

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

Miara plastyczności

Prof. dr inż. MAKSYMILIAN TYTUS HUBER

Poniżej zamieszczamy w oryginalnym brzmieniu jedną z ostatnich prac ś.p. prof. M. T. Hubera, którą prof. W. Olszak referował w dniu 7.10. 1950 r. na posiedzeniu Komisji Nauk Technicznych Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie i która w angielskim przekładzie ogłoszona została w Biuletynie PAU¹⁾.

REDAKCJA

Autor wykazuje, że z próby rozrywania, a w szczególności z wartości przewężania trwałego φ można wysnuć racjonalną miarę plastyczności danego metalu w postaci wyrażenia $\frac{1 - (1 - \varphi)^{1/2}}{1 + (1 - \varphi)^{1/2}}$, które zmienia się w tych samych granicach co φ , tzn. od 0 do 1.

Zdolność metali do znacznych odkształceń plastycznych po przekroczeniu granicy sprężystości jest ich nader cenną własnością techniczną. Dotychczas mierzono ją, po wykonaniu próby rozciągania, albo wielkością względnego zwiększenia pomiarowej długości l próbki, wyrażaną w odsetkach i oznaczaną przez A , albo też wielkością względnego ubytku φ pola przekroju w szyjce. Pierwsza miara jest nader prymitywna, gdyż wydłużenie plastyczne nie rozkłada się równomiernie na całej długości próbki, lecz skupia się w obszarze „szyjki“, gdzie zachodzi pęknięcie. Dlatego proponowano, aby wyznaczać wydłużenie równomierne na tych częściach próbki, które odkształcają się równomiernie, tzn. z odrzuceniem nierównomierności po obu stronach szyjki. Takie wydłużenie plastyczne równomierne oznaczam przez a (również w odsetkach).

Druga miara, $\varphi = \frac{F_0 - F_1}{F_0}$, gdzie F_0 jest pierwotnym polem przekroju próbki, a F_1 polem przekroju w szyjce po zerwaniu, chociaż racjonalniejsza, nie jest jednak zadawalająca, gdyż nie przedstawia liczby cha-

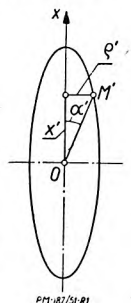
rakteryzującej bezpośrednio wielkość krańcowego plastycznego odkształcenia badanego materiału. Taką wielkością jest tylko największy kąt γ odkształcenia postaciowego przy założeniu, że odkształcenie objęściowe może być tylko sprężyste, a więc po zerwaniu znika. Przyjmuję przeto, zgodnie z badaniami doświadczalnymi N. N. Dawidenkowa i jego uczniów, że największe odkształcenie plastyczne, a więc postaciowe, zachodzi w środku przekroju zwężonego; znajdującą się tam pierwotnie kula elementarna materiału o równaniu [1] $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ zamienia się po odkształceniu plastycznym na elipsoidę obrotową [2]

$$\frac{x'^2}{(1 + \varepsilon_1)^2} + \frac{y'^2 + z'^2}{(1 - \varepsilon_2)^2} = 1. \quad \text{Obrano tu promień kie-}$$

runku osi pręta — jako osi x , a przez ε_2 — dające się łatwo zmierzyć, skrócenie względne promienia przekroju kołowego; ε_1 łatwo wyznaczyć z warunku niezmienności objętości w wyniku odkształcenia plastycznego, tzn. $(1 + \varepsilon_1)(1 - \varepsilon_2)^2 = 1$. Punkty x, y, z kuli [1] stają się punktami x', y', z' elipsoidy obrotowej [2]; równanie jej można napisać w postaci [3]

$$\frac{x'^2}{(1 + \varepsilon_1)^2} + \frac{\rho'^2}{(1 - \varepsilon_2)^2} = 1,$$

gdzie $\rho'^2 = y'^2 + z'^2$ jest kwadratem promienia przekroju poprzecznego elipsoidy, odległego o x' od jego środka O (rys. 1).



Rys. 1.

¹⁾ Extrait du Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres. Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles. Serie A: Sciences Mathématiques, Vol. I. nr 2, Supplément, 1950 str. 201-204. Należy zaznaczyć, iż nie jest to przekład ścisły oryginału pracy.

Promień-wektor punktu M powierzchni kuli tworzy z osią Ox kąt α określony równaniem $\operatorname{tg} \alpha = \frac{\rho}{x}$; promień-wektor odpowiadającego mu punktu M' na powierzchni elipsoidy tworzy z osią Ox kąt α' określony równaniem $\operatorname{tg} \alpha' = \frac{\rho'}{x'}$. Uwzględniając związki $x' = x(1 + \varepsilon_1)$ i $\rho' = \rho(1 - \varepsilon_2)$ znajdujemy

$$\operatorname{tg} \alpha' = \frac{1 - \varepsilon_2}{1 + \varepsilon_1} \operatorname{tg} \alpha,$$

skąd [4]

$$\operatorname{tg}(\alpha - \alpha') = \frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha'}{1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \alpha'} = \frac{\operatorname{tg} \alpha \left(1 - \frac{1 - \varepsilon_2}{1 + \varepsilon_1}\right)}{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha \left(\frac{1 - \varepsilon_2}{1 + \varepsilon_1}\right)}$$

$$\text{Zważywszy, że } \varphi = \frac{F_o - F_1}{F_o} = 1 - \frac{(1 - \varepsilon_2)^2 F_o}{F_o},$$

a więc $1 - \varepsilon_2 = \sqrt{1 - \varphi}$, oraz że $1 + \varepsilon_1 = \frac{1}{(1 - \varepsilon_2)^2}$,

otrzymujemy zamiast [4], zależność [5]

$$\operatorname{tg}(\alpha - \alpha') = \frac{[1 - (1 - \varphi)^{3/2}] \operatorname{tg} \alpha}{1 + (1 - \varphi)^{3/2} \operatorname{tg}^2 \alpha}.$$

Równanie to wyraża zmianę pierwotnej wartości kąta α na α' w zależności od α . Łatwo znaleźć, że największa zmiana odpowiada $\alpha = \frac{\pi}{4}$ lub $\frac{3\pi}{4}$. Wtedy

$\alpha - \alpha' = \frac{\gamma}{2}$, jeżeli γ oznacza całkowitą zmianę kąta prostego między promieniami pierwotnymi, dla których $\operatorname{tg} \alpha = 1$; a więc [6] $\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \frac{1 - (1 - \varphi)^{3/2}}{1 + (1 - \varphi)^{3/2}}$ przedstawia szukaną racjonalną miarę plastyczności opartą na doświadczalnej wartości przewężenia φ .

Poniższa tablica może być pomocną przy obliczeniach praktycznych.

Tablica wartości funkcji $\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \frac{1 - (1 - \varphi)^{3/2}}{1 + (1 - \varphi)^{3/2}}$

φ	$1 - \varphi$	$(1 - \varphi)^{3/2}$	$\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2}$	γ
0,05	0,95	0,9259	0,03859	2°12'
0,10	0,90	0,8538	0,07886	4°30'
0,15	0,85	0,7837	0,1212	6°55'
0,20	0,80	0,7155	0,1658	9°25'
0,25	0,75	0,6495	0,2125	12°
0,30	0,70	0,5857	0,2625	14°43'
0,35	0,65	0,5240	0,3123	17°21'
0,40	0,60	0,4648	0,3653	20°04'
0,45	0,55	0,4079	0,4206	22°49'
0,50	0,50	0,3536	0,4774	25°31'
0,55	0,45	0,3019	0,5362	28°12'
0,60	0,40	0,2530	0,5962	30°48'
0,65	0,35	0,2049	0,6598	33°25'
0,70	0,30	0,1643	0,7180	35°41'
0,75	0,25	0,1260	0,7769	37°51'
0,80	0,20	0,08944	0,8362	39°54'
0,85	0,15	0,05809	0,8902	41°41'
0,90	0,10	0,03162	0,9338	43°02'
0,95	0,05	0,01118	0,9780	44°22'
1,00	0,00	0,000	1,000	45°

Geometryczna interpretacja założeń elementarnej teorii odkształceń plastycznych

Mgr inż. ZDZISŁAW MARCINIAK

Założenia upraszczające, na których opiera się elementarna teoria odkształceń plastycznych, a przede wszystkim założenie izotropowości ciała, prowadzą do nieuniknionych nieścisłości i niezgodności, szczególnie w odniesieniu do ciał polikrystalicznych, do których należą metale. Artykuł, pozostawiając na uboczu zagadnienie słuszności poczynionych założeń, daje ich geometryczną interpretację oraz przedstawia na drodze wykreślnej wynikające z tych założeń zależności między stanem napięcia a stanem odkształcenia.

Zależność między stanem napięcia i stanem odkształcenia można przedstawić w płaskim układzie osi współrzędnych jedynie wówczas, gdy uda się określić stan napięcia lub stan odkształcenia przy pomocy tylko dwu niezależnych wielkości. Jeżeli znane są kierunki naprężeń i wydłużeń głównych, wówczas sześć składowych stanu odkształcenia lub napięcia redukuje się do trzech naprężeń głównych, określających stan napięcia lub trzech wydłużeń głównych określających stan odkształcenia. Powiązanie każdej z tych trójek dodatkowym równaniem, wynikającym z założeń elementarnej teorii odkształceń plastycznych, umożliwia zobrazowanie wzajemnych zależności w płaskim układzie osi współrzędnych.

Zacznijmy od stanu odkształcenia. Jeśli przyjmijemy kierunki osi prostokątnego układu

współrzędnych zgodne z kierunkami wydłużeń głównych i założymy odkształcenie jednorodne, wówczas stan odkształcenia określą trzy wydłużenia główne będące jedynie funkcją czasu t . Zamiast wydłużeń głównych $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ wygodniej jest jednak operować w przypadku odkształceń plastycznych wyrażeniami:

$$\begin{aligned} \ln(1 + \varepsilon_x) &= m_x \\ \ln(1 + \varepsilon_y) &= m_y \\ \ln(1 + \varepsilon_z) &= m_z \end{aligned} \quad [1]$$

Wielkości m_x, m_y, m_z uważać będziemy za nowe składowe wielkości pomocniczej m , obrazującej stan odkształcenia. Przy bardzo małych wobec 1 (jedności) wielkościach ε , składowe $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ równają się niemal składowym m_x, m_y, m_z .

Założenie, że objętość elementu nie ulega zmianie na skutek odkształcenia plastycznego, wiąże trzy składowe stanu odkształcenia dodatkowym równaniem:

$$(1 + \varepsilon_x)(1 + \varepsilon_y)(1 + \varepsilon_z) = 1 \quad [2a]$$

$$\ln(1 + \varepsilon_x) + \ln(1 + \varepsilon_y) + \ln(1 + \varepsilon_z) = 0,$$

a więc
$$m_x + m_y + m_z = 0. \quad [2b]$$

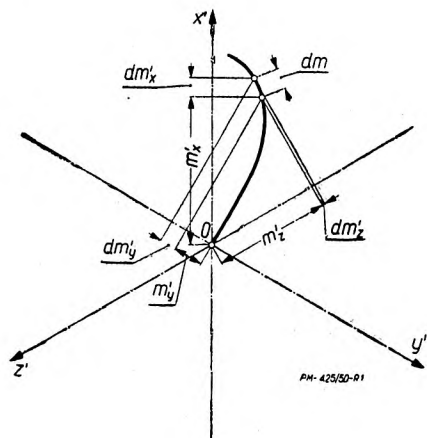
Wielkości m_x, m_y, m_z możemy uważać za współrzędne pewnego punktu w przestrzeni, przy czym każdemu stanowi odkształcenia odpowiadać będzie jeden punkt. Biorąc pod uwagę zależność [2b], nie trudno spostrzec, że wszystkie te punkty leżą na płaszczyźnie o równaniu $x + y + z = 0$, a więc przechodzącej przez początek układu i nachylonej do wszystkich

trzech osi pod jednakowym kątem, którego $\cos = \sqrt{\frac{2}{3}}$

Przyjmując teraz tę płaszczyznę za płaszczyznę rysunku i rzutując na nią przestrzenny prostokątny układ osi x, y, z otrzymamy układ płaski o osiach x', y', z' , tworzących między sobą kąty 120° (rys. 1). Proste prostopadłe do osi x, y, z wystawione z punktów m_x, m_y, m_z wyznaczają na osiach x', y', z' w układzie płaskim odcinki m'_x, m'_y, m'_z przy czym:

$$m_x = \sqrt{\frac{2}{3}} m'_x; \quad m_y = \sqrt{\frac{2}{3}} m'_y; \quad m_z = \sqrt{\frac{2}{3}} m'_z.$$

Podobnie jak w układzie przestrzennym każdej trójce rzutów m'_x, m'_y, m'_z spełniających warunek [2b] odpowiada pewien punkt na płaszczyźnie rysunku.



Rys. 1.

Rozpatrując dane odkształcenia w funkcji czasu, wykreślić można *linię odkształcenia*, której punkty określają stan odkształcenia w każdej chwili, jeśli kierunki główne pozostają w czasie odkształcenia niezmiennie. Długość odcinka dm tej linii odpowiadająca przyrostowi rzutów dm'_x, dm'_y, dm'_z w czasie dt wynosi:

$$dm = \sqrt{\frac{2}{3}} \sqrt{dm_x'^2 + dm_y'^2 + dm_z'^2},$$

lub w odniesieniu do współrzędnych układu przestrzennego:

$$dm = \sqrt{dm_x^2 + dm_y^2 + dm_z^2}, \quad [3]$$

przy czym dm_x, dm_y, dm_z otrzymamy z różniczkowania równań [1]

$$dm_x = \frac{d\varepsilon_x}{1 + \varepsilon_x} dt; \quad dm_y = \frac{d\varepsilon_y}{1 + \varepsilon_y} dt; \quad dm_z = \frac{d\varepsilon_z}{1 + \varepsilon_z} dt. \quad [4]$$

Przejdźmy teraz do stanu napięcia, starając się, podobnie jak to uczyniliśmy poprzednio, scharakteryzować go przy pomocy punktu w płaskim układzie osi współrzędnych.

Wyobraźmy sobie element prostopadłościenny, którego krawędzie są równoległe do osi x, y, z , a więc zgodne z kierunkami naprężeń głównych $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$. Przetnijmy naroże tego elementu płaszczyzną o równaniu $x + y + z = C$, a więc nachyloną do naprężeń głównych pod jednakowym kątem. Rzuty wektorów naprężeń głównych $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ na tę płaszczyznę oznaczmy $\sigma'_x, \sigma'_y, \sigma'_z$. Wyniosą one:

$$\sigma'_x = \sqrt{\frac{2}{3}} \sigma_x; \quad \sigma'_y = \sqrt{\frac{2}{3}} \sigma_y; \quad \sigma'_z = \sqrt{\frac{2}{3}} \sigma_z \quad [5]$$

Przyjmując płaszczyznę przecięcia za płaszczyznę rysunku i rzutując na nią przestrzenny układ osi współrzędnych x, y, z otrzymamy, podobnie jak poprzednio, układ płaski o osiach x', y', z' , tworzących między sobą kąty 120° . Sumą geometryczną wektorów $\sigma'_x, \sigma'_y, \sigma'_z$ leżących w płaszczyźnie rysunku będzie wektor wypadkowy σ' (rys. 2), którego wielkość wynosi:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{1}{2}} \sqrt{(\sigma'_x - \sigma'_y)^2 + (\sigma'_y - \sigma'_z)^2 + (\sigma'_z - \sigma'_x)^2}$$

lub w zależności od naprężeń głównych:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{1}{3}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2} \quad [6]$$

Wypadkowy wektor σ' uważać można również za rzut sumy geometrycznej wektorów naprężeń głównych $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ na określoną wyżej płaszczyznę. Wielkość jego znajduje się w prostym stosunku do wypadkowego naprężenia stycznego w tej płaszczyźnie τ , które, wyznaczone z warunków równowagi naroża, wynosi:

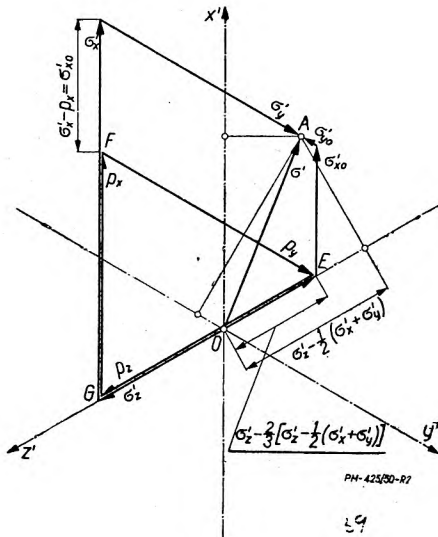
$$\tau = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2},$$

a więc

$$\sigma' = \sqrt{3} \tau.$$

Przyjmując początek wektora σ' w początku płaskiego układu współrzędnych, jego koniec wyznaczy punkt A (rys. 2), którego położenie charakteryzuje pod pewnymi względami stan napięcia. Należy jednak zastrzec, że współrzędne punktu A nie określają w sposób jednoznaczny naprężeń głównych $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$; każdemu bowiem punktowi w płaszczyźnie odpowiadać może wiele trójek naprężeń głównych. Jeśli wszystkie trzy naprężenia główne zwiększymy lub zmniejszymy o dowolną wielkość, położenie punktu A nie ulegnie zmianie.

Spośród wielu trójek naprężeń odnoszących się do pewnego punktu A możemy wyznaczyć takie naprężenia główne, których suma algebraiczna równa się zeru.



Rys. 2.

Oznaczmy rzuty tych naprężeń na płaszczyznę rysunku przez $\sigma'_{x_0}, \sigma'_{y_0}, \sigma'_{z_0}$:

jeśli

$$p = \frac{\sigma'_x + \sigma'_y + \sigma'_z}{3}$$

wówczas:

$$\left. \begin{aligned} \sigma'_{x_0} &= \sigma'_x - p = \frac{2}{3} \left[\sigma'_x - \frac{1}{2} (\sigma'_y + \sigma'_z) \right] \\ \sigma'_{y_0} &= \sigma'_y - p = \frac{2}{3} \left[\sigma'_y - \frac{1}{2} (\sigma'_z + \sigma'_x) \right] \\ \sigma'_{z_0} &= \sigma'_z - p = \frac{2}{3} \left[\sigma'_z - \frac{1}{2} (\sigma'_x + \sigma'_y) \right] \end{aligned} \right\} [7]$$

$$\sigma'_{x_0} + \sigma'_{y_0} + \sigma'_{z_0} = 0$$

Jak to widać z rys. 2 wyrażenia w nawiasach kwadratowych są współrzędnymi punktu A, wyznaczenie więc wektorów $\sigma'_{x_0}, \sigma'_{y_0}, \sigma'_{z_0}$ nie przedstawia trudności. Na rys. 2 rozłożono wektory $\sigma'_x, \sigma'_y, \sigma'_z$ na wektory $\sigma'_{x_0}, \sigma'_{y_0}, \sigma'_{z_0}$ oraz wektory p_x, p_y, p_z tworzące trójkąt równoboczny EFG.

Jeżeli wykres naprężeń rys. 2 naniesiemy na wykres odkształceń (rys. 1), otrzymamy pełny wykres przedstawiony na rys. 3, który obrazuje zależności zachodzące między odkształceniami plastycznymi, a wywołującymi je naprężeniami. Przyjmując warunek plastyczności zgodnie z hipotezą energii odkształcenia postaciowego M. T. Hubera możemy stwierdzić, że odkształcenie plastyczne powstać może tylko wówczas, gdy wielkość wektora σ' osiągnie pewną wartość krytyczną σ'_p . Wielkość σ'_p może być wyrażona przez naprężenie zredukowane przy jednoosiowym stanie napięcia odpowiadające granicy plastyczności σ_p . Naprężenie zredukowane według przyjętej hipotezy wynosi:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\frac{1}{2} \left[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 \right]}$$

gdzie, zgodnie z uczynionymi na początku założeniami, $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ oznaczają naprężenia główne. Biorąc pod uwagę zależności [6], otrzymamy

$$\sigma' = \sqrt{\frac{2}{3}} \sigma_{red}$$

$$\sigma'_p = \sqrt{\frac{2}{3}} \sigma_p$$

Na rys. 3 warunek plastyczności wyrazi się okręgiem koła wykreślonym z początku układu promieniem σ'_p , na którym to okręgu leżeć musi punkt A charakteryzujący stan napięcia. Promień koła $r = \sigma'_p$ nie jest stały lecz zmienia się w miarę odkształcenia na skutek utwardzania się materiału.

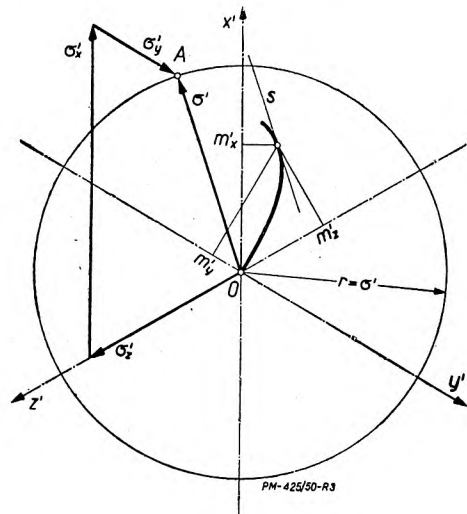
Nie znając zależności między wielkością σ'_p a wielkością odkształcenia, nie można wyznaczyć bezwzględnej wielkości odkształceń. Można jedynie przyjąć proporcjonalność między przyrostami składowych stanu odkształcenia, a stanem napięcia w danej chwili w postaci równań:

$$\frac{dm_x}{\sigma_x - \frac{1}{2} (\sigma_y + \sigma_z)} = \frac{dm_y}{\sigma_y - \frac{1}{2} (\sigma_x + \sigma_z)} = \frac{dm_z}{\sigma_z - \frac{1}{2} (\sigma_x + \sigma_y)} \quad [8]$$

lub zgodnie z równaniami [7]

$$\frac{dm_x}{\sigma'_{x_0}} = \frac{dm_y}{\sigma'_{y_0}} = \frac{dm_z}{\sigma'_{z_0}}$$

Przyjęcie powyższych zależności uwidoczni się na rys. 3 równoległością odcinka dm do wektora σ' . Innymi słowami styczna s w danym punkcie do linii odkształcenia wyznacza chwilowy kierunek wektora σ' .



Rys. 3.

Rozpatrzymy teraz pracę potrzebną do wykonania danego odkształcenia plastycznego. Oznaczmy przez L

właściwą pracę odkształcenia czyli pracę odniesioną do jednostki objętości ciała. Przyrost tej pracy dL , odpowiadający przyrostowi składowych odkształcenia w czasie dt wyniesie:

$$dL = \frac{\sigma_x (1 + \varepsilon_y) dy (1 + \varepsilon_z) dz \frac{d\varepsilon_x}{dt} dx}{dx \cdot dy \cdot dz} \cdot dt +$$

$$+ \frac{\sigma_y (1 + \varepsilon_x) dx (1 + \varepsilon_z) dz \frac{d\varepsilon_y}{dt} dy}{dx \cdot dy \cdot dz} dt +$$

$$+ \frac{\sigma_z (1 + \varepsilon_x) dx (1 + \varepsilon_y) dy \frac{d\varepsilon_z}{dt} dz}{dx \cdot dy \cdot dz} dt.$$

Uwzględniając zależność [2a] otrzymamy:

$$dL = \sigma_x \frac{d\varepsilon_x}{1 + \varepsilon_x} dt + \sigma_y \frac{d\varepsilon_y}{1 + \varepsilon_y} dt + \sigma_z \frac{d\varepsilon_z}{1 + \varepsilon_z} dt ;$$

a biorąc pod uwagę równania [4] możemy napisać:

$$dL = \sigma_x \cdot dm_x + \sigma_y dm_y + \sigma_z dm_z$$

Przekształcając prawą stronę powyższego równania można doprowadzić ją, korzystając z zależności [2b] i [8], do postaci:

$$dL = \sqrt{\frac{1}{3}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2} \cdot \sqrt{dm_x^2 + dm_y^2 + dm_z^2}$$

a podstawiając wyrażenia [3] i [6] otrzymamy ostatecznie:

$$dL = \sigma' \cdot dm$$

Całkowita praca odkształcenia wykonana w czasie od $t = t_0$ do $t = t_1$ wyniesie więc:

$$L = \int_{t_0}^{t_1} \sigma' dm,$$

przy czym zarówno m jak i σ' są funkcjami czasu t . Jeśli przyjmiemy, że $\sigma' = \text{const.}$, tzn., że materiał nie zmienia swych własności na skutek doznanych odkształceń plastycznych, jednostkowa praca odkształcenia wyniesie:

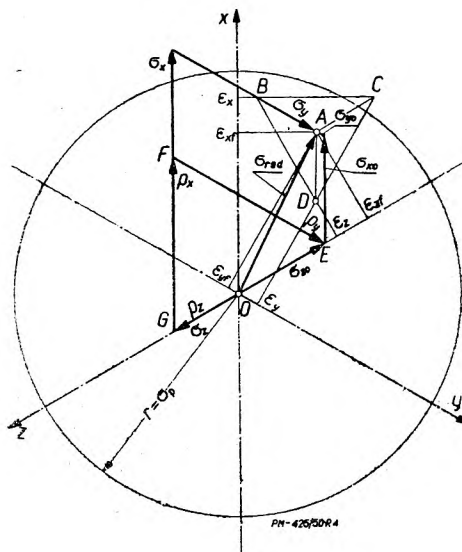
$$L = \sigma' \cdot m.$$

gdzie m jest długością linii odkształcenia w czasie t_0 do t_1 .

Jak było do przewidzenia, pracy odkształcenia plastycznego nie można wyznaczyć, jeśli dany jest tylko

początkowy i końcowy stan odkształcenia określony składowymi m_x, m_y, m_z lub $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$. Praca ta zależy bowiem od sposobu, w jaki zostało dokonane przejście ze stanu początkowego do końcowego co odzwierciedla linia odkształcenia.

Na zakończenie rozpatrzmy po krótku możliwość przedstawienia w analogicznym, płaskim układzie współrzędnych odkształceń sprężystych. Odłóżmy na osiach współrzędnych (rys. 4) wielkości wydłużeń głównych $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ i wystawmy z tych punktów proste prostopadłe do osi współrzędnych. W przypadku ogólnym gdy zmianie postaci ciała towarzyszy również zmiana objętości, te trzy proste nie przetną się w jednym punkcie, lecz utworzą trójkąt równoboczny BCD .



Rys. 4.

Rzuty środka tego trójkąta (punkt A na rys. 4) wyznaczą wielkości wydłużeń głównych $\varepsilon_{xf}, \varepsilon_{yf}, \varepsilon_{zf}$ odpowiadające odkształceniu postaciowemu. Odmierzając $2/3$ wielkości rzutów punktu A otrzymamy, w odpowiedniej skali, wielkość naprężeń głównych odpowiadających odkształceniu postaciowemu: $\sigma_{x_0}, \sigma_{y_0}, \sigma_{z_0}$. Suma geometryczna tych wektorów wypadnie również w punkcie A. Dodając do wektorów $\sigma_{x_0}, \sigma_{y_0}, \sigma_{z_0}$ wektory p_x, p_y, p_z tworzące trójkąt równoboczny EFG, otrzymamy wektory naprężeń głównych $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$, odpowiadające wydłużeniom $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$. Długość boku trójkąta naprężeń EFG wywołujących odkształcenie objętościowe wyznaczamy z zależności:

$$\frac{CD}{EF} = 3\sqrt{3} \frac{1 - 2\nu}{1 + \nu}$$

gdzie CD jest długością boku trójkąta BCD, odpowiadającego odkształceniu objętościowemu, a ν liczbą Poissona.

Z wykresu tego można również wyznaczyć energię odkształcenia postaciowego, która jest proporcjonalna do kwadratu odległości punktu A od początku układu współrzędnych.

Łożyska porowate otrzymywane metodą ceramiki metalowej

Mgr inż. HENRYK BOBOWICZ

Wiadomości ogólne o łożyskach porowatych, otrzymywanych w drodze ceramiki metalowej. — Metody otrzymywania proszków metalowych stosowanych do wyrobu łożysk: żelazo-grafitu, brązo-grafitu, oraz proszku żeliwnego. — Własności łożysk porowatych. — Wskazówki dotyczące eksploatacji łożysk porowatych.

1. Wiadomości ogólne

Łożyska ślizgowe z tworzyw porowatych, otrzymywanych na drodze ceramiki metalowej znalazły w ostatnich czasach szerokie zastosowanie, gdyż posiadają szereg zalet w porównaniu ze zwykłymi łożyskami ślizgowymi. Początkowo produkowano je głównie z brązo-grafitu, później zaczęto stosować również żelazo-grafit, często z domieszką ołowiu. Tworzywa te znane są pod różnymi nazwami jak: *ferrolit* (Szwecja), *porowit* (Czechosłowacja), *woizit* (ZSRR), *sintereisen* (Niemcy) itd.

Znaczna ilość grafitu w tworzywie, dochodząca niekiedy do 6%, zmniejsza współczynnik tarcia łożyska, przez co powiększa się jego długotrwałość, natomiast porowatość tworzywa, sprzyjająca nasyceniu go smarem czyni te łożyska samosmarownymi.

Zastosowanie łożysk porowatych oraz ich charakterystykę ujmuje w ogólnych zarysach tablica I; rodzaje i skład chemiczny tworzyw są podane w tablicy II.

TABLICA I. Przykłady zastosowania łożysk porowatych w przemyśle.

Zastosowanie	Przykłady zastosowania
Ogólna budowa maszyn	Łożyska o nieznacznych obciążeniach i szybkościach 0,1÷1,0 m/sek. Łożyska dla przekładni ślimakowych itp.
Budowa samochodów	Łożyska mechanizmów sprzęgających systemu hamulcowego, rozruszników, przyrządów pomiarowych itp.
Budowa samolotów	Łożyska mechanizmów rozdzielczych, kierowniczych itp.
Budowa parowozów	Łożyska mechanizmów hamulcowych, nawrotowych, serwowatorów itp.
Budowa obrabiarek	Łożyska mniej obciążone w tokarkach, frezarkach, wiertarkach i prasach.
Maszyny rolnicze	Łożyska w koszałkach, żniwiarkach, młynach ręcznych itp.
Maszyny włókiennicze	Tuleje w wałach korbowych, tuleje w wałach łopatkowych itp.
Budowa przyrządów	Łożyska w regulatorach, w mechanizmach zegarowych, w mechanizmach sygnalizacyjnych, w wyłącznikach automatycznych, w mechanizmach kinotechniki itp.

2. Technologia tworzyw porowatych

Do fabrykacji tworzyw porowatych, zarówno z brązu jak i z żelaza używa się proszków o wielkości ziarna od 50 do 300 μ . Odpowiednie ilości sproszkowanych składników miesza się, a następnie prasuje w matrycach, pod ciśnieniem 0,5 do 3 T/cm², po czym sprasowany materiał spieka się w atmosferze redukującej.

Ciśnienie prasowania, temperatury i czas spiekania, zależnie od rodzaju materiału — podane są w tablicy III.

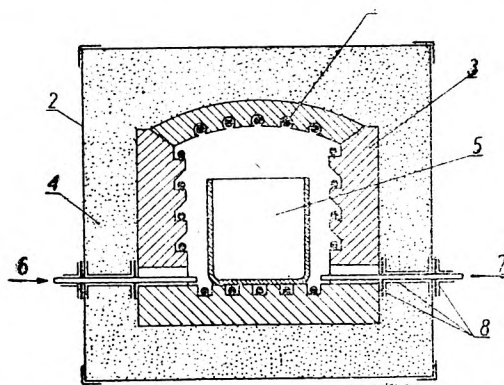
TABLICA II. Skład chemiczny niektórych tworzyw na łożyska porowate.

L. p.	Rodzaj względnie nazwa	Skład chemiczny w %			
		Cu	Sn	Fe	Grafit
1	Woizit	—	—	96÷98	4÷2
2	Brązo grafit	85÷90	14÷7	—	1÷3
3	Compo	88,5	10,0	—	—
4	Poudiron 55-1	5,0	—	95,0	—
5	„ 61-C	10,0	—	90,0	—
6	„ 51-1	—	—	100,0	—
7	Oilit	90,0	10,0	—	—
8	Iron oilit	—	—	100,0	—
9	Super oilit	25,0	—	75,0	—
10	Selfebus brąz	90,0	10,0	—	—
11	Selfebus iron	5,0	—	95,0	—
12	Durens iron	2,0	—	98,0	—
13	Durens brąz	89,0	10,0	—	1,0
14	Stop 61	90,0	10,0	—	—
15	„ 81	90,0	9,0	—	1,0
16	„ 86	14,0	—	85,0	1,0
17	„ 139	—	—	100,0	—

TABLICA III. Ciśnienie sprasowania, temperatury oraz czas spiekania tworzyw porowatych.

Rodzaj tworzywa	Ciśnienie w T/cm ²	Temperatura spiekania w °C	Czas spiekania
Żelazo-grafit	2,5÷3	1040÷1100	45÷50 min.
Brązo-grafit	1,5÷2,5	700÷750	1÷2 godz.

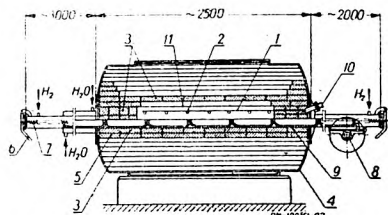
Spiekanie winno odbywać się w piecach elektrycznych, przelotowych lub muflowych w atmosferze wodoru. Schemat pieca muflowego do spiekania pokazany jest na rys. 1, przy czym wodór doprowadza



Rys. 1. Schemat pieca muflowego - elektrycznego do spiekania wyrobów z żelazo-grafitu: 1 — uzwojenie grzejnika elektrycznego, 2 — płaszcz zewnętrzny, 3 — obmurowanie z materiału ognioodpornego, 4 — izolacja, 5 — skrzynka do umieszczenia wyrobów, 6 — wlot wodoru, 7 — wylot wodoru, 8 — uszczelnienie rurki.

się do komory pieca, w której umieszczony jest wyrób. Zamknięcie pieca winno być hermetyczne, zabezpieczające przed przedostaniem się powietrza.

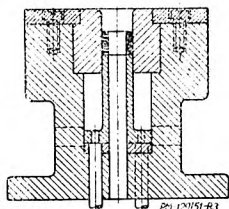
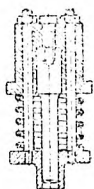
Chłodzenie po spiekaniu odbywa się bądź w specjalnych chłodnicach, stanowiących przedłużenie komory pieca (w piecach przelotowych, rys. 2), bądź też w specjalnych komorach przy pomocy strumienia powietrza.



Rys. 2. Schemat pieca przelotowego elektrycznego do spiekania wyrobów żelazo-grafitowych. Grzejniki molibdenowe, temperatura do 1300°C: 1 — grzejnik elektryczny, 2 — podtrzymańcze grzejników elektrycznych, 3 — cegła ogniotrwała, 4 — obudowa pieca, 5 — izolacja, 6 — pokrywa zamykająca, 7 — sprężyna, 8 — napęd posuwu, 9 — skrzynia zarzeniowa, 10 — doprowadzenie prądu elektrycznego, 11 — blacha molibdenowa odbijająca promienie grzejnika.

Charakterystyczną cechą tworzyw porowatych jest to, że podczas spiekania wymiary liniowe wyrobów z proszków drobnoziarnistych zmniejszają się, natomiast wymiary wyrobów z proszków gruboziarnistych powiększają się.

Wyroby po spiekaniu mogą być poddawane obróbce mechanicznej skrawaniem. Zamiast skrawania zaleca się stosować kalibrowanie w matrycach (rys. 3), które nie powoduje zamykania por tworzywa jak to ma miejsce w czasie obróbki skrawaniem. Kalibrowanie wyrobów w matrycach ma również na celu nadanie tworzywu ostatecznej ścisłości (gęstości) i dokładnych wymiarów wyrobu. Po wyjściu z formy, przekalibrowane wyroby powiększają zazwyczaj swoje rozmiary w nieznacznych granicach (0,02 ÷ 0,04 mm, zależnie od wymiarów wyrobu).



Rys. 3. Matryca do kalibrowania pierścieni łożyskowych z materiałów porowatych przeciwciernych.

Obróbkę skrawaniem łożysk z żelazo-grafitu zaleca się wykonywać wg danych zawartych w tablicy IV, przy czym wielkości cyfrowe odnoszą się do obróbki nożami ze spiekanych węglików BK8¹⁾ (wg W. S. Rakowskiego).

TABLICA IV. Warunki skrawania przy obróbce wiórowej żelazo-grafitu.

Rodzaj obróbki	Porowatość normalna					Porowatość zwiększona						
	v m/min	g mm	p mm/obr	kąty skrawania			v m/min	g mm	p mm/obr	kąty skrawania		
				α	φ	τ				α	φ	τ
Zgrubna Wykańczająca	36 ÷ 40	0,8	0,8	18	5 ÷ 6	10	18 ÷ 20	0,5	0,5	18	5	10
	80 ÷ 100	0,5	0,6	18	6 ÷ 8	10	40 ÷ 50	0,3	0,3	18	6	10

¹⁾ Skład chemiczny: 85,0 ÷ 85,5% W; 5,3% C; 7,5 ÷ 8,0% Co; 1,5% domieszki.

Materiały porowate poddawane kalibrowaniu winny być uprzednio nasycone smarem przez zanurzenie w oleju w ciągu 5 ÷ 10 min w temperaturze otoczenia. Tworzywa obrabiane skrawaniem nasycą się najpierw smarem podgrzany do 90 ÷ 120°C w ciągu 3—4 godz., a następnie zanurza się w zbiorniku z olejem o temperaturze otoczenia. Do nasycania używa się zwykły olej maszynowy, jaki jest przewidziany do pracy łożyska.

Nasycanie olejem ma na celu nadanie tworzywu własności samosmarownych i podniesienie odporności na korozję. Nasycanie odbywa się przeważnie w próżni, ażeby powietrze zawarte w porach nie utrudniało doprowadzenia do nich smaru.

Samosmarowność łożyska nasyczonego olejem tłumaczy się następująco: pory posiadają własności naczyń włoskowatych i do pewnego stopnia zatrzymują olej wbrew ssącemu działaniu czopa obracającego się w łożysku, jednak ssanie to pozwala na dostateczne oliwienie powierzchni ślizgowych.

Zużycie smaru znajdującego się w porach tworzywa jest minimalne. Według danych inż. E. Bryjaka łożysko o Ø 40 mm, przy szybkości 1000 obr/min i obciążeniu 10 kG/cm², które na początku pracy zawierało 35% oleju (objętościowo) — po przepracowaniu 4000 godzin posiadało jeszcze 24% oleju.

Po obróbce mechanicznej łożyska poddaje się powtórnie nasyceniu olejem.

Celem podniesienia wytrzymałości na zużycie, łożyska z żelazo-grafitu oksyduje się przy użyciu pary wodnej. Proces ten wyraża się następującym wzorem:



Proces odbywa się zazwyczaj w temperaturze 400 ÷ 500°C w piecach specjalnych, w których umieszcza się wyroby przeznaczone do utleniania; przez komorę pieców przepuszcza się strumień pary wodnej. Dzięki powłoce Fe₃O₄ powstającej przy oksydowaniu, twardość na powierzchni wyrobu znacznie wzrasta (3 do 4 krotnie). Oksydowanie powoduje również podwyższenie modułu sprężystości i granicy plastyczności.

Otrzymywanie proszków, stosowanych w ceramice metalowej do wyrobu łożysk

1. **Żelazo-grafit.** Proszek żelazny, stosowany w ceramice metalowej otrzymuje się w drodze:

- a) regeneracji zgorzeliny,
- b) elektrolitycznej,
- c) rozdrabniania odpadków żelaza w młynach kulowych,
- d) rozpylania,
- e) rozkładu węglików.

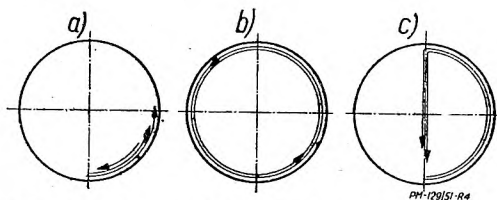
a) Najbardziej rozpowszechnioną metodą jest regeneracja zgorzeliny, występującej jako produkt uboczny przy walcowaniu żelaza. Zgorzelina poddaje się rozdrabnianiu w młynach kulowych w ciągu 20 ÷ 24 godzin, a następnie przesiewa się przez szereg sit, przy czym gęstość sit wynosi 100 do 200 oczek na 1" bieżący. Przesiany proszek poddaje się redukcji w atmosferze wodoru, amoniaku lub gazu generatorowego, w temperaturze 800 ÷ 900°C, w ciągu 2 ÷ 4 godzin. Proszek otrzymany w powyższy sposób zawiera

zazwyczaj 92 ÷ 95% Fe; gęstość proszku waha się w granicach 0,5 ÷ 3,5 g/cm³, zależnie od warunków regeneracji. Im wyższa temperatura przy redukcji, mniejsza koncentracja ośrodka (gazu), oraz grubszy materiał wyjściowy (zgorzelina) — tym większa jest gęstość proszku. Na łożyska stosuje się proszki których gęstość utrzymuje się w granicach 1,5 ÷ 2,0 g/cm³.

b) Otrzymywanie proszków żelaza metodą elektrolizy ma, na skutek wysokich kosztów produkcji, ograniczone zastosowanie. Jako elektrolitu używa się wodny roztwór siarczanu żelaza z nieznacznym dodatkiem H₂SO₄. Koncentracja żelaza wynosi 50 ÷ 100 g na 1 litr roztworu. Anody stosuje się stalowe. Przebieg elektrolizy odbywa się w następujących warunkach: natężenie prądu 4 ÷ 6 A/dcm², napięcie w wannie 1,6 ÷ 1,86 V, temperatura 50 ÷ 55°C. Przy tej metodzie współczynnik wydajności $\eta = 0,85 \div 0,90$. Zużycie energii elektrycznej wynosi 3500 ÷ 4000 amperogodzin na 1 tonę proszku. Otrzymany w ten sposób proszek rozdrabnia się w młynach kulowych, a następnie poddaje się żarzeniu w temperaturze 700 ÷ 800°C (w ciągu 1,5 ÷ 2 godz) w atmosferze wodoru lub amoniaku.

c) Metoda rozdrabniania odpadków żelaza w młynach kulowych znajduje mniejsze zastosowanie i stosowana jest głównie przy rozdrabnianiu metali kruchych jak żeliwo, stal hartowana, brąz itp. Cechą zasadniczą młynów kulowych jest prostota ich konstrukcji i działania.

Do okrągłego bębna stalowego, w którym umieszczone są twarde kule metalowe różnej wielkości, wrzuca się przeznaczony do rozdrabniania materiał, po czym bęben wprawia się w ruch obrotowy. Kule, unoszone siłą odśrodkową po obwodzie, osiąga swoje szczytowe położenie, po czym spadają, rozbijając swoim ciężarem znajdujący się na dolnej części obwodu bębna materiał.



Rys. 4. Schemat pracy młyna kulowego: a — szybkość obrotu niedostateczna, b — szybkość za duża, c — szybkość dobrana dobrze (kule spadają z góry na dół).

Praca młynów kulowych zależna jest od doboru szybkości obrotowej bębna. Rozróżniamy trzy zasadnicze przypadki pracy młynów (rys. 4): a — szybkość obrotowa niedostateczna; kule unoszą się tylko na nieznaczną wysokość po obwodzie bębna i nie wykonują pracy „rozbijania”. Rozdrabnianie w tym przypadku przebiega zbyt wolno, gdyż cząsteczki materiału są ścierane, a nie rozbijane; b — szybkość obrotowa zbyt duża, wskutek czego kule przyciskane są siłą odśrodkową do ścianek bębna i razem z nim obracają się. Oczywiście, że nie ma w tym przypadku pracy rozdrabniania. Najmniejsza szybkość obrotowa bębna przy której kule zaczynają wirować razem z obwodem bębna — nazywa się szybkością krytyczną młyna kulowego; c — szybkość obrotowa bębna dobrana właściwie. Na drodze eksperymentalnej ustalono, że dla młynów

kulowych właściwa szybkość obrotowa leży w granicach 60 ÷ 70% szybkości krytycznej.

d) Metoda rozpylania polega na tym, że do komory rozpylacza wlewa się ciekłą strugą roztopiony metal (w temperaturze 1350 ÷ 1400°C), który ulega rozpyleniu za pomocą sprężonego powietrza (4 ÷ 6 at), skierowanego z dysz o małych przekrojach na strugę metalu. Najlepsze rezultaty otrzymano przy strudze o $\varnothing 17 \div 18$ mm, ciśnieniu powietrza 4 at i szerokości dyszy 2,4 ÷ 2,5 mm (wg Rakowskiego). Jako materiał wyjściowy w tej metodzie używa się: wióry żelazne, wlewki i inne odpady. Wsad składa się z odpadków żelaza z dodatkiem zendry, pyłu węglowego, wapnia i koksu.

W wyniku rozpylania otrzymuje się tzw. „twardy metal“ z zawartością do 4% C, 6% O₂ i 15 ÷ 20% tlenku żelaza. Po wysuszeniu otrzymany produkt poddaje się żarzeniu w atmosferze wodoru w temperaturze 800°C, a następnie przesiewa się.

Metoda ta pozwala osiągnąć wydajność do około 5 ÷ 7 ton proszku na godzinę. Ziarnistość otrzymanego proszku żelaza jest następująca:

ziarna o grubości 0,3÷0,4 mm	10÷20%
„ „ „ powyżej 0,4 mm	5÷10%
„ „ „ poniżej 0,06 mm	ponad 30%

e) Metoda rozkładu węglików polega na rozbiciu karbonyliku żelaza Fe(CO)₅ cieczy prawie bezbarwnej, o ciężarze właściwym 1,433 i temperaturze wrzenia 102,7°C. Proces termicznego rozkładu węglików odbywa się zazwyczaj w temperaturze 150 ÷ 400°C i wymaga dużej ostrożności, gdyż przy reakcji wywiązuje się trujący tlenek węgla, zaś otrzymany tą drogą proszek żelazny często bywa tak drobny, że staje się łatwo zapalny.

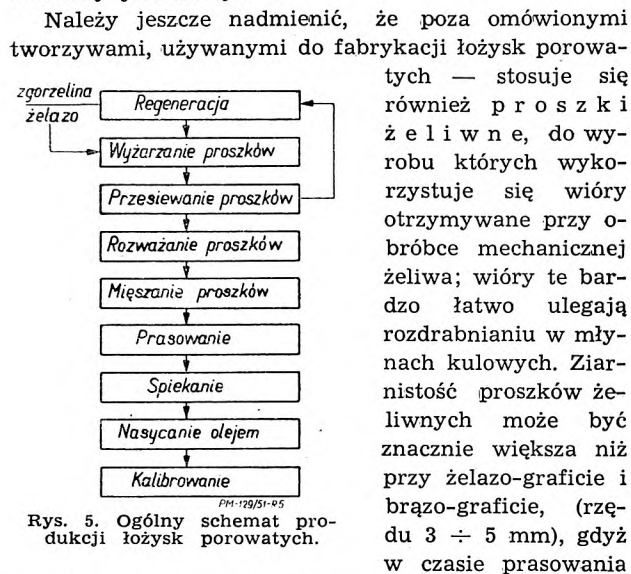
2. **Brązo-grafit.** Tworzywa brązo-grafitowe produkowane są albo ze sproszkowanych gotowych brązów, albo z mieszaniny proszków miedzi i cyny; sposób ostatni daje lepsze rezultaty. Proszek brązu przed zmieszanym z grafitem należy poddać żarzeniu w temperaturze 250 ÷ 400°C w ciągu 0,5 ÷ 1 godz. Wyżarzony proszek miesza się z grafitem, a następnie poddaje się prasowaniu i spiekaniu. Gotowe wyroby mogą być kalibrowane lub obrabiane skrawaniem, analogicznie jak żelazo-grafit, lecz przy nieco innych warunkach. Prasowanie odbywa się pod ciśnieniem 1,5 ÷ 2,5 T/cm², zaś spiekanie w temperaturze 700 ÷ 750°C w ciągu 1 ÷ 2 godzin. Bardzo ważnym warunkiem jest dobre wymieszanie proszków przed prasowaniem i dlatego czas mieszania w bębnach nie powinien być krótszy jak 2 ÷ 3 godzin.

Proszki metalowe, stosowane do fabrykacji łożysk brązo-grafitowych winny odpowiadać warunkom podanym w tablicy V.

TABLICA V. Charakterystyka proszków metalowych stosowanych do produkcji łożysk brązo-grafitowych.

Metal	Gęstość g/cm ³	Ziarnistość μ	Resztki na sicie 200 oczek/1''	Najmniejsza zawartość czystego metalu w %
Miedź	1,0÷2,0	150÷300	10%	96÷97%
Cyna	1,5÷2,5	200÷350	5%	97÷98%

Na podstawie omówionej technologii tworzyw porowatych, można ułożyć ogólny schemat produkcji łożysk z tych tworzyw, który w grubych zarysach przedstawiony jest na rys. 5.



większe ziarna zostają dodatkowo skruszone. Najlepszym materiałem wyjściowym przy fabrykacji żeliwnych tworzyw porowatych są wióry żeliwne z zawartością krzemu nie więcej jak $1,4 \div 1,6\%$.

Technologia wykonania łożysk porowatych żeliwnych jest bardzo zbliżona do technologii łożysk żelazo-grafitowych, z tą różnicą, że w przypadku łożysk żeliwnych nie ma potrzeby dodawania grafitu, gdyż jest on w dostatecznej ilości w żeliwie. Właściwością żeliwnych tworzyw porowatych jest, że przy spiekaniu powiększają one bardzo znacznie wymiary ($6 \div 6,5\%$ objętościowo).

W przypadku prasowania proszków żeliwnych gruboziarnistych — należy stosować w matrycy nacisk dwustronny, tzn. prasować proszek z dwóch stron jednocześnie (siły nacisku skierowane w przeciwnych kierunkach).

Przeprowadzone badania wykazały, że prawie wszystkie pory w łożyskach żeliwnych są otwarte, podczas gdy w tworzywach z żelazo-grafitu mamy tylko $60 \div 70\%$ por otwartych; daje to możliwość stosowania w łożyskach żeliwnych mniejszej porowatości dla otrzymania tego samego stopnia nasycenia smarem.

Żeliwne łożyska porowate są znacznie tańsze w fabrykacji w porównaniu z łożyskami porowatymi innych rodzajów, jednak można je stosować jedynie dla nieznacznych obciążeń. Jeżeli np. łożyska z żelazo-grafitu mogą być stosowane do obciążeń dochodzących do 80 kg/cm^2 , to łożyska z żeliwa porowatego można obciążać najwyżej do $45 \div 50 \text{ kg/cm}^2$.

3. Własności łożysk porowatych

Głównymi wskaźnikami jakości łożysk porowatych są:

- współczynnik tarcia,
- ścieralność,
- stopień porowatości,
- wytrzymałość na nacisk,
- twardość,
- udarność.

Jak już wspomniano, ze wszystkich łożysk porowatych, wykonanych metodą ceramiczną, najbardziej rozpowszechnione są łożyska żelazo-grafitowe i brązo-grafitowe. Dlatego też poniżej omówione zostaną tylko własności tych właśnie rodzajów łożysk.

Według swej struktury, tworzywa przeciwcierne żelazo-grafitowe mogą być podzielone na 3 grupy: ferrytyczne, perlityczne i cementytowe. Otrzymanie tej lub innej grupy zależy od stosunku zawartości żelaza i grafitu oraz od warunków spiekania.

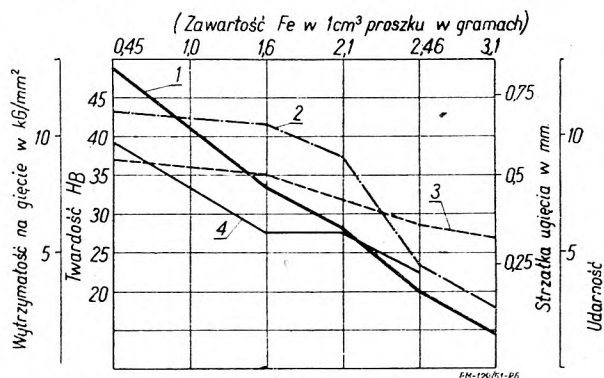
W materiałach o strukturze ferrytycznej zawartość grafitu waha się w granicach od $0,5 \div 1,0\%$, zaś w strukturze perlitycznej od $1,0 \div 2,5\%$. W strukturze cementytowej grafit znajduje się w ilości ponad $2,5\%$. Zawartość wolnego cementytu powyżej 5% jest dopuszczalna, gdyż nadmiar cementytu powoduje gwałtowny spadek własności mechanicznych i przeciwciernych. A więc najbardziej pożądaną jest struktura ferrytyczno-perlityczna.

Bardzo znaczny wpływ na własności łożysk posiada stopień porowatości tworzywa. Jako zalecaną porowatość łożyska, w końcowej fazie fabrykacji, przyjmuje się $25 \div 32\%$; zależna jest ona od ciśnienia przy prasowaniu, grubości ziaren proszku, zawartości grafitu oraz warunków spiekania.

Wraz ze wzrostem ciśnienia przy prasowaniu, zmniejszeniem zawartości grafitu, przedłużeniem procesu spiekania i ze zmniejszeniem ziarnistości proszków — zmniejsza się porowatość gotowego tworzywa.

Według porowatości, łożyska można podzielić na 3 grupy:

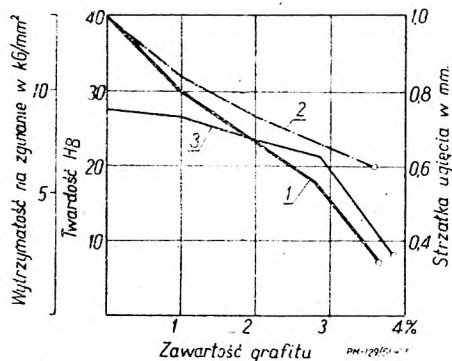
- z dużą porowatością ($25 \div 32\%$), do pracy przy dużych szybkościach i małych obciążeniach;
- z normalną porowatością ($18 \div 25\%$), dla łożysk średnio obciążonych i przy średnich szybkościach;
- z małą porowatością ($10 \div 12\%$), dla pracy przy małych szybkościach i przy znacznych obciążeniach.



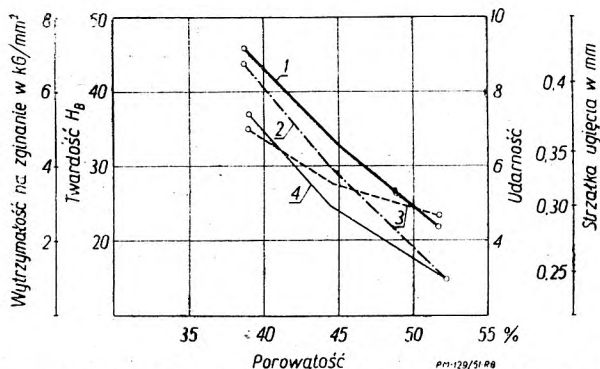
Rys. 6. Własności mechaniczne „woizitu“ w zależności od gęstości proszków: 1 — krzywa twardości Brinella, 2 — krzywa wytrzymałości na zginanie, 3 — krzywa udarności, 4 — krzywa strzałki ugięcia (wg Bolszina i Karolenki).

Własności mechaniczne łożysk porowatych zależą w pierwszym rzędzie od składu chemicznego tworzyw i od ziarnistości proszków. Powiększenie zawartości grafitu i gęstości proszków (zawartość Fe w 1 cm^3 proszku) powoduje spadek twardości, udarności i wytrzymałości na zginanie. Ziarnistość grafitu ma wpływ odwrotny: drobnoziarniste proszki grafitu dają niższe wskaźniki mechaniczne niż gruboziarniste.

Wykresy na rys. 6, 7, 8 charakteryzują zmiany własności mechanicznych „woizitu“ w zależności od gęstości proszków, porowatości oraz zawartości grafitu.



Rys. 7. Własności mechaniczne „woizitu“ w zależności od zawartości grafitu: 1 — krzywa twardości Brinella, 2 — krzywa wytrzymałości na zginanie, 3 — krzywa strzałki ugięcia (wg Bolszina i Karolenki).



Rys. 8. Własności mechaniczne „woizitu“ w zależności od porowatości: 1 — krzywa twardości Brinella, 2 — krzywa wytrzymałości na zginanie, 3 — krzywa strzałki ugięcia, 4 — krzywa udarności (wg Bolszina i Karolenki).

Przy projektowaniu matryc do prasowania tulei łożyskowych należy uwzględnić skurcz przy spiekaniu, pamiętając o tym, że proszki gruboziarniste dają skurcz mniejszy niż drobnoziarniste.

4. Wskazówki dotyczące eksploatacji łożysk porowatych

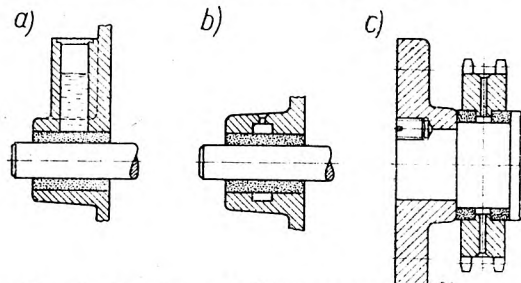
Łożyska porowate z reguły wykonywane są przez producenta jako wyroby gotowe i wszelka obróbka mechaniczna przed ich wmontowaniem jest zbędna. Osadzenie tulei łożyskowych osiąga się przez wciśnięcie do gniazda za pomocą prasy śrubowej lub hydraulicznej. Średnice zewnętrzne wykonuje się w tolerancjach, podanych w tabelicy VI (wg Rakowskiego). Witkowskie Zakłady w Morawskiej Ostrawie podają pasowania wewnętrznych średnic tulei na H7, zaś średnic zewnętrznych na r7 (wg. ISA).

TABELICA VI. Naddatki na wcisk na średnicach zewnętrznych tulei łożysk porowatych (wg Rakowskiego).

Średnica tulei w mm	Naddatek na wcisk w mm	
	Łożyska	
	z żelazo-grafitu	z brązo-grafitu
do 10	0,025	0,06
ponad 10÷50	0,045	0,08
„ 50÷70	0,10	0,12
„ 70	0,15	0,16

Obróbkę mechaniczną skrawaniem stosuje się jedynie w wyjątkowych przypadkach. Jako narzędzie do toczenia używa się diamentu względnie noży z płytkami z węglików spiekanych, przy dużych szybkościach toczenia i możliwie małym posuwie (0,05 ÷ 0,1 mm).

W łożyskach porowatych, w odróżnieniu od zwykłych łożysk ślizgowych, smar doprowadza się nie bezpośrednio do powierzchni ciernych, lecz do powierzchni zewnętrznej tulei, skąd smar zostaje zasysany przez pory ścian tulei. Takie doprowadzanie smaru daje bardzo dobre rezultaty, gdyż w ten sposób wysysany z por smar jest stale uzupełniany i odświeżany. Sposoby doprowadzania smaru pokazane są na rys. 9.



Rys. 9. Sposoby smarowania łożysk porowatych.

Zdolność zachowania smaru w porach tulei łożyskowej ma zasadnicze znaczenie i jest tym większa im większa jest porowatość, niższa temperatura robocza i im większa jest grubość ścianek tulei łożyskowej.

Zalecane graniczne wielkości nacisków jednostkowych oraz szybkości obwodowych dla łożysk żelazo-grafitowych podane są w tabelicy VII.

TABELICA VII. Dopuszczalne naciski jednostkowe i szybkości obrotowe dla łożysk z żelazo-grafitu (wg Rakowskiego).

Naciski jednostkowe kG/cm ²	Szybkości obwodowe w m/sek
70	0,50
62	0,75
56	1,00
45	1,50
35	2,00
27	2,50
20	3,00

Łożyska porowate, na osnowie żelazo-grafitowej można stosować zarówno na wałach utwardzonych jak i miękkich.

Wg danych Bolszina łożyska z „woizitu“ winny odpowiadać następującym warunkom technicznym:

- 1) stosunek długości tulei do średnicy $b/d \geq 2$,
- 2) porowatość 20÷35% (objętościowo),
- 3) zawartość żelaza nie mniej niż 97%,
- 4) zawartość węgla:
 - a) ogólna 0,5÷2,0%,
 - b) wolnego nie więcej 2%,
- 5) zdolność wchłaniania smaru do 5% objętości łożyska (nie mniej 70% ogólnej objętości por),
- 6) powierzchnia powinna być gładka i bez pęknięć.

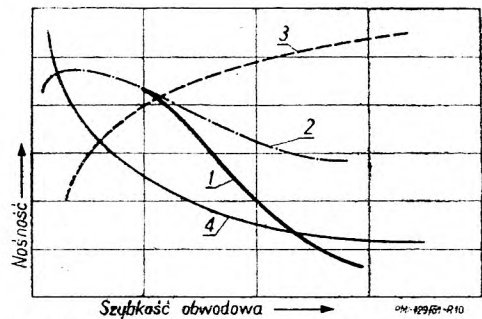
Dobra praca łożysk porowatych zależna jest również od doboru smaru. Zasadniczy warunek, jakiemu winny odpowiadać smary jest odporność na utlenianie, gdyż doprowadza to do zanieczyszczenia por i pogorszenia warunków smarowania. Z tego punktu widzenia łożyska z żelazo-grafitu mają znaczną przewa-

gę nad łożyskami brązo-grafitowymi, gdyż miedź wchodząca w skład tworzywa ma działanie katalizatora i sprzyja utlenianiu smaru. Charakterystyczną cechą łożysk porowatych jest bardzo małe zużycie smarów, gdyż przeszło dziesięciokrotnie mniejsze w porównaniu do zużycia w zwykłych łożyskach ślizgowych. W tabelicy VIII zestawione są współczynniki porównawcze zużycia smarów dla kilku różnych tworzyw (wg Rakowskiego).

TABELICA VIII. Zużycie smarów przez łożyska.

Tworzywo użyte na łożysko	Współczynnik zużycia smaru
Zeliwo porowate	1,0
Woizit (żelazo-grafit)	0,075
Brązo-grafit	0,09
Brąz łożyskowy	1,35
Babbitt B-85	1,25

Na zakończenie należy podkreślić, że łożyska ślizgowe z materiałów porowatych nie należy traktować jako zło konieczne, tzn. jako produkt zastępczy z braku łożysk tocznych, względnie łożysk ślizgowych z wysoko-cynowych stopów łożyskowych. Jak widać z wykresu na rys. 10 nośność łożysk tocznych (krzywa 4) w pewnych strefach spada znacznie szybciej ze wzrostem szybkości niż u łożysk porowatych, a zwłaszcza u łożysk porowatych z dodatkowym smarowaniem (krzywe 1 i 2). W obrębie mniejszych szybkości (poniżej 1 m/sek) łożyska porowate są znacznie lepsze od łożysk z wysoko cynowych stopów łożyskowych (krzy-



Rys. 10. Charakterystyka porównawcza łożysk porowatych z łożyskami tocznymi i ze stopów cynowych; 1 — łożyska porowate z dodatkowym smarowaniem, 2 — łożyska porowate z stopów wysoko-cynowych, 3 — łożyska ze stopów wysoko-cynowych, 4 — łożyska toczne.

wa 3), które z reguły pracują dobrze jedynie na dużych szybkościach obrotowych (powyżej 3 m/sek). Poza tym nie sposób pominąć faktu, że moment tarcia przy rozruchu w łożyskach porowatych jest bardzo mały i rośnie dopiero przy dużych szybkościach, gdy w łożyskach ślizgowych ze stopów wysoko cynowych moment tarcia przy rozruchu jest zazwyczaj bardzo duży.

Ź R Ő D Ę A

- W. S. Rakowski — Miałokieramika w maszynostrojeniu — Maszgin 1948.
 J. S. Uman'skij — Poroszkowaja mietalurgija i jejo primienienije w sowriemiennoj technike — Moskwa — 1950.
 E. Bryjak — Ceramika metalowa. Katowice — 1946.
 Kieffer und Hotop — Sintereisen und Sinterstahl, Berlin, 1943.
 E. Heidebroch — Richtlinien für den Austausch von Wälzlagern gegen Gleitlager. Technische Hochschule — Dresden — 1949.
 M. Bolsin — Poroszkoweje mietalowiedienije — Moskwa — 1948.

Projektowanie urządzeń dźwigowo — transportowych z punktu widzenia ich cyklu remontowego

Mgr inż. JERZY WRÓBLEWSKI

Artykuł ma za zadanie wskazanie konstruktorom urządzeń dźwigowo-transportowych drogi do konstruowania jakościowo lepszego, bo opartego o planową eksploatację projektowanych urządzeń. Artykuł zawiera jedynie wskazówki ogólne; poza tym ma na celu ogólne usystematyzowanie metod wprowadzających elementy gospodarki planowej do eksploatacji urządzeń nietypowych.

A. Projektowanie urządzeń dźwigowych i transportowych w odróżnieniu od urządzeń produkcji seryjnej i masowej

Projektowanie, jak i eksploatacja urządzeń typowych, budowanych w dużych seriach, lub masowo (samochody, tabor kolejowy, obrabiarki) różnią się znacznie od projektowania i eksploatacji urządzeń i mechanizmów nietypowych, budowanych w niewielkich seriach, lub pojedynczo.

Projektowanie urządzeń wytwarzanych masowo lub w dużych seriach powinno być bardzo ekonomiczne, tzn. musi opierać się o dokładnie opracowane metody obróbkowe, co jest z reguły uzupełniane szczegółowymi badaniami prototypów, dającymi w efekcie ciągłe ulepszanie kolejnych serii produkcji.

1) Tytuł artykułu mówi o urządzeniach dźwigowych i transportowych z tego powodu, że poruszany temat przeważnie ich dotyczy. W treści natomiast mowa jest ogólnie o urządzeniach nietypowych, tj. wytwarzanych pojedynczo lub w tzw. małych seriach.

Projektowanie urządzeń wytwarzanych jednostkowo, dokonywane jest z konieczności przede wszystkim z punktu widzenia pewności ruchu, łatwości obsługi i remontu, kosztem ekonomii konstrukcji i ekonomii pracy urządzenia (np. stosowanie typowych części mechanizmów do mechanizmów różnych typów).

Rozbieżność założeń konstrukcyjnych powoduje zasadnicze różnice w organizacji remontów. Jeżeli zakłady remontowe urządzeń wytwarzanych seryjnie i masowo specjalizują się w remoncie pewnych grup urządzeń, lub nawet określonych typów, to zakłady remontowe urządzeń nietypowych, wytwarzanych jednostkowo, muszą objąć dużą ilość typów często rozbieżnych konstrukcyjnie i obróbkowo.

Remonty urządzeń dźwigowo-transportowych są z reguły pozostawione, mniej lub więcej przypadkowo, wybranym zakładom, przy czym opracowanie remontu jest oparte całkowicie na doświadczeniu samych warsztatowców. O ile więc upraszczamy konstruowanie,

o tyle komplikujemy eksploatację urządzeń nietypowych. Jesteśmy obecnie w posiadaniu wielu urządzeń nietypowych, oraz projektujemy wiele takich urządzeń różnorodnej konstrukcji i nasz dobrze pojęty interes narodowy wymaga aby mimo wytężonej czasem eksploatacji, urządzenia te jak najdłużej były w ruchu, oraz aby jednocześnie jak najmniej ludzi i obrabiarek zatrudnić przy ich remoncie. Aby cel ten można było osiągnąć należy:

1. przy projektowaniu urządzeń nietypowych szeroko i wnikliwie uwzględnić eksploatację, a szczególnie cykl remontowy;
2. równocześnie z projektem urządzenia wykonywać album niezbędnych części zamiennych, poza tym wykorzystywać przeglądy techniczne oraz pierwszy remont urządzenia do sporządzania tzw. *planu remontów* (cyklu remontowego) i uzupełnienia albumu części zamiennych.

B. Okres eksploacyjny

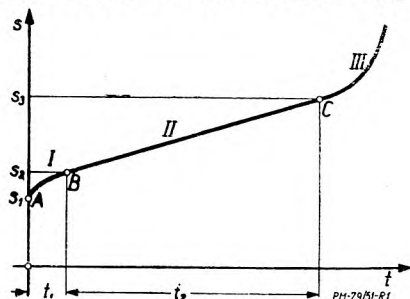
Przystępując do opracowania dokumentacji technicznej dla nowego urządzenia nietypowego, nie można zwykle określić całkowitego okresu pracy urządzenia. Przeważnie okres pracy urządzenia nietypowego kończy się z chwilą wprowadzenia urządzenia nowoczesniejszego. Jednak w okresie odbudowy, po zniszczeniach wojennych, byliśmy zmuszeni poddać remonciowi tak wiele urządzeń i tak wiele z tych urządzeń będzie musiało jeszcze pełnić długą służbę, że nasz pogląd na sprawę remontów uległ gruntownej rewizji.

Musimy wobec tego przyjąć zasadnicze założenie, że możemy przeprowadzać i zaplanować remonty urządzenia tak, że okres eksploatacji będzie prawie dowolnie długi i przestarzałość urządzenia wystąpi wcześniej, niż nastąpi jego bezużyteczność z powodu zniszczeń eksploacyjnych.

Tylko takie założenie jest uzasadnione w gospodarce planowej i przyjmując to założenie jako podstawę, należy z góry narzucić określony *cykl remontowy* oraz *wstępny harmonogram zużycia części*, przy czym obliczenia poszczególnych mechanizmów i części muszą odpowiadać eksploatacyjnie przyjętym założeniom.

C. Cykl remontowy

Przyczyną konieczności remontowania urządzeń lub ich części jest zużycie wynikłe z czasu pracy, co można scharakteryzować na wykresie (rys. 1), podającym



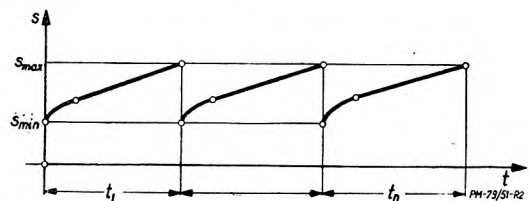
Rys. 1.

zmianę jakiegokolwiek wartości s charakteryzującej zużycie części w funkcji czasu t . Część I krzywej odnosi się do okresu, w którym części współpracujące ze sobą docierają się. Część II — do właściwego okresu eks-

ploatacji. Część III — do okresu, w którym brak nadzoru technicznego powoduje nadmierne zużycie i uszkodzenie części, mogące doprowadzić do awarii.

Na wykresie tym najbardziej charakterystycznym jest punkt C. Określenie współrzędnych tego punktu jest bardzo trudne, przy czym jeżeli wartość s_3 można z dużym przybliżeniem określić tak, by być pewnym, że założone maksymalnie zużycie nie będzie powodowało niepożądanych skutków w pracy urządzenia, to wartość $t_1 + t_2$ jest niemożliwa do określenia z góry z powodu całkowitego braku materiału doświadczalno-statystycznego, który mógłby dać konstruktorowi chociaż przybliżone podstawy obliczeniowe. Wartość ta natomiast jest w każdym przypadku możliwa do uchwycenia podczas pierwszego remontu urządzenia.

Cykl remontowy wyrażony jako „zużycie części” przedstawiony jest na rys. 2.



Rys. 2.

Remont urządzenia składa się z remontów poszczególnych jego części (obróbka lub wymiana). W zależności od typu remontu wykonuje się różne zabiegi prowadzące do przywrócenia poszczególnym częściom urządzenia pełnej zdolności eksploatacyjnej.

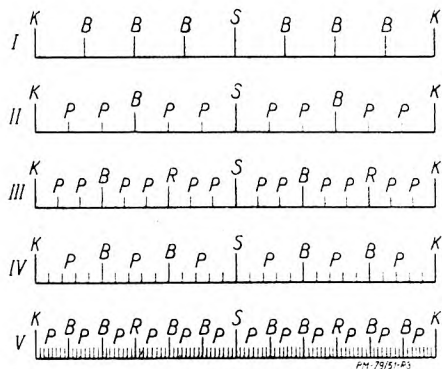
Remonty podzielić można na: a) *bieżące*, b) *średnie*, c) *kapitałne*.

Oprócz tego należy zwrócić uwagę na *przeгляд techniczny* oraz tzw. *remont roczny*, który może być w zasadzie remontem średnim lub kapitałnym i jest dokonywany wówczas, gdy urządzenie posiada w ciągu roku odpowiednio długą przerwę ruchu, spowodowaną okresowym przerwaniem eksploatacji. Podział i charakter podanych rodzajów remontów objaśnia tabela I.

TABLICA I.

Rodzaj remontu		Przeгляд techniczny	Remont bieżący	Remont średni	Remont kapitałny
miejsce wykonania	Na miejscu pracy	+	+(-)	-	-
	Z częściowym przeniesieniem mechanizmów do zakładów remontowych	-	-(+)	-(+)	-
	W zakładach remontowych	-	-	+(+)	+
rozbior-ka me-chan.	Bez rozbior-ki	+	-	-	-
	Rozbior-ka częściowa	-(+)	+	+	-
	Rozbior-ka całkowita	-	-	-	+
czynności	Oczyszczenie	+	+	+	+
	Regulacja organów zewnętrznych	+	+	+	+
	Regulacja organów wewnętrznych	-	+	+	+
	Zamiana części	+	+	+	+
	Naprawa części	-	+	+	-

Cykl remontowy zawiera się między dwoma remontami kapitałnymi i w zależności od typu urządzenia i charakteru jego pracy, zawiera różnie rozłożone poszczególne rodzaje remontów. Dla przykładu na rys. 3 podano pięć różnych cykli remontowych:



Rys. 3.

Cykl I odnosi się do prostych urządzeń transportowych stosowanych w budownictwie; cykl obejmuje 4000 godzin pracy i składa się z jednego średniego i sześciu bieżących remontów.

Cykle II i III odnoszą się do maszyn wyposażenia średniego i ciężkiego przemysłu. Cykle obejmują 144 400 godzin pracy. Cykl II obejmuje jeden średni i dwa bieżące remonty oraz osiem przeglądów. Cykl III — jeden średni, cztery bieżące, w tym dwa roczne remonty oraz 12 przeglądów.

Cykl IV odnosi się do silników traktorowych i obejmuje 3000 godzin pracy; jeden średni, cztery bieżące remonty i 24 przeglądy.

Cykl V odnosi się do ekskawatorów; okres cyklu 19 200 godzin pracy. Jeden remont średni, 10 bieżących, z tego 2 roczne oraz 84 przeglądy.

Z przeglądu podanych cykli remontowych widzimy jak dokładnie uwidaczniają one — z jednej strony charakter pracy urządzenia, z drugiej — charakter samej konstrukcji pod względem zużywalności (różnice okresu cyklu oraz złożoności cyklu).

D. Części zamienne i projekt remontu

Po ustaleniu cyklu remontowego należy sporządzić przybliżony harmonogram zużycia części. Cykl remontowy wykonywa się w godzinach oraz latach, uwzględniając równocześnie konieczne przestoje urządzenia (np. zamarzanie portu w zimie dla dźwigów portowych) w ten sposób, że przestoje te są wykorzystywane na remonty poważniejsze. W wyniku otrzymujemy *natężenie pracy* urządzenia w ciągu roku, co pozwala uzgodnić harmonogram zużycia części z cyklem remontowym. Przykładowo, w tabelicy II podano natężenie pracy różnych dźwigów portowych w ciągu roku. Przy pomocy harmonogramu zużycia części można stworzyć album części zamiennych oraz tzw. remontowo-zamiennych, jeśli wymagają one jakiegokolwiek dodatkowej obróbki.

TABLICA II.

Port	Typ dźwigu	godz. pracy rocznie	
		średnio	max.
Rzeczny	Bramowy 2 t	1800	2300
	Bramowy typu <i>Derrick</i> 3/10 t	1500	1960
	Pływający parowy 1½ t	2650	3100
Morski	Bramowy, drobnicowy 3 t na nabrzeżu	1500	2000
	Bramowy <i>Derrick</i> drobnic. poza nabrzeżem	2500	2600
	Bramowy <i>Derrick</i> , masowy 20/25 t	2000	3200

Projekt remontu jest związany ściśle z pierwszym remontem urządzenia, który znów jest najodpowiedniejszą chwilą do wprowadzenia poprawek do harmonogramu zużycia części w tym samym stopniu,

w jakim jest również najodpowiedniejszą chwilą do wprowadzenia zmian konstrukcyjnych usprawniających pracę urządzenia.

Projekt remontu powinien obejmować:

- wyniki przeglądu części,
- pomiary szczegółowe,
- metody przeprowadzenia remontu,
- część rysunkową.

Oczywiście w celu sporządzenia projektu remontu, mechanizmy urządzenia muszą być kompletnie rozebrane i oczyszczone.

E. Fazy projektowania urządzeń dźwigowych i transportowych

Resumując ujęte powyżej dane, kolejność poszczególnych faz projektowania i eksploatacji urządzenia winna wyglądać następująco:

- sporządzenie projektu wstępnego urządzenia zwykle w paru alternatywach i zatwierdzenie go z punktu widzenia dwu czynników:
 - jakości konstrukcji, łatwości i ekonomii eksploatacji,
 - kosztu budowy;
- sporządzenie wstępnego cyklu remontowego, powiązanego z natężeniem eksploatacji, ujętego w latach i godzinach pracy efektywnej;
- sporządzenie wstępnego harmonogramu zużycia części;
- właściwa praca konstrukcyjna oparta o ustalone uprzednio okresy pracy poszczególnych części i mechanizmów;
- sporządzenie szczegółowego harmonogramu zużycia części i planu remontów oraz sporządzenie albumu części zamiennych i remontowo-zamiennych;
- sporządzenie szczegółowej instrukcji eksploatacji urządzenia;
- właściwa kontrola wykonawstwa dokonana przez głównego projektanta;
- oddanie urządzenia do eksploatacji i właściwa kontrola techniczna eksploatacji;
- wykorzystanie pierwszego cyklu remontowego, a przede wszystkim pierwszego remontu, celem wprowadzenia uzupełnień i poprawek do planu remontów i harmonogramu zużycia części oraz instrukcji eksploatacyjnej urządzenia.

Pominięcie lub niezbyt szczegółowe uwzględnienie którejkolwiek z powyższych faz nie spowodują unieruchomienia urządzenia lub innych natychmiast widocznych skutków, lecz wpłyną na podwyższenie kosztów eksploatacji i na faktyczną bezplanowość z punktu widzenia zakładów remontowych i użytkownika.

F. Uwagi dotyczące projektowania elementów urządzeń z punktu widzenia ich remontu

Urządzenia dźwigowo-transportowe składają się ogólnie biorąc z przestrzennych konstrukcji stalowych oraz mechanizmów: a) łączących te konstrukcje, b) poruszających je, c) wykonywujących właściwą pracę podnoszenia lub przesuwania.

Mechanizmy można rozłożyć kolejno na zespoły, podzespoły i części. Te ostatnie na ruchome i nieruchome, zależnie od tego, czy poruszają się, lub są w bezpośrednim kontakcie z poruszającymi się częściami, czy też stanowią oprawę i obudowę tych części.

Ponieważ remontowi podlegają głównie części ruchome, więc konstruktor musi dbać o to aby części te były łatwo wyjmowane z urządzenia, ich okresy pracy były równe, remont ich był łatwy. Można to osiągnąć zachowując pięć zasadniczych warunków konstrukcyjnych:

a) wyraźne rozgraniczenie i łatwy demontaż zespołów; umożliwiałoby to wykonanie remontu zespołów wymontowanych, czyli remont w najbardziej do tego celu nadających się zakładach, nieraz położonych daleko od miejsca pracy urządzenia;

b) łatwy demontaż części remontowanych i konstrukcja części pozostałych taka, aby nie były one narażone na łatwe uszkodzenia podczas demontażu; ułatwia to organizację i przyspiesza czas remontu poszczególnych części;

c) dobranie okresów pracy poszczególnych części i zespołów. Dobranie okresów pracy tak, aby były równe jest niemożliwe, natomiast możliwe jest grupowanie części lub zespołów w ten sposób, aby koniec ich okresu pracy pokrywał się z przyjętym na początku

konstruowania cyklem remontowym. Największe znaczenie posiada tu zespół lub część o najmniejszym okresie pracy.

d) jak najszerza normalizacja części i typizacja zespołów. Ta zasada ma duże znaczenie przy wyposażaniu w części i zespoły zamienne, daje jednocześnie duże oszczędność czasu projektowania;

e) jak najmniejszy udział części odlewanych oraz obróbka części przy użyciu jak najmniejszej liczby przyrządów i uchwytów obróbkowych. Szeroko zastosowane spawanie przyspiesza i potania wykonywanie części jednostkowo i w małych seriach. To samo odnosi się do obróbki. Produkcja jednostkowa raczej wymaga konstruowania części o prostszej obróbce dla których można obejść się bez przyrządów i uchwytów specjalnych.

ZRÓDŁA

Prof. Kazarczew — Remont maszyn. Moskwa — 1949.

Samojłowicz — Techniczeskaja eksploatacja i montaż podjemnotransportnych maszyn. Moskwa — 1949.

Przegląd prasy technicznej

OKREŚLANIE MOMENTÓW BEZWŁADNOŚCI CZĘŚCI OBROTOWYCH

Często zachodzi konieczność określenia momentu bezwładności wirnika silnika elektrycznego, tarcz sprzęgłowych, tarcz hamulcowych, kół zamachowych itp. Wyjmowanie tych części celem określenia ich momentu bezwładności jest przeważnie uciążliwe bądź w ogóle niemożliwe. W tych przypadkach można stosować prostą i praktyczną metodę pozwalającą na określenie momentu bezwładności, bez wyjmowania danej części z zespołu, z wystarczającą dla celów praktycznych dokładnością.

Część obrotową, której moment bezwładności chcemy określić, należy opasać cięgnem w postaci sznura lub taśmy, a końce jego połączyć ze stałą podstawą za pośrednictwem sprężyn (rys. 1). Wstępne napięcie sprężyn powinno być takie, aby odkształcenie ich wynosiło nieco mniej niż połowę odkształcenia maksymalnego. Gdy tak przygotowaną część obrotową wychylimy ze stanu równowagi obracając ją o pewien kąt, a następnie pozostawimy ją swobodnie usuwając nagle moment obrotowy powodujący jej wychylenie, zachodzą będą drgania masy obrotowej, spowodowane działaniem sprężyn i taśmy a tłumione przez tarcie w czopach.

Dokładne badania wykazały, że zachodzące na skutek tarcia w czopach tłumienie nie ma wielkiego wpływu na wynik pomiaru i dlatego dla celów praktycznych można go pominąć.

Przy pominięciu tarcia w czopach równanie ruchu drgającej części obrotowej ma następującą postać:

$$J \cdot \frac{d\omega}{dt} = -M$$

lecz $M = (S_2 - S_1) r$; $S_2 = S_0 + cr\varphi$; $S_1 = S_0 - cr\varphi$; wobec tego $M = 2cr^2\varphi$, i ostatecznie:

$$J \frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2cr^2\varphi = 0. \quad [1]$$

Po rozwiązaniu równania [1] otrzymamy okres drgań części mierzonyj

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{1}{2cr^2}} \text{ sek},$$

lub częstość drgań

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2cr^2}{1}} \text{ sek}^{-1} \quad [2]$$

Znając charakterystykę sprężyny (stałą c kG/cm) oraz promień r koła opasanego cięgnem można dokonać pomiaru częstości ν drgań części obrotowej, a następnie ze wzoru [2] obliczyć moment bezwładności J kGcmsek², mianowicie:

$$J = \frac{1}{2\pi^2} \cdot \frac{cr^2}{\nu^2} \text{ kGcmsek}^2;$$

lub

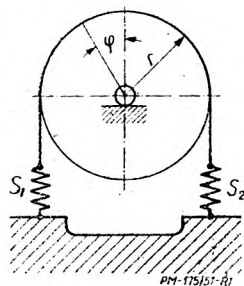
$$J = \frac{1}{19,72} \cdot \frac{cr^2}{\nu^2} \text{ kGmsek}^2. \quad [3]$$

Dokładność określenia momentu bezwładności J zależy szczególnie od dokładności pomiaru częstości drgań (częstość drgań wchodzi do wzoru w drugiej potęgze), dlatego też pomiar częstości drgań należy przeprowadzić kilkakrotnie i do wzoru [3] wstawić jej wartość średnią.

W celu osiągnięcia niezbyt wysokiej częstości drgań należy stosować sprężyny o niezbyt wielkiej stałej c , a dla osiągnięcia dość dużej amplitudy drgań (wychylenie części z położenia równowagi) sprężyny o dużym odkształceniu dopuszczalnym. Najlepiej stosować sprężyny śrubowe, np. legalizowane sprężyny wagowe.

Przy użyciu sprężyn o sile 25 kG, przy dopuszczalnym odkształceniu $f = 100$ mm ($c = 2,5$ kG/cm) można dość wygodnie określić moment bezwładności części o wielkości $I = 200$ kGmsek² z dokładnością do 5 kGmsek² co wynosi 2,5%. W. K.

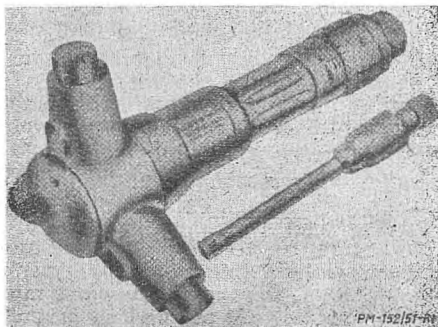
Die Technik Nr 7/51, str. 310.



Rys. 1.

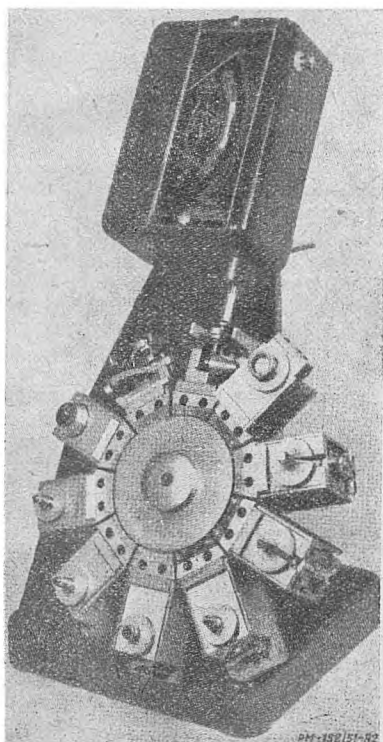
NOWOCZESNE WARSZTATOWE NARZĘDZIA MIERNICZE

W ostatnich czasach ukazało się wiele nowych konstrukcji i udoskonalonych modeli warsztatowych i laboratoryjnych narzędzi mierniczych. Poniżej podajemy krótki opis niektórych spośród nich.



Rys. 1.

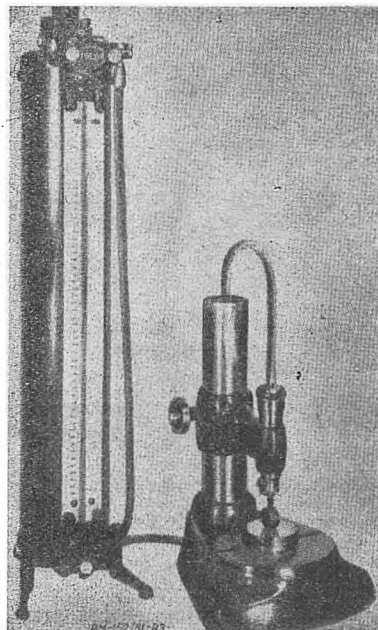
Wśród mikrometrów nowością jest nowego typu średnicówka mikrometryczna z 3 punktami styku, o działce elementarnej 0,005 mm (rys. 1). Jest ona wykonywana w różnych wielkościach i odznacza się bardzo mocną budową oraz poręcznością w użyciu.



Rys. 2.

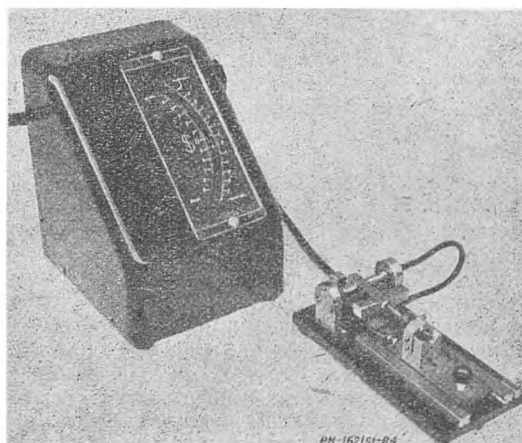
Z dziedziny czujników wymienić należy urządzenie, składające się z czujnika dźwigniowego oraz podstawy z głowicą rewolwerową o 10 gniazdach, dla 10 sztuk przedmiotów (rys. 2). W każdym z gniazd przedmiot mocowany jest w innym położeniu, odpowiadającym sprawdzaniu tego czy innego wymiaru. Specjalne urządzenie nastawcze pozwala na uzyskanie tego, iż w każdym wypadku czujnik wskazuje zero

przy poprawnej wartości sprawdzanego wymiaru. Pola tolerancji poszczególnych wymiarów oznaczone są różnymi barwami na tarczy czujnika.



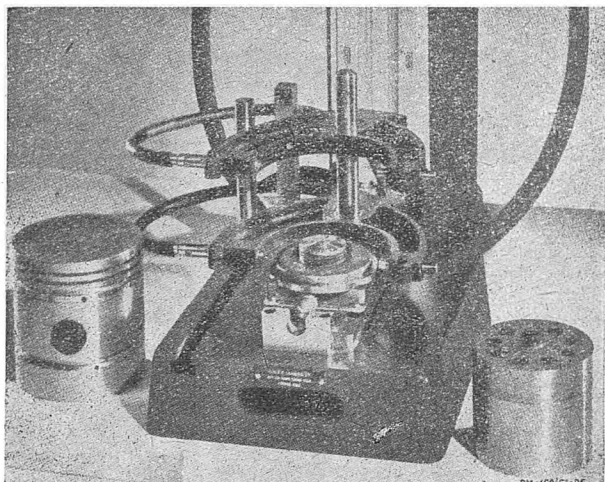
Rys. 3.

W stosunkowo młodej gałęzi pneumatycznych przyrządów mierniczych należy wymienić przede wszystkim czujnik do sprawdzania wymiarów zewnętrznych, przedmiotów o wysokości do około 150 mm (rys. 3). Trzpień mierniczy tego przyrządu jest zarazem trzonem zaworu powietrznego; ilość powietrza przepuszczanego przez zawór, zależy więc od wielkości przesunięcia trzpienia z położenia początkowego, przy którym zawór jest całkowicie zamknięty. Ruchy trzpienia i zaworu powiększane są na drodze pneumatycznej kilka tysięcy razy, wyniki odczytuje się na dużym manometrze wodnym z podziałką. Przyrząd jest zasilany powietrzem ze specjalnej sprężarki względnie z sieci fabrycznej. Urządzenie regulacyjne zapewnia stałość ciśnienia powietrza dochodzącego do zaworu, co ma zasadnicze znaczenie dla utrzymania stałości wskazań przyrządu.



Rys. 4.

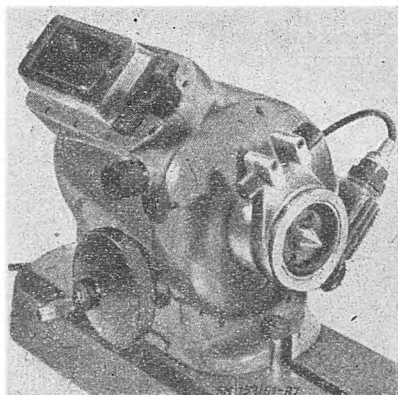
W tej samej grupie przyrządów znajduje się między innymi dokładny czujnik pneumatyczny do otworów (rys. 4), którego działanie oparte



Rys. 5.

jest na pomiarze różnic natężeń przepływu powietrza wydostającego się z otworków w trzpieniu mierniczym (wsuniętym do sprawdzanego otworu), w zależności od wielkości powstałego luzu między trzpieniem i otworem. Różnice te, zazwyczaj bardzo niewielkie, są powiększane na drodze pneumatycznej i odczytywane w sposób analogiczny, jak w poprzednio opisanym przyrządzie. Ciśnienie powietrza przy ujściach w trzpieniu mierniczym jest takie, że pozwala na bezbłędne sprawdzanie wymiarów otworów z cienką warstwą chłodziwa na ściankach (cenna własność przy sprawdzaniu przedmiotu na obrabiarce!). Przełożenie czujnika wynosi 5000 : 1; pełne wychylenie wskazówki w każdą stronę odpowiada 0,015 mm. Dla każdego nominalnego wymiaru otworu sprawdzanego niezbędny jest oddzielny trzpień mierniczy.

Z narzędzi mierniczych pneumatycznych, należy wspomnieć jeszcze o zespole 2 czujników o kształcie litery „C”, umieszczonych na specjalnej podstawie (rys. 5). Urządzenie to służy do sprawdzania średnic tłoków silników spalinowych. Zasada działania i sposób odczytywania są podobne, jak w czujniku do wymiarów zewnętrznych.



Rys. 6.

Spośród bardziej złożonych przyrządów wymienić należy przede wszystkim aparaty wielokontrolne sygnałowe, służące do szybkiego, jednoczesnego sprawdzania całego szeregu wymiarów danego przedmiotu. Wyniki pomiaru widoczne są w przejrzystym układzie sygnałów świetlnych. Aparaty te stosowane są w 3 odmianach: do obsługi ręcznej, oraz do pracy półautomatycznej i automatycznej. Dobór od-

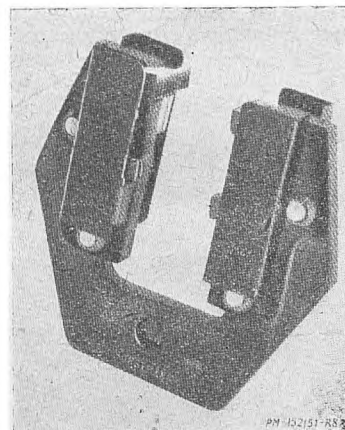
miany zależy od wielkości zamierzonej produkcji (odmiany automatyczne są oczywiście droższe).

Wśród projektorów warsztatowych wyróżnia się nowy model przeznaczony do powiększania rysunków powierzchniowych (np. czcionek drukarskich). Stopień powiększenia daje się zmieniać w sposób ciągły w zakresie od 30 do 180 x, przy czym służy do tego złożony układ soczewek i elektrycznie sterowanych ruchomych zwierciadeł. Ekran ma rozmiar ok. 600 × 600 mm.

Na wzmiankę zasługują jeszcze: projektor z pantografem, służący do szybkiego sprawdzania zarysów przestrzennych (trójwymiarowych), np. łopatek turbinowych; oraz projektor do sprawdzania dowolnych zarysów przedmiotów podczas obróbki.

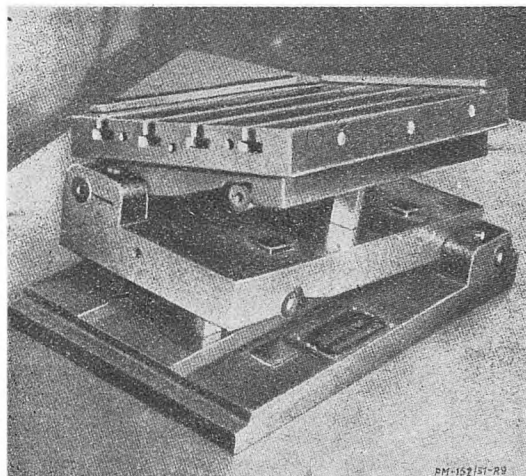
W nowych rozwiązaniach podzielnicy optycznych zwrócono szczególną uwagę na sztywność i odporność konstrukcji oraz zabezpieczenie ważnych i dokładnych części przed pyłem szlifierskim i wszelkimi zanieczyszczeniami. Dokładność odczytania wynosi 6" (sekund łuku), przy czym stopnie i minuty odczytuje się na ekranie, sekundy zaś na bębnie śruby mikrometrycznej (rys. 6). Przełożenie układu optycznego wynosi 90, zaś urządzenia mikrometrycznego — 1000 : 1.

Z bardzo obszernej dziedziny sprawdzianów wymienić należy nastawny sprawdzian szczękowy do



Rys. 7.

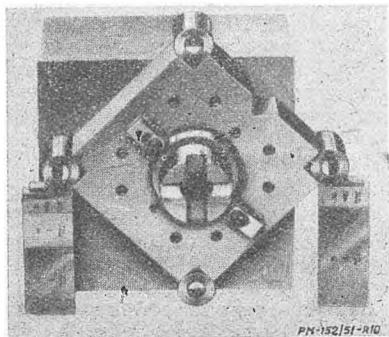
gwintów, zawierający w sobie kilka ulepszeń konstrukcyjnych (rys. 7). Między innymi, końcówki robocze nie są płaskie, lecz walcowe; pozwala to na ustawianie ich co pewien czas w innym położeniu dla zapewnienia równomiernego zużycia. Obsady końcówek zamocowa-



Rys. 8.

ne są w korpusie sprawdzianu mimośrodowo. Dzięki odpowiedniej konstrukcji szczęk, sprawdzian nadaje się równie dobrze do gwintów prawych jak i do lewych.

Na zakończenie wymienimy jeszcze stoły sinusowe uniwersalne o 2 wzajemnie prostopadłych osiach obrotu (rys. 9). Zapewniają one dokładność odczytania do 0,2' w obszarze kątów do 45° i odznaczają się, w porównaniu do dawniejszych mo-



Rys. 9.

deli, ulepszeniami odnośnie łożyskowania stolików oraz zabezpieczenia ich przed opadnięciem. Pokrewnym narzędziem mierniczym jest sinusnica w kształcie kwadratu (rys. 10), umożliwiająca ustawianie kątów w obszarze od 0 do 360°.

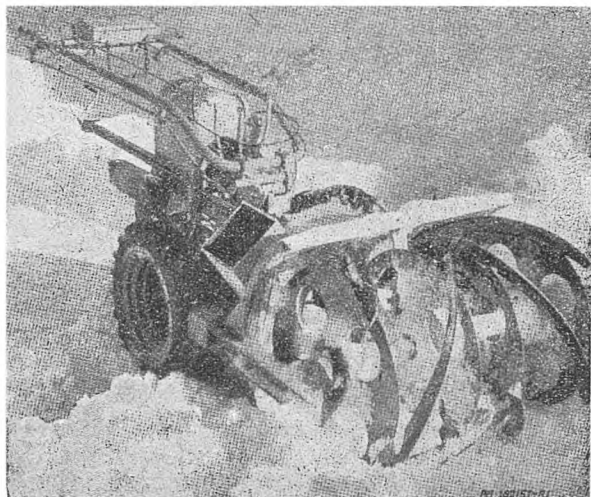
Engineering, May 11 i 18 — 1951 Machinery, May 17 — 1951; Machinist, May 2 — 1951.

Jan Stefan Kowalski

NOWY MOTOROWY PŁUG ODŚNIEŻNY

W laboratoriach Instytutu Związkowego dla studiów nad śniegiem i lawinami w Weisfluchtjoh (w Szwajcarii) została podjęta długa seria prób, które miały doprowadzić do rozwiązania zagadnienia szybkiego, a przede wszystkim ekonomicznego uprzątania śniegu.

Przeprowadzone próby nad zmniejszonymi modelami doprowadziły do powierzenia pracy usuwania śniegu 2 różnym elementom złączonym w jednej maszynie. Pierwszy — to łamacz łopatkowy o specjalnych kształtach, którego zadaniem jest odrywanie śniegu i dzielenie go na małe kawałki, gdy drugi (specjalnie usytuowana pompa odśrodkowa) — stara się o przyspieszenie wyrzucania śniegu. Oba systemy (łamacz



Rys. 1

i pompa) pracujące z różnymi starannie zsynchronizowanymi szybkościami, tworzą maszynę do usuwania śniegu, o dużej wydajności (rys. 1).

Pług ten przeszedł w ciągu ostatnich lat zwycięsko „próbę ognia” i to w najróżniejszych warunkach śniegowych (rys. 2).



Rys. 2.

Zastosowanie i możliwości tej maszyny są bardzo duże; na godzinę uprzęta ona 300 ÷ 500 m³ śniegu, tzn. wypełnia pracę 50 razy szybciej i 25 razy



Rys. 3.

taniej niż pracownik fizyczny (5 ÷ 8 m³/h). Samochód ciężarowy 5 t może być naładowany w ciągu 3 ÷ 5 minut (rys. 3).

DANE TECHNICZNE

Silnik benzynowy, chłodzony powietrzem ze specjalnym filtrem przeciw pyłowi śnieżnemu, moc użytkowa 9÷10 KM. Skrzynka biegów całkowicie w kąpielii olejowej, zapewnia 6 prędkości jazdy:

1 — 545 m/h	4 — 1370 m/h
2 — 935 m/h	5 — 2340 m/h
3 — 1250 m/h	6 — 4370 m/h

Dwa tylne biegi o szybkości 353 i 884 m/h.

Zdolność uprzątania: 30÷500 m³/h, zależnie od rodzaju śniegu.

Odległość wyrzutu: od 0÷20 m (najlepszy kąt wyrzutu 55°).

W lecie, pług śnieżny po małych zmianach może być używany jako wysokowydajna kosiarka. Szybkość pracy ramienia tnącego odpowiada liczbie obrotów wirnika pompy w zimie.

Poza tym, gdy zamiast łamacza śniegu zastosuje się specjalne szczołki maszyna zamienia się w szczołkę motorową.

Technique Suisse Nr 1/51

H. M.

Bibliografia

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

Pod powyższym tytułem ukazał się podręcznik prof. Hubera, przeznaczony dla Szkół Inżynierskich i stanowiący uzupełnienie „Statystyki” S. Neumarka. Podręcznik jest ułożony na wskroś nowoczesnie. Strona teoretyczna oparta całkowicie na rachunku wektorowym, została podana w sposób zwięzły i bardzo ścisły. I w tym właśnie tkwi pewna trudność w posługiwaniu się przez studentów Szkół Inżynierskich tym podręcznikiem. Programy bowiem matematyki nie przewidują obszernego wykładu rachunku wektorowego. W tych warunkach studiowanie twierdzeń mechaniki, których dowody opierają się wyłącznie na rachunku wektorowym mogą sprawić studentom dodatkowe trudności i okazać się przy tym mało przekonującymi. Z drugiej strony znakowanie wektorów strzałkami nad symbolami jednoliterowymi jest nader dogodnie w druku, ale w praktyce życia codziennego konstruktora w przemyśle są one zbyt uciążliwe. Dlatego w pracy naukowej i konstrukcyjnej strzałki i „daszki” nad symbolami jednoliterowymi coraz częściej zastępuje się znacznie prostszym „nadkreśleniem” liter oznaczających wektory, oczywiście tylko w tych przypadkach, w których nie grozi pomieszanie pojęć. Wynika z tego że w symbolach dwuliterowych, w których nadkreślenie oznacza „długość odcinka” musi być zachowana strzałka dla oznaczenia wektora.

Książka ta, choć może trudna dla niektórych studiujących w Szkołach Inżynierskich, jest za to doskonałym podręcznikiem dla inżynierów konstruktorów, zawiera bowiem dużo nowoczesnych ciekawych materiałów.

Prof. dr J. Naleszkiewicz

Mgr inż. Bolesław Tołłoczko „KOTŁY PAROWE”. Tom I, zeszyt 1, format B5, str. 92, rys. 8, tablic 33. Państwowe Wydawnictwo Techniczne, Warszawa 1951.

Pierwszy zeszyt książki prof. B. Tołłoczki obejmuje poza wstępem, wiadomości o parze wodnej i paliwie, teorię spalania łącznie z obliczeniem temperatury w palenisku i temperatury spalin wychodzących z paleniska.

Nie znam spisu treści całego dzieła, lecz sposób ujęcia tematu w pierwszym zeszycie zapowiada książkę o kotłach parowych, jakiej dotychczas w języku polskim nie mieliśmy. W tak szerokim ujęciu mieliśmy dotychczas książki o kotłach tylko w językach obcych. Z radością więc witamy ukazanie się pierwszego zeszytu.

W zeszycie tym autor wyraźnie podaje, że czytelnik musi znać termodynamikę. Zestawia jednak wszystkie wzory i szereg tablic potrzebnych dla obliczeń cieplnych agregatów kotłowych.

Szereg wzorów uproszczonych, stosowanych mechanicznie przez praktyków w przemyśle, wyprowadza i wyjaśnia uproszczenia. To pozwoli szeregowi inżynierów i techników po zapoznaniu się z książką nie tylko liczyć mechanicznie, ale rozumieć, co i jak liczyć.

Duża ilość tabel daje zainteresowanemu bogaty materiał do ręki. Najnowsze osiągnięcia nauki radzieckiej są uwzględnione, np. dla obliczenia temperatury spalin zachodzących w palenisku podany jest wzór prof. Gurwicza, ustalony przez tego ostatniego na teorii podobieństwa oraz na podstawie setek badań doświadczalnych i wnikliwych wieloletnich pracach teoretycznych.

Książka przeznaczona jest głównie dla inżynierów pracujących w tej gałęzi energetyki oraz dla studentów wyższych szkół technicznych.

Wzory jasne, objaśnienia i wykład pisane językiem prostym, zrozumiałym, łatwo więc z książki korzystać.

Jedynie drobne przeoczenie, zdaniem moim, zakradło się we wstępie (str. 6), gdzie autor podaje, że wielkość kotłów określamy w m², nic nie mówiąc, że okre-

śla się również w t/h, kg/h, a kotły centralnego ogrzewania w kcal/h. Na str. 90 w tablicy 33 podaje autor $D = 5$ t/h itd., lecz bez wyjaśnienia. Inżynierom te różnorodne określenie nie sprawi trudności, mimo braku wyjaśnienia, studentom może sprawić.

Również na str. 27, tablica 13 należy w ostatniej kolumnie skreślić przeoczone przez korektora „kcal/kg”.

Wszyscy interesujący się kotłami parowymi oczekują z niecierpliwością dalszych zeszytów tej pracy, które wypełnią ogromną lukę istniejącą w naszym piśmiennictwie.

Mgr. inż. Piotr Orłowski

Dr inż. Palmgren Arvid — ŁOŻYSKA TOCZNE — z angielskiego tłumaczył inż.-mech. Janusz Babiński. Format B5, str. 235, rys. 195. Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951.

Książka napisana jest przede wszystkim dla konstruktorów maszyn i użytkowników łożysk tocznych. Zawiera ona opis normalnych łożysk tocznych, sił występujących w łożyskach, podaje zasady obliczenia nośności i trwałości łożysk tocznych oraz wytyczne dla ich wyboru przy projektowaniu konstrukcji maszyn, wreszcie są w niej ujęte zagadnienia obchodzenia się z łożyskami przy montażu i konserwacji jak również podczas ich eksploatacji.

Poszczególne rozdziały książki stanowią zamkniętą całość, ujętą treściwie i zakończoną wykazem literatury specjalnej. Poważne zagadnienia, którym książka jest poświęcona, ujęte są w sposób zrozumiały, dzięki czemu czytelnik z łatwością zdoła sobie przyswoić szereg cennych wiadomości, zdobytych pracą wielu uczonych, a w dużej mierze samego autora, który nawiasem mówiąc jest wynalazcą łożyska o rolkach baryłkowych.

W książce opublikowano wyniki licznych prac badawczych firmy SKF, przede wszystkim w zakresie nośności i trwałości łożysk. O wartości tych prac świadczy najlepiej fakt, że zostały uznane przez cały świat techniczny i weszły do norm szeregu produujących technicznie i gospodarczo państw.

Z książki tej skorzystają w pierwszym rzędzie specjaliści — konstruktorzy łożyskowań tocznych, którzy dotąd zdani byli na skąpe i zdawkowe wiadomości czerpane z katalogów łożysk. Szersze rzesze czytelników odniosą również znaczne korzyści z książki pod warunkiem, że rozporządzają pewnym zasobem wiadomości z zakresu matematyki i ogólnej wiedzy technicznej.

Tłumaczenie inż. Babińskiego uznać należy za wzorowe.

Inż. W. Pelc.

Książki nadesłane

Inż. Karol Szrajber — NOWOCZESNE PIECE MIE-SZKANIOWE — Format A5, str. 392, rys. 127, tablic 17. Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951. Cena zł 28.—

Praca podaje zasady ogrzewania pomieszczeń za pomocą pieców kafłowych opalanych paliwem stałym, gazem lub nagrzewanych elektrycznością oraz omawia stosowanie ogniopowietrznych urządzeń grzewczych. Podręcznik zawiera poza tym przykłady obliczeń do projektowania i praktyczne wskazówki z zakresu budowy pieców pokojowych oraz trzonów kuchennych. Książka przeznaczona jest dla inżynierów, techników, mistrzów i studiujących.

Docent W. Romanowski — TŁOCZENIE WIELO-TAKTOWE — Format A5, str. 108, rys. 62, tablic 14. Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951.

Książka zawiera klasyfikację i opisy zasadniczych rodzajów tłoczenia wielotaktowego przy wyrobie przedmiotów płaskich giętych i ciągnionych. Podane są również przykłady konstrukcji tłoczników wielotaktowych

oraz urządzenia do automatycznego podawania materiału. Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników warsztatowców oraz konstruktorów pracujących w zakładach wyrabiających przedmioty tłoczone na zimno.

B. Makarewicz, W. Michejew, W. Tichwiński — REGENACJA NARZĘDZI SKRAWAJĄCYCH — Format B5, str. 186, tablic 22, rys. 14. Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951. Cena zł 34.—

Książka zawiera ogólne wiadomości o regeneracji narzędzi, klasyfikację rodzajów ich zużycia, szczegółowe procesy technologiczne regeneracji, wymagania techniczne w stosunku do narzędzi regenerowanych oraz metody przeprowadzania ich regeneracji. Książka przeznaczona jest dla inżynierów i techników gospodarki narzędziowej fabryk przemysłu metalowego.

W. Miagkow — TOLERANCJE I PASOWANIA OBOWIĄZUJĄCE W ZSRR — Format B5, str. 204, rys. 91, tablic 97. Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951.

I. Jasnogrodski — OGRZEWANIE METALI I STOPÓW W ELEKTROLICIE — Format A5, str. 124, rys. 83, tablic 11. Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951. Cena zł 20.50.

W książce niniejszej omówione są fizyko-chemiczne podstawy procesu ogrzewania metali i stopów w elektrolicie oraz metody tego ogrzewania, urządzenia produkcyjne, jak również zakres stosowania ogrzewania w elektrolicie.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów specjalistów od obróbki cieplnej i pracowników naukowych.

Instytut Techniki Budowlanej — LABORATORIUM POŁOWE PRZY BUDOWIE NAWIERZCHNI BETONOWYCH (wyposażenie, zakres i metoda pracy) — Format A5, str. 43, rys. 20, tablic 6. Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951 r.

Centralny Zarząd Energetyki — INSTRUKCJA EKSPLOATACJI TURBIN WODNYCH — Format A5, str. 67, Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951. Cena zł 3.10

Instrukcja eksploatacji turbin wodnych zatwierdzona przez naczelnego inżyniera CZE, obowiązująca wszystkie elektrownie wodne podległe CZE.

Mgr inż. Tadeusz Petczyński i mgr inż. Roman Sypniewski — METALOZNAWSTWO — Format A5, str. 196, rys. 106, tablic 4. Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951.

Praca zawiera w pierwszej części ogólne wiadomości z zakresu metaloznawstwa, a mianowicie własności fizyczne, mechaniczne i technologiczne metali, obróbkę plastyczną, korozję metali oraz krystalizację metali i stopów. W części drugiej omówione jest otrzymywanie i zastosowanie stali i żeliwa, w trzeciej zaś metali i stopów nieżelaznych, jak np. glin, miedź, nikiel itp. Książka przeznaczona jest dla techników wszystkich specjalizacji i może służyć jako książka pomocnicza dla uczniów szkół technicznych na poziomie licealnym.

Dr R. Kieffer i dr. W. Hotop — METALURGIA PROSZKÓW I MATERIAŁY SPIEKANE. Format B5, str. 471, rys. 343, tablic 108, Wydawnictwo PWT, Katowice 1951. Cena zł 65.—

Książka zawiera szczegółowy, wyczerpujący i zwięzły w treści przegląd wszystkich ważniejszych zagadnień zarówno teoretycznych jak i praktycznych z dziedziny metalurgii proszków.

Przeznaczona jest w zasadzie dla inżynierów, mogą z niej wszakże korzystać również i technicy zatrudnieni w przemyśle lub zakładach badawczych, mający do czynienia z procesami technologicznymi w metalurgii proszków oraz studenci wyższych uczelni technicznych.

Inż. Marian Schneider — CIĄGNIENIE STALI — Format B5, str. 224, rys. 138, tablic 51. Wydawnictwo PWT, Katowice 1951. Cena zł 35.—

Książka w zwartym układzie podaje dane dotyczące teorii i praktyki ciągnięcia stali. Przeznaczona jest głównie dla inżynierów i techników o wysokim przygotowaniu technicznym.

Dr inż. Tadeusz Laskowski, inż. Mikołaj Panuś — PETROGRAFIA WĘGLA — Format B5, str. 160, rys. 136, tablic 28. Wydawnictwo PWT, Katowice 1951. Cena zł 30.—

Książka podaje historyczny rys rozwoju petrografii oraz obecny stan ze szczegółową genezą i systematyką węgla, jego odmianami petrograficznymi z omówieniem składników mikroskopowych i strukturalnych, poparty wieloma fotografiami makro i mikroskopowymi. Również omówione są łupki węglowe.

Książka służy do użytku nie tylko zawodowych petrografów, lecz także uczniów szkół zawodowych oraz odbiorców węgla.

M. Ansjerow — UCHWYTY I PRZYRZĄDY DO TOKAREK I SZLIFIEREK — Format B5, str. 207, rys. 237, tablic 9. Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951 r. Cena zł 50.—

W książce zostały omówione uchwyty szczękowe oraz uchwyty i przyrządy specjalne do obróbki różnych przedmiotów w kształcie wałów, tulei, pierścieni, tarcz, przedmiotów mimośrodowych itp. Podano również wskazówki racjonalnego wyboru uchwytów oraz typowe obliczenia. Systematyzacja uchwytów i przyrządów została dokonana w oparciu o cechy charakterystyczne obrabianych w nich przedmiotów oraz o kształty poprzedmiotów oraz o kształty powierzchni stanowiących podstawy obróbkowe tych przedmiotów, co pozwala czytelnikowi znaleźć bez trudu przykłady interesujących konstrukcji. Książka przeznaczona jest dla techników, konstruktorów uchwytów i przyrządów oraz studentów specjalizujących się w zagadnieniach technologii budowy maszyn.

Inż. Eugeniusz Czyż — WZORY I PRZYKŁADY LICZBOWE OBLICZEŃ STATYCZNYCH — zeszyt VIII — Format A5, str. 176, rys. 75, tablic 13. Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951. Cena zł 7.50.

Praca omawia zagadnienia związane z projektowaniem słupów (stalowych, drewnianych żelbetowych, betonowych, murowanych i żeliwnych) ściskanych osiowo. Książka przeznaczona jest dla inżynierów budowlanych, studentów inżynierii i praktykujących statyków.

Inż. N. Krasacew — PORADNIK DLA ŁADOWACZY WIELKIEGO PIECA — Format A5, str. 83, rys. 28, 1 tablica. Wydawnictwo PWT, Katowice 1951. Cena zł 11.—

Książka zawiera zasadnicze wiadomości, dotyczące procesu wielkopieczowego, zasady prawidłowego załadunku nowoczesnych wielkich pieców, ich obsługi i omawia sposoby usuwania przeszkód w ruchu i zapobieganie wypadkom. Przeznaczona jest głównie dla robotników zajętych przy załadunku wielkich pieców.

W. R. Lewis B. Sc. (Lond) — Lutowanie MIEKKIE — Format A5, str. 127, rys. 47, tablic 16. Wydawnictwo PWT, Warszawa 1951. Cena zł 10.50.

Książka zawiera praktyczne wskazówki lutowania lutami miękkimi wszelkich materiałów łącznie ze stalami nierdzewnymi, żeliwem, aluminium itp. Poza szczegółowym omówieniem składu lutów i topników potrzebnych w każdym przypadku, sposobu przygotowania przedmiotów do lutowania oraz wytrzymałości połączeń, książka podaje metodę analizy chemicznej lutów. Wspomniano również o lutowaniu potokowym. Książka jest przeznaczona dla wysokokwalifikowanych rzemieślników, techników i mistrzów. H. M.

Kronika

10-LECIE „PRZEGLĄDU MECHANICZNEGO“

Niniejszy zeszyt „Przeglądu Mechanicznego“ zamknięty X-ty tom tego organu Inżynierów Mechaników Polskich, jest więc zeszytem jubileuszowym. Cofnijmy się myślą do minionych lat, by odtworzyć dzieje tego pisma i przypomnieć zasługi jego założyciela i długoletniego redaktora, *s.p. prof. Czesława Mikulskiego*, czcząc tym samym piątą rocznicę Jego przedwczesnej śmierci.

Pierwszym pismem technicznym w Polsce, poświęconym wyłącznie zagadnieniom mechaniki, był założony w 1920 r. przez „Stowarzyszenie Mechaników Polskich z Ameryki w Pruszkowie“ miesięcznik „Mechanik“. Pismo to przystosowane było jednak raczej do poziomu techników i mistrzów, a nie inżynierów mechaników, których właściwym organem — na gruncie stołecznym — było ogólnotechniczne pismo „Przebieg Techniczny“, zwłaszcza odkąd redakcję jego objął w 1923 r. *inż. Czesław Mikulski*. Założenie w 1926 r. Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich ożywiło znacznie działalność naukowo-techniczną na odcinku mechaniki. Po kilku latach ściślej współpracy Stowarzyszenia z „Przebiegiem Technicznym“ staje się oczywistą koniecznością powołania do życia własnego organu stojącego na wysokim poziomie inżynierskim.

W tym właśnie czasie dojrzała ostatecznie sprawa przejścia Stowarzyszenia z elitarniej formy ustrojowej, obejmującej nieliczną grupę paruset najczynniejszych spośród inżynierów mechaników do organizacji zbudowanej na rozległej podstawie społecznej. Własny organ miał się stać dźwignią dla skupienia pod sztandarem SIMP parotysięcznej rzeszy inżynierów mechaników polskich.

Pierwszy zeszyt „Przeglądu Mechanicznego“ ukazał się w styczniu 1935 r. W załączonym doń biuletynie znajdujemy krótką historię chwilowo zawieszono-go, po szesnastu latach działalności, pisma „Mechanik“ i artykuł pod wymownym tytułem: „Zestrzelmy w jedno nasze wysiłki!“ Zeszyt ukazał się w pięknej, współczesnej szacie graficznej, która przetrwała wojnę i ozdobiła pierwszy rocznik wznowionego „Przeglądu Mechanicznego“. Objętość jego łącznie z biuletynem Stowarzyszenia, wyniosła 50 kolumn co przy dwudziestu czterech zeszytach rocznie zapowiadało tomy liczące 1000 stron. Redakcję pisma objął *inż. Cz. Mikulski*. W skład ściślejszego komitetu redakcyjnego weszli *prof. B. Stefanowski*, jako przewodniczący, oraz *inż. Z. Dobrowolski*, *inż. J. Grodecki*, *inż. L. Krauze*, *inż. W. Moszyński*, *inż. St. Orzechowski*, *inż. E. Oska*, *inż. Zdz. Rytel*, *inż. A. Wierciński*.

„Przebieg Techniczny“ rozwija się szybko, osiągając w roku 1935 — 848 str., w 1936 r. — 990 str. w 1937 r. — 870 str. i w 1938 r. — 774 str. Ostatni przedwojenny tom „Przeglądu“ z 1939 r. obejmuje za-

ledwie 14 zeszytów i 584 strony. Gotowy całkowicie zeszyt 15 — 16 nie zdołał już dojść do rąk czytelników. Wybuch wojny i pięć z górą lat trwająca okupacja przerwała pracę techniczno-społeczną w Polsce.

W kilka miesięcy po wyzwoleniu kraju, już jesienią 1945 r., Stowarzyszenie podejmuje nową działalność związaną z rozwojem przemysłu metalowego Polski Ludowej. Zrzesza ono nie tylko inżynierów-mechaników lecz wszystkich techników-mechaników. Jednocześnie na terenie Łodzi, w nowoutworzonym przez *prof. B. Stefanowskiego* ośrodku naukowo-technicznym, przy Politechnice Łódzkiej, przygotowuje się grunt do wznowienia „Przeglądu Mechanicznego“. Dawny redaktor, obecnie profesor tamtejszej Politechniki, nawiązuje łączność z Centralnym Zarządem Przemysłu Metalowego, który w porozumieniu z Zarządem SIMP, powołuje go w maju 1946 r. na stanowisko organizatora i redaktora pisma. Prace związane z uruchomieniem pisma podjęto w niezwykle trudnych warunkach. Mimo to jesienią tegoż roku teka redakcyjna jest już zapełniona Inżynierów i Techników Mechaników Polskich. Redakcję czasopisma po *prof. Mikulskim* objął *prof. Edmund Oska*. Prowadził ją do wiosny 1949 r. ustąpił z kolei miejsca *inż. Jerzemu Grodeckiemu*, który z początkiem 1950 r. przekazał redakcję *inż. Adamowi Troškolańskiemu*. Jednocześnie pismo usamodzielnia się, stając się wyłącznie organem Stowarzyszenia. Od początku 1951 r. redakcję obejmuje *inż. Marian Wakalski*. Objętość powojennych tomów „Przeglądu Mechanicznego“, wydawanego jako miesięcznik wynosi: VI t — 1947 r. — 388 str., VII — 1948 r. — 456 str., VIII tom z 1949 r. — 376 str. i IX tom z 1950 r. wraz z Przeglądem Bibliograficznym Mechaniki i Biuletynem Informacyjnym Głównego Instytutu Metalurgii i Odlewnictwa, obejmuje 512 str. Obecny X tom „Przeglądu“ zamykamy na 364 str.

„Przebieg Techniczny“ jako organ Stowarzyszenia podejmuje wszystkie zagadnienia wynikające z narodowych planów gospodarczych, służąc pomocą ogółowi inżynierów-mechaników w pogłębianiu wiedzy fachowej, zwłaszcza w dziedzinach najbardziej aktualnych i mających podstawowe znaczenie w budowie nowego przemysłu metalowego w budowie dotychczas niewytwarzanych maszyn i nowych fabryk.

Zamykając X tom „Przeglądu Mechanicznego“ Komitet Redakcyjny zwraca się do ogółu Czytelników i Sympatyków pisma z gorącą prośbą o dalsze okazywanie mu dotychczasowego czynnego poparcia, stanowiącego jeden z nieodzownych warunków wyteżonej pracy na polu techniki i wytwórczości — ku zapewnieniu największego rozwoju gospodarczego Demokratycznej Rzeczypospolitej Ludowej.

Redakcja

Z okazji Świąt i Nowego Roku

redakcja „Przeglądu Mechanicznego“ składa serdeczne życzenia wszystkim Czytelnikom i Sympatykom czasopisma.

WYDAWCA: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA, WARSZAWA, Czackiego 3/5
 Komitet Redakcyjny: mgr inż. PAWEŁ KOSIERADZKI, mgr inż. STANISŁAW KULESA, prof. dr inż. ALEKSY PIĄTKIEWICZ, mgr inż. JAN OBALSKI, prof. inż. ZDZISŁAW RYTEL, prof. dr inż. ROBERT SZEWAŁSKI, mgr inż. ADAM TADEUSZ TROSKOLAŃSKI
 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.

PRZEGLĄD BIBLIOGRAFICZNY MECHANIKI

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODKI DOKUMENTACJI
GŁÓWNEGO INSTYTUTU MECHANIKI

DODATEK DO MIESIĘCZNIKA „PRZEGLĄD MECHANICZNY”

ROCZNIK 2

WARSZAWA, GRUDZIEŃ 1951

NR 12

OŚRODEK DOKUMENTACJI KONSTRUKCJI MECHANICZNYCH

A — DŹWIGI

A4 — Żurawie.

112 A4 621.873 B3—12.51

Abramowicz I. I. **Obliczenie stateczności żurawi budowlanych.** „K waprosu rosczota ustojczivosti stroitielnych baszennykh kranow“ *Miechanizacija Stroitielstwa*, Moskwa, mies., t. 8, nr 4, kwiec. 51, s. 14, A4, 3,5 str., 4 rys. — Wzrost produkcji żurawi budowlanych. Podział na grupy. Swoiste warunki pracy i cechy charakterystyczne żurawi. Metodyka obliczania stateczności. Wpływ obciążenia w zależności od wiatru i sił bezwładności przy hamowaniu. Przepisy Kotłonadzoru. Omówienie poszczególnych wypadków układu sił, działających na konstrukcję.

113 A4 621.873 B3 — 12.51

Kołominow P. I. **Zmechanizowany żuraw samochodowy do załadunku drewna.** „Modiernizirowanij awtokran dla pogruzki lesa.“ *Miechanizacija trudnojkh i tiazolykh rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 4, kwiec. 51, s. 47, A4, 1 str., 1 rys. — Opis, zmodernizowanego przez robotnika-racjonalizatora Andersena, żurawia samochodowego typu „Marelskiego“. Dzięki modernizacji uzyskano ułatwienie sterowania (przez rekonstrukcję budki szoferskiej), zwiększenie zwrotności i wydajności żurawia przy jednoczesnym uproszczeniu konstrukcji. Charakterystyka żurawia, wymiary gabarytowe i osiągnięta wydajność.

114 A4 621.873 B3 9 12.51

Matwiejenko M. M. **Żuraw o udźwigu 10 ton na podwoziu ogumionym.** „Kranna pniewmokolesnom chodu gruzopodjomnostju 10 t.“ *Miechanizacija Stroit.* Moskwa, mies., t. 8, nr 5, maj 51, s. 6, A4, 2,5 str., 1 fot., 3 rys., 2 tab. — Opis żurawia typu K-102 o udźwigu 10 t. na podwoziu ogumionym, przeznaczonego do robót przeładunkowych i budowlano-montażowych, wykonanego przez Odeską Fabrykę Dźwigów Ministerstwa Budowy Maszyn Budowlanych i Drogowych. Projekt własny zespołu konstruktorskiego. Podano charakterystykę techniczną żurawia, jego wymiary gabarytowe, schemat konstrukcji i wyposażenie robocze. Omówiono wyniki badań żurawia przez komisję odbiorczą.

115 A4 621.873 B3 — 11.51

Nejman Ja. M. **Wyniki konkursu na najlepsze konstrukcje żurawi budowlanych dla budownictwa małopiętrowego.** „K itogam konkursu WNITO stroitielej na luczszije konstrukcje kranow dla małobetażnowo stroitielstwa. *Miechanizacija Stroit.* Moskwa, mies., t. 8, nr 4, kwiec. 51, s. 18, A4, 3,5 str., 10 rys., 2 tab. — Wyniki wszechzwiązkowego konkursu na najlepsze konstrukcje żurawi budowlanych dla małopiętrowego budownictwa mieszkaniowego. Wyróżnione konstrukcje obejmują 3 żurawie samojezdne, o największym wysięgu do 17,5 m, przy udźwigu do 2 ton oraz parkapkę na podwoziu ogumionym typ E — 255, która pracuje jako żuraw przy zastosowaniu specjalnego wyposażenia. Podano schematy konstrukcyjne i ogólną charakterystykę 10 wytypowanych żurawi oraz

szczegółowe zestawienie porównawcze i charakterystykę techniczną konstrukcji wyróżnionych. Konstrukcje te zostały wytypowane do produkcji.

B — URZĄDZENIA PRZENOŚNIKOWE

116 B: K1 622.331 : 621.869 B3 — 12.51

Garłow Je. Je., Graczew W. A. **Mechanizacja przeładunku torfu.** „Miechanizacija rabot na torfopieriegruzocznykh stancjach.“ *Miechaniz. trudoj. i tiaz. rabot.* Moskwa, mies., t. 5, nr 5, maj 51, s. 31, A4, 3 str., 2 fot., 2 rys., 4 tab. — Zagadnienie przeładunku torfu z wagonów kolejek wąskotorowych do wagonów normalnotorowych. Zasadnicze urządzenia przeładunkowe. Opis typowych stacji przeładunkowych. Typizacja urządzeń przeładunkowych. Projekty WNIITP. Porównawcze wskaźniki techniczne.

B1 — Dzieła ogólne

117 B1 : L3 621.745 : 658.28 : 658.561 : 629.114.3:621.869.5
B3 — 12.51

Kobziew P. M. **Mechanizacja czynności przetwórczych w Zakładach im. Kirowa.** „Miechanizacija proizvodstwiennykh processow na Kirowskom Zawodie“ *Miechaniz. trudoj. i tiaz. rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 4, kwiec. 51, s. 28, A4, 3 str., 3 fot. — Rozbudowa dawnych Zakładów Putilowskich. Uruchomienie po wojnie nowych wielkich zakładów hutniczych, kuźni i odlewni w związku z podjęciem produkcji potokowej ciągników typu KT-12 do zwózki drzewa. Pokrycie zapotrzebowania na walcówkę i odkuwki drogą zmechanizowania czynności transportu wewnętrznego oraz zrjonalizowania niektórych przebiegów produkcyjnych.

B4 — Ładowarki i zasilacze

118 B4 621.879 : 629.114.3 B3 — 12.51

Jepifanow S. P. **Ładowarki samochodowe w budownictwie.** „Primienienie samochodnykh pogruzczikow na stroitielstwie.“ *Miechaniz. trudoj. i tiaz. rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 5, maj 51, s. 39, A4, 3,5 str., 1 fot., 5 rys. — Robocze wyposażenie ładowarki: łyżka, wysiężnik, widły. Prace wykonywane przez ładowarkę. Jej zalety: wydajność, zwrotność, szybkość, tania obsługa. Opis ładowarki samochodowej typu 4000, o udźwigu 3000 kg, produkcji Lwowskich Zakładów Ministerstwa Przemysłu Ciągnikowego. Ładowarka 4000 M i ładowarka 4001. Wydajność ładowarek i koszt przeładunku w różnych warunkach pracy.

119 B4 621.869 : 658.54 : 658.58 B3 — 12.51

Kostyrin A. P., Wysockij S. I. **Racjonalizacja czynności załadunkowych ładowarki ciągnikowej.** „Pieriedowyje metody raboty na odnokowszwykh traktornykh pogruzczikach.“ *Miechaniz. trudoj. i tiaz. rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 4, kwiec. 51, s. 44, A4, 2 str., 1 rys., 1 tab. — Racjonalizacja załadunku buraków cukrowych za pomocą ładowarki ciągnikowej typu TŁ—2, wyrobu C.J.N.S. podług projektu stachanowca A. I. Ospiszczewa. Należyta konserwacja maszyny. Przygotowanie i wyrównanie terenu. Analiza czynności i chronometraż. Łączenie czynności. Redukcja robocizny ręcznej. Osiągnięte normy wydajności.

B — URZĄDZENIA PRZENOŚNIKOWE c. d.

- 120 B4 621.869:627.2:629.114.4 B3—12.51
Rumiancew B. **Ładowarki samochodowe w portach rzecznych.** „Awtopogruzczi w riecznom portu.“ *Miechaniz. trudoj. i tiaż. rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 5, s. 42, A4, 0,5 str. — Opis zastosowania ładowarki samochodowej w Północnym porcie Moskwy. Zmniejszenie ręcznego przeładunku do 1,5%. Oszczędność na robociźnie. Rodzaje ładunków nadających się do przewożenia za pomocą ładowarki. Prace pomocnicze wykonywane przez ładowarki.

121 B4 629.114.4:621.873 B3—12.51

Siesławin A. A. **Wyposażenie robocze 5 tonowej ładowarki samochodowej.** „Raboczije prisposobleniia piatitonnawo awtopogruzczi modeli 4001“. *Miechaniz. trudoj. i tiaż. rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 3, marz. 51, s. 43, A4, 4 str., 3 fot., 3 rys. — Opis pięciotonowej ładowarki samochodowej typu 4001, wykonanej przez Moskiewską Doświadczalną Fabrykę Maszyn, do ładowania podług projektu własnego C.B.K. Przeznaczenie maszyny. Wyposażenie robocze ładowarki: widły, łyżka, wysięgnik ze zblochem, wysięgnik z hakiem, uchwyt szczękowy, bolec. Podano szczegółową charakterystykę każdego urządzenia, wymiary gabarytowe, najważniejsze metody pracy i normy wydajności.

C — MASZYNY I SPRZĘT BUDOWLANY

122 C 690.025:625.7 B3—12.51

Bauman W. A. **Dwudziestolecie działalności naukowo-badawczej w zakresie maszyn budowlanych i drogowych.** „Razwitiie nauczno-izsledowatielnoj diejatielnosti w oblasti stroitielnowo i dorozhnowo maszinostrojenija za 20 let.“ *Miechaniz. Stroit.*, Moskwa, mies., t. 8, nr 6, czerw. 51, s. 29, A4, 3,5 str., 5 fot. — Działalność Leningradzkiego Instytutu Mechanizacji Budownictwa (LIMS): Założenie WNIIStrojdormasza. Połączenie prac naukowo-badawczych i konstruktorskich z wykonawstwem prototypów. Nowe metody pomiarów naprężeń w częściach maszyn w czasie pracy. Harmonizacja zespołów zmechanizowanych. Unowocześnienie technologii i współpraca z fabrykami. Program dalszych prac.

123 C 624.13:624.132 B3—12.51

Dombrowskij N. G. **Dwadzieścia lat mechanizacji robót ziemnych.** „20 let miechanizacji ziemnych rabot.“ *Miechaniz. Stroit.*, Moskwa, mies., t. 8, nr 6, czerw. 51, s. 11, A4, 9 str., 15 fot., 5 tab. — Zaczątki mechanizacji robót ziemnych w r. 1931. Import maszyn zagranicznych. Wzrost własnej produkcji ZSRR koparek, zgarniarek i pogłębiarek. Utworzenie WNIIStrojdormasza. Modernizacja fabryki. Wzrost produkcji, podniesienie jakości i wydajności maszyn do robót ziemnych w okresie 1946—50 r. Koparki E—505, E—1003 i SE—3. Wywrotki i przyczepy samochodowe. Koparki chwytakowe kroczące. Zgarniarki. Wymienne, przyczepne wyposażenie ciągników. Koparki do rowów. Pogłębiarki pływające.

124 C 690.025:621.869:658.561 B3—12.51

Osipow P. I., Michajłow W. D. **Produkcja maszyn budowlanych.** „Proizwodstwo stroitielnych maszin.“ *Miechaniz. Stroit.*, Moskwa, mies., t. 8, nr 6, czerw. 51, s. 24, A4, 4 str., 11 fot. — Mechanizacja czynności transportowych i przeładunkowych w budownictwie. Produkcja żurawi budowlanych. Wyciągi jedno-maszynowe. Ulepszone wciągarki wielobębnowe. Przenośniki taśmowe przewoźne i zasilacze. Mechanizacja i centralizacja produkcji betonu. Modernizacja betoniarerek. Pompy do betonu. Wibrowanie. Wibratory pakietowe. Wibrowanie próżniowe. Mechanizacja produkcji zbrojenia. Mieszarki do zapraw. Mechanizacja robót sztukatorskich. Modernizacja urządzeń kafarowych.

125 C:K1:K2:L3 626:622:627:690.025:658.28 B3—12.51
Kurakow I. G. **Osiągnięcia mechanizacji pracochłonnych i ciężkich robót w 1950 r. i dalsze zamierzenia.** „Itogi miechanizacji trudojomkich i tiażołych rabot w 1950 g. i dalniejszije zadaczi.“ *Miechaniz. trudoj. tiaż. rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 3, marz. 51, s. 5, A4, 6 str. — Nowe urządzenia wielkiej mocy w budownictwie kanałów i hydrowęzłów. Zespoły mechanizacja prac w kopalniach węgla, gospodarstwach leśnych, hutach, w fabrykach maszyn. Mechanizacja przeładunku w portach. Zwiększenie wydajności pracy przy zmniejszeniu kosztów własnych. Przewóz ładunków w pojemnikach. Potokowość produkcji. Dalsze zamierzenia.

C1 — Dzieła ogólne

126 C1 621.825:621.01 B3—12.51

Guriewicz A. Ja. **O zastosowaniu i obliczaniu sprzęgła kłowych.** „Osobiennosti rasczota i primienienija kułaczkowych muft.“ *Miechaniz. Stroit.*, Moskwa, mies., t. 8, nr 5, maj 51, s. 32, A4, 2 str., 3 rys. — Zastosowanie sprzęgła kłowych w maszynach budowlanych i drogowych oraz ich zalety. Włączanie w bieg, kompensacja uderzeń. Wzór energii i deformacji części mechanizmu. Luzy w ząbieniu kłowym. Propozycje zmian konstrukcyjnych.

127 C1 661.68:691.8:66.046.8:539.3 B3—12.51

Krasnyj I. M. **Elementy budowlane nośne z armo-sylikatu.** „Niesuszczije stroitielnyje elementy iz armosilikata.“ *Stroitiel'naja Promyszlen'nost'*, Moskwa, mies., t. 29, nr 5, maj 51, s. 19, A4, 3 str., 3 fot., 5 rys., 2 tab. — Technologia armo-silikatu — wyrobów zbrojonych termicznie pod ciśnieniem w autoklawach. Formy do belek i płyt. Porównanie mechanicznych i sprężystych właściwości armo-silikatu z analogicznymi własnościami żelbetu. Zależność modułu sprężystości i odkształceń silikatu od naprężeń.

128 C1 624.132:626:690.025:621.869 B3—12.51

Kostrow I. N. **Wielkie budowy komunizmu.** „Na wielkich strojkach komunizma.“ *Miechaniz. trudoj. i tiaż. rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 6, czerw. 51, s. 10, A4, 4 str. — Mechanizacja robót ziemnych. Hydro-mechanizacja. Stosowanie spycharek i zgarniarek. Roboty betonowe. Fabryki betonu. Transport. Pompy do betonu. Urządzenia wibracyjne. Betonowanie próżniowe. Fabryki zbrojenia. Odwadnianie terenów. Pale. Kafary. Wibratory. Wibro-młoty. Produkcja materiałów budowlanych. Kamieniołomy i żwirownie. Kruszenie, sortowanie i transport kamienia. Zagadnienia przeładunku i transportu.

129 C1 690.025:658.542:658.15 B3—12.51

Mazur M. P. **Organizacja, mechanizacja i ekonomika budownictwa mieszkaniowego.** „Organizacja, miechanizacja i ekonomika żiliszcznowo stroitielstwa.“ *Stroitiel. promyszl.*, Moskwa, mies., t. 29, nr 4, kwiec. 51, s. 7, A4, 3 str. — Charakter przyszłych budowli. Tworzenie. Szczegółowe opracowanie technologiczne. Scalanie przedsiębiorstw budowlanych. Organizacja wyspecjalizowanych brygad. Ulepszenie i standaryzacja narzędzi. Stosowanie pojemników. Udoskonalenie metod i jakości wykonania robót wykończeniowych. Oddolne planowanie i rozdział prac. Zespoły mechanizacja robót w zaprawie. Organizacja baz sprzętu budowlanego. Wskaźniki kosztów typowych robót. Ujednostajnienie rachunkowości i sprawozdawczości.

130 C1 691.8:693.53:658.28 B3—12.51

Riabrikow W. S. **Budowa ścian domów z bloków ceglanych.** „Wozwiedienje kamiennych stien iz krupnych kirpicznych blokow.“ *Stroitiel. promyszl.*, Moskwa, mies., t. 29, nr 4, kwiec. 51, s. 28, A4, 2 str.,

C — MASZyny I SPRZĘT BUDOWLANY c. d.

4 fot. — Budowy domów z prefabrykatów, zespołów i masywów. Pracochłonność ręcznego układania murów z cegły. Doświadczenia nad przygotowaniem bloków z cegły na zaprawie w klatkach szablonach przy użyciu robocizny niewykwalifikowanej. Metody transportu i układania bloków w ścianach. Uzyskanie przyspieszenia robót i zaoszczędzenie robocizny fachowej.

131 C1 690.025:621.869:656.225 B3—12.51

Wiesiełowski J. A., Ładniew M. D. **Wzrost wydajności pracy wskutek mechanizacji budownictwa.** „Mechanizacja stroitelstwa riezko powysila proizvoditelnost' truda.“ *Miechaniz. trudoj. i tiaz. rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 6, czerw. 51, s. 31, A4, 3 str., 2 fot. — Mechanizacja robót ziemnych, betonowych i w zaprawie. Centralne fabryki betonu. Centralizacja produkcji zbrojenia. Wibratory. Pompy do betonu. Prefabrykacja. Produkcja stolarszczyzny. Montaż stalowych konstrukcji. Zastąpienie nitowania spawaniem. Stosowanie wciągarek i żurawi. Mechanizacja wyładunku i transportu. Stosowanie pojemników. Kadry mechanizatorów. Osiągnięcia przodowników pracy. Zamierzenia w zakresie dalszej mechanizacji.

132 C1:K2 690.025:693.55/554:695:696:658.23 B3—12.51

Efros G. M. **Organizacja robót budowlanych w trucie Magnitostroj.** „Organizacja stroitelnych rabot w trucie Magnitostroj.“ *Miechaniz. trudoj. i tiaz. rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 4, kwiec. 51, s. 24, A4, 4 str., 5 fot., 3 rys. — Przykłady zmechanizowanego budownictwa, związane z wykonaniem budynku walcowni i fundamentów pod maszyny. Roboty ziemne, betonowe i żelbetowe. Montaż konstrukcji stalowej, krycie dachów, wypełnienie ścian. Roboty instalacyjne i pomocnicze. Organizacja pracy.

133 C12 621.95 B3—12.51

Barmasz B. N. **Wiertarka elektryczna I—90.** „Elektroswierlika I—90.“ *Miechaniz. Stroit.*, Moskwa, mies., t. 8, nr 5, maj 51, s. 30, A4, 1,5 str., 1 fot., 2 rys. — Opis ręcznej wiertarki elektrycznej, budowy pistoletowej, typ. I—90, produkcji fabryki „Elektroinstrument“ w Charkowie. Wiertarka przeznaczona jest do wiercenia otworów do średnicy 8 mm w stali o wytrzymałości 50 kg/mm²; posiada silnik elektryczny na prąd stały lub zmienny 220/380 V, 50 okr./min. Podano charakterystykę techniczną i rysunek w przekroju.

C2 — Kafary

134 C21 624.154 B3—12.51

Brykin S. W., Bogojawlenskij W. N. **Unifikacje typow wymiarów młotów kafarowych.** „Ob unifikacji tiporazmierow swajnych mołotow.“ *Miechaniz. Stroit.*, Moskwa, mies., t. 8, nr 4, kwiec. 51, s. 21, A4, 1,5 str., 2 tab. — Istniejąca różnorodność typów wymiarów młotów kafarowych, uznana za uzasadnioną ze względu na potrzeby budownictwa. Wyłączenie niektórych typów wymiarów jako zbędnych. Omówienie porównawcze różnych typów.

135 C21 624.154 B3—12.51

Jurjew K. W. **Młot kafarowy (baba) parowo-powietrzny podwójnego działania.** „Swajnyj parowozdusnyj mołot dwajnowo deistwija S—231.“ *Miechaniz. Stroit.*, Moskwa, mies., t. 8, nr 5, maj 51, s. 29, A4, 1,5 str., 2 fot., 2 rys. — Opis młota kafarowego (baba) parowo-powietrznego podwójnego działania typu S—231, zbudowanego przez fabrykę w Sterlitamaku podług projektu WNIISTrojdomasza. Podano szczegółowy opis konstrukcji, charakterystykę techniczną, wymiary gabarytowe oraz rysunek młota. Młot może być używany do prac pod wodą.

136 C21 624.154 B3—12.51

Ługa A. A. **Typo-wymiary młotów kafarowych.** „O tiporazmierach swajnych mołotow.“ *Miechaniz. Stroit.*, Moskwa, mies., t. 8, nr 4, kwiec. 51, s. 24, A4, 1,5 str., — Dostosowanie urządzenia kafarowego do rodzaju użytych pali i gruntu, stosownie do norm GOSTu. Wskaźniki techniczne urządzenia kafarowego. Konieczność rozszerzenia specyfikacji młotów kafarowych podług GOSTu polegające na włączeniu młotów najcięższych i lekkich. Ustalenie programu prac konstruktorskich.

137 C21 624.154 B3—12.51

Sokołow N. M. **Zagadnienie typów i parametrów młotów kafarowych.** „K woprosu o tipach i paramietrach swajnych mołotow.“ *Miechaniz. Stroit.*, Moskwa, mies., t. 8, nr 4, kwiec. 51, s. 23, A4, 0,5 str. — Typy młotów kafarowych i ich zastosowanie. Przewoźne agregaty kafarowe. Ewolucja konstrukcji młotów najcięższych. Zastosowanie młotów wibracyjnych. Młoty kafarowe parowo-powietrzne podwójnego działania.

C3 — Maszyny do czerpania i ładowania (usuwania) urobku.

138 C3 626.1:621.879 B3—12.51

Dombrowskij N. G. **Roboty ziemne na Wołgodonstroju.** „Ziemlanyje raboty na Wołgodonstroje.“ *Miechaniz. Trudoj. i tiaz. rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 3, marz. 51, s. 11, A4, 10 str., 11 fot., 3 rys., 3 tab. — Objętość robót ziemnych w Wołgodonstroju przewyższa wszystkie dotychczasowe osiągnięcia. Udział procentowy poszczególnych środków mechanizacji i hydromechanizacji. Zestawienie charakterystyk koparek kroczących ESz—4/40 i ESz—14/65 z łyżką włókową, koparek SE—3 z wywrotką samochodową MAZ—205 i równiarkę 6 i 15 m³ z ciągnikiem S—80. Porównanie wydajności i kosztów eksploatacji. Wniośki.

139 C3 621.879:626.8 B3—12.51

Gorochow B. N. **Maszyna do rowów i obwałowań typu KPU—2000A.** „Kanawopalołdielatiel KPU—2000A.“ *Miechaniz. Stroit.*, Moskwa, mies., t. 8, nr 4, kwiec. 51, s. 4, A4, 3 str., 5 fot., 1 rys. — Opis prototypu maszyny do kopania rowów i obwałowań, zaprojektowanej przez WNIISTrojdomasz — modyfikacja wykonanej poprzednio typu KPU—2000. Poddano ją specjalnie ciężkim próbom z pomyślnym wynikiem i zatwierdzono do produkcji. Maszyna pracuje jako przyczepa do ciągników STZ—NATI lub Dt—54. Posiada ona komplet wyposażenia wymiennego, sterowanego hydraulicznie. Podano szczegółową charakterystykę techniczną, wymiary gabarytowe, a także metody pracy i wskaźniki wydajności.

140 C3 621.879:626 B3—12.51

Lemus B. W. **Prace ziemne metodą namulania.** „Namywnyje raboty w g. Stalinskie.“ *Miechaniz. trudoj. i tiaz. rabot*, Moskwa, mies., t. 5, nr 5, maj 51, s. 14, A4, 3 str., 3 fot., 1 rys., 2 tab. — Zakres prac ziemnych w m. Stalinsku. Prace przygotowawcze, schemat instalacji hydro-mechanicznych oraz wykaz zainstalowanego sprzętu. Hydro-monitory z pogłębiarkami i koparkami mechanicznymi. Szczegółowy opis sposobów prowadzenia prac. Tablice osiągnięć wydajności poszczególnych urządzeń.

141 C3 621.879:626.8 B3—12.51

Manujłow Ju. G. **Maszyna do kopania rowów typu D—236A.** „Kanawokopatiel D—236A.“ *Miechaniz. Stroit.*, Moskwa, mies., t. 8, nr 4, kwiec. 51, s. 7, A4, 2,5 str., 3 fot., 2 rys. — Opis maszyny do kopania i oczyszczania rowów nawadniających, opracowanej przez kolektyw konstruktorów Zakładów Budowy Maszyn Drogowych im. Stalina, we współpracy z WNI-

C — MASZYNY I SPRZĘT BUDOWLANY c. d.

Strojdomaszem. Maszynę stanowi pług z dwiema ukośnymi odkładnicami, nastawnymi za pomocą urządzenia hydraulicznego. Podano techniczną charakterystykę maszyny, wymiary gabarytowe, wskaźniki wydajności, a także rysunek zestawieniowy i schemat rozrządu hydraulicznego.

142 C3 621.869.5:621.879 B3—12.51

Zotow W. P. **Skuteczność stosowania jednołyżkowych ładowarek**. „Effektywność” primienienia odnokowszewych pogruzczykow“. Stroit. promysl., Moskwa, mies., t. 29, nr 4, kwiec. 51, s. 26, A4, 2 str., 2 fot., 4 rys. — Opis konstrukcji dwóch jednołyżkowych ładowarek: T-107, zmontowanej na ciągniku S-80 i TF-2A-CINS—zmontowanej na ciągniku SHTZ-NATI. Przytoczono analizę rentowności przeładunku piasku za pomocą ładowarki z samochodowymi wywrotkami ZIS-55 przy różnym nasileniu przeładunku i odległości transportu.

143 C31 621.879.22:621.31 B3—12.51

Diegtiarow A. P., Reisz A. K. **Zużycie energii elektrycznej i schematy elektryczne koparek**. „O raschodie elektropriwoda ekskawatorow“. Miechaniz. Stroit., Moskwa, mies., t. 8, nr 5, maj 51, s. 16, A4, 4 str., 2 fot., 8 rys., 2 tab. — Opis prac badawczych nad zużyciem energii elektrycznej przez koparki różnych typów i wielkości o zmiennym wyposażeniu elektrycznym, przy pracy w różnych rodzajach gruntu. Normy zużycia na 1 m³. Cechy charakterystyczne poszczególnych układów konstrukcyjnych. Konieczność standaryzacji wyposażenia.

144 C31 621.879.22:658.561:658.542 B3—12.51

Skuba A. W., Parwałow N. A. **Udoskonalenie produkcji koparek łyżkowych E-505 w zakładach w Kowrowie**. „Ułuczszenia w proizwodstwie odnokowszewnych ekskawatorow E-505 na Kowrowskom zawodie“. Miechaniz. Stroit., Moskwa, mies., t. 8, nr 5, maj 51, s. 8, A4, 3,5 str., 8 fot., 3 rys. — Zagadnienie zwiększenia produkcji koparek w zakładach w Kowrowie bez większych wkładów inwestycyjnych, przez ulepszenia technologiczne i organizacyjne. Ogólne zwiększenie produkcji, zmniejszenie pracochłonności i kosztów wykonania; zwiększenie zarobków. Spawanie szybkościowe. Automaty spawalnicze i do cięcia autogenowego. Stosowanie przyrządów. Montaż potokowy podzespołów i zespołów w przyrządach. Rytm montażu. Oszczędności materiałowe.

145 C32 621.879.22 B3—12.51

Siergiejew A. O **wydajności koparek do rowów**. „K woprosu o proizwoditielnosti kanawokopatielej“. Miechaniz. Stroit., Moskwa, mies., t. 8, nr 5, maj 51, s. 20, A4, 3 str., 4 rys. — Omówienie wydajności koparek czerpakowych do rowów, w zależności od szybkości czerpaków i ich rozstawienia oraz wpływu siły odśrodkowej i lepkości gruntu. Wskazano na konieczność nadawania czerpakom właściwego kształtu oraz stosowania zgarniaków.

146 C32 621.879.22:531:537.7:621:317.75 B3—12.51

Uspienski W. P. **Metody pomiaru momentu skręcającego przy badaniu elementów roboczych koparek kubelkowych**. „Ob izmierieniji krutioszczawo momenta pri izsledowaniji roboczich organow mnogokowszewych ekskawatorow“. Miechaniz. Stroit., Moskwa, mies., t. 8, nr 5, maj 51, s. 12, A4, 4 str., 3 rys. — Po-

miary momentu skręcającego elementów przekładni mechanicznej koparki kubelkowej. Metody pomiarów: mechaniczne i elektryczne. Wady dynamografów bezwładnikowych. Trudności zastosowania tensorów drukowych. Urządzenia pomiarowe, zaprojektowane przez WNIISTrojdomasz. Schemat połączeń elektrycznych. Zapisy metodą oscylograficzną.

147 C33 624.132:621.879:626 B3—12.51

Łabza A. D. **Wydajność różnych metod mechanizacji robót ziemnych**. „Effektywność” razlicznych sposobow miechanizacji stroitielnych ziemlanych robot“. Miechaniz. trudoj. i tiaz. robot, Moskwa, mies., t. 5, nr 5, maj 51, s. 10, A4, 4 str., 4 fot., 1 rys. 4 tab. — Porównanie skuteczności różnych metod mechanizacji robót ziemnych. Tablice wykonania typowych prac ziemnych drogą hydromechanizacji, czerpania mechanicznego, przewożenia i przesuwania. Podano osiągnięte wydajności dla każdego urządzenia i każdego rodzaju robót, a także porównania kosztów wykonywanych prac. Omówiono przykłady stosowania instalacji hydromechanicznych. Zespołowe stosowanie środków mechanizacji. Analiza i techniczne planowanie robót. Wnioski.

148 C33 621.879:626.1:621.311.21 B3—12.51

Szkundin B. M. **Pogłębiarki wielkiej mocy przy budowie Cymliamskiej elektrowni wodnej**. „Moszcznyje elektroziemnossnyje snariady na stroitielstwie Cymliamskowo gidrouzła“. Miechaniz. trudoj. i tiaz. robot, Moskwa, mies., t. 5, nr 5, maj 51, s. 5, A4, 5 str., 2 fot., rys. 4 — Zastosowanie na budowie Cymliamskiego hydrowzła pogłębiarki typu 500-60 o mocy 3.000 KW. Szczegółowy opis pogłębiarki: urządzenia do spulchniania i kruszenia urobku, ssawa, rurowciąg ssący, pompa odśrodkowa, rurowciąg tłoczący, konstrukcja łożysk, połączenia rurowciągów, napęd elektryczny, urządzenia podnośnikowe i dźwigowe, sprzęt pomocniczy. Wyniki badania pogłębiarki na czystej wodzie i w pracy. Wnioski.

C4 — Maszyny do wzruszania, czerpania i usuwania urobku

149 C42 626.1:621.879 B3—12.51

Juzwuk W. Je. **Mechanizacja oczyszczania koryt spławnych rzek**. „Miechanizacja rasczistki spławnych riek“. Miechaniz. trudoj. i tiaz. robot, Moskwa, mies., t. 5, nr 5, maj 51, s. 29, A4, 1,5 str., 2 fot. 2 rys., 1 tab. — Opis oczyszczania spławnego koryta rzeki Tułoksy, w której zwałiska kamieni tworzyły porohy, uniemożliwiające spław drewna. Zastosowano spycharkę typ SUTA-1 (T-106) do pracy bezpośrednio w korycie rzeki, w wodzie o głębokości 0,4—0,6 m. Omówiono sposób prowadzenia robót, uzyskaną wydajność i koszt własny.

150 C44 621.879:626.1:658.561 B3—12.51

Diejnigo Ju. B. **Zgarniarki o wielkiej ładowności na budowie kanału Wołga-Don**. „Opyt raboty bolszegruznich skriepierow na stroitielstwie Wołgo-Donskowo kanała“. Miechaniz. trudoj. i tiaz. robot, Moskwa, mies., t. 5, nr 4, kwiec. 51, s. 19, A4, 5 str., 5 fot., 3 rys., 2 tab. — Opis stosowanych na Wołgodonstroju zgarniarek o wielkiej pojemności, wykonywanych przez Ministerstwo Budowy Maszyn Budowlanych i Drogowych. Zalety zgarniarek. Typy zgarniarek i ich charakterystyka. Prototypy. Ciągniki. Typowe prace wykonywane przez zgarniarki. Tablica porównawcza wydajności zgarniarek. Cykle produkcyjne i schematy przejazdów. Wnioski.

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

Przeгляд 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.



1047K/74