Ireną Joliot-Curie* na czele, Włoch, W. Brytanii, Szwecji, Szwajcarii, Austrii.

Po powitaniach *prof. Dembowski* powołał prezydium Kongresu i w krótkim zagajeniu złożył hołd pamięci uczonych i pracowników nauki polskiej wymordowanych przez hitlerowski okupanta. Następnie minister Szkół Wyższych i Nauki *Adam Rapacki* odczytał list Prezydenta RP *Bolesława Bieruta* do Kongresu.

W imieniu Rządu głos zabrał Premier *Cyrankiewicz*, witając zebranych i wysnuwając ogólne założenia Kongresu. W dalszym ciągu plenarnego posiedzenia przemawiali: Prezes Polskiej Akademii Umiejętności — *prof. Kazimierz Nitsch*, Prezes Tow. Naukowego Warszawskiego — *prof. Wacław Sierpiński*, przodownik pracy z kopalni „Bierut” — *Alojzy Mozdrzeń*.

Członek rzeczywisty Akademii Nauk ZSRR — *Prof. A. I. Oparin* po krótkim przemówieniu wręczył *prof. Dembowskiemu* ozdobnie oprawiony adres Prezydium Akademii Nauk ZSRR do I Kongresu Nauki Polskiej. Następnie witają Kongres: Przewodniczący Światowej Rady Pokoju, Laureat Stalinowskiej Nagrody Pokoju — *prof. Fryderyk Joliot-Curie*, przewodniczący Niemieckiej Akademii Nauk — *Johannes Stroux*, delegat postępowych uczonych brytyjskich — *prof. Needham*, przedstawiciel delegacji Chińskiej Akademii Nauk — *prof. Chu-Co-ching*, delegat węgierskiej Akademii Nauk — *prof. Istvan Rusznysk*, przedstawiciel uczonych szwedzkich — *prof. Silverskiöld*.

Po przemówieniach powitalnych *prof. Dembowski* wygłosił referat na temat organizacji nauki w Polsce Ludowej. Na tym zakończyło się plenarne posiedzenie I Kongresu Nauki Polskiej.

W sobotę dn. 30 czerwca toczyły się obrady w 10 sekcjach — Nauk: ekonomicznych, matematyki, fizyki i astronomii; energetyki i elektrotechniki; budowy maszyn i technologii mechanicznej; inżynierjino-budowlanych; chemii i technologii chemicznej; biologii i nauk rolniczych; medycznych oraz w sekcji nauk społecznych.

Przedmiotem obrad w poszczególnych sekcjach był wygłoszony na posiedzeniu plenarnym referat *prof. Dembowskiego* „O organizacji nauk w Polsce Ludowej”. W obradach, które cieszyły się wielkim zainteresowaniem brali również czynny udział uczeni zagraniczni, którzy przybyli na Kongres. Opracowane na obradach wnioski po przedyskutowaniu zostały skierowane do Głównej Komisji Wnioskowej.

Dnia 1 lipca, w trzecim dniu obrad I Kongresu Nauki Polskiej, zakończyły pracę wszystkie sekcje. Po południu odbyło się pod przewodnictwem *prof. Dembowskiego* posiedzenie Sekcji Organizacji Nauki, na którym przewodniczący poszczególnych sekcji przedstawili wnioski organizacyjne, opracowane przez sekcje.

Następnie dokonano wyboru Głównej Komisji Wnioskowej, która zebrała się w godzinach wieczornych w celu przygotowania projektów ogólnych uchwał dla plenum Kongresu.

W dniu 2 lipca, na trzecim plenarnym posiedzeniu I Kongresu Nauki Polskiej, zebrani naukowcy uchwalili tekst listu do Prezydenta RP *Bolesława Bieruta*, apel do uczonych świata, rezolucję w sprawie pełnego włączenia się nauki w realizację planu 6-letniego i rezolucję o poparciu wszystkich pracowników naukowych dla Polskiej Akademii Nauk. Kongres powołał także Komisję Organizacyjną Polskiej Akademii Nauk następującym wnioskiem:

„W celu zrealizowania pierwszej fazy prac organizacyjnych związanych z utworzeniem Polskiej Akademii Nauk, I Kongres Nauki Polskiej powołuje Komisję Organizacyjną Polskiej Akademii Nauk w składzie ustalonym w porozumieniu z najbardziej autorytatywnymi przedstawicielami Polskiej Akademii Umiejętności, Towarzystwa Naukowego Warszawskiego i innych organizacji i instytucji naukowych”.

Na zakończenie Kongresu *prof. Dembowski* podsumowuje wyniki 4-dniowych obrad sejmiku Nauki Polskiej, który wytyczył nowe drogi jej rozwoju.

Hymn państwowy zamyka obrady historycznego Kongresu.

W dniu 2 lipca w godzinach wieczornych Premier *Cyrankiewicz* podejmował w Prezydium Rady Ministrów uczestników I Kongresu Nauki Polskiej oraz przybyłych na Kongres gości zagranicznych.

Dokumenty Kongresowe stwierdzają, że wiązanie nauki z życiem, wyrażające się w chwili obecnej przede wszystkim w udziale w realizacji planu 6-letniego, prowadzi do wzbogacenia badań naukowych, do powiększenia źródeł inwencji twórczej, do podniesienia autorytetu nauki w społeczeństwie.

Uczeni polscy na podstawie wielokrotnych doświadczeń nauki radzieckiej i na podstawie własnych dotychczasowych doświadczeń, zdają sobie już w pełni sprawę, że nowe warunki rozwojowe stworzyły im nieznanne dotychczas warunki twórczej pracy, a przed nauką polską otworzyły nieograniczone możliwości rozwojowe. W liście do Prezydenta Rzeczypospolitej uczeni nasi stwierdzają: „Zadaniem nauki jest poznanie świata i rządzących nim praw celem opanowania przyrody, celem rozszerzenia horyzontów myśli ludzkiej, celem usunięcia cierpienia, krzywdy i wyzysku, celem spotęgowania radości życia”.

WYDAWCA: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA, WARSZAWA, Czackiego 3/5.
Komitet Redakcyjny: prof. inż. IGNACY BRACH, mgr inż. PAWEŁ KOSIERADZKI, mgr inż. EDWARD ŁYSAKOWSKI
inż.-mech. EUGENIUSZ MAŁKIEWICZ, mgr inż. STANISŁAW KULESZA, mgr inż. JAN OBALSKI, prof. dr inż.
ROBERT SZEWAŁSKI, mgr inż. ADAM TADEUSZ TROSKOLANSKI
Redaktor Naczelny: mgr inż. MARIAN WAKAŁSKI
Z-ca Redaktora Naczelnego: inż.-mech. WŁADYSŁAW KAWĘCKI
Sekretarz redakcji: HALINA MIKULSKA
Redaktor techniczny: CZESŁAW PIEKARSKI
Rysunki wykonał: STANISŁAW LIPIŃSKI
PKO Nr konta I-19881/110.

ZWIĘKSZENIE SPRAWNOŚCI OGÓLNEJ I MOCY SILNIKÓW S60

Produkowane u nas od lat paru silniki S60 cieszą się dobrą opinią i spełniają przeznaczone im zadania, jednak zużycie paliwa na jednostkę mocy i wyzyskanie objętości skokowej nie stało dotychczas na zadawalającym poziomie.

Instytutowi Techniki Ciepłej udało się, po paromiesięcznych próbach (wykonano ok. 60 pomiarów na hamowni), doprowadzić silnik do stanu, który nie budzi już żadnych zastrzeżeń.

Mimo znacznego nakładu czasu i pracy, same zmiany wprowadzone do silnika są proste i bardzo tanie w wykonaniu. Polegają one na zastosowaniu prostej, stalowej wkładki zmniejszającej wolny przelot między komorą wirową i cylindrem, na zmianie kąta nachylenia wtryskiwacza i pewnym staranniejszym doborze końcówki wtryskiwacza i ciśnienia wtrysku.

Osiągnięte średnie ciśnienie użyteczne silnika przy mocy nominalnej 6 kg/cm^2 i zużycie paliwa przy mocy nominalnej około 200 g/KMh , a przy $\frac{3}{4}$ obciążenia około 190 g/KMh są wynikami dla tego rodzaju silnika (10 KM przy 1000 obr./min. chłodzenie przez odparowanie) dobrymi.

Instytut zachęcony tymi wynikami przystępuje obecnie do opracowania dla tego silnika głowicy i instalacji paliwowej dla napędu spirytusem. Według obecnych przewidywań silnik napędzany spirytusem (wtrysk) powinien uzyskać moc większą niż na oleju gazowym, przy sprawności ogólnej przekraczającej 40%. Najbliższe miesiące przyniosą rozwiązanie tego ciekawego zagadnienia.

STROBOSKOPOWE METODY BADAŃ SILNIKA SAMOCHODOWEGO

Przy opracowywaniu zagadnień konstrukcyjnych i technologicznych nowoczesnego silnika samochodowego, wyłoniła się konieczność dokładnych badań kinematycznych i dynamicznych. Ze względu na dużą szybkość ruchu silnika spalinowego prowadzenie badań drogą bezpośrednich obserwacji lub przy pomocy kinematografu nie daje pożądaných wyników, a jedynym zadawalniającym rozwiązaniem okazał się stroboskop.

Przy użyciu aparatu stroboskopowego uzyskujemy naświetlenie badanego zespołu za pomocą wyładowań w rurce neonowej, o częstotliwości regulowanej przy pomocy układu o zmiennej pojemności.

Przez zsynchronizowanie częstotliwości wyładowań stroboskopu z częstotliwością ruchu zespołu uzyskujemy stojący obraz zespołu w dowolnym położeniu. Za pomocą dodatkowego opornika można uzyskiwać po-

trzebne przesunięcie fazowe błysków świetlnych i badanego przebiegu ruchu.

Silnik pracujący na hamowni przy zmiennym obciążeniu wykazuje dużą nierównomierność obrotów (podobnie jak podczas pracy eksploatacyjnej) i następowałyby z reguły wypadanie fazy. Dla uniknięcia powyższego zjawiska aparatura używana w Instytucie Motoryzacji została wyposażona w dodatkowe urządzenia pozwalające sterować częstotliwością wyładowań przy pomocy impulsów zewnętrznych mechanicznych, albo elektrycznych.

Dzięki temu należy uzyskać uzgodnienie pracy stroboskopu i silnika, albo przez podłączenie go do urządzenia zapłonowego, albo przez umieszczenie specjalnego kontaktu na kole zamachowym.

BADANIE TEMPERATUR TŁOKA PRZY POMOCY KOTŁÓW PALIWOWYCH

Badania rozkładu temperatur w tłoku podczas pracy silnika są potrzebne dla celów konstrukcyjnych i technologicznych. Obecnie znane są cztery metody pomiaru temperatur, a mianowicie:

a — przez porównanie zmian twardości stopu aluminiowego,

b — przy użyciu termokolorów,

c — przy pomocy termoelementów,

d — przy pomocy kołków topliwych.

Przy opracowaniu wytycznych dla konstrukcji tłoków silników samochodowych Instytut Motoryzacji wybrał metodę kołków topliwych, jako najprostszą i nie wymagającą specjalnych urządzeń, a jednocześnie dostatecznie dokładną. Kołki te są wykonane z różnych metali lub stopów eutektycznych, posiadających różne temperatury topnienia.

W celu wykonania pomiaru wykonujemy w intere-

sujących nas miejscach na tłoku otwory $\varnothing 1,8 \text{ mm}$ i głębokości około 2 mm. W otwory te należy wpasować kołki i zabezpieczyć przed wypadnięciem przez napunktowanie. Wytopienie się danego kołka jest sygnałem, w że w danym miejscu temperatura podczas pracy jest wyższa od temperatury topnienia materiału kołka. Kołki umieszcza się grupami po 3 lub 4 sztuki w taki sposób, aby każdy z nich posiadał inną temperaturę topnienia. Ze względu na dużą trudność częstego rozmontowywania silnika celem wymiany kołków należy od razu zamontowywać w tłoku do 70 kołków.

Temperatury poszczególnych punktów tłoka podczas pracy silnika wahają się od 90° do 350°C a kołki topliwe wykonuje się dla tego zakresu temperatur w odstępach wynoszących około 5°C w zależności od temperatur topnienia poszczególnych stopów eutektycznych.

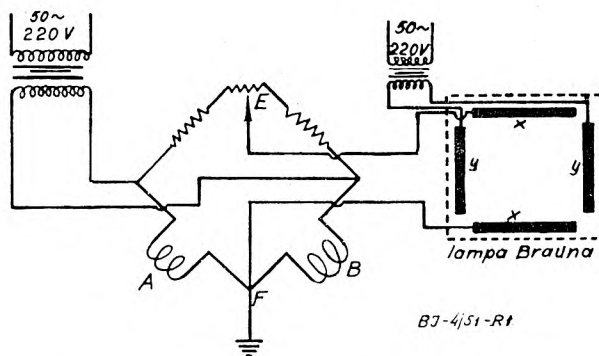
BADANIA MATERIAŁOWE PRZY UŻYCIU MOSTKA MAGNETYCZNEGO

Opisana poniżej metoda umożliwi masową i szybką kontrolę produkcji części żelaznych bez uszkodzania ich.

Umożliwia ona wykrycie wad obróbki cieplnej i pęknięć niewidocznych na powierzchni przedmiotu

Potrzebna aparatura składa się z lampy *Browna* wraz z układem zasilania i dwóch cewek w polu których umieszczamy wzorzec (przedmiot wykonany poprawnie) i próbkę. Jeżeli oba przedmioty są identyczne co do wymiaru, materiału i obróbki cieplnej oraz żaden z nich nie posiada pęknięć, ich histerezy magnetyczne są identyczne i między punktami *E* i *F* nie popłynie prąd; w wyniku okładki *XX* nie będą działały na strumień elektronów i otrzymamy na ekranie poziomą prostą — symbol identyczności przedmiotów. Każde odchylenie od tego stanu sygnalizowane jest pojawieniem się różnego rodzaju pętli na ekranie lampy. Instytut Motoryzacji opracowuje na drodze ekspery-

mentalnej zależności kształtów i wielkości pętli od istniejących wad w materiale w celu zastosowania do masowej produkcji części samochodowych. Można eksperymentalnie ustalić jakie zmiany w kształcie pętli powodują poszczególne wady produktu.



Rys. 1. Schemat układu mostka magnetycznego

WARUNKI ODBIORU PŁYNÓW HAMULCOWYCH

Duża różnorodność płynów hamulcowych produkowanych po wojnie przez najrozmaitsze wytwórnie, skłoniła Instytut Motoryzacji do opracowania warunków technicznych, które dopuszczająby istnienie na rynku krajowym tylko płynów o odpowiednich właściwościach.

Istniejące zagranicą warunki wymagają, aby wszystkie płyny dopuszczalne na danym rynku mogły się mieszać ze sobą w dowolnym stosunku.

Ponieważ płyny hamulcowe bazują się zasadniczo na dwóch środkach podstawowych tj. oleju rycynowym lub glicerynie, a mieszanie ich jest niewskazane — uzupełnianie płynu odmiennym gatunkiem jest niedopuszczalne.

Warunki techniczne, powinny zabezpieczyć jakość płynów w określonym zakresie temperatur.

Instytut Motoryzacji ustalił temperatury najbardziej zbliżone do warunków eksploatacji tj. od -30°C do $+60^{\circ}\text{C}$.

Wysoka temperatura maksymalna wynika z nagrzewania się hamulców w czasie pracy.

Płyn w tych warunkach powinien być jednorodny i klarowny. Temperatura wrzenia winna leżeć powyżej 100°C , a pozostałość po odparowaniu nie powinna zawierać ciał kleistych lub smół.

Lepkość kinematyczna płynu hamulcowego w temperaturze -30°C nie może być wyższa niż 1000 cSt, a w temperaturze $+55^{\circ}\text{C}$ niższa niż 3,5 cSt. Nie może on mieć własności korozyjnych, a stężenie jonów wodorowych powinno się zawierać w granicach $\text{pH} = 5,0 \div 9,5$.

W odniesieniu do urządzeń hamulcowych płyn nie może wywoływać nadmiernego pęcznienia gumy występującej w mechanizmie hamulcowym.

W końcu, płyn hamulcowy nie może zawierać składników trujących, lub atakujących naskórek.

PŁYNY PRZECIW ZAMARZANIU

Różnorodność, istniejących na rynku krajowym, domieszek przeciwdziałających zamarzaniu wody chłodzącej, stwarza szereg trudności wynikających z ich własności fizyko-chemicznych.

Badania Instytutu Motoryzacji w tej dziedzinie szły w kierunku opracowania takich sposobów określenia własności, które warunkowałyby porównywalność domieszek przeciw zamarzaniu.

Jednym z ostatnich badany był płyn przeciw zamarzaniu produkowany w kraju z ługów pomydłanych.

Poniżej podajemy wyniki analizy omawianego płynu:

1) wygląd zewnętrzny — płyn klarowny barwy brunatnej

- 2) ciężar właściwy w 20°C — $1,050 \text{ G/cm}^3$
- 3) temperatura krzepnięcia — 63°C
- 4) skład ilościowy — alkohol etylowy + gliceryna, techniczna w stosunku ca 1 : 1
- 5) odczyn płynu — $\text{pH} = 7,5$
- 6) zawartość popiołu — $5,4\%$ (odczyn lekko alkaliczny)

Próbę na korozję przeprowadzono w ciągu 72 godz. w temp. 70°C na płytkach stalowej, glinowej, mosiężnej i miedzianej.

Wyniki otrzymane kwalifikują płyn do użytku w chłodnicach samochodowych z zastrzeżeniem konieczności usunięcia jego cech korodowania glinu.

PRZEGLĄD BIBLIOGRAFICZNY MECHANIKI

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODKI DOKUMENTACJI
GŁÓWNEGO INSTYTUTU MECHANIKI

DODATEK DO MIESIĘCZNIKA „PRZEGLĄD MECHANICZNY”

ROCZNIK 2

WARSZAWA, SIERPIEŃ 1951

NR 8

OŚRODEK DOKUMENTACJI TECHNIKI CIEPLNEJ

D — CZĘŚCI SILNIKÓW, MASZYN I URZĄDZEŃ CIEPLNYCH

- 163 D02z:P01:Z022 662.94:662.61 B4 8—51
Clarke J. S. **Spalanie w lotniczych turbinach gazowych.** „Combustion in Aero Gas Turbines”. Engineering, London, tyg., t. 170, nr 4416, 15 wrzes. 50, s. 230, B4, 3 str., 7 rys., 6 wyk. — Streszczenie referatu wygłoszonego przed Section of the British Association at Birmingham w dniu 1. X. 50 r. Poruszono w nim metody wtrysku paliwa, wytwarzania mieszanek, geometrycznego kształtu komory, rozmieszczenia stref spalania w komorze, rozmieszczeń izoterm, cyrkulacji w komorach spalania itp. Podane wnioski zilustrowano szeregiem danych doświadczalnych. Na specjalną wzmiankę zasługuje przytoczony eksperymentalny wykres sprawności spalania w funkcji powietrza do paliwa dla różnych ciśnień wtrysku paliwa.
- 164 DO33zm 621.887:669.268 B4 8—51
Nietsche E., Portman E. N. **Dlaczego stosujemy chromowane pierścienie tłokowe?** „Weshalb verwendet man verchromte Kolbenringe?” MTZ - Motor-technische Zeitschrift, Stuttgart, t. 11, nr 2, marz.-kwiec. 50, s. 43, A4, 2 str., 6 fot. — Omówienie przyczyn uszkodzeń pierścieni tłokowych i wyników badań nad chromowanymi pierścieniami, opracowane przez dział doświadczalny „Alfred Teves-Werke” we Frankfurcie n. M. Poruszono głównie wpływ grubości warstwy chromu i jej porowatości na długowieczność pierścienia.
- 165* DO5zk 621.83 B4 8—51
Büttner P. **Przekładnie zębate na wyjątkowo wysokie liczby obrotów.** „Gears for Extremely High Rotational Speeds”. Engineers Digest, London, mies., t. 11, nr 8, sierp. 50, s. 283, B5, 2 str., 1 rys., 3 wyk. — Wskazówki praktyczne odnośnie środków, które stosuje się w konstrukcjach przekładni zębatych na obroty do 42000/min, przy prędkościach obwodowych kół do 140 m/sek. i prędkościach obwodowych w łożyskach do 110 m/sek., aby zapewnić ich trwałą pracę.
- 166 DO52z:DO6z 621.28:621.85 B4 8—51
Przekładnia przepływowa. „Strömungsgetriebe”. VDI-Nachrichten, Düsseldorf, 2-tyg., t. 4, nr 5, 7 marz. 50, s. 1, B3, 0,8 str. — Schematy i opisy działania części przekładni oraz sprzęgieł przepływowych konstrukcji amerykańskiej, jak „Hydromatic”, „Prestomati”, „Drive Master”, „Dynaflow”, „Ultramatic” i „Hydro-Torque Drive”.
- 167 DO61z 621.28:621.839 B4 8—51
Magnetyczne sprzęgło hydrauliczne. „Magnetische Flüssigkeitskupplung”. VDI-Nachrichten, Düsseldorf, 2-tyg., t. 4, nr 2, 22 stycz. 50, s. 3, B3, 0,1 str. — Jako nowość techniczną opisano sprzęgło hydrauliczne oparte na zmianie wielkości tarcia w oleju, zawierającym cząstki żelazne, a znajdującym się w zmiennym polu magnetycznym. Zastosować je można w mechanizmach o niewielkich mocach.
- 168 DO9z 621—72 B4 8—51
Stoisko do badania pompki wtryskowych dla silników Diesela. „Ein Prüfstand für Diesel-Einspritzpumpen”. VDI-Nachrichten, Düsseldorf, 2-tyg., t. 4, nr 13, lip. 50, s. 2, B3, 0,2 str., 1 fot. — Opis nowo skonstruowanego stoiska badawczego firmy W. Bäcker, pozwalającego na dokonywanie wielostronnych pomiarów na pompkach wtryskowych (m. in. pomiaru ilości paliwa, synchronizacji dla dowolnej ilości obrotów), notującego samoczynnie wyniki. Stoisko to umożliwia obserwację przebiegu wtrysku.
- 169 D09zk 621.43.03 B4 8—51
Gaźnik beziglicowy. „Ein Motorrad-Vergaser ohne Nadel”. VDI-Nachrichten, Düsseldorf, 2-tyg., t. 4, nr 19, 7 paźdz. 50, s. 2, B3, 0,1 str., 1 rys. — Podano poglądowo konstrukcję i działanie gaźnika beziglicowego „Pallas”, wyposażonego w automatyczne sterowanie powietrzne z dyszą wtryskową.
- 170 D10Oz:Z02p 621.43.04:621.036 B4 8—51
Gospodarka cieplna świecy zapłonowej. „Der Wärmehaushalt einer Zünderze”. MTZ - Motor-technische Zeitschrift, Stuttgart, t. 11, nr 2, marz.-kwiec. 50, s. 30, A4, 2 str., 1 rys., 1 tab. — Omówiono zagadnienie optymalnej temperatury świecy oraz rozkładu temperatur i przepływu ciepła wewnątrz niej. Podano sposoby mierzenia, obciążenia cieplnego i ustalania charakterystyki, a także bilans cieplny świecy firmy Bosh W 175 T 1.
- 171* D11p 621.81 B4 8—51
Church I. E. **Drgania mechaniczne. — Wyważanie wirników.** „Mechanical Vibrations — Balancing Rotors-3”. Power, New York, mies., t. 94, nr 8, sierp. 50, s. 88, A4, 2 str., 1 fot., 3 rys. — Nawiązując do nowoczesnych metod wyważania autor operując uproszczonymi przykładami daje praktyczne wskazówki, jak należy wyważać części wirujące. Omawia postępowanie przy wyważaniu pojedynczej tarczy, a także kilku tarcz wspólnie osadzonych na wale.
- 172* D11z 621—253 B4 8—51
Piechota A. **Zasady wyważania wirników oraz nowoczesny sprzęt do wyważania.** Przegląd Mechaniczny, Warszawa, mies., t. 9, nr 10/11, paźdz.-list. 50, s. 358, A4, 11,5 str., 3 fot., 13 rys., 11 poz. bibl. — Z analizy reakcji, powstających przy obrocie ciała sztywnego, wyprowadzono zasady wyważania wirników sztywnych. Zasady wyważania wirników giętkich wyprowadzono z uwzględnieniem ich odkształcalności i wpływu tej odkształcalności na niewyważenie. Omówiono sprzęt do wyważania w obu płaszczyznach i w dwóch płaszczyznach równocześnie oraz metodę wyważania w ruchu.
- 173* D12wm 621.74 B4 8—51
Hrusecky. **Dokładne odlewanie pod ciśnieniem i stosowane przy tym urządzenia.** „Presné liti a zarizeni k nemu”. Technická Práce, Praha, mies., nr 1, stycz. 50, s. 8, A4, 2 str., 6 fot. — Sprawa małych odlewów precyzyjnych (np. łopatki turbin), wykonywanych pod ciśnieniem metodą „straconego wosku”. Zastosowanie, sposoby przygotowywania form, sposoby i temperatury wypalania oraz materiały formierskie.
- 174* D12x 621.253.5 B4 8—51
Bimetaliczne łopatki turbin. „Turbine Blades Are Bimetallic”. Steel, New York, tyg., t. 127, nr 13, 25 wrzes. 50, s. 84, A4, 0,2 str. — Sposób fabrykacji łopatek kierowniczych sprężarki, stalowych ze stopkami glinowymi, stosowany przez firmę Wellworthy-Pistons Ltd. i mający na celu zmniejszenie kosztów obróbki. Połączenie molekularne aluminium ze stalą wytrzymuje na ścinanie 10,5 kg/mm² w temperaturze do 300°C.

D — CZĘŚCI SILNIKÓW c. d.

175* D12z 621—253.5:534.1 B4 8—51

Nutt D. A. **Eksperymentalne wyznaczenie drgań łopatek turbiny gazowej.** „Experimental Determination of the Natural Modes of Vibration of Gas Turbine Blades“. *Engineering*, London, tyg., t. 170, nr 4423, 3 list. 50, s. 323, B4, 1 str., 3 rys., 1 wykr. — Opisano i przedstawiono schemat oraz zasadę działania bardzo oryginalnego urządzenia, w którym, pod wpływem impulsów elektrycznych, zamocowana łopata turbiny gazowej w naturalnej wielkości może wykonać do 20000 drgnień na sekundę. Zmieniając w sposób ciągły liczbę drgań w czasie, można wykryć ilość drgań rezonansowych badanej łopatki oraz przebieg krzywych, będących miejscem geometrycznym węzłów, tak pierwszego jak i wyższych rzędów.

176* D12z 621—253.5:534.1 B4 8—51

Piechota A. **Współbrzmienie w układzie łopatkowym turbin parowych i spalinowych.** *Przeгляд Mechaniczny*, Warszawa, mies., t. 9, nr 4/6, kw.-czerw. 50, s. 152, A4, 7 str., 10 rys., 3 tab., 10 poz. bibl. — Krótka klasyfikacja awarii turbinowych wywołanych drganiami układu łopatkowego. Przeanalizowano pochodzenie i wielkość sił wzbudzających drgania i obliczono częstość drgań własnych metodą ściśta dla łopatek o profilu ściśtym i metodą Rayleigh-Ritza dla łopatek o profilu zmiennym. Omówiono wpływ zamocowania i pakietowania łopatek na częstość drgań własnych (bez ujęcia obliczeniowego). Podano zestawienie czynników konstrukcyjnych, mających wpływ na stopień niebezpieczeństwa powstających rezonansów.

177* D12zw 621—5:621.438 B4 8—51

Perycz S. **Zasady geometrycznego kształtowania kierownic turbinowych.** *Przeгляд Mechaniczny*, Warszawa, mies., t. 9, nr 4/6, kw.-czerw. 50, s. 159, A4, 7,5 str., 17 rys., 8 poz. bibl. — Ograniczając się do przypadku kierownic z zalewanymi łopatkami blaszanymi i spadków mniejszych niż krytyczne omówiono zalety i wady kształtów kanałów kierujących z punktu widzenia wykonawczego i sprawnościowego. Przedyskutowano sprawę doboru pochylenia osi kanałów kierujących i kształtu ograniczeń od góry i od dołu. Obszerniej omówiono kształtowanie łopatek blaszanych równej grubości podając równocześnie przykład konstrukcji geometrycznej.

178* D130z 621.822 B4 8—51

Thill W. E. **Kilka czynników decydujących o dopuszczalnych luzach łożyskowych.** „Some Factors in Determining Allowable Oil Clearances“. *Diesel Power*, New York, mies., t. 28, nr 9, wrzes. 50, s. 64, A4, 3 str., 6 fot., 5 rys. — Autor rozważa, jakie czynniki decydują o uzyskaniu prawidłowych luzów w łożyskach ślizgowych, i podaje praktyczne uwagi dotyczące gładkości powierzchni i sposobów obróbki łożysk przy uwzględnieniu ugięcia wału. Uwagi te odnoszą się do wału wykorbionego silnika spalinowego.

179* D131z 621.822 B4 8—51

Wilcock D.F. **Burzliwość w wysokoobrotowych łożyskach szynnych.** „Turbulence in High-Speed Journal Bearings“. *Transaction of the ASME*, New York, mies., t. 72, nr 6, sierp. 50, s. 825, A4, 10 str., 3 fot., 1 rys., 8 wykr., 6 tab., 10 poz. bibl. — Powyżej pewnych obrotów wału następuje przejście do nadkrytycznych liczb Reynoldsa. Związane są z tym ujemne efekty pracy łożyska. Opisano nowe stoisko do badań tych zjawisk w dużych łożyskach szynnych, wysokoobrotowych, do prędkości 14,700 i 2000 obr/min. Omówiono wyniki doświadczeń. Załączono materiał dyskusyjny.

180* D131z:DO7w 621.89:621.822 B4 8—51

Jones E.C., Wilcock D.F. **Przyczyny zawalenie smarowania wysokoobrotowych łożysk kulkowych.** „The Mechanism of Lubrication Failure in High-Speed Ball Bearings“. *Transaction of the ASME*, New York, mies., t. 72, nr 6, sierp. 50, s. 817, A4, 6,7 str., 4 fot., 4 rys., 1 wykr., 6 poz. bibl. — Opis badań

łożysk kulkowych, smarowanych filmem o różnej koncentracji oleju, począwszy od pracy suchej. Wyjaśniono na podstawie wyników doświadczeń mechanizm powstawania uszkodzeń, z którego wynika nowy pogląd, że miejscem niebezpiecznym jest tor, a nie korytka kulek. Zamieszczono także dyskusję na ten temat.

181* D131z:DO7w 621.89:621.822 B4 8—51

Smarowanie szybkoobrotowych łożysk kulkowych. „Die Schmierung schnellaufender Kugellager“. *Technische Rundschau*, Zürich, nr 41, 13 paźdź. 50, s. 4, B3, 0,5 str., 3 rys. — Zastosowanie łożysk kulkowych do maszyn wirnikowych szybkoobrotowych wymaga specjalnego systemu smarowania. Omówiono dwa sposoby smarowania łożysk mgłą olejową: przez wycisk oleju poprzez masę porowatą oraz za pomocą osobnego aparatu do rozpylania.

182* D14z:CO2z 621.643.2:621.57 B4 8—51

Staebler L.A. **Rurki kapilarne.** „Capillary Tubes“. *Refrigerating Engineering*, New York, mies., t. 58, nr 1, stycz. 50, s. 48, A4, 4 str., 4 rys., 1 tab., 6 poz. bibl. — Wskazówki praktyczne jak projektować przewody kapilarne w domowych urządzeniach chłodniczych. Dotyczy to wyłącznie wypadku użycia Freonu 12 i sprężarki typu hermetycznego. Wykazano zalety systemu o rurkach kapilarnych i ewentualne błędy niewłaściwego zaprojektowania.

183* D15z 612—55 B4 8—51

Makcell D.K. Wyszniegradzkij I.A., Stodola A. **Teoria regulacji automatycznej.** „Teoria awtomatyczeskowo riegulirowanja“. 3 tomy, tom I, Moskwa—Leningrad, 1949, A k a d. N a u k Z S S R, D—B5, 485 str. 30 rys. 8 fot., 6 wykr. — Zestawienie prac wymienionych w tytule autorów pod redakcją akademika ZSRR Andronowa. Z prac Makswella streszczono pracę o regulatorach, ich zadaniu i zasadach działania podkreślając znaczenie moderatora i różnicę pomiędzy moderatorem a regulatorem. Podano zasady działania regulatorów Johnkina, Thomsona i Faucaulta oraz skonstruowanego na zasadzie Simensa dla obserwatorium w Greenwich. Zamieszczono ogólną teorię chronometrycznych i odśrodkowych elementów oraz teorię urządzeń różnicowych. Z ogólnej teorii regulatorów Wyszniegradzkiego opiasano badanie prawa ruchu regulatora działania bezpośredniego w przypadku, kiedy zmiany szybkości i odchylenia regulatora są małe. W dodatku do tej pracy podano sposób określenia, przy pomocy poprzednio wyprowadzonych równań różniczkowych, prawa, według którego zmienia się szybkość maszyny po naruszeniu równowagi pomiędzy siłą napędową a oporem. Z dzieła prof. Stodoli o regulacji turbin, oprócz ogólnych zasad, opisano regulację przy pomocy szybko i wolno reagujących serwowatorów, podając dane i sposoby wyprowadzenia równań, dyskusję uzyskanych wyników oraz wypadki specjalne. Opisano również zasadę regulacji regulatorów Simensa i regulatorów amerykańskie, działające na zasadzie bezwładności. W uzupełnieniu podano ogólną charakterystykę i opis prac autorów, jak również ich szkice biograficzne wraz z wykazem prac przez nich napisanych.

184 D15z 662.927.4 B4 8—51

Oldenburg R., Sartorius H. **Dynamika regulacji samoczynnej.** „Dynamika awtomatyczeskowo riegulirowanja“. Moskwa—Leningrad, 1949, G o s u d. E n e r. I z d a t., cena 18 rb. D—A5, 327 str., 32 rys., 81 wykr. 2 tab., 59 poz. bibl. — Podano matematyczne podstawy dynamiki regulacji automatycznej, określając zasadnicze pojęcia tego przedmiotu oraz przedstawiono sposoby obliczania i badania konkretnych układów regulacji ciągłej i nieciągłej. W pierwszej części pracy przedstawiono połączenie trzech metod badania dynamiki regulacji: klasyczną metodę równań różniczkowych, metodę charakterystyk czasowych z wywiedzionym kryterium Nyquista i metodę funkcji przechodniej z przekształceniem Laplace'a. W części drugiej podano z przybliżeniem liniowym opis matematyczny najczęściej spotykanych w praktyce konturów regulacji. Istotną treścią części drugiej jest badanie konkretnych układów regulacji, głównie regulacji pro-

D — CZĘŚCI SILNIKÓW c. d.

cesów cieplnych. W części trzeciej opisano badanie procesów zachodzących w układach nieliniowych, a obdarzonych stałym tarcie. Część czwarta zawiera metodycznie zestawione sposoby badania regulacji działającej nieciągłe. Przedstawiono tu sposoby obliczania układów spotykanych w praktyce, przy czym jako główne kryterium przyjęto kryterium dobroci regulacji. Wreszcie w części piątej podano wnikliwą ocenę różnych sposobów regulacji i zalecenia odnośnie głównych obszarów ich stosowalności.

185* D19km 621.9—72 B4 8—51

Fischer E.W. **Rozważania nad rozwojem uszczelnień olejowych.** „Consideration in the Development of Roll Neck Oil Seals“. *Iron and Steel Engineer*, Pittsburgh, USA, mies., nr 5, maj 50, s. 92, A4 7 str., 6 rys. — Omówienie przebiegu rozwoju uszczelnień łożysk szynowych w miarę przybywającego doświadczenia odnośnie ich stosowania. Wskazano ulepszenia używanych tu materiałów oraz konstrukcje umożliwiające zmniejszenie się przecieków, grzania się i przenikania pyłu z zewnątrz. Zwrócono uwagę na konieczność traktowania tych uszczelnień pak normalnych łożysk i stosowania przy ich projektowaniu wynikających stąd wskazań.

186* D19r 621—762.5 B4 8—51

Szewalski R. prof., **Nowa teoria uszczelnienia labiryntowych.** *Przeegląd Mechaniczny*, Warszawa, mies., t. 9, nr 4/6, kw.-czerw. 50, s. 144, A4, 8 str., 2 rys., 7 wyk. — Omówienie powszechnie stosowanej do obliczania uszczelnienia labiryntowych teorii Stodoli oraz wykazanie pewnej nieścisłości obliczeń, wynikających z toku wyprowadzenia wzorów w tej teorii. Metoda podana przez autora opiera się jedynie na założeniu linii politropowego przebiegu dławienia i nie jest obciążona żadnymi dalszymi dowolnościami lub nieścisłościami. Przeliczono dwa przykłady demonstrujące odchylenia wyników metody Stodoli od obliczeń metodą autora, którą uważa on za bardziej ścisłą. Metoda autora daje się z powodzeniem stosować w praktyce konstruktorskiej.

M — MATERIAŁY

187 M:D12m:Dm 546.821:621.8:621.438 B4 8—51

Tytan — metal przyszłości. „Titan — das Metall der Zukunft“. *VDI — Nachrichten*, Düsseldorf, 2—tłg., t. 4, nr 6, 22 marz. 50, s. 2, B3, 0,4 str., 1 rys. — Opisano pokrótce występowanie i otrzymywanie przemysłowe tytanu, jego własności i nowoczesne zastosowania m. innymi na łopatki, dysze i inne części turbin gazowych.

188 M:P 661.937 B4 8—51

Kautter W., Lorenz H. **Tani tlen.** „Billiger Sauerstoff“. *VDI — Nachrichten*, Düsseldorf, 2—tyg., t. 4, nr 2, 22 stycz. 50, s. 2, B3 1 str., 3 rys. — Opis metod otrzymywania tlenu na skalę przemysłową, m. innymi metody Linde-Fränkla, opartej na skraplaniu powietrza oraz podanie kosztów i wydajności istniejących urządzeń. Odnośnie zastosowania tlenu przemysłowego wskazano na szereg nowych możliwości, jak synteza paliw sztucznych, odgazowanie paliw stałych, w ruchu wielkopieczowym, przy wytopie stali oraz do produkcji paliw rakietowych.

189 Mw 622.328 B4 8—51

Stahmer A.M. **Produkcja ropy w Stanach Zjednoczonych Ameryki.** „Die Erdölproduktion in den Vereinigten Staaten von Amerika“. *VDI — Nachrichten*, Düsseldorf, 2—tyg., t. 4, nr 3, 7 luty 50, s. 4, B3, 1 str., 1 fot., 1 rys. — Historia wydobycia ropy, zasadnicze środki produkcyjne, ich wydolność oraz rezerwy. Nowoczesne metody poszukiwawcze i wiertnicze, sposoby transportu ropy i produktów gotowych, wreszcie wykaz głównych producentów amerykańskich.

190* Mw 621.78 B4 8—51

Turbull D., Cech R. E. **Obserwacje mikroskopowe krzepnięcia małych kropli metalu.** „Microscopic Observation of the Solidification of Small Metal Droplets“. *Journal of Applied Physics*, Lancaster, (USA), mies., t. 21, nr 8, sierp. 50, s. 804, B5, 7 str., 3 fot., 2 rys., 2 tab., 11 poz. bibl. — Obserwacja krzepnięcia kropelek metalowych średnicy od 10 do 100 mikronów. Gwałtowna zmiana wyglądu powierzchni w chwili stygnięcia dała się zaobserwować dla metali o wysokiej temp. topnienia. Temperatury krzepnięcia wahają się, lecz większość kropli danego metalu przechładza się o tę samą wartość ΔT . Dla wielu metali $\Delta T = 0,18$ abs. temp. topnienia. Stwierdzono, iż ΔT bardzo mało zmienia się ze zmianą wielkości kropelek i szybkości stygnięcia.

191 MO80z 622.998 B4 8—51

Najekonomiczniejsza grubość izolacji. „Die wirtschaftlichste Isolierdicke“. *Z. VDI*, Düsseldorf, t. 93, nr 6, 21 luty 51, s. 138, A4, 0,5 str. — Ogólny sposób obliczania grubości izolacji w instalacjach cieplnych, oparty na wyznaczeniu minimum funkcji sumy kosztów izolacji i strat w eksploatacji.

192 MO11:AO4m 669.144:621.4 B4 8—51

Materiały odporne na wysokie temperatury dla silników cieplnych. „Hochwarmfeste Werkstoffe für Wärmekraftmaschinen“. *Z. VDI*, Düsseldorf, t. 93, nr 4, 1 luty 51, s. 81, A4, 0,2 str. — Składy stopowe niektórych niemieckich (Timken), angielskich (G18B) oraz amerykańskich (S590 i „Vitalium“) stali, odpornych na wysokie temperatury (870°—980°C) i naprężenia, stosowanych w turbinach gazowych.

193* M11w 663.632 B4 8—51

Sabatier G. **Oczyszczanie chemiczne wód przez filtrację.** Sztuczne zeolity i permutyty. „Purification chimique des eaux par filtration. Zeolites et permutites artificielles“. *Revue Gen. des Sciences Pures et Appliquées*, Paris, mies., t. 57, nr 3—4, 1950, s. 54, A4, 9,7 str., 8 rys., 5 wyk. 1 tab., 7 poz. bibl. — Wyjaśnienie mechanizmu działania mas permutytowych przy oczyszczeniu chemicznym wody. Autor podaje przebieg rozwoju badań. Począwszy od pierwszych doświadczeń de Way'a nad ziemią orną przechodzi do poglądów dzisiejszych na tę sprawę. Najciekawszą rzeczą jest wyjaśnienie zjawiska wymiany przy pomocy siatek przestrzennych, analogicznych do stosowanych w mineralogii. Dużą wartość przestawiają wykresy obrazujące przebieg zjawiska i uwagi mające duże znaczenie przy produkcji mas permutytowych.

194 M12w:CO9 614.7 B4 8—51

Nowoczesne oczyszczanie powietrza. „Neuzeitliche Luftreinigung“. *VDI — Nachrichten*, Düsseldorf, 2—tyg., t. 4, nr 1, 7 stycz. 50, s. 2, B3, 0,3 str. — Omówienie oczyszczania chemicznego przez odparowanie związków glikolowych oraz elektrostatycznego przez przepuszczenie powietrza przez jonizator „Precipitron“ (Westinghouse — Electric Co.).

P — PALIWA I SMARY

195* PO1 662.75 B4 8—51

Ciborowski S. **Nowa substancja przeciwstukowa.** *Przemysł Chemiczny*, Warszawa, nr 5, maj 50, s. 277, A4, 2,5 str., 1 tab. 6 poz. bibl. — Omówienie dotychczas stosowanych substancji przeciwstukowych oraz wyniki otrzymane przy stosowaniu ksyliidyn jako nowych środków przeciwstukowych.

196 PO1:AO5z 662.95:662.75:621.44 B4 7/8—51

Woda utleniona jako paliwo. „Wasserstoff-Superoxyd als Treibmittel“. *VDI — Nachrichten*, Düsseldorf, 2—tyg., t. 4, nr 13, 1950, s. 2, B3, 0,3 str., 1 fot. — Popularne omówienie zasady stosowania H₂O₂ jako dostarczyciela tlenu do silników oraz niektórych urządzeń do napędu łodzi podwodnych i samolotów rakietowych.

P — PALIWA I SMARY c. d.

197 PO1:PO2 662.6:621.36 B4 8—51

Zikiejew T. A., Korielin A. I. **Analiza paliwa stosowanego w energetyce.** „Analiz energetyczno-kopalnicza”. Moskwa—Leningrad, 1948, Gosud. Enierg. Izdat., cena 10,50 rb., D—5, 328 str., 9 fot., 65 rys., 5 wykr., 23 tab., 104 poz. bibl. — Jest to pierwszy w literaturze światowej opis stosowanych w energetyce metod odbioru, przygotowania i analizy paliw stałych i płynnych. Znajdujemy wyczerpujące opisy wyznaczania wilgotności paliwa stałego i płynnego, zawartości popiołów i masy mineralnej w paliwie, substancji lotnych oraz spiekalności węgla, elementarnej składu paliwa, jak zawartości siarki, węgla, wodoru i azotu. Sprecyzowano metody oznaczania wartości kalorycznej paliwa, charakterystyczne cechy fizyczne paliwa stałego: ciężar właściwy, rzeczywisty, pozorny, nasyceny i analizę wielkości urobku przy pomocy sita, jego własności wytrzymałościowe oraz charakterystyczne cechy paliwa płynnego, jak wiskozę, temperaturę krzepnięcia i skraplania itd. Szczegółowo potraktowano wyznaczenie płynności i składu chemicznego popiołu węgla kamiennych, brunatnych i torfu, oznaczenie wyjściowych produktów półkoksowania. Dokładnie omówiono również samą treść analizy, dokumentację, przeliczenia i ocenę rezultatów.

198* Po21 661.76:66.07 B4 8—51

Barber E. G. **Określanie zawartości wilgoci w węglu.** „The Determination of Moisture in Coal”. Journal of the Institute of Fuel, Lond., mies., t. 23, nr 134, list. 50, s. 295, A4, 1,5 str. — Jest to ogólne omówienie sposobów znajdowania zawartości wilgoci w węglu z podaniem angielskich źródeł, w których można znaleźć dane szczegółowe. Istnieje metoda pośrednia, przez pomiar ubytku ciężaru próbki po jej wysuszeniu i bezpośrednio, przez zbieranie odparowanej wody i ważenie jej, oraz metoda oparta na wykorzystaniu chemicznych lub fizycznych właściwości wody. Ta ostatnia rzadko jest stosowana do węgla, często zaś do innych materiałów.

199* P023w:A07z 622.331:621.311 B4 8—51

Cronin W. **Moc uzyskiwana z torfu w nowej elektrowni irlandzkiej.** „Power from Peat in New Irish Station”. Combustion, New York, mies., sierp. 50, s. 38, A4, 4,5 str., 7 fot., 1 rys. — Elektrownia w Portarlinton w Irlandii, opalana torfem, połączona jest linią kolejową z torfowiskiem, gdzie pracują ekskawatry, z których każdy mając 6 ludzi obsługi wydobywa w ciągu lata 20000 ton torfu. W siłowni pracują dwie turbiny Ljungströma o mocy 15600 każda. Chłodnia kominowa ma 71 m wysokości i 52 m średnicy przy podstawie. Opisano dokładnie wydobywanie torfu i urządzenie elektrowni.

200* P03g 662.76 B4 8—51

Historia i rozwój gazu wodnego. Nowoczesne urządzenia dla wytwarzania gazu wodnego. „History and Development of Water-Gas. The Modern Water-Gas Plant”. Water-Gas, dod. do Gas Times., 1950, A4, 16 str., 12 fot., 13 rys. — Chronologiczny przegląd urządzeń do wytwarzania gazu wodnego w Ameryce i w Anglii. Opis różnych procesów i sposobów otrzymywania gazu wzbogaconego kalorycznie. Dążenie do automatyzacji urządzeń gazowniczych. Wydajność urządzeń. Opis procesów stosowanych przy otrzymywaniu gazu. Generatory samoodżuzlające się. Opis elementów składowych i urządzeń gazogeneratora.

201* P031z 662.76 B4 8—51

Masłygin A. E., Bugrow G. A. **Odgazowywanie węgla brunatnych Zagłębia Podmoskiewskiego w gazogeneratorach Gipromieza.** „Gazifikacja brych uglej podmoskownogo basseina w gazogeneratorach Gipromieza”. Stiekló i Kieramika, Moskwa, mies., nr 6, czerw. 50, s. 11, A4, 2 str., 3 tab. — Rozwój próby wykorzystania węgla brunatnych Zagłębia Podmoskiewskiego o wilgotności ok. 32% i zawartości popiołu 21% do wytwarzania gazu generatorowego. Omówienie wyników badań i warunków, w jakich były one przeprowadzane, gazogeneratora Gipromieza wytwarzają-

cego gaz do ogrzewania wanien pieców szklarskich, w których osiąga się temperaturę 1450°C. Tablice dają zestawienie wielkości charakteryzujących pracę tego gazogeneratora w poszczególnych okresach jego badania.

202* P04z:A05z 621.89:621.43 B4 8—51

Corrigan B. (Technical a. Research Division Texas Co. N. Y.). **Olejenie silników gazowych i dwupaliny.** „Gas and Dual-Fuel Engine Lubrication”. Diesel Power, New York, mies., t. 28, nr 8, sierp. 50, s. 52, A4, 7 str., 6 rys., 3 fot., 1 wykr. — Rozpatrzono zagadnienie olejenia silników spalinowych na paliwo gazowe lub też gazowe z domieszką płynnego, poruszając przy tym zagadnienia paliw gazowych stosowanych w silnikach spalinowych wysoko i średnio-prężnych, charakterystyki olejów silnikowych, zapłonu iskrowego, wypadków eksplozji silników gazowych. W związku z olejeniem stwierdzono, że w silnikach na paliwo gazowe łatwiej jest osiągnąć lepsze olejenie niż w podobnego typu silnikach na paliwo płynne, a to z powodu uzyskiwanego lepszego spalania paliwa gazowego.

Z — ZAGADNIENIA TEORETYCZNE

203 Z01 628.511 B4 8—51

Odpylanie przy pomocy ultradźwięków. „Entstaubung mit Ultraschall”. VDI-Nachrichten, Düsseldorf, t. 4, nr 5, marz. 50, s. 2, B3, 0,1 str., 1 rys. — Opisano działanie i zalety syreny wytwarzającej ultradźwięki, służącej do strącania pyłów oraz mgły wodnej.

204 Z01g 621.54 B4 8—51

Bässler F. **Powietrze sprężone i jego zastosowanie techniczne.** „Die Druckluft und ihre technischen Anwendungen”. VDI-Nachrichten, Düsseldorf, t. 4, nr 12, 22 czerw. 50, s. 3, B3, 1 str., 3 fot., 3 rys. 2 poz. bibl. — Omówiono różne zastosowania techniczne sprężonego powietrza, między innymi w górnictwie, przy budowie dróg, w budownictwie stalowym, (narzędzia), poczcie pneumatycznej, w prasach, młotach, do fundamentowania, w amortyzatorach drgań, w łodziach podwodnych i urządzeniach do nurkowania, w technice wielkopięcowej i w tunelach aerodynamicznych.

205* Z02 621.4:538.6 B4 8—51

Bates L. F., Davis J. H. **Przemiany energii cieplnej zachodzące przy zmianie słabych i umiarkowanych pól magnetycznych: wpływ napięcia oraz interpretacja teoretyczna.** „Heat Changes Accompanying Magnetization in Low and Moderate Fields: the Effects of Strain and a Theoretical Interpretation”. Proceedings of the Physical Society, Lond., mies., t. 63, nr 371, 1 list. 50, s. 1265, B5, 18 str., 9 wykr., 7 tab. — Autorzy przeprowadzili pomiary zmian adiabaticznej temperatury podczas magnesowania niklu w różnych warunkach, bez sił odkształcających, przy stale wzrastającym napięciu. Przedstawiono nową teorię objaśniającą zmiany energii towarzyszące zmianom magnetycznym pola oraz interpretację fizyczną otrzymanych doświadczalnie krzywych termicznych.

206 Z02 539 B4 8—51

Schrödinger E. **Co to jest życie?** (Żywa komórka widziana okiem fizyka). „What is Life? (The Physical Aspect of the Living Cell)”. Lond., 1944, Cambridge University Press, D, 13×19, 143 str., 4 tab. — Zaczynając od scharakteryzowania drogi fizyki klasycznej do rozwiązania zagadnień żywej komórki i życia przechodzi autor do podstawowych zagadnień fizyki współczesnej (termodynamika statystyczna i mechanika kwantowa). W oparciu o powyższe omawia mechanizm dziedziczenia i mutacji i przechodzi do zagadnień „porządku” i „nieuporządkowania” w świecie zjawisk fizycznych i do pojęcia entropii dowodząc, że w biologii oprócz się musimy na rozpatrywaniu poszczególnej cząsteczki i wynikającym z jej budowy „porządku”, w przeciwieństwie do zagadnień czystej fizyki i chemii, gdzie ma się do czynienia z wielkimi ilościami cząsteczek i „nieuporządkowaniem”, którym rządzą prawa statystyczne.

OŚRODEK DOKUMENTACJI METALOZNAWSTWA I OBRÓBK

A — TECHNOLOGIA METALI

A2 — Odlewnictwo.

166* A2b:A4c 620.18:621.74 B5 8—51
Ratinowa M. D., Mielniczenko E. W., Grannik J. Z., Jampolski M. A. **Nowa metoda odlewania narzędzi skrawających.** „Nowyj metod otlivki instrumenta”. Avtomobilnaja i traktornaja promyszlenost', Moskwa, mies., nr 8, sierp. 50, s. 14, A4, 5 str., 10 fot., 3 rys., 2 tab., 1 wykr., 7 mikrogr. — Nowy sposób odlewania frezów, noży i płytek. Odlewanie przeprowadzono w niesuszonych formach, względnie rdzeniach. Formowano maszynowo. Podano składy chemiczne wsadu, pomiary twardości, stopień dokładności otrzymywanych wymiarów oraz obróbkę termiczną narzędzi. Przeprowadzono porównanie czasu pracy z czasem pracy narzędzi skrawających otrzymywanych drogą innego procesu technologicznego.

167* A2b:A47:A4c:A4d 621.742/5 B5 8—51
Savage R. E., Taylor H. F. **Badanie reakcji zachodzących między ciekłym metalem odlewem a formą piaskową.** „A Method for Studying Mold-Metal Interface Reactions”. Foundry, Cleveland, (USA), mies., t. 73, nr 9, wrzes. 50, s. A4, 8 str., 9 fot., 3 rys., 1 tab., 4 wykr., 12 mikrogr. — Metoda badania reakcji powierzchniowych, zachodzących między płynną stalą odlewem a piaskiem formy. Badanie dokonywane na małych cylindrycznych próbkach stalowych, które podlegały topieniu w piecyku indukcyjnym. Celem prób było określanie wpływu czasu, temperatury, atmosfery, gatunków piasku formierskiego i składu chemicznego stali na przebieg reakcji powierzchniowych.

A4 — Metaloznawstwo

168* A4a:A4c 620.18:539.9 B5 8—51
Doncho C. K. **Żeliwo sferoidalne.** „Nodular Graphite Cast Iron”. Product Engineering, New York, mies., t. 21, nr 4, kwiec. 50, s. 140, A4, 5 str., 1 fot., 2 tab., 3 wykr., 3 mikrogr. — Przeprowadzono z punktu widzenia wytrzymałościowego i metalograficznego porównanie pomiędzy zwykłymi i stopowymi żelazami a żelazem o globularnym graficie. Przytoczono przykłady zastosowań żeliwa sferoidalnego w przemyśle.

169* A4a:A4b:A4c 620.18/19 B5 8—51
Sałytkow S. A. **Skala do klasyfikacji wielkości ziarna struktury.** „Szkła koliczestwiennoj ocenki ziarnistych struktur”. Zawodskaja Laboratorija, Moskwa, mies., wrzes. 50, s. 1084, A5, 4 str., 2 rys. — Omówiono usterki klasyfikacji wielkości ziarna systemu ASTM. Podano nową, opracowaną przez autora skalę dla szybkiego określenia wielkości ziarna w metalach, opierającą się na t. zw. właściwej wielkości powierzchni ziarna. Przytoczona skala różni się od skali ASTM tym, że nie posiada oddzielnych wzorców, a wielkość ziarna zmienia się na jednym wzorcu w sposób ciągły. Norma ASTM wymaga ponadto określonego i stałego powiększenia 100 X, natomiast w omawianej skali ocena ziarna może się odbywać przy dowolnym, znanym powiększeniu.

170* A4a:A4d 620.18:539.2 B5 8—51
Gudeow N. T., Łoziński M. G. **Kolorowe trawienie szlifów metali i stopów w próżni przy wysokich temperaturach.** „Cwietnoje wakuumnoje trawjenje metalliczeskich szlifów pri wysokich temperaturach”. Zawodskaja Laboratorija, Moskwa, mies., t. 16, nr 9, wrzes. 50, s. 1072, A5, 3 str., 1 rys., 1 mikrogr. — Schemat aparatury do trawienia. Objasnienie przyczyn mogących wywoływać kolorowe trawienie.

171* A4a:C4b 620.18:539.4 B5 8—51
Coheur P., Habraken L., Hebert J. **Zastosowanie mikrofotografii elektronowej do badania stali Cr-Mo, przeznaczonych do pełzania na gorąco.** „Application de la

micrographie électronique aux aciers Cr-Mo destinés au fluage à chaud”. Revue de Métallurgie, Paris, mies., t. 47, nr 6, 1950, s. 472, Aa, 4 str., 17 fot., 1 tab. — Badanie stali chromowo-molibdenowych, obrobionych cieplnie i poddanych pełzaniu w temperaturze 550°C i naprężaniu do 19 kg/mm². Próbkki były polerowane elektrolitycznie metodą Jacqueta. Repliki formwarowane cieniowano chromem w celu uzyskania lepszych kontrastów. Zdjęcia wykonano przy powiększeniu 8000 razy. Omówienie podanych zdjęć i wnioski wysnute z obserwacji.

172* A4b 620.18/193 B5 8—51
Fast J. D. **Starzenie żelaza i stali.** „Le vieillissement du fer et de l'acier”. Revue de Métallurgie, Paris, mies., t. 47, nr 10, 1950, s. 779, A4, 7 str., 10 wykr. — Starzenie żelaza czystego i z dodatkami węgla, tlenu, azotu i manganu. Żelazo otrzymywano laboratoryjnie. Składniki dodawane oddzielnie i badano ich wpływ na starzenie. Wpływ manganu na działanie różnych wtrąceń w stali. Omówiono starzenie przez przechładzanie i starzenie po zgniciu.

173* A4b 339.388:669.71 B5 8—51
Jacquesson R., Laurent P., Manenc J. **Uwagi o szczególnym zachowaniu się kryształu aluminium poddanego mechanicznemu odkształceniu.** „Remarques sur le comportement particulier d'un grain cristallin d'aluminium à la déformation mécanique”. Métaux et Corrosion, St. Germain en Laye (Francja), mies., t. 25, nr 3 (295), 1950, A4, 4 str., 8 mikrogr. — Obserwacja pewnych anomalności poślizgów i przesunięć w kryształach aluminium poddanym odkształceniu mechanicznemu i wyjaśnienie mechanizmu powstawania anomalnych linii poślizgu.

174* A4b 620.18:621.78:539.388 B5 8—51
Lavender J. D., Jones F. W. **Badanie włóknistości w stopach i metalach.** (Skrót artykułu z „Journal of the Iron and Steel Institute, wrzes. 1949, s. 14). „Une étude sur le fibrage”. Revue de Métallurgie, nr 10, 1950, s. 369, A4, 8 str., 29 fot., 2 tab. — Omówiono badania mikroradiograficzne włóknistości stopów krystalizujących w czasie krzepnięcia w postaci dendrytów i stopów walcowanych. Zdjęcia mikrograficzne wykonano metodą Betteridge et Sharpe. Próbom poddano blachy o grubości 0,05 mm. Próbkki trawiono 2% nitaliem. Podano wyniki doświadczalne obróbki cieplnej usuwającej włókna w strukturze. Określono wyznaczniki doświadczalne i obliczeniowe temperatury, w której współczynnik dyfuzji jest dostatecznie duży, aby nastąpiło usunięcie włóknistości. Przeprowadzono porównanie badań mikroradiograficznych i mikrograficznych.

175* A4b—A4c 535.36:546.3 B5 8—51
Laurent P. **Zasady fizyczne dyfuzji w metalach.** „Les principes physiques de la diffusion dans les métaux”. Métaux Corrosion, St. Germain en Laye (Francja), mies., t. 25, nr 7—8, (299—300), 1950, s. 172, A4, 15 str., 11 tab., 19 wykr., poz. bibl. — Omówienie zasad fizycznych dyfuzji w metalach. Wyprowadzenie ogólnego równania dyfuzji. Doświadczalne prawa dyfuzji. Dyfuzja w poszczególnych metalach (Ag, Cu, Au, Al, Ni, Pt, W, Fe) i w stalach. Wpływ warunków i składników stopowych na dyfuzję. Mechanizm i szybkość dyfuzji.

176* A4b:A4c:A5a:A8a:C77 66.098:541.1:541.18:539.5(8)13 B5 8—51
Stäger H. dr. **Materialoznawstwo w zarysie ogólnym.** „Allgemeine Werkstoffkunde”. Basel, 1947, Birkhäuser, D, A4, 412 str., 88 fot., 71 rys., 137 wykr. — Ogólne ujęcie form występowania materii (koloidy, łańcuchy ciał organicznych, kryształy, szkło). Proces krystalizacji i wpływ sił zewnętrznych na budowę wewnętrzną materiału. Sposoby otrzymywania makrocząstek. Układ równowagi Fe-C i Cu-Zn. Porówna-

A — TECHNOLOGIA METALI c. d.

nie zachowania się metali i ciał organicznych przy rozciąganiu. Wyjaśnienie zjawiska przebiecia elektrycznego i ciepłego. Własności mechaniczne (udarność, wpływ karbu, zmęczenie itd.). Zagadnienie korozji metali, czynniki wpływające na nią i ośrodki ją wywołujące. Nowe i nieznane dotąd wpływy biologiczne (insekty i bakterie) na niszczenie się mechaniczne metali. Autor sugeruje rozwinięcie nauki biologii materiałowej, która przyczyniłaby się do postępu technicznego w stomatologii.

177* A4b:A4c:A4f:A4a 620.18:539.2:549.12 B5 8—51
Elwood E. C., Bagley K. Q. **Struktura eutektyków.** „The Structure of Eutectics“. Journal of the Institute of Metals, luty 50, s. 631, A5, 12 str., 1 rys., 3 mikrogr. — Badanie struktury czterech podwójnych stopów o składzie eutektycznym Ag-Cu; Al-Cu; Ag-Al, Fe-Fe₃C. Na zasadzie obserwacji i analizy rentgenowskiej wyprowadzono wnioski odnośnie procesu i jednoczesnego powstawania dwóch faz.

178* A4b:A4c:C4f:C4k 620.18:620.173 B5 8—51
Rastiegajew M. W. **Mechanizm zniszczenia wysokostopowych stali drogą zgniecenia.** „Priroda mechanizmu razruszenia wysokolegirowanych spławów pri osażiwaniu. Izwiestija Akad. Nauk SSSR, (Otd. Tiechn. Nauk), Moskwa, mies., t. 26, nr 8, sierp. 50, s. 1183, A5, 10 str., 6 fot., 1 rys., 1 tab., 8 mikrogr. — Stwierdzono doświadczalnie, że bezpośrednią przyczyną zniszczenia kruchych wysokostopowych stali poddawanych zgniataniu jest fazowa przemiana przegrzanych włókien warstwy stali w płaszczynach poślizgu, powstających wskutek nierównomiernej deformacji.

179* A4b:A5a 620.18:546.3(26)27 B5 8—51
Gudcow N. T., Nazarowa T. N. **Wpływ boru na kinetykę przemiany austenitu w stali.** „Wliianie bora na kinetiku austenitonowo priewraszczenja w stali“. Izwiestija Akad. Nauk SSSR, (Otd. Tiechn. Nauk) Moskwa, mies., nr 3, 1950, s. 386, A4, 8 str., 2 tab., 10 wyk. — Wpływ dodatku 0,001—0,003% boru do stali chromo-krzemowo-manganowej na skłonność do rozrostu ziarna austenitu, krytyczną szybkość chłodzenia i głębokość przehartowania. Krzywe S dla stali stopowych z dodatkiem i bez dodatku boru.

180* A4c 620.17:535.82 B5 8—51
Chruszczew M. M., Berkowicz E. S. **Próby zastosowania mikroskopu elektronowego do pomiarów bardzo małych odcisków, otrzymanych przy badaniu mikro-twardości.** „Opyt primienienja elektronnowo mikroskopa dla izmierienja osobo małych otpieczatkov, poluczennych pri ispytanji na mikrotwierdost“. Izwiestija Akad. Nauk SSSR, (Otd. Tiechn. Nauk) nr 11, 1950, s. 1645, A4, 5 str., 4 mikrogr., poz. bibl. — Możliwości zastosowania mikroskopu elektronowego do pomiarów bardzo małych odcisków przy badaniu mikro-twardości. Porównanie różnego rodzaju piramid do badania mikro-twardości.

181* A4c 546.76:620.18 B5 8—51
Gllamiche. **Zastosowanie polerowania elektrolitycznego do badań nad stalami chromowanymi.** „Application du polissage électrolytique à l'étude des aciers chromisés“. Metaux et Corrosion, St. Germain en Laye (Francja), mies., t. 25, 1950, nr 3 (295), s. 65, A4, 1,5 str., poz. bibl. — Badanie powierzchniowej warstwy stali nachromowanej na drodze dyfuzji w wysokich temperaturach. Zastosowanie klasycznego elektrolitu Jacqueta do polerowania elektrolitycznego. Budowa warstw dyfuzji chromu.

182* A4c 620.16:620.18 B5 8—51
Homes G., Gonzon J. **Przyczynę do badań nad powstawaniem pęknięć w metalach.** „Contribution à l'étude des mécanismes de rupture des métaux“. Revue de Métallurgie, Paris, mies., t. 47, 1950, nr 9, s. 678, A4, 14,5 str., 51 fot., 2 rys., 11 wyk. — Sposób wykonywania prób mechanicznych prowadzących do pęknięcia materiału oraz przygotowywanie próbek. Próby dokonywane na cynku, stali miękkiej, zawiera-

jącej 0,1—4% C oraz próby z miedzią i aluminium. Poszczególne fazy powstawania pęknięć i ich rodzaj. Zdjęcia makro-, mikro- i radiograficzne obrazujące wyniki przeprowadzonych badań.

183* A4c 620.18 B5 8—51
Kieffer R., Kölbl F. **Otrzymywanie twardych stopów metodą nasączenia.** „Über die Herstellung von Hartmetallen nach dem Tränkverfahren“. Berg und Hüttenmännische Monatshefte, Wien, mies., t. 95, nr 3, marz. 50, s. 49, A4, 10 str., 1 rys. 7 tab., 2 wyk., 14 mikrogr. — Próby nasączenia sprasowanych węglików wolframu, tytanu i molibdenu czystym kobałem oraz stopami Ni-Cr, Co-Cr i Co-Cr-Mo. Omówienie struktury twardości i odporności na wys. temp. oraz skrawalności stopów nasączanych i zwykłych spieków.

184* A4c 620.17:669.018:669.71:669.721 B5 8—51
Spiekotorowa S. J., Lebidiewa T. W. **Określanie kruchości na gorąco stopów aluminiowych i magnezowych.** „Opriedielenje gorjaczestomkosti aluminiewych i magniewych spławów“. Zawodskaja Laboratorija, Moskwa, mies., t. 16, nr 9, wrzes. 50, s. 1104, A5, 4 str., 2 fot., 1 rys., 3 tab., 1 wyk. — Prosta i powodująca mały rozchód metalu nowa metoda określania kruchości na gorąco stopów Al i Mg. Metoda ta daje dostateczną dokładność, pozwalającą wykorzystywać ją zarówno do prac teoretycznych, jak i w praktyce przemysłowej.

A5 — Obróbka cieplna

185* A5a 621.78:669.15/26 B5 8—51
Jellinghans W. **O przemianie izotermicznej austenitu w stali chromowej na magnesy i o wpływie temperatury austenizacji i wytrzymania w tej temperaturze.** „Sur la transformation isotherme de l'austénite d'un acier à aimants au chrome et sur l'influence de la température d'austénisation, et du maintien à cette température“. (Skrót art. z Archiv Eisenhüttenw. t. 20, nr 7—8, 1949, s. 243). Revue de Métallurgie, Paris, mies., t. 47 bis, nr 6, 1950, s. 226, A4, 15 str., 1 wyk. — Opis wykonanych prób hartowania izotermicznego stali chromowo-manganowo-krzemowej, przeznaczonej na magnesy oraz opis pomiarów, zmiennych w czasie próby, własności magnetycznych przy pomocy wagi magnetycznej Mc Keehana. Wpływ temperatury austenizacji i czasu wytrzymania w tej temperaturze na szybkość i stopień przemiany. Wyniki obserwacji.

186* A5a 621.78 B5 8—51
Pomey J. **Obróbki cieplne towarzyszące cementacji.** „Les traitements thermiques accompagnant les cémentations“. Revue de Métallurgie, Paris, mies., t. 47, 1950, nr 11, s. 789 i nr 12 s. 895, A4, 27 str., 113 fot., 8 rys., 2 tab., 18 wyk., poz. bibl. — Obszerne omówienie zagadnień związanych z cementacją. Otrzymywanie korzystnych naprężeń wstępnych na powierzchni przedmiotu cementowanego i hartowanego. Warunki cementacji dla uzyskania optymalnych własności obrabianego przedmiotu. Hartowanie i hartowanie izotermiczne po cementacji. Przemiany bainityczne, martenzytyczne i odpuszczanie stali. Urządzenia laboratoryjne i przemysłowe do cementacji węglem i azotem oraz do uzyskiwania wstępnych naprężeń na powierzchni przedmiotu. Zastosowania przemysłowe cementacji.

187* A5a 621.78:620.18 B5 8—51
Bujnow N. N., Larinman R. M. **Badanie początkowych stadiów starzenia stopów aluminiowych.** „Izuczenje naczalnych stadij starienja w aluminjewych spławach“. Doklady Akad. Nauk SSSR, t. 74, nr 4, paźdz. 50, s. 707, A5, 5 str., 7 mikrogr. — Przeprowadzone przy pomocy mikroskopu elektronowego obserwacje poszczególnych stadiów starzenia stopów Al-Cu₄, Al-Ag₁₀ i Al-Mg-Si. Próby wytlumaczenia pewnych zjawisk zmian twardości i przemian strukturalnych.

A6 — Obróbka wiórowa

188* A6a:C2b 621.9:620.179 B5 8—51
Badger T. **Metoda mikroskopowa przyspiesza próby obrabialności.** „Microscope Method Expedites Machi-

A — TECHNOLOGIA METALI c. d.

nability Tests". Iron Age, New York, tyg., t. 166, nr 14, paźdz. 50, s. 79, A4, 4 str., 2 rys., 3 wykr. — Nowa metoda badania obrabialności metali, posługująca się mikroskopem służącym do pomiaru stopnia zużycia narzędzia. Szybkie i b. dokładne określenie trwałości narzędzia przy wszelkich operacjach skrawania. Możliwość określenia wpływu materiału narzędzia, cieczy chłodzącej, optymalnej szybkości skrawania i obrabialności metalu przy toczeniu lub frezowaniu. Sposób przeprowadzania pomiaru i obliczenia trwałości narzędzia. Zależność trwałości narzędzia od szybkości skrawania.

189* A6a:C4h 621.795:621.893 B5 8—51

Chruszczow M. M. **Wpływ wykończającej obróbki powierzchni czopa na tarcie stopów łożyskowych.** „Wlijanje finisznoy obrabotki powierzchny czopy na trenje podszipnikowych spławow“. Trenije i iznos w maszinach, Dokłady 2-goj wsiesojuznoj konfieriencji po trenji i iznosu w maszinach, Moskwa, 1947, Izdat. Akad. Nauk SSSR, t. 1, s. 251, D, A4, 7 str., 2 rys., 2 tab., 3 wykr. — Stwierdzono, że chropowatość powierzchni w okresie docierania zmienia się nie tylko co do wielkości, ale i co do kierunku. Z badań wynika, że najważniejszą obróbką wykańczającą czopa, w wypadku wysokocynowych, wysokoolowiowych lub aluminiowego AZ-6,5, jest superfisz, podczas gdy dla brązu ołowiowego o 30% Pb zalecać należy polerowanie czopa.

190* A6c:C5a 621.753.1 B5 8—51

Clar F. **Graficzna metoda wyboru pasowania.** „Pasungswähler“. Betrieb und Fertigung, Wien, mies., nr 2, luty 50, s. 17, A4, 2,5 str., 3 wykr. — Metoda graficznego określania pola tolerancji i odchyłek dla zasady stałego wałka i stałego otworu, interesująca z punktu widzenia zastosowania w zastępstwie metody normalnej, posługującej się tabelami pasowań.

A7 — Spawanie i cięcie

191* A7g:A5a:A4b 620.18:620.179 B5 8—51

Zbiór prac na temat zagadnienia naprężeń wewnętrznych w metalach i stopach. „Symposium on Internal Stresses in Metals and Alloys“. The Institute of Metals, Monograph and Report Series, nr 5, London 1948, D, B5, 48 str., 31 fot., 53 rys., 27 tab., 90 wykr., 78 mikrogr. — Zagadnienie naprężeń wewnętrznych w metalach i stopach ujęto w formę 36 zwięzłych referatów, które podzielić można na trzy grupy: w pierwszej podano metody pomiarowe, klasyfikację i nomenklaturę stosowaną przy badaniach naprężeń wewnętrznych. Część druga traktuje zagadnienie naprężeń na płaszczyźnie zjawisk fizyko-chemicznych, zachodzących w metalach i stopach. Omawiane są naprężenia wewnętrzne w związku z korozją, przemianami allotropowymi, dyfuzją, tarciami itp. W części trzeciej, obejmującej zagadnienia związane z przemysłem, omówiono naprężenia wewnętrzne w wirnikach turbin, w belkach oraz w sprężce kolejowym. Przytoczono przykłady naprężeń wewnętrznych w konkretnych wypadkach obróbki termicznej i mechanicznej. Na końcu zbioru zamieszczono obszerny materiał dyskusyjny.

192* A7a:A7b 621.791.052 B5 8—51

Bainbridge C. G. **Kontrola zniekształceń spawalniczych.** „Controlling Welding Distortion“. Canadian Metals, Toronto, mies., t. 13, nr 2, luty 50, s. 41, A4, 4 str., 5 rys. — Główne przyczyny zniekształceń spawalniczych oraz praktyczne metody ich kontrolowania. Wpływ sposobu grzania i wymiaru spoiny na efekt spawania.

A8 — Korozja

193* A8d 621.794:620.18 B5 8—51

Case S. L. **Pokrywanie stali aluminium.** „Coating of Steel with Aluminium“. Steel Processing, Pittsburgh (USA), t. 36, nr 9, wrzes. 50, s. 435, A4, 5 str.,

2 fot., 3 tab., 1 wykr., 1 mikrogr. — Przedstawiono zastosowanie warstwy aluminium na stali, w celu uzyskania powłoki dyfuzyjnej, odpornej na działanie wysokiej temperatury (do 950°C) oraz ochrony przed korozją. Omówiono głównie kaloryzację (proces odbywa się w próstkach aluminium, tlenku aluminium i chlorku amonu w temp. 800—980°, w resortach ruchomych lub nieruchomych), „aluminizację“ (metoda natryskowa z następnym wyżarzaniem) oraz zanurzanie w ciekłym aluminium. Wskazano, iż metody, jak nawalcowywanie aluminium, metoda gazowa oraz metoda elektrolityczna nie mają dotychczas większego znaczenia przemysłowego.

A10 — Specjalne metody obróbki metali

194* A10c 621.367:621.893 B5 8—51

Łożyska nakładane elektrolitycznie. „Electrodeposited Bearing“. Metal Industry, London, tyg., t. 77, nr 19, list. 50, s. 186, A4, 1 str., 1 rys. — Nakładanie srebra na panewki stalowe. Podano schemat aparatury oraz składy chemiczne kąpieli.

B — TECHNOLOGIA MATERIAŁÓW NIEMETALOWYCH

B3 — Własności, badanie i obróbka materiałów pochodzenia mineralnego

195* B3f 535.215:53.083:666.1/2 B5 8—51

Read W. T. **Metoda optyczna pomiaru napięć w szkle lamp elektronowych.** „An Optical Method for Measuring the Stress in Glass Bulbs“. Journal of Applied Physics, Lancaster (USA), mies., t. 21, nr 3, marz. 50, s. 250, A4, 8 str., 6 fot., 5 wykr. — Przegląd teorii fotoelektryczności i ich doświadczalne potwierdzenie na lampach elektronowych. Wskazanie na prostą i wygodną metodę optyczną przeprowadzania pomiaru napięć w szkle ścian lamp elektronowych, która znalazła już zastosowanie w wytwórniach lamp.

196* B3f:B4ab:C4i 539.4:679.5:666.1/2 B5 8—51

Howard R. N. **Wytrzymałość mas plastycznych i szkła.** „The Strength of Plastics and Glass“. London, 1949, Cleaver — Hume Press, D, A5, 245 str., 16 fot., 57 tab., 108 wykr. — Omówienie własności wytrzymałościowych mas plastycznych, gumy i szkła. Szczegółowe udokumentowanie rozważań teoretycznych wynikami praktycznymi. Bogaty materiał doświadczalny stanowiący gruntowną dokumentację naukową oraz podstawę do dalszych badań i prac nad użyciem mas plastycznych, gumy i szkła jako tworzyw. Każdy rozdział zawiera osobny, obszerny wykaz źródeł.

B4 — Własności, badania i obróbka materiałów otrzymanych głównie na drodze chemicznej

197* B4a:C5a 537.74:678.02:679.59 B5 8—51

Izrajelit G. Sz. **Badania własności mechanicznych gumy i kauczuku.** „Miechaniczeskija ispytania rieziny i kauczuka“. Moskwa, 1949, Goschimizdat, D, B5, 455 str., 18 fot., 245 rys., 24 tab., 59 wykr., 24 poz. bibl. — Dokładne wiadomości o aparaturze i metodach badań własności mechanicznych gumy, ebonitu, kauczuku i niewulkanizowanych mieszanek. Oprócz aparatury znormalizowanej opisano także liczne aparaty nie mające powszechnego zastosowania. Wszelkstronnie potraktowano konstrukcje aparatów i przyrządów rejestrujących oraz metody badań tych własności. Rozpatrzone zasady badań własności mechanicznych gotowych wyrobów gumowych. Całość poprzedzona przystępnie wyłożoną teorią wytrzymałości gumy.

B5 — Oleje i smary

198 B5:C4h 621.8:621.839:621.89 B5 8—51

Tarcie i zużywanie się części w maszynach. „Trenje i iznos w maszinach“. 3 tomy, t. 1, Moskwa—Leningrad, 1947, Akad. Nauk SSSR, D, B5, 378 str., 11 fot., 66 rys., 65 tab., 135 wykr., 30 mikrogr. — Roz-

B—TECNOLOGIA MATERIAŁÓW NIEMETALOWYCH c. d.

ważania nad teorią smarowania łożysk ślizgowych i przekładni zębatych różnymi rodzajami olejów i smarów. Badania własności fizycznych tych olejów. Zagadnienia tarcia w różnych częściach silników. Zużywanie się części w ruchu posuwisto-zwrotnym, wpływ dokładności obróbki mechanicznej powierzchni trących się wzajemnie na długotrwałość pracy i męskowe i ich własności wpływające na zmniejszenie tarcia i długotrwałość pracy.

199 B5:C4h 621.8:621.891:665.38 B5 8—51

Tarcie i zużywanie się części w maszynach. „Trienje i iznos w maszinach“. 3 tomy, t. 3, Moskwa—Leninograd, 1949, Akad. Nauk SSSR., D, B5, 336 str., 17 fot., 52 rys., 49 tab., 124 wykr., 3 mikrogr. — Teoretyczne rozważania nad zdolnością przenoszenia przez olej dużych ciśnień, wywołanych obciążeniem w różnych rodzajach łożysk ślizgowych, określeniem współczynnika tarcia w różnych warunkach pracy, przy stosowaniu rozmaitych olejów. Omówienie własności smarujących warstw molekularnych, teorii tarcia molekularno-mechanicznego i sił międzycząsteczkowych w olejach. Metody badań olejów i smarów, stosowanych do maszyn i silników pracujących w niskich temperaturach, określenie ich własności fizyko-chemicznych. Anomalia w zakresie niskich temperatur.

C — PROBLEMY TEORETYCZNE

C2 — Fizyka

200* C2a 537.311.3:620.18:621.78 B5 8—51

Crussard C., Aubertin F. **Przyczynki do badań nad termoelektrycznymi własnościami metali.** „Contribution à l'étude du pouvoir thermoélectrique des métaux“. Revue de Métallurgie, Paris, mies., t. 45, nr 10, 1948, s. 402, A4, 8,5 str., 1 rys., 3 tab., 10 wykr. — Badania nad wpływem zmiany struktury metalu na własności termoelektryczne. Zmiany struktury spowodowano odkształceniami sprężystymi i plastycznymi oraz przez miany faz zanieczyszczeń metali lub dodatków stopów aluminowych i innych. Zbadano związek między obróbką cieplną, w szczególności hartowaniem i wyżarzaniem, a własnościami termopary. Zastosowania własności termoelektrycznych do badań metalograficznych.

201* C2a 620.18:539/6/8/15 B5 8—51

Jum-Rozeri B. **Elektrony i metale.** „Elektrony i metally“. Moskwa, 1950, Gos. nauczno-techn. izdat. lit. poczernej i cwiethnoj metalurgii, D, B5, 364 str., 17 fot., 79 rys., 7 tab., 61 wykr., 6 mikrogr. — W przystępnej i popularnej formie podaje autor wiadomości z dziedziny fizyki elektronowej. Na wstępie omawia wszystkie atomy pierwiastków wg. tablicy Mendelejewa, własności promieni elektronowych, siatki krystaliczne, usytuowanie atomów w tych siatkach oraz teorię elektronów swobodnych. W dalszej części przytacza najnowsze sposoby otrzymywania wykresów strukturalnych stopów metali, które ujęto z punktu widzenia teorii budowy atomu. Na zakończenie podaje wreszcie elementarne wiadomości o jądrach atomów i ich rozpadzie.

202* C2a 535.82:621.78 B5 8—51

Noboru T. **Badanie polerowania elektrolitycznego pojedynczych kryształów miedzi alfa i beta metodą dyfrakcji elektronowej.** „Étude par diffraction électronique du polissage électrolytique des cristaux uniques de Alfa et Beta“. Métaux et Corrosion, St. Germain en Laye (Francja), mies., nr 2 (294), 1950,

s. 37, A4, 7 str., 7 fot., 7 wykr., poz. bibl. — Badanie polerowania elektrolitycznego kryształów pojedynczych miedzi otrzymanych przez bardzo powolne oziębianie stopionych stopów. Próbkę zeszlifowano równolegle do płaszczyzn orientacji kryształu i następnie polerowano elektrolitycznie wg. Jacqueta w kwasie ortofosforowym. Wyniki badań polerowanej i trawionej elektrolitycznie budowy kryształów pojedynczych i bliźniaczych przy pomocy dyfrakcji elektronowej. Wyniki polerowania elektrolitycznego.

203* C2a 620.18:538.22 B5 8—51

Seeman H. J. **Uwagi na temat wpływu gazów na magnetyczne własności metali i stopów dia- i paramagnetycznych.** „Remarques sur l'influence de gaz sur les propriétés magnétiques des métaux et alliages dia- et paramagnétiques“. Revue de Métallurgie, Paris, mies., t. 47, nr 7, 1950, s. 485, A4, 2 str., poz. bibl. — Wpływ gazów zawartych w metalach i stopach na ich własności magnetyczne. Uzupełnienie do badań Shimizu, z których wynika, że diamagnetyzm stopów Au-Ag i Au-Cu znacznie wzrasta po wyżarzeniu próbki i powtórnym jej stopieniu w próżni. Wyniki dokonanych prób, omówienie wpływu poszczególnych gazów inkludowanych (zwłaszcza tlenu) oraz interpretacja obserwowanych zjawisk.

204* C2a 533.1:66.049:66.074 B5 8—51

Sol Weler i Waldo., Steiner A. **Oddzielanie gazów za pomocą częściowego przenikania przez błony.** „Separation of Gases by Fractional Permeation through Membranes“. Journal of Applied Physics, Lancaster (USA), mies., t. 21, nr 4, kwiec. 50, s. 279, A4, 4 str., 3 tab., 2 wykr. — Ciekawe doświadczenia przenikania gazów przez błony można zastosować do oddzielania gazów. W ten sposób można praktycznie otrzymywać O₂ z powietrza, He z gazu ziemnego i H₂ z gazu koksowniczego.

205* C2a:A4b 539.11:620.18:539.4.01 B5 8—51

Barret C. S. **Struktura metali.** „Struktura metallow“. Moskwa, 1948, Gos. nauczno-techn. izdat. lit. poczernej i cwiethnoj metalurgii, D, B5, 676 str., 46 fot., 231 rys., 41 tab., 114 wykr., 25 mikrogr. — Nowoczesne, bardzo ciekawie potraktowane metody analizy struktury metali przy pomocy promieni Rentgena. W zwięzłej formie ujęta metodyka badań elektronograficznych, pokrewna metodyce rentgenograficznej. Obszernie potraktowana metodyka badań naprężeń wewnętrznych w metalach. Współczesna teoria wytrzymałości metali. Całość poprzedzona podstawowymi teoriami o siatkach krystalicznych dyfrakcji promieni Rentgena w kryształach. Technika otrzymywania dyfrakcji tych promieni.

206* C2a:A4c:A4a 620.18:539.2 B5 8—51

Kitajgrodzki A. J. **Rentgenowska analiza strukturalna.** „Rientgieno-strukturnyj analiz“. Moskwa, 1950, Gos. Izdat. Tiechniko-Tieor. Lit. D, B5, 650 str., 50 fot., 245 rys., 39 tab., 125 wykr. — Omówiono teorię metody rentgenowskiej analizy strukturalnej. Na wstępie podano podstawy krystalograficznej analizy strukturalnej i opis promieni rentgenowskich oraz określenie ich związku z materią i zjawiskiem podlegania dyfrakcji w kryształach. Właściwa część pracy traktuje szczegółowo o metodach otrzymywania i odczytywania rentgenogramów monokryształów i badania ośrodków polikryształowych. Przeszudiowano analizę strukturalną z oceną intensywności i bez. Podano wreszcie przykłady przeprowadzonej różnymi metodami rentgenowskiej analizy strukturalnej kryształów, zarówno związków organicznych jak i nieorganicznych.

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

Przegląd Bibliograficzny Mechaniki zawiera jedynie część analiz dokumentacyjnych publikacji z zakresu mechaniki. Pełna dokumentacja ukazuje się w postaci kart dokumentacyjnych wydawanych przez Główny Instytut Dokumentacji Naukowo-Technicznej (Warszawa, ul. Ligocka 8). Instytut ten przyjmuje prenumeratę kart dokumentacyjnych, która może obejmować całą dokumentację naukowo-techniczną lub jej oddzielne działy, zagadnienia i tematy techniczne. Cena karty dokumentacyjnej w prenumeracie wynosi 10 groszy.

Za zwrotem kosztów GIDNT wykonuje fotokopie i mikrofilmy publikacji objętych kartami dokumentacyjnymi.