

# PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY  
STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW MECHANIKÓW I TECHNIKÓW POLSKICH

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

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

## I Polski Kongres Pokoju

*W jedenastą rocznicę wybuchu drugiej wojny światowej, w jedenastą rocznicę napaści hitlerowskiej na Polskę, w powstającej z gruzów wojennych i co dzień piękniejszej Warszawie zebraliśmy się na Pierwszy Polski Kongres Pokoju.*

*Głos nasz jest głosem całego Narodu Polskiego, wyraża jego niezłomną, zespoloną, stanowczą wolę pokoju. Ze wszystkich stron Polski, z miast i wsi, z fabryk i biur, ze szkół i laboratoriów naukowych, z warsztatów rzemieślniczych i pracowni artystów przybyliśmy na ten Kongres, by w imieniu tych, którzy nas wybrali, w imieniu całej ludności naszego kraju oświadczyć z trybuny tej sali: wszyscy jednakowo pragniemy pokoju, partyjni i bezpartyjni, wierzący i wolnomyślni, starzy i młodzi — wszyscy jednakowo chcemy go umacniać, wszyscy jednakowo gotowi jesteśmy o niego walczyć. Nie ma w tej sprawie różnic między nami.*

*Pierwszy Polski Kongres Pokoju, w imieniu całego Narodu Polskiego, pragnącego w pokoju budować podwaliny lepszego życia przyłącza swój głos do głosu mas ludowych całego świata:*

*domagamy się zakazu broni atomowej, zniszczenia zapasów wszelkiej broni ludobójczej i wszelkich środków masowej zagłady;*

*domagamy się powszechnego ograniczenia zbrojeń i ich skutecznej kontroli;*

*domagamy się zakazu i likwidacji wszelkiej agresji i interwencji zbrojnej w stosunkach między narodami i domagamy się w szczególności zaprzestania agresji amerykańskiej w Korei, cofania wszelkich wojsk interwencyjnych z obcych ziem;*

*domagamy się położenia kresu bestialskiemu bombardowaniu osiedli ludzkich i ludności cywilnej, i niszczeniu dorobku kulturalnego pokojowych ludów;*

*domagamy się zaprzestania remilitaryzacji Niemiec zachodnich przez okupantów amerykańskich;*

*domagamy się skutecznego okiełznania hitlerowskich zbrodniarzy wojennych, sprawiedliwego ich ukarania z całą surowością prawa i pełnej realizacji uchwał poczdamskich.*

*Te żądania Narodu Polskiego, zgodne z wolą olbrzymiej większości wszystkich ludów świata, przedstawiciele nasi, wybrani na obecnym Kongresie, zaniósł na II Światowy Kongres Pokoju.*

Wyjątek z Uchwały  
I Polskiego Kongresu Pokoju.

# O dokładności planimetru Prytza

Inż.-mech. JAN OBALSKI

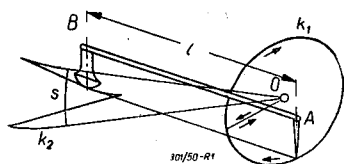
Planimetr Prytza jest najprostszym w istniejących przyrządów do pomiarów powierzchni i może oddawać usługi w przypadkach, gdy nie chodzi o wysoką dokładność. Autor przeprowadza analizę źródeł błędów tego planimetru, związanych z jego zasadą mierniczą i uzasadnia warunki jego prawidłowego użycia. Podaje też pewne zależności geometryczne i kinematyczne związane z działaniem tego planimetru.

## I. Uwagi wstępne

Jakkolwiek planimetr Prytza nie znalazł szerszego zastosowania, to jednak wydaje się, że zajmując odosobnione miejsce pośród innych tego rodzaju przyrządów, zasługuje choćby z teoretycznego punktu widzenia na gruntowniejsze zbadanie.

Jak wiadomo, planimetr Prytza obok swej niezwyklej prostoty wyróżnia się tym, że jego zasada miernicza nie jest ścisła: funkcja, której wartość ten przyrząd wyznacza, wyraża jedynie w przybliżeniu pole krzywej. Poza błędami podobnymi do spotykanych w innych planimetrach (np. wynikającymi z poślizgów, niedokładności obwodzenia) dochodzi tu zatem jeszcze błąd metody.

Zasada konstrukcji i działania tego planimetru jest następująca (rys. 1): drążek  $AB$  o długości  $l$  jest zaopatrzony w wodzik



Rys. 1

A i „toporek”  $B$ , przy czym styczna do ostrej krawędzi toporka przechodzi przez koniec wodzika. Gdy, wychodząc z punktu możliwie zbliżonego do środka ciężkości  $O$  krzywej  $k_1$ , obwiedzimy ją w kierunku strzałki i w końcu powrócimy do punktu  $O$ , to punkt styczności toporka z podłożem (papierem) wykreśli krzywą  $k_2$ . Jeśli długość łuku koła zakreślonego z  $O$  od punktu początkowego do końcowego krzywej  $k_2$  jest  $= s$ , to w myśl teorii, którą wprowadził Runge<sup>1)</sup>, iloczyn  $ls$  jest w przybliżeniu równy polu krzywej  $k_1$ .

Według Rungego ten iloczyn  $ls$  jest bowiem równy:

$$ls = \int_0^{2\pi} \frac{r^2}{2} d\vartheta + \int_0^{2\pi} \frac{r^4}{8l^2} d\vartheta + \int_0^{2\pi} \frac{r^6}{144l^4} d\vartheta + \dots + \int_0^{2\pi} \frac{r^3}{3l} \cos(\Phi - \vartheta) d\vartheta + \int_0^{2\pi} \frac{r^5}{30l^3} \cos(\Phi - \vartheta) d\vartheta + \dots \quad [1]$$

<sup>1)</sup> C. Runge. Das Stangenplanimeter. Zt. für Vermessungswesen, 1895, Nr 12, str. 321—331.

Przy tym  $r$ ,  $\vartheta$  oznaczają współrzędne biegunowe krzywej, której pole wyznaczamy,  $\Phi$  — kąt drążka z osią biegunową w położeniu początkowym.

Ponieważ pierwsza z podanych wyżej całek jest ścisłym wyrażeniem pola  $F$  danej krzywej, więc można napisać:

$$ls = F + \frac{1}{4l^2} \int r^2 dF + \frac{1}{72l^4} \int r^4 dF + \dots + \frac{2}{3l} \int r \cos(\Phi - \vartheta) dF + \dots \quad [2]$$

Zatem suma szeregu całek przedstawia błąd wskutek nieściślej zasady mierniczej planimetru. Całka w pierwszym wyrazie korekcyjnym stanowi moment bezwładności pola krzywej względem osi prostopadłej do płaszczyzny rysunku, przechodzącej przez punkt wyjściowy (i końcowy) obwodzenia. Wartość tego wyrazu osiąga minimum, gdy punkt ten jest środkiem ciężkości pola krzywej (z czego wynika podany wyżej przepis odnoszący się do początkowego punktu obwodzenia). Następnym wyraz jest w każdym razie mniejszy od  $\frac{F}{72} \left(\frac{R}{l}\right)^2$ , gdzie  $R$  jest naj-

większym promieniem wodzącym. Zarówno ten wyraz jak poprzedni są zawsze dodatnie. Wyrazy typu przedstawionego przez ostatni z napisanych, zależą od początkowego położenia drążka planimetru i można łatwo zauważyć, że zmiana tego położenia o  $180^\circ$  ( $180^\circ + \Phi$  zamiast  $\Phi$ ) zmienia znaki tych wyrazów. Dzięki dwóm obwodzeniom w średnicowo przeciwnych położeniach drążka i wzięciu średniej arytmetycznej z obu wyników, można zatem wyeliminować wpływ wyrazów omawianego typu.

Teoria Rungego, posługująca się rozwinięciem w szereg, pozwala, jak widzimy, wyprowadzić pewne wnioski ogólne o dokładności planimetru Prytza. Jednakże teoria ta nie daje odpowiedzi na szereg wątpliwości, dotyczących np. wpływu kształtu mierzonej krzywej na wynik pomiaru, wpływu początkowego położenia planimetru względem tej krzywej i in. Dlatego jest pożądane rozważenie szeregu konkretnych przypadków szczególnych, stosując ciągłą zmianę czynników, stanowiących źródła błędów metody. W literaturze spotyka się dane

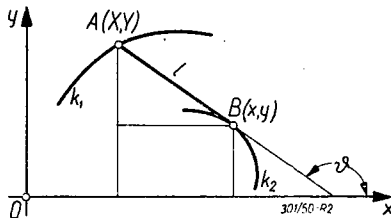
o tego rodzaju pracach doświadczalnych w zastosowaniu do pól kół, kwadratów itp.; nie można jednak z nich wyprowadzić wniosków o tej części błędu, która wynika z niedokładności zasady mierniczej. W cz. III nin. pracy wprowadzona jest ścisła wartość iloczynu  $ls$ , a więc i wspomnianej części błędu dla kilku przypadków, dla których równanie krzywej  $k_2$  daje się wyznaczyć w formie zamkniętej.

**II. Niektóre własności krzywych  $k_1$  i  $k_2$**

Gdy koniec  $A$  (rys. 2) odcinka  $AB$  posuwa się po krzywej  $k_1$ , a odcinek ten pozostaje wciąż styczny do krzywej  $k_2$ , opisywanej przez koniec  $B$ , to wprowadzając oznaczenia jak na rys. 2, możemy napisać:

$$X = x \pm \frac{l}{\sqrt{1 + y'^2}}; Y = y \pm \frac{ly'}{\sqrt{1 + y'^2}} \quad [3]$$

Są to równania parametryczne krzywej  $k_1$ ; parametrem jest odcięta  $x$  krzywej  $k_2$ . Krzywa  $k_1$  nosi nazwę *tangencjalnej* dla krzywej  $k_2$  <sup>2)</sup>



Rys. 2.

i jest szczególnym przypadkiem krzywych „towarzyszących“ (begleitende Kurven).

Na ogół mamy zadanie odwrotne: dana jest krzywa  $k_1$  o równaniu  $Y = F(X)$ , a chodzi o wyznaczenie równania  $y = f(x)$  krzywej  $k_2$ . Prowadzi to do równania różniczkowego:

$$F\left(x \pm \frac{l}{\sqrt{1 + y'^2}}\right) = y \pm \frac{ly'}{\sqrt{1 + y'^2}} \quad [4],$$

które daje się sprowadzić do szczególnego przypadku ogólnego równania *Ricattiego*<sup>3)</sup> i na tym, jak wiadomo, polega zastosowanie integratora *Jacoba* do całkowania tego równania. Niestety, tylko w nielicznych przypadkach równanie [4] pozwala się rozwiązać w formie zamkniętej.

Uwzględniając, że promień krzywizny  $\rho_2$  krzywej  $k_2$  jest

$$\rho_2 = \frac{(1 + y'^2)^{3/2}}{y''},$$

z zależności [3] otrzymamy:

$$\frac{dX}{dx} = \frac{\rho_2 \mp ly'}{\rho_2}; \frac{dY}{dx} = \frac{\rho_2 y' \pm l}{\rho_2},$$

skąd:

$$Y' = \frac{dY}{dX} = \frac{\rho_2 y' \pm l}{\rho_2 \mp ly'} \quad [5]$$

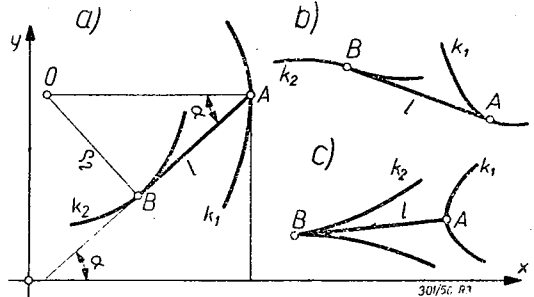
<sup>2)</sup> G. Scheffers. „Einführung in die Theorie der Kurven“. I t., 1921, str. 91.

<sup>3)</sup> A. Galle. „Mathematische Instrumente“ 1912, str. 173.

Z wzoru tego wynikają następujące wnioski:

1) gdy  $\rho_2 \mp ly' = 0$  tj.  $y' = \pm \frac{\rho_2}{l}$ , to  $Y' = \infty$ ;

zatem styczna do krzywej  $k_1$  jest prostopadła do osi  $x$  (rys. 3a). Z rysunku wynika też bezpośrednio, że dla każdego punktu krzywej  $k_1$  normalna do niej przechodzi przez środek krzy-



Rys. 3.

wizny krzywej  $k_2$ . Własność ta ułatwia wykreślenie krzywej  $k_2$ , gdy dana jest krzywa  $k_1$ .

Oczywiście, gdy  $\rho_2 y' \pm l = 0$  czyli  $y' = \mp \frac{l}{\rho_2}$ ,

to  $Y' = 0$ , styczna do  $k_1$  jest równoległa do  $x$ ,

2) gdy  $\rho_2 = \infty$  (punkt przegięcia krzywej  $k_2$ ), wtedy wypada  $Y' = y'$  styczne do krzywych  $k_1$  i  $k_2$  są do siebie równoległe a raczej jest to ta sama styczna (rys. 3b),

3) gdy  $\rho_2 = 0$  (ostrze krzywej  $k_2$ ), to  $Y' = -\frac{1}{y'}$ , czyli styczna do krzywej  $k_2$  jest normalną do  $k_1$  (rys. 3c).

Pod względem kinematycznym punkt  $O$  (rys. 4) przecięcia normalnych do  $k_1$  i  $k_2$  jest środkiem krzywizny krzywej  $k_2$  w  $B$  (środek krzywizny  $k_1$  w  $A$  leży na  $OA$ , lecz w ogóle nie w  $O$ ). Linia stałą środków chwilowych jest ewoluta krzywej  $k_2$  a linią ruchomą — styczna do niej  $BO$ .

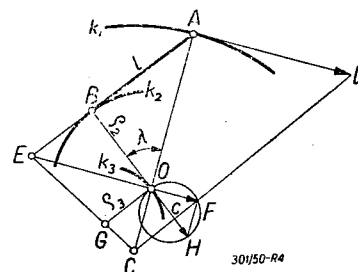
Wyprowadzimy jeszcze zależność promieni krzywizny  $\rho_1$  krzywej  $k_1$ ,  $\rho_2$  krzywej  $k_2$  i  $\rho_3$  — ewoluty tej ostatniej (rys. 4).

Wiadomo, że:

$$\frac{\omega}{c} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2},$$

gdzie  $\omega$  jest szybkością kątową chwilową,  $c$  — szybkością środka chwilowego,  $R_1$  i  $R_2$  — promieniami krzywizny linii środków chwilowych. W danym razie  $R_1 = \rho_2$ ,  $R_2 = \infty$ , przyjmujemy  $\omega = 1$ , więc  $c = \rho_3$ . Szybkość punktu  $A$  wynosi  $AD = AO = \sqrt{l^2 + \rho_2^2}$ .

Jeżeli odcinek  $OF$  jest rzutem  $c = OH$  na kierunku stycznej  $AD$ , to punkt  $C$  przecięcia  $AO$  z  $DF$  będzie, jak wiadomo, środkiem krzywizny krzywej  $k_1$  w  $A$  czyli  $AC = \rho_1$ .



Rys. 4.

Z podobieństwa trójkątów  $ADC$  i  $OFC$  wynika:

$$\frac{AC}{OC} = \frac{AD}{OF} \text{ czyli: } \frac{\rho_1}{\rho_1 - \sqrt{l^2 + \rho_2^2}} = \frac{\sqrt{l^2 + \rho_2^2}}{\rho_3 \sin \lambda}$$

skąd po przekształceniu:

$$\rho_1 = \frac{(l^2 + \rho_2^2)^{3/2}}{(l^2 + \rho_2^2) - l\rho_3}$$

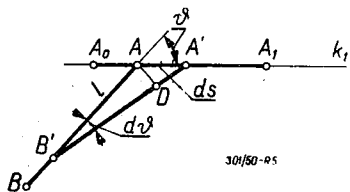
Dla wyznaczenia środka krzywizny  $C$  można też zastosować wykreślenie *Savary'ego* (rys. 4): prowadzimy w  $O$  prostą do  $OA$  do przecięcia  $E$  z  $AB$ . Łączymy  $E$  ze środkiem krzywizny linii stałej środków chwilowych  $G$  i w przecięciu z normalną  $AO$  otrzymujemy szukany środek  $C$ .

W praktyce chodzi raczej o wykreślenie krzywej  $k_2$ , gdy dana jest krzywa  $k_1$ , a więc mamy zadanie odwrotne. Na przecięciu normalnej w  $A$  do  $k_1$  i prostopadłej w  $B$  do  $AB$  znajdujemy przede wszystkim środek krzywizny  $O$  krzywej  $k_2$  w  $B$ . Gdy ponadto dany jest środek krzywizny  $C$  krzywej  $k_1$  w  $A$ , to w sposób widoczny z rys. 4, można wyznaczyć środek krzywizny  $G$  ewoluty  $k_n$  krzywej  $k_2$ .

### III. Dokładność planimetru Prytza

#### 1. Ruch wodzika po prostej

Naprzód przypomnimy znaną zależność dla przypadku, gdy  $k_1$  jest prostą (rys. 5).



Rys. 5.

Gdy wodzik  $A$  drążka  $AB = l$  przesunie się po prostej  $k_1$  o  $ds$  do punktu  $A'$ , to będzie:

$$A'D = ds \cdot \sin \vartheta = -l d\vartheta,$$

skąd:

$$-\frac{d\vartheta}{\sin \vartheta} = \frac{ds}{l}$$

lub całkując w granicach od  $A_0$  do  $A_1$  ( $A_0A_1 = s$ ), przy czym  $\vartheta$  zmienia się od  $\vartheta_0$  do  $\vartheta_1$ , otrzymamy:

$$\operatorname{tg} \frac{\vartheta_1}{2} = e^{-s/l} \operatorname{tg} \frac{\vartheta_0}{2} \quad [6]$$

Kąt  $\vartheta$  rozumie się przy tym jako zawarty pomiędzy dodatnimi kierunkami prostej  $k_1$  (w prawo) i drążka  $AB$  (od  $B$  do  $A$ ). Z wzoru [6] wynika, że przy opisywanym ruchu wartość funkcji:

$$e^{s/l} \cdot \operatorname{tg} \frac{\vartheta}{2}$$

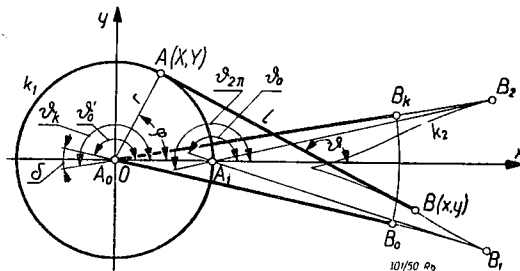
pozostaje stałą dla określonego początkowego kąta  $\vartheta_0$  i dla wartości  $s$  i  $\vartheta_1$ , uważanych za zmienne.

#### 2. Pomiar koła

Rozpatrzmy teraz przypadek, gdy punkt  $A$  odcinka (drążka)  $A_0B_0$  wykonywa ruchy następujące:

1) po prostej  $x$  od środka koła  $k_1$ , do jego obwodu ( $A_1$ ), przy czym początkowy kąt  $A_0B_0$  z prostą  $x$  wynosi  $\vartheta'_0$  a kąt końcowy  $\vartheta_0$  (rys. 6),

2) następnie, wychodząc z tego położenia  $A_1$ , punkt  $A$  obiega koło  $k_1$  i wraca do  $A_1$ ; punkt  $B$



Rys. 6.

opisuje wtedy pewną krzywą  $k_2$  i w końcu znajduje się w pewnym punkcie  $B_2$ , przy czym końcowy kąt  $A_1B_2$  z prostą  $x$  będzie  $\vartheta_{2\pi}$ .

3) wreszcie punkt  $A$  wraca po prostej  $x$  do środka koła  $O$ , punkt  $B$  znajduje się w  $B_k$ , przy czym końcowy kąt  $AB$  z prostą  $x$  będzie  $\vartheta_k$ .

Chodzi o wyznaczenie kąta pomiędzy  $A_0B_0$  i  $A_0B_k$ , czyli  $\vartheta_k - \vartheta'_0 = \vartheta$ . Według zasady mierniczej planimetru kąt ten ma być miarodajny dla obliczenia pola koła  $k_1$ . Sprawdźmy czy tak jest istotnie.

Dla pierwszej części ruchu wynika z [6]:

$$\operatorname{tg} \frac{\vartheta_0}{2} = e^{-r/l} \operatorname{tg} \frac{\vartheta'_0}{2},$$

gdzie  $r$  oznacza promień koła, a  $l$  długość drążka, lub oznaczając  $\frac{r}{l} = k$ :

$$\operatorname{tg} \frac{\vartheta_0}{2} = e^{-k} \cdot \operatorname{tg} \frac{\vartheta'_0}{2} \quad [7]$$

Dla drugiej części ruchu z rys. 6 wynika:

$$X = r \cos \varphi; Y = r \sin \varphi$$

$$x = r \cos \varphi - l \cos \vartheta; y = r \sin \varphi - l \sin \vartheta,$$

skąd, tworząc  $\frac{dx}{d\varphi}$  i  $\frac{dy}{d\varphi}$  i dzieląc te wielkości

przez siebie, otrzymamy:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{r \cos \varphi - l \cos \vartheta \cdot \frac{d\vartheta}{d\varphi}}{-r \sin \varphi + l \sin \vartheta \cdot \frac{d\vartheta}{d\varphi}}$$

Po przekształceniu wypadnie stąd:

$$r \cos (\varphi - \vartheta) = l \frac{d\vartheta}{d\varphi},$$

zaś oznaczając  $\varphi - \vartheta = \psi$ ;  $\frac{r}{l} = k$ , otrzymamy

$$d\varphi = \frac{d\psi}{1 - k \cos \psi} \quad [8]$$

Rozpatrzmy najpierw przypadek  $k < 1$ .  
Wtedy całką równania [8] jest:

$$\varphi = \frac{2}{\sqrt{1-k^2}} \arctg \left( \sqrt{\frac{1+k}{1-k}} \operatorname{tg} \frac{\psi}{2} \right) + C \quad [9],$$

gdzie  $C$  jest stałą całkowania. Gdy  $\varphi = 0$ ;  
 $\psi = \psi_0$ . Stąd, oznaczając jeszcze:

$$\sqrt{\frac{1+k}{1-k}} = m; \quad \frac{\sqrt{1-k^2}}{2} = n,$$

otrzymamy

$$C = \frac{1}{n} \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left( m \operatorname{tg} \frac{\psi_0}{2} \right),$$

więc

$$\varphi = \frac{1}{n} \arctg \left( m \operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2} \right) + \frac{1}{n} \arctg \left( m \operatorname{tg} \frac{\psi_0}{2} \right),$$

skąd po przekształceniu:

$$\operatorname{tg} \frac{\psi}{2} = \frac{m \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} - \operatorname{tg} \left[ n\varphi - \arctg \left( m \operatorname{tg} \frac{\psi_0}{2} \right) \right]}{\operatorname{tg} \left[ n\varphi - \arctg \left( m \operatorname{tg} \frac{\psi_0}{2} \right) \right] \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + m}$$

zaś dla  $\varphi = 2\pi$  po przekształceniu

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_{2\pi}}{2} = \frac{1}{m} \cdot \frac{m \operatorname{tg} \frac{\psi_0}{2} - \operatorname{tg} 2\pi n}{1 + m \operatorname{tg} \frac{\psi_0}{2} \cdot \operatorname{tg} 2\pi n}$$

Podstawiając tu zamiast  $\operatorname{tg} \frac{\psi_0}{2}$  odpowiednią

wartość z [7], otrzymamy:

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_{2\pi}}{2} = \frac{1}{m} \cdot \frac{me^{-k} \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi_0'}{2} - \operatorname{tg} 2\pi n}{1 + me^{-k} \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi_0'}{2} \cdot \operatorname{tg} 2\pi n} \quad [10]$$

Wreszcie dla trzeciej części ruchu mamy według [6]

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_k}{2} = e^k \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi - \pi}{2} \quad [11]$$

zatem, uwzględniając [10], mamy wzór ostateczny

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_k}{2} = \frac{1}{m} \cdot \frac{m \operatorname{tg} \frac{\psi_0'}{2} - e^k \cdot \operatorname{tg} 2\pi n}{1 + me^{-k} \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi_0'}{2} \cdot \operatorname{tg} 2\pi n} \quad [12]$$

Mając stąd  $\psi_k$ , można obliczyć  $\delta = \psi_k - \psi_0'$ .

W przypadku, gdy  $k = 1$ , całką równania [8] jest

$$\varphi = - \operatorname{cotg} \frac{\psi}{2} + C,$$

a uwzględniając, że dla  $\varphi = 0$ ;  $\psi = \psi_0$

$$\varphi = - \operatorname{cotg} \frac{\varphi - \psi}{2} - \operatorname{cotg} \frac{\psi_0}{2};$$

skąd po przekształceniu:

$$\operatorname{tg} \frac{\psi}{2} = \frac{\operatorname{cotg} \frac{\psi_0}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + \varphi \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + 1}{\varphi - \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} + \operatorname{cotg} \frac{\psi_0}{2}}$$

zaś dla  $\varphi = 2\pi$

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_{2\pi}}{2} = \frac{1}{2\pi + \operatorname{cotg} \frac{\psi_0}{2}} \quad [13]$$

Uwzględniając [7] i [11], otrzymamy dalej

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_{2\pi}}{2} = \frac{1}{2\pi + e^k \cdot \operatorname{cotg} \frac{\psi_0'}{2}}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_k}{2} = \frac{e^k}{2\pi + e^k \cdot \operatorname{cotg} \frac{\psi_0'}{2}} \quad [14]$$

Wreszcie rozpatrzmy trzeci przypadek, gdy  $k > 1$ . Wtedy całką równania [8] jest

$$\varphi = - \frac{1}{\sqrt{k^2-1}} \ln \frac{\sqrt{k-1} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\psi}{2} + \sqrt{k+1}}{\sqrt{k-1} \cdot \operatorname{ctg} \frac{\psi}{2} - \sqrt{k+1}} + C,$$

gdzie  $\psi = \varphi - \psi$ . Znowu dla  $\varphi = 0$ ;  $\psi = \psi_0$ , więc oznaczając:

$$\sqrt{\frac{k+1}{k-1}} = m; \quad \frac{\sqrt{k^2-1}}{2} = n,$$

$$\frac{1 - m \operatorname{tg} \frac{\psi_0}{2}}{1 + m \operatorname{tg} \frac{\psi_0}{2}} = A,$$

otrzymamy po przekształceniu:

$$A e^{-2\varphi n} = \frac{1 + m \operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2}}{1 - m \operatorname{tg} \frac{\varphi - \psi}{2}}$$

Stąd dla  $\varphi = 2\pi$

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_{2\pi}}{2} = \frac{e^{4\pi n} - A}{m(e^{4\pi n} + A)} \quad [15]$$

Po uwzględnieniu zaś [7] i [11]

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_k}{2} = \frac{e^{4\pi n} \left( 1 + me^{-k} \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi_0'}{2} \right) - \left( 1 - me^{-k} \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi_0'}{2} \right)}{e^{4\pi n} \left( 1 + me^{-k} \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi_0'}{2} \right) + \left( 1 - me^{-k} \cdot \operatorname{tg} \frac{\psi_0'}{2} \right)} \quad [16]$$

We wszystkich powyższych przypadkach kąt miarodajny dla obliczania pola koła  $k$ , wynosi  $\delta = \psi_k - \psi_0'$ , zaś błąd, wynikający z nieściśłości zasady mierniczej, jest

$$B = \left( \frac{l^2 \delta}{\pi r^2} - 1 \right) \cdot 100\%$$

lub

$$B = \left( \frac{\delta}{\pi k^2} - 1 \right) \cdot 100\% \quad [17]$$

W przypadkach szczególnych mamy

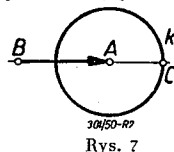
1) dla  $\vartheta'_0 = 0$  (rys. 7)

$$\text{przy } k < 1 \quad \text{tg } \frac{\vartheta_k}{2} = - \frac{e^k \cdot \text{tg } 2\pi n}{m};$$

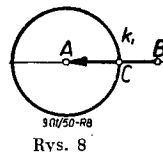
$$\text{przy } k = 1 \quad \text{tg } \frac{\vartheta_k}{2} = 0.$$

W tym przypadku krzywa opisywana przez koniec B przy obwodzeniu przez A koła  $k$ , staje się punktem i  $\vartheta_k = 2\pi$ , zaś błąd  $B = +100\%$ .

$$\text{Przy } k > 1 \quad \text{tg } \frac{\vartheta_k}{2} = \frac{e^k}{m} \frac{e^{4\pi n} - 1}{e^{4\pi n} + 1}$$

2) dla  $\vartheta'_0 = \pi$  (rys. 8)

Rys. 7



Rys. 8

przy  $k < 1$ 

$$\text{tg } \frac{\vartheta_k}{2} = \frac{e^k}{m \text{tg } 2\pi n};$$

przy  $k = 1$ 

$$\text{tg } \frac{\vartheta_k}{2} = \frac{e}{2\pi};$$

skąd  $\vartheta_k = 46^\circ 47' 20'' + 2\pi$ 

$$\delta = \vartheta_k - \vartheta'_0 = 226^\circ 47' 20'' = 3,95821,$$

zatem z [17]

$$B = \left( \frac{3,95821}{\pi} - 1 \right) \cdot 100 = +26\%$$

$$\text{przy } k > 1 \quad \text{tg } \frac{\vartheta_k}{2} = \frac{e^k}{m} \cdot \frac{e^{4\pi n} + 1}{e^{4\pi n} - 1}$$

(Dokończenie nastąpi)

## Mikroskop elektronowy i jego zastosowanie w metalografii

Inż.-mech. JAN CHODOROWSKI

Mikroskop elektronowy znalazł w ostatnich kilku latach szerokie zastosowanie w wielu gałęziach nauki i techniki. Ponieważ wiele nauk technicznych, jak np. metalografia coraz bardziej zaczyna korzystać z usług mikroskopu elektronowego, konieczne jest zaznajomienie się z jego budową zakresem stosowalności i metodami wykonywania preparatów.

### 1. Mikroskop elektronowy i jego własności

Metalografia zajmuje się głównie badaniem metali i ich stopów, umożliwiając w ten sposób poznanie niektórych własności badanych materiałów. Jak wiadomo, do przeprowadzenia badań i obserwacji struktury, powszechnie używany jest mikroskop optyczny na światło odbite (tzw. metalograficzny), rzadziej natomiast na światło przechodzące. Każdy mikroskop optyczny, w tym i metalograficzny, posiada stosunkowo małą zdolność rozpoznawczą i małe powiększenia użyteczne. Rząd powiększeń w mikroskopie uzależniony jest od numerycznej apertury (N. A.) obiektywu oraz od długości fali czynnika użytego do utworzenia obrazu<sup>1)</sup>. Zdolność rozpoznawcza (rozdzielcza) obiektywu, czyli najmniejsza odległość, przy której można rozróżnić jeszcze dwa poszczególne elementy od siebie, wynosi:

$$d = \frac{0,61 \lambda}{n \cdot \sin \alpha} \quad [1]$$

<sup>1)</sup> Od Redakcji. Przystępny i bardzo dobry z punktu widzenia praktycznego opis mikroskopu metalograficznego i wyjaśnienie znaczenia poszczególnych pojęć znajdzie czytelnik w książce inż. Jana Obrębskiego „Metalografia praktyczna”; Stuttgart 1947, str. 209-216.

gdzie  $\lambda$  — długość fali światła użytego do oświetlenia przedmiotu,

$n \cdot \sin \alpha$  — N. A. (numeryczna apertura).

W określeniu numerycznej apertury oznacza:

$n$  — współczynnik załamania ośrodka otaczającego obiektyw,

$2\alpha$  — kąt rozwarcia wiązki ogniskowej (kąt apertury).

Ponieważ graniczna wartość zdolności rozpoznawczej przeciętnego oka ludzkiego w warunkach dogodnego patrzenia wynosi  $M_u \cdot d = 0,02$  cm, podstawivszy więc tę wartość do równania [1] otrzymuje się maksymalne powiększenie użyteczne obiektywu:

$$M_u = \frac{0,033 n \cdot \sin \alpha}{\lambda} \quad [2]$$

Najkrótsza odległość fali świetlnej która może być jeszcze użyta przy obserwacji bezpośredniej w mikroskopie optycznym, odpowiada długości fali promieni niebiesko-fioletowych, przy czym długości fal świetlnych, na które reaguje wzrok ludzki, znajdują się w granicach ok. 4000 do ok. 8000 Å. Jeśli zaś idzie o numeryczne apertury produkowanych obiektów, wynoszą one dla obiektywów suchych N. A. = 0,95, a dla imersyjnych N. A. = ok. 1,5.

W przybliżeniu można przyjąć, że obecna graniczna wartość zdolności rozpoznawczej mikroskopu optycznego wynosi ok. 1000 Å zaś maksymalne powiększenia użyteczne ok.  $2000 \times$ .<sup>8]</sup>

Do wyjaśnienia wielu zagadnień, powiększenia tego rzędu, jakie otrzymuje się przy pomocy mikroskopu optycznego są za małe. Chcąc uzyskać powiększenia większe, przy równoczesnej dużej zdolności rozpoznawczej, należałoby jak wynika z równania [2] zastosować przede wszystkim do utworzenia obrazu czynnik o daleko mniejszej długości fal ( $\lambda$ ), w porównaniu z długością fal świetlnych.

Tego rodzaju właściwość posiadają elektrony, których długość fal może być regulowana w pewnych granicach. Długość fali, z jaką poruszają się elektrony wynosi:

$$\lambda = \frac{m \cdot v}{h}, \quad [3]$$

gdzie:

$$h' = 6,624 \cdot 10^{-27} \text{ erg. sek.} \quad \text{— stała Plancka}$$

$$m = \sim 9,1 \cdot 10^{-28} \text{ g} \quad \text{— masa elektronu}$$

W równaniu [3] niewiadomą stanowi tylko prędkość poruszania się elektronu  $v$ , która może być obliczona z równości jego energii elektrycznej i kinetycznej:

$$eV = \frac{m v^2}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}, \quad [4]$$

gdzie:  $e = 4,804 \cdot 10^{-10}$  jedn. elektr. — ładunek elektronu,  
 $V$  — różnica potencjałów (napięcie) przyspieszających elektrony.

Po ostatecznym przekształceniu równania [3] otrzymuje się w przybliżeniu:

$$\lambda = \frac{12,26}{\sqrt{V}} \text{ \AA} \quad [5]$$

czyli długość fali, z jaką poruszają się elektrony, zależy wyłącznie od różnicy potencjałów przyspieszających te elektrony, a więc od zastosowanego napięcia elektrycznego.<sup>8]</sup> Zdolność rozpoznawcza mikroskopu elektronowego jest więc ograniczona napięciem prądu; chcąc powiększyć  $\lambda$  przy maksymalnym, możliwym do zastosowania napięciu, należałoby jak wynika z równania [3] stosować zamiast elektronów, ładunki o większych masach (np. protony).

Drugą bardzo ważną i znajdującą praktyczne zastosowanie cechą elektronów jest to, że pod wpływem pola elektrostatycznego lub magnetycznego odchylają swój prostoliniowy kierunek poruszania się. Na tej zasadzie oparta jest budowa mikroskopu elektronowego i jego części składowych tzn. soczewek elektrostatycznych lub elektromagnetycznych.

Dotychczas zostały opracowane trzy rodzaje mikroskopów elektronowych:

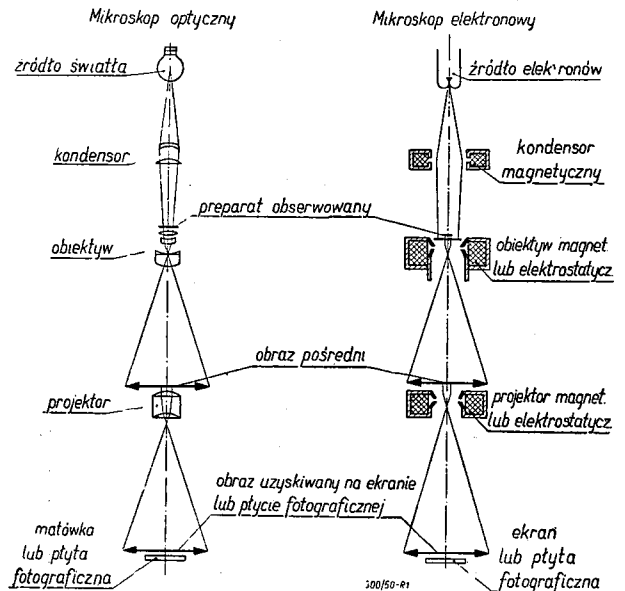
1) mikroskop elektronowy emisyjny, w którym badana próbka służy za katodę emitującą elektrony,

2) mikroskop elektronowy na wiązkę odbitą,  
 3) mikroskop elektronowy na wiązkę przechodzącą.

Dwa pierwsze typy mikroskopów elektronowych nie osiągnęły tak dużych powiększeń użytecznych i zdolności rozpoznawczych, co mikroskop na wiązkę przechodzącą i dotychczas pozostały przyrządami budowanymi wyłącznie na skalę laboratoryjną. Jedynie mikroskop elektronowy na wiązkę przechodzącą znalazł szersze zastosowanie w praktyce, a budowany obecnie przez różne firmy, stosowany jest przez liczne laboratoria naukowe i przemysłowe.

Mikroskop elektronowy na wiązkę elektronów przechodzącą (transmisyjny) zbudowany jest na podobnej zasadzie jak zwykły optyczny mikroskop projekcyjny. Podstawowe jego części stanowią: źródło elektronów, kondensator, obiektyw, projektor i ekran, przy czym w miejsce soczewek zwykłych posiada cewki wytwarzające pole elektryczne lub magnetyczne.

Rys. 1 podaje schematycznie układ soczewek w mikroskopie optycznym i elektronowym.



Rys. 1. Porównanie budowy mikroskopu optycznego z elektronowym.

Ze względu na typ soczewek, rozróżniamy dwa zasadnicze rodzaje mikroskopów elektronowych na wiązkę przechodzącą, a mianowicie o układzie soczewek elektrostatycznym lub magnetycznym. Prócz nich budowane są również mikroskopy o mieszanym układzie soczewek.

Jako źródła elektronów używa się dwójakiego rodzaju katody:

- 1) katody gorącej (włókno żarzące),
- 2) „ zimnej.

W wypadku pierwszym elektrony emitowane są bezpośrednio przez rozżarzone włókno (przeważnie wolframowe) i noszą nazwę termoelektronów, zaś przy zimnej katodzie najpierw

jonizowane są cząstki powietrza, które bombardując metaliczną katodę, powodują emisję elektronów.

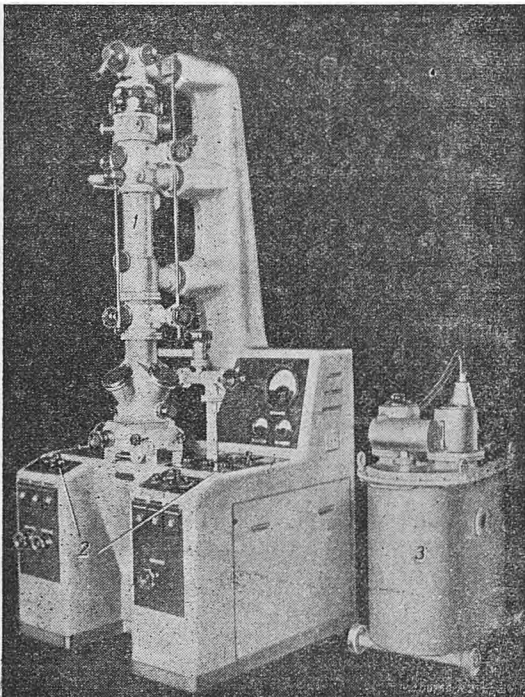
Gdyby wyemitowane elektrony poruszały się w powietrzu, wówczas na skutek korpuskularnej właściwości napotykałyby na swej drodze miliardy drobin powietrza i doznawałyby odchylenia kierunku i zmniejszenia szybkości. Z tego powodu mikroskopy elektronowe budowane są jako układy pracujące stale w próżni lepszej niż  $10^{-4}$  mm Hg, przy czym badany preparat musi być również umieszczony w próżni.

Droga elektronów w mikroskopie jest następująca (rys. 1):

Wiązka elektronów wyemitowana przez katodę, po przejściu przez przesłonę anodową, zostaje zebrana przez kondensator. W dalszym ciągu swej drogi po przejściu przez obiekt (preparat) umieszczony na stoliku obiektywowym i sam obiektyw, daje ona obraz pośredni, który jest formowany i powiększany jeszcze przez projektor. Obserwację utworzonego obrazu przeprowadza się pośrednio na ekranie fluoryzującym, lub też utrwała się na kliszy fotograficznej. Niektóre typy mikroskopów posiadają jeszcze ekran dodatkowy umieszczony nad projektozem i służący do obserwacji pośredniego obrazu, utworzonego przez sam obiektyw.

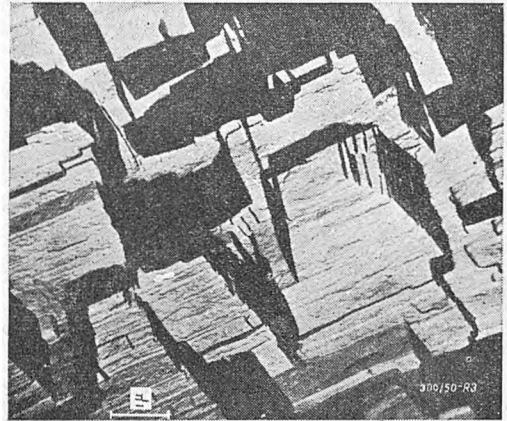
Rys. 2 podaje widok zewnętrzny mikroskopu elektronowego o zimnej katodzie i mieszanym układzie soczewek (cewek).

Mikroskop elektronowy prócz tego, że daje dużo większe powiększenia użyteczne w porów-



Rys. 2. Mikroskop elektronowy f-my Trüb i Täuber w Zurichu; 1 — mikroskop, 2 — tablica rozdzielcza, 3 — źródło wysokiego napięcia.

naniu z optycznym, ma jeszcze i tę zaletę, że utworzony obraz posiada zarazem i dużą głęboką ostrości (rys. 3). Przy granicznych powiększeniach jest ona ok. 500 razy większa od jego zdolności rozpoznawczej, podczas gdy w mikro-



Rys. 3. Aluminium trawione za pomocą bombardowania katodowego, odcisk tlenkowy. Pow. 10 000X.

skopie optycznym są one tego samego rzędu. Duża głębia ostrości pozwala również na prowadzenie badań stereoskopowych nawet przy największych powiększeniach, podczas gdy w mikroskopie optycznym może mieć to miejsce wyłącznie przy małych powiększeniach. Z drugiej strony pewne wady soczewek elektronowych ograniczają możliwości pełnego wykorzystania mikroskopu. Występująca w soczewkach elektronowych aberacja sferyczna i inne wady, zmuszają do zastosowania w obiektywach bardzo małych apertur, rzędu 1000 razy mniejszych, aniżeli apertury soczewek optycznych. Poza tym zbyt duże powiększenia stosowane przy obserwacji preparatów, utrudniają interpretowanie utworzonego obrazu w odniesieniu do właściwego umiejscowienia poszczególnych elementów w stosunku do jego głębokości.

Jeśli idzie o obecnie produkowane mikroskopy elektronowe — stosowane napięcia wynoszą przeważnie 50 000 do 100 000 V, przy czym zdolność rozpoznawczą posiadają rzędu 20 do 50 Å a związane z tym powiększenia użyteczne sięgają do kilkudziesięciu tysięcy razy.

Wszystkie typy mikroskopów elektronowych mają stosunkowo prostą budowę, a sama obsługa podczas pracy nie nastęrcza specjalnych trudności.

## 2. Rodzaje i sposoby wykonywania preparatów

Daleko trudniejsze zadanie w mikroskopii elektronowej stanowi wykonywanie preparatów oraz właściwa interpretacja otrzymanych obrazów.

Metale i ich stopy nawet w cienkich warstewkach utrudniają przejście elektronom (rozpraszając je i pochłaniając). Obecna technika nie potrafi wykonać tak cienkich warstewek



(płytek), ażeby można było do badania stosować bezpośrednio taką próbkę materiału, jak się to dzieje w mikroskopie optycznym na światło odbite. Ażeby móc zastosować do badania metali i ich stopów mikroskop na wiązkę przechodzącą, musiano opracować nowe metody preparowania próbek. Polegają one na sporządzaniu odcisku (repliki), będącego odbitką badanej powierzchni próbki w bardzo cienkiej i łatwej do przejścia dla elektronów błonce. W metodzie tej obraz strukturalny powierzchni badanego materiału zostaje odtworzony przez odcisnięcie w cienkiej błonce, którą dopiero poddaje się badaniu w mikroskopie elektronowym.

Stosowane sposoby sporządzania preparatu odcisku oparte są na dwóch metodach:

- odcisku bezpośredniego (negatywu),
- odcisku pośredniego (podwójnego), w którym odcisk bezpośredni służy jako matryca.

Spośród dużej ilości sposobów wykonywania odcisku, największe zastosowanie w dotychczasowej praktyce (odnośnie mikroskopii elektronowej) otrzymało tylko parę metod, a mianowicie: odciski w błonkach plastycznych, tlenkowych, metalicznych i kwarcowych (krzemionkowych).

Ażeby wykonany odcisk w błonie plastycznej mógł dać w rezultacie dobry obraz, próbka z której ma on być zdjęty musi być należycie przygotowana, a sama błonka posiadać pewne właściwości.

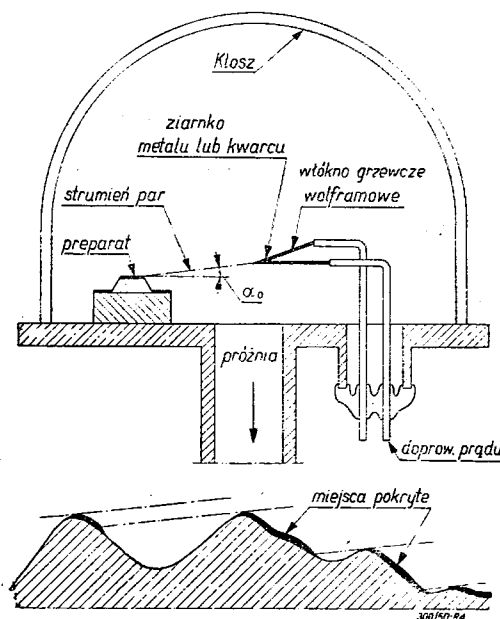
Od błonki wymaga się następujących właściwości: wiernego oddania wszystkich szczegółów badanej powierzchni, drobnej struktury własnej mniejszej od zdolności rozpoznawczej mikroskopu małej grubości (poniżej 1000 Å) dobrych własności mechanicznych, zdolności dawania obrazu o dużym kontraście itp.

Przygotowanie próbki metalograficznej z której ma być zdjęty odcisk odbywa się w podobny sposób jak do obserwacji w mikroskopie optycznym z tą tylko różnicą, że poszczególne operacje muszą być wykonane z większą dokładnością. Ostatnio często stosowane jest do badań przy pomocy mikroskopu elektronowego polerowanie próbki na drodze elektrolitycznej. Baczna uwagę należy zwrócić na mycie próbek tak po opolerowaniu, jak i po trawieniu. Trawienie próbek może odbywać się zwykłym sposobem chemicznym, lub elektrolitycznym. Intensywność trawienia powinna być w przybliżeniu taka, jakiej używa się do obserwacji przy dużych powiększeniach (ok. 1000×) w mikroskopie optycznym.

Jako materiał do wykonania odcisku bezpośredniego najczęściej stosowany bywa 0,2 do 2% roztwór formvaru (żywica poliwinylacetolowa) w dioksanie, chloroformie lub dwuchloroetylenie, względnie 1 do 2% roztwór kolodiu w octanie amylowym.

Sposób wykonania takiego odcisku jest następujący: na świeżą i dobrze przygotowaną powierzchnię badanej próbki metalograficznej, nanosi się parę kropel 0,2—2% formvaru lub roztworu kolodiu. Nadmiar tego roztworu z powierzchni usuwa się przy pomocy zwykłej bibuły filtracyjnej. Po zastygnięciu roztworu błonka zostaje ściągnięta z powierzchni próbki. Ściąganie może odbyć się bezpośrednio przez powolne i stopniowe pogrążanie próbki w letniej destylowanej wodzie (ok. 40 C) lub za pomocą papieru jednostronnie klejonego. W tym ostatnim wypadku na zwilżoną oddechem błonkę nakłada się papier i po krótkiej chwili odrywa się razem z błonką od powierzchni próbki. Następnie oddziela się, od papieru w letniej destylowanej wodzie, przy czym nasiąknięty wodą papier opada na dno naczynia, a błonka pozostaje na powierzchni wody. Uzyskany w ten sposób negatyw powierzchni próbki zostaje uchwycony na siatkę miedzianą lub niklową o ok. 4900 oczek/cm<sup>2</sup> (200 mesh), przemyty parę razy w wodzie destylowanej i po wyschnięciu wycina się z niego próbkę o  $\Phi$  ok. 2,5 mm. Wyciętą próbkę zakłada się do specjalnej tulei, która z kolei zostaje zawieszona w uchwycie i naniesiona na obiektyw mikroskopu. Grubość błonki nie powinna przekraczać 1000 Å, gdyż w przeciwnym wypadku nie otrzyma się wyraźnego obrazu.

Zdolność rozpoznawczą uzyskaną za pomocą odcisku plastycznego ocenia się na ok. 200 Å, przy czym w niektórych wypadkach można ją znacznie powiększyć przez cieniowanie, zwiększając równocześnie kontrastowość obrazu. Cieniowanie odbywa się w próżni o ok. 10<sup>-4</sup> mm Hg parami metalu (złota, uranu, platyny lub chromu — rys. 4).



Rys. 4. Cieniowanie preparatu; a — schemat urządzenia do cieniowania preparatów, b — szkic pocieniowanego preparatu.

Dalszym przykładem odcisku bezpośredniego są *odciski tlenkowe*. Ten rodzaj odcisku ma szczególnie zastosowanie do metali i stopów lekkich oraz do stali o dużej zawartości niklu<sup>11]</sup>. W metodzie tej na badanej powierzchni próbki zostaje utworzona cienka błonka przy pomocy utleniania elektrolitycznego. Błonekę tę z kolei podzieloną rysikiem na małe kwadraty oddziela się od powierzchni próbki chlorkiem rtęci o dużym stężeniu, przemywa się na przemian w roztworze wodnym kwasu solnego oraz w wodzie destylowanej, suszy i poddaje się obserwacji.

Z odcisków podwójnych największe rozpowszechnienie uzyskały odciski plastyczne w połączeniu z metalowym lub kwarcowym (krzemionkowym).

W metodzie tej odcisk plastyczny (negatyw) służy za matrycę, z której zdjęty jest odcisk pozytywny, uzyskany za pomocą pokrywania negatywu parami metalu lub kwarcu w urządzeniu pokazanym na rys. 4.

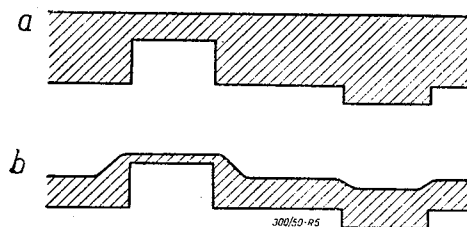
Dobre wyniki w zastosowaniu do badań metalograficznych dają odciski w zestawieniu polistyrol<sup>2)</sup> — chrom. Technika wykonania takiego odcisku jest następująca: płytkę polistyrolu o małej grubości nakłada się na powierzchnię próbki i całość montuje się w małej prasce. Prasę wraz z próbką nagrzewa się do temp. ok. 150 C, wskutek czego otrzymuje się odcisk — negatyw danej powierzchni. Po ostygnięciu całości płytka polistyrolowa zostaje oddzielona od próbki, założona do urządzenia pracującego w próżni (ok.  $10^{-4}$  mm Hg) i napyłana pod pewnym kątem parami chromu. Grubość napyłonej błonki chromowej powinna wynosić od 50 do 100 Å. Po pokryciu, odcisk negatyw (polistyrol) zostaje rozpuszczony np. w trójchloroetylenie, zaś odcisk pozytywny (błonka chromowa) wypłukany i poddany obserwacji.

W taki sam sposób wykonywane są odciski podwójne w zestawieniu polistyrol — kwarc. Wykonany w opisany już sposób odcisk polistyrolowy napyłany jest w próżni parami kwarcu, przy czym grubość błonki kwarcowej powinna wynosić 200÷300 Å. Do napyłania używa się czystego kwarcu w stanie drobno sproszkowanym. Z proszku tego zmieszanego z roztworem kolodiu wykonuje się grudkę, którą zakłada się w stożkowo zwinięte włókno wolframowe, znajdujące się w urządzeniu do napyłania. Przy zdejmowaniu błonki kwarcowej dzieli się ją na kwadraciki (3÷4 mm<sup>2</sup>), następnie oddziela się od powierzchni próbki przy pomocy odczynników doborczych w zależności od badanego materiału.

Przy interpretacji obrazów elektronowych uzyskanych za pomocą metody odcisku, należy zwrócić uwagę na rodzaj i sam sposób jego wykonania. Jeśli idzie o odciski bezpośrednie (negatywowe), to posiadają one kontrasty głównie

na szczegółach wystających, przy czym wypukłość (składniki strukturalnie twarde) przejawiają się w obrazie elektronowym jako miejsca jasne, natomiast wgłębienia zanikają w cieniach.

Rys. 5 podaje interpretację odcisku plastycznego bezpośredniego, gdzie wgłębienia odpowia-



Rys. 5. Interpretacja odcisku: a — odcisk plastyczny idealny, b — odcisk plastyczny o odkształconej powierzchni zewnętrznej.

dają miejscom (elementom strukturalnym) wystającym ponad ogólne tło badanej powierzchni i na odwrót.

Dobre obrazy uzyskuje się z błonek plastycznych cieniowanych parami metali, przy czym cieniowanie wzmacnia kontrast i przez to powiększa również zdolność rozpoznawczą obrazu.

Odciski podwójne szczególnie napyłane kwarcem lub metalami są z reguły kontrastowe i należy je interpretować jako odciski — pozytywne.

### 3. Praktyczne zastosowanie mikroskopu elektronowego

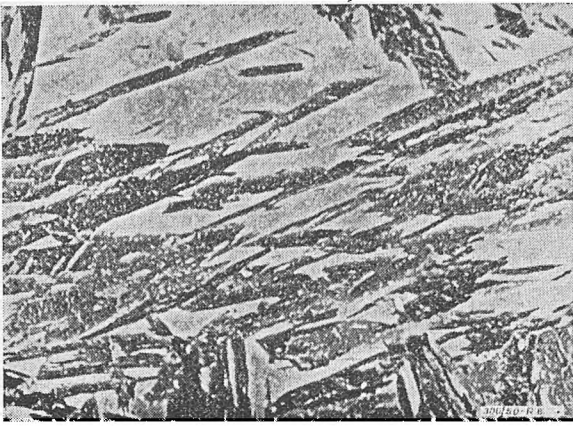
Jeżeli idzie o zagadnienia metaloznawcze, to znaczy o badanie struktur metali i ich stopów oraz zjawisk towarzyszących powstawaniu tych struktur w różnych stadiach ich procesów technologicznych — *mikroskop elektronowy* może oddać w dziedzinie tej duże usługi. Przewadzone badania nad tymi zjawiskami przy pomocy mikroskopu optycznego, często nie mogły dać rozwiązania, względnie jakiegoś naświetlenia, na skutek małej siły rozdzielczej tego przyrządu.

W wielu wypadkach dopiero powiększenia tego rzędu jakie daje mikroskop elektronowy mogły rzucić pewne światło na istotę badanych zjawisk.

Takim zagadnieniem w metalografii, gdzie mikroskop elektronowy został już zastosowany, względnie może mieć praktyczne zastosowanie, to badanie struktur stali, metali lekkich, kolorowych i ich stopów oraz badanie wpływu czynników na własności strukturalne tych materiałów (rys. 3, 6 i 7).

Do nich należy badanie struktur hartowania i odpuszczania stali (martensytu, bajnitu, troostytu, sorbitu), zjawisk starzenia materiałów stalowych, samoulepszenia się stopów lekkich, badanie zjawisk odkształcania metali, stopów itp.<sup>12]</sup>

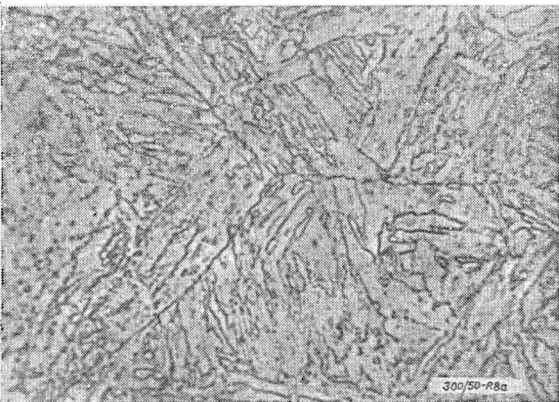
<sup>2)</sup> polistyrol — rodzaj masy plastycznej.



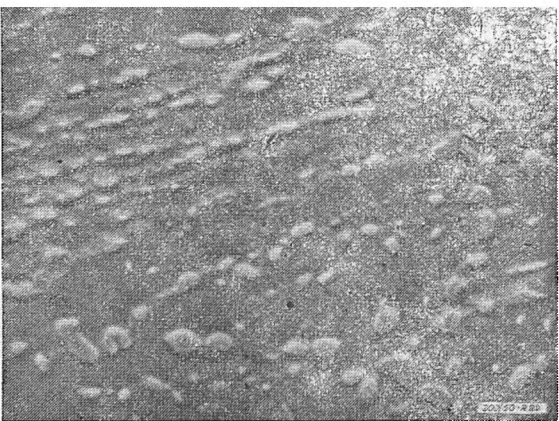
Rys. 6. Stal 0,6% C w stanie zahartowanym — martenzyt, odcisk formvarowy. Pow. 4000 X

Zastosowanie mikroskopu elektronowego do badania struktur hartowania i odpuszczania stali potwierdziło, że bainit, jak również troostyt i sorbit posiadają w budowie swej dwie obok siebie istniejące fazy tj. cementyt i ferryt<sup>3]</sup>.

Stwierdzono również, że własności wytrzymałościowe stali węglowych ulepszanych cieplnie, zależą w głównej mierze od wielkości

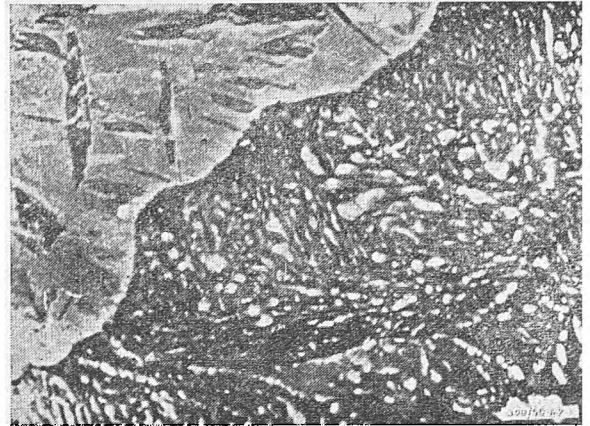


Zdjęcie, wykonane przy pomocy mikroskopu optycznego. Pow. 1200X.



Odcisk formvarowy cieniowany chromem. Pow. 7000 X.

Rys. 8. Stal 0,35% C i 1,35% Mn w stanie ulepszonym, traw. roztw. alkohol. (1% FeCl<sub>3</sub>+2% HCl). Cementyt wydzielony na tle ferrytu.



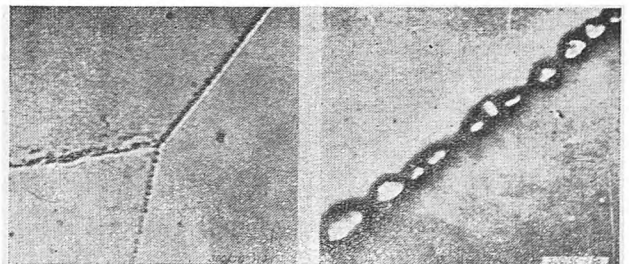
Rys. 7. Stal 0,5% C hartowana z 950 C — troostyt i martenzyt, odcisk formvarowy. Pow. 8000 X.

wydzielających się cząsteczek cementytu podczas zabiegu odpuszczania.

Uchwycenie tego rodzaju zależności stało się możliwe tylko dzięki dużym powiększeniom, uzyskiwanym za pomocą mikroskopu elektronowego. Powiększenia uzyskiwane za pośrednictwem mikroskopu optycznego są tego rzędu (2000X), że nie pozwalają w tym wypadku na określenie z pewną dokładnością wielkości i kształtu wydzielającego się cementytu. Rys. 8a, 8b pokazują strukturę stali konstrukcyjnej stopowej o zawartości 0,35% C i 1,35% Mn po zahartowaniu w wodzie i odpuszczeniu w 650° przez 120 minut.

Dalszymi zagadnieniami, do wyjaśnienia których może przyczynić się mikroskop elektronowy, to zjawiska połączone z wydzielaniem się pewnych składników strukturalnych w stopach żelaznych i nieżelaznych podczas ich obróbki cieplnej lub przeróbki plastycznej. Do tego rodzaju zagadnień należy zjawisko kruchości odpuszczania w stalach konstrukcyjnych stopowych, podobieństwo działania deformacji do obróbki cieplnej, wydzielania podmikroskopowej wielkości na granicach ziarn w stopach lekkich i kolorowych (rys. 9 i 10), częściowo zjawisko rekrytalizacji itp.<sup>12]</sup>.

W innych gałęziach techniki, mikroskop elektronowy znalazł szerokie zastosowanie w me-



Zdjęcie wykonane przy pomocy mikroskopu optycznego. Pow. 1600 X.

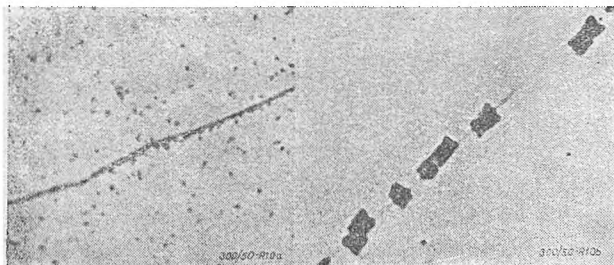
Odcisk formvarowy. Pow. 8000 X.

Rys. 9. Brąz o zawartości 5% Al.

talurgii proszków, ceramice zwykłej, chemii i włókiennictwie.

W metalurgii proszków i ceramice zwykłej służy on do określania wielkości i kształtu produktów wyjściowych, które to właściwości mają duży wpływ na charakterystykę gotowych wyrobów rys. 11, 12, 13.

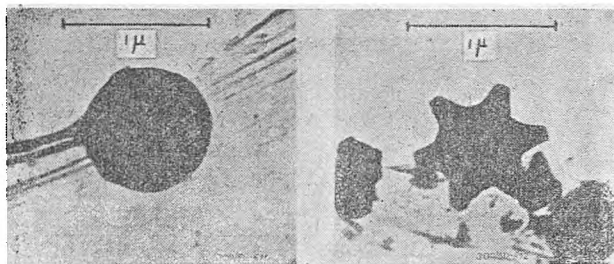
Jeśli idzie o metaloznawstwo, to podano tu tylko nieliczne przykłady zagadnień w których mikroskop elektronowy znajduje zastosowanie.



Zdjęcie wykonane przy pomocy mikroskopu optycznego.  
Pow. 2000×.

Odcisk formvarowy.  
Pow. 35 000×.

Rys. 10. Stop Al z 7% Mg w stanie ulepszonym, traw. w kwasie fosforowym.

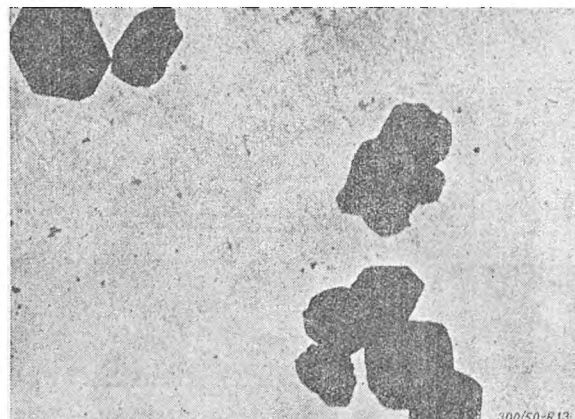


Rys. 11. Proszek żelaza karbonylowego.  
Pow. 20 000×.

Rys. 12. Proszek niklu uzyskany przez redukcję tlenku za pomocą wodoru.  
Pow. 20 000×.

Ogólnie można stwierdzić, że w wypadku badania materiałów metalowych, wszędzie tam gdzie mikroskop optyczny — na skutek ograniczonych powiększeń, nie daje pożądanych rezultatów, może być użyty mikroskop elektronowy. Pewne utrudnienie w mikroskopii elektronicznej stanowi sporządzanie i interpretacja preparatu, jednak dzięki wysokiemu poziomowi techniki są one prawie zawsze do opanowania.

Na podstawie przytoczonych przykładów można stwierdzić, że mikroskop elektronowy jest dla obecnej techniki bardzo cennym narzędziem, służącym do określenia kształtu i wielkości przedmiotów o bardzo małych wymiarach oraz do badania struktur różnorodnych materiałów.



Rys. 13. Proszek wolframu. Pow. 8000×.

Coraz szersze zastosowanie tego przyrządu zarówno w naukowych jak i przemysłowych laboratoriach rokuje nadzieje, że mikroskop elektronowy już w niedalekiej przyszłości przyczyni się do rozwiązania względnie pogłębienia stanu wiedzy wielu zagadnień metaloznawczych.

ZRÓDŁA:

1. W. N. Wercner, *Zawodskaja Laboratoria*, t. 13 (1947), 1364.
2. A. J. Frimer i S. Ł. Pupko, *Zawodskaja Laboratoria*, t. 13 (1947), 1375.
3. N. N. Bujnow i R. M. Lerinman, *Zawodskaja Laboratoria*, t. 15 (1949) 167.
4. Ł. J. Zemlianowa, J. U. M. Kusznir i A. J. Frimer *Dan SSSR*, t. 70 (1950) 991.
5. V. E. Cosslett, *Nature*, t. 163 (1949), 32; — *Nature*, t. 164 (1949), 481.
6. Advance Copies of Papers from Symposium on Metallurgical Applications of the Electron Microscopy, Institute of Metals, London, (1949).
7. M. v. Ardenne, *Zs. f. Phys.*, t. 109 (1938), 553.
8. Zworykin, Morton, Ramberg, Hillier, Vance, *Electron Optics and the Electron Microscope*, New York (1945).
9. H. Mahl, *Naturwiss.*, t. 30 (1942), 207.
10. H. Mahl, *Metalwirtschaft*, t. 19 (1940), 1082.
11. E. A. Mahla and N. A. Nielsen, *Journ. of Appl. Phys.*, t. 19 (1948), 378.
12. M. Rozsival, St. Vesely, J. Chodorowski, *Prace GIMO* 2 (1950), 81.

## DO AUTORÓW ARTYKUŁÓW

### przeznaczonych dla „Przeglądu Mechanicznego”

Ze względu na trudności występujące przy tłumaczeniu tytułów artykułów na języki obce, redakcja czasopisma zwraca się z apelem do autorów artykułów o nadsyłanie tłumaczeń tytułów artykułów w językach: angielskim, francuskim, niemieckim i rosyjskim.

W wypadku znajomości biernej jednego z wyżej wymienionych języków, prosimy przynajmniej o podawanie, w językach obcych, odpowiedników głównych terminów technicznych, występujących w tytule artykułu.

REDAKCJA

# Powierzchniowe hartowanie kół zębatach prądami wysokiej częstotliwości (Dokończenie)

Inż.-mech. STANISŁAW KOMOROWSKI

## 2. Koła z zębami hartowanymi na wskroś

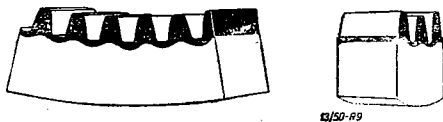
Zalety metody indukcyjnej były już dawno docenione przez przemysł motoryzacyjny, który zastosował ją dość szeroko do utwardzenia na wskroś wzgl. pół na wskroś (zależne od modułu koła i będących w dyspozycji urządzeń) zębów kół zębatach o modułach 2 do 5.

Przy zastosowaniu częstotliwości wyższych (rzędu 200÷300 tysięcy Hz), aniżeli to wynika z rozważań teoretycznych, stosunkowo niskiej gęstości mocy i dostatecznie długiego czasu grzania otrzymamy w rezultacie nagrzanie zęba mniej lub więcej na wskroś; jeżeli tak ogrzane koło zahartujemy, otrzymamy mniej lub więcej na wskroś utwardzony ząb.

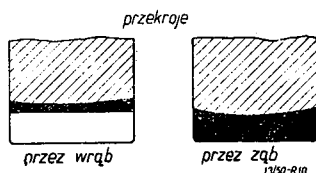
Przy krótkich czasach nagrzewania, nagrzane zostaną w tych warunkach jedynie końce zębów i w rezultacie ich powierzchnie robocze nie zostaną utwardzone.

Długi czas grzania i stosunkowo niska gęstość mocy dyktowana jest obawą możliwego przegrzania a nawet stopienia końców zębów.

Przykładem zastosowania mogą być wieńce kół zamachowych silników samochodowych. Zęby ich nie są narażone na wielkie obciążenia, muszą one wytrzymać nacisk i włączenie kółka zębatego rozrusznika (rys. 9 i 10, na których czarno zaznaczona jest warstwa zahartowana).

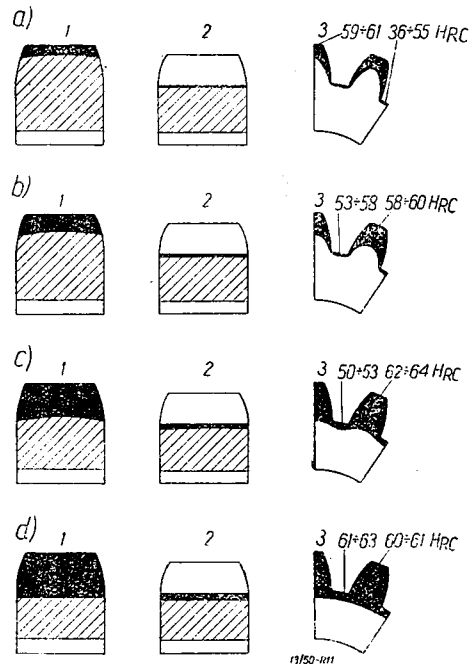


Rys. 9. Przekroje wieńca zębatego  $m \approx 1,7$ ;  $\phi$  127; szer. 25; ze stali NE 8640 (0,7 Cr, 0,6 Ni, 0,25 Mo). Zęby zostały utwardzone na wskroś przy 450 000 Hz. Czas grzania 12 sek, moc generatora 200 kW. Hartowanie w oleju, bez przyrządów. Max. temperatura osiągnięta na głębokości 10 mm od końca zęba 200° C. Długi czas i wielka moc tłumaczą się koniecznością zastosowania wewnętrznego induktora (wg Redmonda).



Rys. 10. Koło zębate czołowe, stal C-0,55; Mn-1,0% zęby utwardzone na wskroś. Czas grzania 8 sek, moc gen. 50 kW, radioczęstotliwość. Gęstość mocy 0,62 kW/cm<sup>2</sup>.

Skutki grzania kół zębatach w różnym czasie przy wysokiej gęstości mocy ilustruje rys. 11. Przykłady a i b, mogą być praktycz-



Rys. 11. Rezultaty grzania „bezpośredniego”. Koło  $m \approx 3,2$ ; 13-tożebowe; średnica podziałowa około 41 mm, szerokość ok. 25 mm, ze stali 1045. Nagrzewane generatorem 200 kW, gęstość mocy 5,3 kW/cm<sup>2</sup>, przy częstotliwości 340 000 Hz. Podgrzanie wstępne nie było stosowane. a — czas grzania 0,52 sek, odczekania 0,225 sek, hartowane w wodzie. Daje się obserwować zjawisko przegowatości (twardości dna wrębu). Badanie mikrostruktury końca zęba pozwala wykryć pola pierwotnej struktury perlitycznej i ferrytycznej siatki na dnie wrębu, gdzie miało miejsce przegrzanie dają się zauważyć tylko ślady ferrytu. Składniki stali nie zdążyły przejść w roztwór stały. b — czas grzania 0,75 sek. Zjawisko przegowatości wyeliminowane, końce zębów wykazują strukturę martenzytyczną szybko zahartowanej stali. Dno wrębu nadal wykazuje ślady pierwotnej siatki ferrytycznej. c — czas grzania 0,92 sek, d — czas grzania 14,5 sek, gęstość mocy 0,45 kW/cm<sup>2</sup>. Struktura martenzytyczna, jak w stali hartowanej klasycznymi metodami (wg Redmonda).

nie stosowane w wypadkach, gdy koła są skonstruowane ze znacznym współczynnikiem bezpieczeństwa.

Generator 200 kW o częstotliwości 300 000 Hz może ogrzewać koła o powierzchni nie większej od 28 cm<sup>2</sup> (rzutowanej tzn. powierzchni walca o średnicy równej średnicy koła podziałowego i wysokości równej szerokości wieńca koła).

Minimalna potrzebna gęstość mocy wynosi w tym wypadku 7 kW/cm<sup>2</sup> — przy generatorze

o mocy 200 kW; odpowiada to kołu o średnicy podziałowej 35 mm i szerokości wieńca 25 mm. Wyniki jak widać z rys. 11 nie są zadawalające. Prawdziwie dobre wyniki osiąga się dopiero przy znacznie wyższych gęstościach prądu, a więc mniejszych wymiarach kół. Krótki czas grzania i stosunkowo niska temperatura, osiągana na dnach wrębów i u podstawy zębów, utrudnia otrzymanie właściwych wyników. Ogranicza to stosowanie tego procesu do kół przeznaczonych dla pracy przy stosunkowo małych obciążeniach.

### 3. Metoda dwustopniowa powierzchniowego hartowania kół zębatych

Prowadzone w ostatnich latach prace eksperymentalne, mające na celu znalezienie indukcyjnej metody nagrzewania, pozwalającej na powierzchniowe nagrzanie koła zębatego o module 2 do 5 i otrzymanie w rezultacie równomiernej grubości warstwy utwardzonej na całym obwodzie koła, po szeregu niepowodzeniach i okresie połowicznych rezultatów zostało rozwiązane w laboratorium f-my „Westinghouse“ w latach 1948/49.

Metoda ta polega na wstępnym indukcyjnym podgrzewaniu koła prądami rzędu 10000 Hz, następnym niewielkim jego przestudzeniu celem wyrównania temperatur w warstwie powierzchniowej i ostatecznym nagrzaniu do temperatury hartowania przy pomocy prądów radioczęstotliwości, rzędu kilkuset tysięcy Hz.

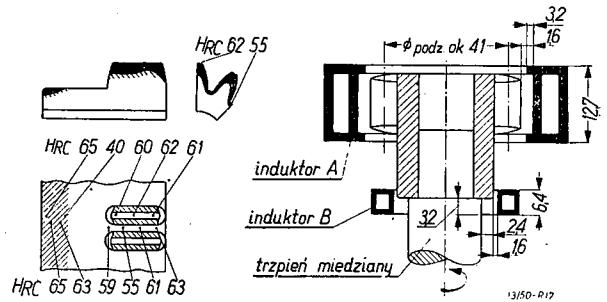
Pierwszą wzmiankę o tej metodzie znajdujemy w literaturze fachowej w 1947 roku (Brown); zasada została zgłoszona do opatentowania już w 1946 roku (angielski patent prowizoryczny Nr 6204/46) w ostatecznej formie została opublikowana przez J. A. Redmonda w 1949 r. pod nazwą „contour hardening“ wzgl. „taper hardening“.

W metodzie tej (rys. 12) generator radioczęstotliwości pracuje przy gęstości mocy około 3 kW/cm<sup>2</sup>, co pozwala na obrabianie kół o powierzchni rzutowanej 70 a nawet 125 cm<sup>2</sup>. Pozwala to na obrabianie praktycznie wszystkich kół pospolicie spotykanych w produkcji samochodowej.

Koło po podgrzaniu prądem częstotliwości rzędu 10 000 Hz (przetwornica wirująca) zostaje przeniesione do induktora zasilanego prądem częstotliwości 100 000 do 500 000 Hz z generatora lampowego.

Istotą procesu jest wyeliminowanie konieczności stosowania zakresu częstotliwości 15 000 do 100 000 Hz i zredukowanie zapotrzebowania energii na jednostkę powierzchni poddawanej obróbce cieplnej, przez wprowadzenie do induktora radioczęstotliwości koła zębatego o temp. 540° C (1000° F) nagrzanego nierównomiernie, silniej na dnie wrębów i w okolicy podstaw zębów, aniżeli na końcach zębów.

Gdy podgrzewamy koło zębate metodą indukcyjną przy częstotliwości nie przekraczającej 10 000 Hz — końce zębów nie nagrzewają się tak silnie jak ich podstawy i dna wrębów (rys. 6). Ponieważ głębokość przenikania prądów wirowych jest odwrotnie proporcjonalna do częstotliwości — niskie częstotliwości, stosowane przy podgrzewaniu, gwarantują wydzielanie się ciepła w odleglejszych warstwach — właśnie przy podstawie i dnach wrębów.



Rys. 12. Koło  $m \approx 3,2$ , śr. podz. 41 mm, szerokość 12,7 mm, stal 1046. Grzanie 0,53 sek, częstotliwość 200 000 Hz. Utwardzenie części piasty (induktor B) kontroluje moc generatora i konstrukcję induktora.

Ta różnica temperatur pogłębia się jeszcze przy przenoszeniu koła z induktora „niskiej częstotliwości“ do induktora „wysokiej częstotliwości“. Moment ten z natury rzeczy powoduje przerwę w dopływie energii, przerwę tę przedłuża się sztucznie w miarę potrzeby, celem uzyskania jeszcze większych różnic temperatur, oraz celem usunięcia zjawiska pręgowatości. W rezultacie takiego postępowania następuje kompensacja „szybkości“ nagrzewania całej powierzchni, mającej być utwardzonej, tak, iż wszystkie jej punkty osiągną temperaturę hartowania w tym samym czasie.

Stwarzamy tutaj sztucznie różnicę temperatur wyjściowych — siłą rzeczy, prądy wirowe będą miały tendencję gromadzenia się w przekrojach o wyższej temperaturze, kosztem przekrojów wykazujących przy nagrzewaniu prądem „wysokiej częstotliwości“ tendencje do przegrzewania się w zwykłych warunkach. Nastąpi samoczynna wewnętrzna kompensacja rozdziału ciepła, taka właśnie jakiej potrzebujemy dla osiągnięcia pożądanego wyniku, obróbki cieplnej.

Podgrzanie wstępne koła określa grubość warstwy utwardzonej u podstawy zęba. Jeżeli ta okolica w chwili, gdy włączamy prąd radioczęstotliwości, jest bliska krytycznej temperatury lub ją przekracza, otrzymujemy stosunkowo bardzo głęboką warstwę utwardzoną w tych miejscach (rys. 13), w przeciwieństwie do kół nagrzewanych bezpośrednio (porównaj rys. 11a i rys. 13) pół na wskroś.

Częstotliwość prądu użytego dla grzania ostatecznego ma bardzo poważny wpływ na

osiągane wyniki. Częstotliwość ta nie może być za wysoka, bo wtedy trudno jest osiągnąć dodatnie rezultaty, tak ze względów teoretycznych, jak i manipulacyjnych. Teoretycznie zagadnienie to nie zostało dotychczas ujęte; w doborze częstotliwości należy kierować się doświadczeniem.

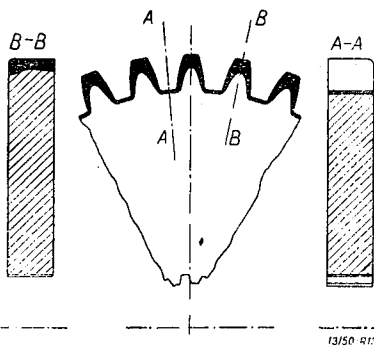
Na kołach o stosunkowo małych zębach, jak np.  $m = 2 \div 3$  trudno jest przy podgrzewaniu prądami o  $3 \div 10$  kHz osiągnąć temperaturę wyższą na kole podstawowym niż na końcach zębów. Radzimy sobie wówczas w ten sposób, iż podgrzewamy zęby powyżej temperatury hartowania (osiągają ją oczywiście prawie cały ząb), przerywamy dopływ prądu i czekamy pewien okres czasu np. ok. 20 sek., aż do wyrównania temperatur na wysokości ok.  $540^{\circ}\text{C}$ , po czym dopiero włączamy prąd radioczęstotliwości.

Dla ostatecznego grzania, z przyczyn ekonomicznej natury, towarzyszących budowie generatorów, przy omawianym procesie stosuje się zwykle częstotliwość rzędu 160000 Hz — wyższe częstotliwości ze względów ekonomicznych i manipulacyjnych okazały się niewskazanymi, aczkolwiek bywają stosowane (do 400000 Hz). Czas grzania ostatecznego przy tych częstotliwościach waha się od 0,5 do 1,5 sek, zależnie od wymiaru zęba i gęstości mocy.

Zostało stwierdzone eksperymentalnie na kołach o module  $3 \div 5$ , iż najkorzystniejsze gęstości mocy, przy grzaniu ostatecznym, wahają się około  $2,7 \text{ kW/cm}^2$  powierzchni „rzutowej“, jeżeli szerokość koła nie przekracza 12,5 mm ( $1/2''$ ).

Dla kół o szerokości większej (do 34 mm), należy używać gęstości mocy ca  $3,2 \text{ kW/cm}^2$ .

Dla podgrzewania kół przy częstotliwości 10000 Hz najlepiej używać gęstości mocy 0,3



Rys. 13. Koło utwardzone konturowo przy zastosowaniu podgrzewania wstępnego. Należy przestrzegać, by przestudzenie koła po nagrzewaniu wstępnym nie było zbyt daleko posunięte, może to spowodować miękkie skutkiem niedogrzaną końce zębów (wg Redmonda).

do  $0,5 \text{ kW/cm}^2$  powierzchni „rzutowanej“ — czas podgrzewania wynosi wówczas 15 do 20 sek, zależnie od typu koła.

Dla porównania należy podać, iż dla bezpośredniego grzania celem następnego utwardzenia koła pół na wskroś (rys. 12), konieczną jest

gęstość mocy  $12,5 \text{ kW/cm}^2$  — przy czym, jak widać z rysunku, rezultaty nie są zbyt zadawalające.

#### Uwagi praktyczne

Zwykle po nagrzewaniu, koło jest przenieszone z induktora radioczęstotliwości pod natrysk wody celem zahartowania. Krótki okres czasu pomiędzy końcem cyklu grzania a początkiem cyklu studzenia jest korzystny z punktu widzenia obróbki cieplnej. Wielkość tego okresu zależy od użytego gatunku stali, cyklu grzania i wymaganych wyników — np. dla koła o module 3 ze stali 1046 (SAE) może on wynosić do 0,5 sek.

Podczas wszystkich operacji: tj. podgrzewania, grzania i ostatecznego studzenia koło winno obracać się powoli. Powinno ono obrócić się  $3 \div 4$  razy podczas grzania ostatecznego i mieć dostatecznie małą szybkość podczas zanurzenia, tak aby woda mogła dotrzeć do dna wrębu. Jeżeli podczas studzenia koło obraca się zbyt szybko, woda nie sięga dna wrębu i twardość jego będzie niska.

Ustalono na drodze empirycznej, że koło o wadze 2kg i module  $m=5$  wymaga natrysku chłodzącego trwającego 17 sekund, przy szybkości przepływu wody 80 litrów na minutę. Temperatura wody winna wynosić  $35 \div 40^{\circ}\text{C}$ , co zabezpiecza w pewnym stopniu przed rysami i pęknięciami, występującymi najczęściej w kątach dna wrębu. Wyżej podane cyfry odnoszą się do najczęściej stosowanej stali 1050 (SAE).

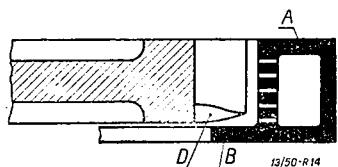
Korzystnym jest przerwanie procesu studzenia w wodzie, w momencie, gdy nagromadzone w kole ciepło, po wyrównaniu temperatur, nie może nagrzać koła do temperatury przekraczającej  $150^{\circ}\text{C}$ , i kontynuowanie studzenia na powietrzu. Nie należy jednak sądzić, iż zabieg ten w wystarczającym stopniu usuwa naprężenia. W produkcji często stosuje się następujące po ostudzeniu ponowne nagrzewanie do temperatury ok.  $150^{\circ}\text{C}$ , tzw. „odprężanie“ — wykonuje się je w osobnym piecu, lub częściej na tym samym urządzeniu, na którym koło było utwardzane, przez ponowne wprowadzenie koła do induktora 10000 Hz i grzanie przy małej gęstości mocy. Metoda ta upraszcza trudną kontrolę cyklu studzenia.

Znaczna ilość kół spotykanych w praktyce ma zaokrąglone powierzchnie czołowe, którymi koła „wchodzą w pracę“. Powierzchnie te muszą być utwardzone, czego dokonuje się jednocześnie z utwardzaniem roboczej powierzchni zębów, przy pomocy induktora zaopatrzonego w odp. „kołnierz“ (rys. 14). Koła o obustronnie utwardzonych powierzchniach czołowych mogą być wykonane przy pomocy induktorów o dwóch kołnierzach (rys. 15, 16 i 17c).

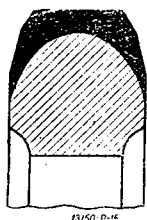
Zespoły kół zębatych (tryby choinkowe — cluster gears) najlepiej utwardza się jednocze-

śnie, jednak możliwości są tu ograniczone ze względu na moc generatorów stojących do dyspozycji (lampowych). Jeżeli koła są różnej

siebie na odległość dwukrotnie większą od wysokości zęba (odległość od dna wrębu do końca zęba).

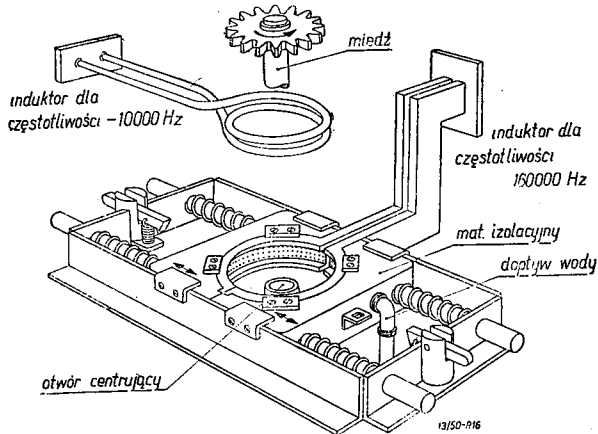


Rys. 14. Induktor A (z projektorem B) kołnierzykowy służy do utwardzania powierzchni czołowych D, równocześnie z utwardzeniem powierzchni roboczych zębów. Szerokość kołnierza zależy od rozmiarów powierzchni czołowych zęba, jakie chcemy utwardzić. Przy kołach o module 5÷4, szerokość 6,5÷5 mm, przy  $m = 3$  szer. 2,5 mm (wg Redmonda).



Rys. 15. Jeśli koło ma powierzchnie czołowe zębów wymagające utwardzenia po obu stronach, stosuje się induktor dwukołnierzowy (kołnierz po obu stronach induktora). Pokazany na rysunku przekrój wieńca przez ząb moduł ok. 3,2 był nagrzewany indukto-rem z kołnierzem szerokości tylko 3 mm. Dobry rezultat osiągnięto przez staranne przeprowadzenie podgrzania.

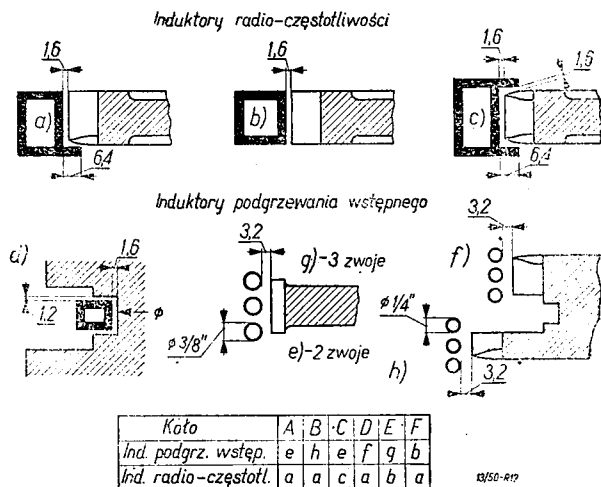
średnicy, lepiej jest utwardzać najpierw mniejsze koło, dla zabezpieczenia większego utwardzonego koła przed powstawaniem rys. w czasie grzania koła mniejszego (rys. 17). Jednoczesne nagrzewanie jest trudne jeszcze z drugiego po-



Rys. 16. Urządzenie do utwardzania powierzchniowego kół zębatych o małych modułach, metodą z podgrzewaniem wstępnym dla kół o obustronnie utwardzanych powierzchniach czołowych. Induktor radio-częstotliwości rozbierny (wg Redmonda).

wodu, mianowicie niemożności regulowania prądu na poszczególnych induktorach zasilanych z jednego źródła.

Jeżeli poszczególne wieńce są zbyt blisko do siebie, grzanie indywidualne staje się niemożliwe, gdyż grzejąc jeden wieńiec, równocześnie grzejemy drugi, poprzednio zahartowany. Dla uniknięcia tych trudności należy, przy konstrukcji zespołów kół, przewidywać pomiędzy wieńcami podcięcia głębokości ok. 3 mm poniżej dna wrębów i wieńce odsunąć od



Rys. 17. Induktory, którymi grzano koła przedstawiona na rys. 18; d — induktor „rozdzielczy“ dla nagrzewania i hartowania krawędzi i rogów oraz wpustów dla widełek przesuwkowych, stosowany tylko dla radio-częstotliwości; a, b, c, d, — induktory radio-częstotliwości; e, f, g, h — induktory do podgrzewania 10 000 Hz, (wg Redmonda).

Zagadnienia materiałowe

W większości wypadków utwardzenie powierzchniowe kół zębatych nie ma na celu osiągnięcie wysokiej twardości na ich powierzchni lecz uzyskanie powierzchni odpornej na ścieranie, co jest warunkiem długiego czasu pracy. Sama twardość nie stanowi kryterium odporności na ścieranie — dwa materiały o tej samej twardości, ale o różnej koncentracji węgla będą przedstawiały zupełnie odmienne charakterystyki ścieralności, nie mówiąc o ewentualnych składnikach stopowych. Fakt ten musi być uwzględniony także i przy indukcyjnej metodzie utwardzania powierzchniowego kół zębatych, w której materiał poddawany procesowi posiada znacznie niższą zawartość węgla aniżeli warstwa powierzchniowa otrzymywana metodą dyfuzyjną (nawęglanie, cjanowanie).

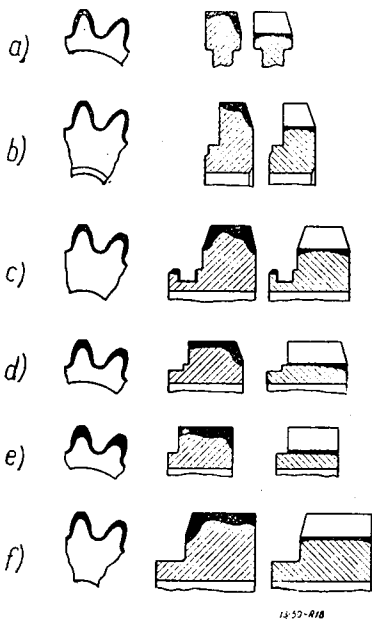
Nasza wiedza o zachowaniu się stali podczas krańcowo szybkich procesów grzania, jest jak na razie bardzo skromna, gdyż dopiero ostatnie lata dostarczyły nam środków technicznych w postaci urządzeń do grzania prądami wysokiej częstotliwości, umożliwiających badania w tym zakresie. Szybkość rozpuszczania się węglików jest funkcją temperatury i stopnia ich dyspersji. W konsekwencji sorbityczny po-deutektoidalny materiał może być momentalnie przemieniony w jednorodny roztwór stały (austenit), podczas gdy ten sam materiał w stanie wyżarzonym o strukturze płytkowej i siatce



ferrytycznej będzie wymagał dla przemiany w austenit dłuższego czasu, mierzonego ułamkami sekundy, a nawet jak praktyka wykazuje sekundami. Czas ten potrzebny jest dla dyfuzji rozproszonego węgla w osnowę ferrytyczną, co jest konieczne dla uzyskania optymalnej twardości po zahartowaniu. Im większe ziarno i im grubsza struktura płytkowa, tym czas ten będzie dłuższy.

Rozważania te tłumaczą praktycznie stwierdzoną konieczność odpowiedniej obróbki cieplnej przedmiotów, które mają być następnie hartowane powierzchniowo metodą indukcyjną, a także sugerują najodpowiedniejsze gatunki stali dla tej metody.

Wysoka temperatura powierzchni i wielka masa zimnego materiału z nią sąsiadującego pozwalają na przypuszczenie, iż w przedmiocie utwardzonym powierzchniowo metodą indukcyjną mogą powstawać poważne naprężenia wewnętrzne. Z tej przyczyny stale o dużej har-



Rys. 18. Makroszlify różnych kół o module około 4, podgrzewanych przy 10 kHz i grzanych ostatecznie przy radio-częstotliwości (wg Redmonda).

towności nie powinny być używane bez zastosowania specjalnych środków ostrożności. Należy unikać ostrych kątów przy konstrukcji.

Przesłanki te prowadzą do wytypowania najodpowiedniejszych stali. Normalnie wymagana wytrzymałość rdzenia, nie utwardzonego lecz tylko uprzednio znormalizowanego, waha się pomiędzy 50 a 130 kG/mm<sup>2</sup>.

R. J. Brown (tabl. I) podaje następujący szereg stali wybrany z norm angielskich jako zaspakający wszystkie potrzeby konstrukcyjne i właściwy dla indukcyjnej metody utwardzania powierzchniowego.

Teoria i praktyka uczy, iż dalsze zwiększanie zawartości węgla w stali nie prowadzi do pozytywnych rezultatów — zawartości węgla

TABLICA I.

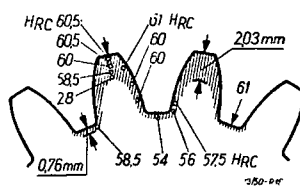
Ozn. ang.	En 8 D	En 9	En 18 D	En 19 C	En 24
odpow. SAE	1042	1055	5140	4340	3240 z Mc
C	0,40÷0,45	0,50÷0,60	0,38÷0,43	0,40÷0,45	0,35÷0,45
Mn	0,70÷0,90	0,50÷0,80	0,50÷0,80	0,50÷0,80	0,45÷0,70
Ni	—	—	—	—	1,30÷1,80
Mo	—	—	0,20÷0,35	0,20÷0,35	0,20÷0,35
Cr	—	—	0,90÷1,20	0,90÷1,20	0,90÷1,40
(rdz) <sup>1)</sup>	54÷85	70÷100	70÷100	70÷116	77÷170
(pow)	60	62	63	63	63

<sup>1)</sup> Wytrzymałość odnosi się do rdzenia po obróbce cieplnej powierzchniową metodą indukcyjną, poprzedzonej wstępną sorbityzacją struktury całego koła.

około 0,55% całkowicie wystarczają do otrzymania należytej twardości warstw zewnętrznych — dalsze zwiększanie zawartości węgla prowadzi do niebezpiecznej skłonności do rys i pęknięć materiału utwardzonego i powoduje niepożądany znaczny spadek obrabialności materiału.

### Wnioski

Zastosowanie grzania indukcyjnego do utwardzania powierzchniowego kół zębatach, w szczególności kół o małych modułach, jest procesem nowym, ostatnio dopiero opracowanym. Trudno jest mówić w tej chwili o pełnym obrazie rezultatów jakościowych osiąganych tą metodą. Dotychczasowe próby przeprowadzone na drodze laboratoryjnej i w bieżącej produkcji pozwalają stwierdzić, iż metoda powierzchniowego utwardzania przez grzanie indukcyjne, jest tak samo dobra jak nawęglanie z punktu widzenia przydatności użytkowej koła zębatego, a nawet lepsza i to szczególnie, jeżeli chodzi o charakterystykę wytrzymałościową przedmiotu. Koła zębata wykonane tą metodą z odpowiednich materiałów wykazują większą odporność powierzchni utwardzonej na obciąże-



Rys. 19. Koło  $m \approx 3,2$  jak na rys. 17 dla przekładni traktorowej. Podgrzane przy 10 000 Hz, ostatecznie nagrzane przy 200 000 Hz. Po 11 milionach zmian obciążeń o 50% wyższych od nominalnych koło nie wykazało żadnych defektów.

nia i uderzenia, a także wyższą wytrzymałość ogólną dzięki właściwościom polepszonych materiału rdzenia.

Widoczne na rys. 19 koło o module 3, utwardzone powierzchniowo metodą indukcyj-

na, przy próbie zmęczeniowej nie wykazało pęknięcia po 11 milionach zmian obciążenia przy 150% obciążenia.

#### Koszty utwardzania konturowego<sup>4)</sup>

Wyposażenie potrzebne składa się z generatora wirującego, dającego prądy o częstotliwości 10000 Hz oraz generatora lampowego 150000÷200000 Hz i odpowiedniego oprzyrządowania.

Moc obu generatorów zależy od programu produkcyjnego i ustala się ją na wyżej przytoczonych charakterystycznych gęstościach mocy.

Normalny cykl utwardzania opisaną wyżej metodą wynosi 30 do 50 sek. Wąskim przejściem urządzenia jest induktor częstotliwości 10000 Hz do podgrzewania, czas trwania podgrzewania wynosi około 50% całego cyklu. Dla lepszego wykorzystania urządzenia i zwiększenia jego przepustowości stosuje się podgrzewanie grupowe po kilka kół na raz. Najprostsze urządzenie składa się ze stołu obrotowego z jedną lub więcej stacją podgrzewania wstępnego i jedną stacją grzania ostatecznego. Zamiast stołu bywa używany przenośnik.

Dla kalkulacji założono, że instalacja ma produkować 500 sztuk kół o wadze 2 kg/sztuka na godzinę — np. koła o średnicy 175 mm i szerokości 15 mm. Instalacja taka będzie się składała z generatora wirującego mocy ok. 100 kW (dla podgrzewania trzy stacje) i generatora lampowego mocy ok. 200 kW.

Koszt biegu tego zespołu, oparty na 3760 godzinach produkcyjnych rocznie (dwie zmiany z uwzględnieniem postojów itd.), licząc amortyzację, koszt energii (0,01 \$ za kWh), koszt lamp wymiennych, robocizny (3 \$ na godzinę), konserwację — wyniesie około 13,45 \$ na godzinę wzgl. 0,027 \$ na jedno koło.

Koszt nawęglania i hartowania takich samych kół przy masowej produkcji wyniesie 0,030 do 0,080 \$ za kg, zależnie od stosowanej metody — czyli, że nawęglanie koła o wadze 2 kg będzie kosztowało 0,06 do 0,16 \$ za sztukę, czyli o 0,03 do 0,13 \$ drożej niż przy metodzie indukcyjnej (tzn. 100 do 400% drożej).

Dalsze poważne oszczędności przy metodzie indukcyjnej tkwią w kosztach stali. Jeżeli przyjmujemy, że koło nawęglone będzie wykonane ze stali SAE 4028, i że zastępujemy je kołem utwardzonym powierzchniowo metodą indukcyjną ze stali 1050, to różnica ceny stali wynosi 0,66 \$ za 100 kg (stal 4028—8,92 \$/100 kg, stal 1050—8,26 \$/100 kg) — zatem różnica kosztu stali na jedno koło daje dalszą oszczędność wynoszącą 0,015 do 0,02 \$ na koło.

Dalej utwardzanie powierzchniowe eliminuje koszt koniecznego przy nawęglaniu zabezpieczenia powierzchni, które nie mają być utwardzone, drogą miedziowania czy innych operacji — daje to oszczędność 0,01 do 0,02 \$ na koło.

Sumarycznie można szacować przeciętną oszczędność na 0,10 \$ na koło.

Wyżej przytoczony przypadek można uważać za charakterystyczny — tym niemniej należy zalecić przeprowadzenie analizy w każdym poszczególnym wypadku i dla każdego warunków.

Obliczenie powyższe nie uwzględnia wtórnych korzyści ekonomicznych, wynikających z szybkości i ciągłości procesu, które dają się ocenić dopiero w skali całej produkcji.

#### 4. Uwagi końcowe

Prócz wyżej opisanych metod coraz częściej w specjalnej literaturze fachowej spotyka się wzmianki o kombinowanej metodzie utwardzania powierzchniowego kół zębatach, polegającej na klasycznym nawęglaniu odpowiednio grubej warstwy powierzchniowej koła zębatego i następnym jej zahartowaniu przy pomocy grzania indukcyjnego sposobem bezpośrednim.

Metodą tą jakoby można osiągnąć znacznie lepsze rezultaty w zakresie struktury warstwy utwardzonej i wyższe twardości aniżeli przy innych metodach hartowania i znacznie większą odporność na ścieranie.

Metoda hartowania indukcyjnego jest niewątpliwie daleką jeszcze od doskonałości, jednak już w dzisiejszym swym stanie nadaje się do szerokiego zastosowania przemysłowego na wielu odcinkach pracy, bez obawy napotkania większych trudności w realizacji wszędzie tam, gdzie mamy do czynienia z produkcją masową wzgl. wielko-seryjną.

#### ŹRÓDŁA

- Steinmetz K. Transient Electric Phenomena and Oscillations. Mc Grow Hill, 1920.
- W. Wołogdin — Powierzchnostnaja indukcionnaja zakałka. Oborongiz. Moskwa, 1947.
- Łozinskoj M. G. — Powierzchnostnaja zakałka i indukcionnyj nagriew stali. Maszgiz. 1949.
- E. May — Industrial high frequency electric power. Chapman a. Hall. Londyn. 1949.
- Brown R. J. — Skin hardening. Automobile Eng. October 1947.
- Osborn H. B. — Induction heating. Automobile Eng. June 1949.
- Łoziński M. G. — Podstawy teorii i praktyka nagrzewania indukcyjnego. „Wiestnik Maszynostrojenia“ Nr 5/1948.
- Redmond J. A. — How to heat-treat spur gear by induction heating. „American Machinist“, 28 July 1949.
- Leeman A. — Die Erwärmung von Metallen mittels Hochfrequenz. „Zeitschrift für Schweisstechnik“ roc. 39/1949 str. 33.

<sup>4)</sup> Zaczepnięte z pracy J. A. Redmonda, cytowanej w spisie bibliograficznym.

# DZIAŁ SAMOCHODOWY

## Gniazda obróbki części samochodowych

Inż.-mech. MARIAN WAKALSKI

*Ustawienie grupowe obrabiarek i linie obróbki potokowej. — Gniazdo obróbki i jego założenia. — Przykład. — Przygotowanie do produkcji w gniazdach obróbki mechanicznej. — Próby i obserwacje z praktyki. — Wykorzystanie obrabiarek. — Transport międzyoperacyjny. — Zatrudnienie załogi. — Kontrola produkcji. — Czas wykonania. — Specjalizacja gniazd. — Wnioski. —*

### 1. Ustawienie grupowe obrabiarek i linie obróbki ciągłej (potokowej)

Najczęściej dotychczas spotykanym ustawieniem obrabiarek w zakładach produkujących części maszyn jest ustawienie grupowe; obrabiarki są ustawione według typów obróbki mechanicznej, a wszystkie operacje tego samego rodzaju wykonywane są w jednym dziale a więc: w dziale rewolwerówek, automatów, wiertarek, frezarek, wytaczarek, szlifierek itp.

Planowana seria części przechodzi przez obróbkę w jednym dziale, po czym zostaje przesunięta na następną operację do innego działu. Tego rodzaju produkcja wymaga drobiazgowego i rozległego planowania. Przebieg jej jest powolny, cykl dość długi; pociąga ona za sobą nagromadzenie znacznej ilości materiałów na warsztacie oraz skomplikowany transport materiałów z jednej grupy do drugiej; ponadto konieczność zorganizowania działu kontroli międzyoperacyjnej dla każdej grupy obrabiarek.

W zakładach wytwarzających części jednorodne w dużych ilościach, ustawienie grupowe obrabiarek już dawno zostało zastąpione przez linie obróbki ciągłej (potokowej).

Obrabiarki w liniach nie są ustawione zgodnie z typem obróbki, lecz według planu obróbki. Części przechodzą w sposób ciągły z operacji na operację wzdłuż linii, w ilościach z góry ustalonych. Korzyści wynikające z takiego procesu technologicznego są następujące: skrócenie cyklu produkcyjnego, mniejsza ilość materiału w procesie, uproszczenie planowania i międzyoperacyjnej kontroli jakości wykonania, zmniejszenie czasów obróbki, wydajniejsza praca obsługi obrabiarek, zmniejszenie powierzchni składowej na warsztacie (międzyoperacyjnej) oraz uproszczenie transportu.

### 2. Gniazdo obróbki i jego założenia

Gniazdo obróbki jest czymś pośrednim między ustawieniem grupowym a linią obróbki ciągłej. Prowadzi ono do radykalnej decentralizacji, do niedużych i niezależnych jednostek i grup produkcyjnych, z których każda zawiera obrabiarki, niezbędne do całkowitej obróbki ściśle określonych części. Ustalenie części do

obróbki w gnieździe wynika ze starannej analizy. Gniazda różnią się od siebie w zależności od ilości i rodzaju obrabiarek oraz wykonywanych części.

Części te są obrabiane seryjnie, a transport ich tym różni się od transportu przy ustawieniu grupowym, że nie odbywa się z działu do działu, lecz z maszyny na maszynę. Części przechodzą na następne operacje, zanim cała seria przejdzie przez operację poprzednią. Prace planowania i rozdzielanie robót o tyle się upraszczają, że konieczne jest tylko dostarczenie na czas materiału lub półwyrobów i dokładna znajomość przepustowości gniazda. Podobnie jak obróbka potokowa, obróbka w gnieździe wymaga mniej materiału i skraca cykl procesu.

### 3. Przykład

Szczegółowe przedstawienie produkcji w gniazdach obróbki mechanicznej, w jednym z zakładów branży samochodowej, ułatwi nam omówienie warunków produkcji. Zakład wytwarza samochody ciężarowe i autobusy o napędzie silnikami Diesla 4-ro, 6-cio- i 8-miocylindrowymi. Produkcja wynosi 1 wóz na godz. Poza obróbką mechaniczną i montażem, zakład obejmuje odlewnię, kuźnię oraz tłocznię. Części z zewnątrz są przeważnie dostarczane jako półwyroby, a niektóre w stanie gotowym. Znaczna pojemność produkcyjna jest przeznaczona do produkcji części zamiennych. Dzięki normalizacji większej ilości części jak korbowody, bloki, głowice, wały korbowe, kadłuby itp., produkcja ciągła jest całkowicie uzasadniona.

Z drugiej strony ze względu na różnorodność wytwarzanych typów wozów, cały szereg części występuje w mniejszych ilościach. (około 4003) i są one produkowane w 4-5 seriach rocznie, obejmujących 300-400 sztuk. Dawniej części te były obrabiane w wydziale mechanicznym grupowo. Produkcja taka wymagała wielu czynności kontrolnych, planowania, rozdziału roboty itp., oraz miała przebieg powolny i wymagała znacznych ilości materiału w ruchu.

Przygotowanie do produkcji w gniazdach obróbki mechanicznej.

Po przestudiowaniu dróg i środków prowadzących do podwyższenia wydajności, rozpatrzone możliwości rozrzuca konwencjonalnego ustawienia grupowego i decentralizacji produkcji. Stworzono pewną ilość małych, niezależnych warsztatów — gniazd, z których każde zostało wyposażone w komplet obrabiarek do produkcji ściśle określonych części, jednorodnych z punktu widzenia obróbki.

Ponieważ potrzebna ilość części była zbyt mała i nie uzasadniała obróbki na liniach, podzielono je następująco:

1. części do obróbki całkowicie na jednej obrabiarence (np. toczone na automatach),
2. części niemal całkowicie obrabiane na jednej obrabiarence lecz wymagające prostych operacji dodatkowych (np. toczone na automatach lub rewolwerówkach, po czym wiercone lub frezowane),
3. części o podobnym kształcie (wałki, koła zębate, dźwignie, części z kołnierzami itp.),
4. inne części o podobnym planie obróbki (np. części toczone, frezowane i wiercone itp.).

Przy podziale na cztery powyższe grupy wzięto pod uwagę:

- a) potrzebne, dla niektórych operacji, obrabiarki specjalne,

TABLICA I

	Dział Produkcji Wałków													
	Rodzaj obrabiarki													
	Nr części	Typ	Sztuk rocznie	C	TK	TW	FW	FR	FG	W	S	FZ	HZ	F
Z przeniesienia z arkusza 1-2 godz. rocznie				750	2892	3125	3921	1568	718	2085	838	1663	2150	---
Wałki uzębione z gwintem														
<i>tylna półośka</i>	147 345 153 049	LS 20 B 30	300	8	55	28	—	—	—	23	—	15	—	x
<i>Wałek zdawczy</i>	136 456 170 453	L 10 L 20	650	13	108	32	—	—	43	32	—	39	—	x
<i>Wałek napędzający mech. pomoc.</i>	156 097 178 905 176 890	LS 20 B 20 B 30	650	13	135	74	—	—	67	49	—	32	—	x
Wałki z gwintem														
<i>Swarzeń zwrotnicy</i>	146 654 156 354 110 101	L-B 10 L-B 20 B 30	5500	92	550	275	—	—	228	225	245	—	—	—
<i>Drążek napędowy zwrotnicy</i>	145 056 145 159 145 907 145 650 145 432 145 329	L 10 Bh 10 L 20 Bh 20 Bv 20 B 30	2750	46	160	—	—	130	182	245	463	174	—	—
<i>Wałek napędowy pompy wtryskowej</i>	146 785	—	2750	42	435	255	—	275	205	115	275	—	—	—
Czas pracy godzin rocznie				964	4335	3789	3921	1973	1463	2874	1821	1923	2150	ca 2000
Teoretyczne obciążenie % podstawa 2000 godzin rocznie/obr./zm.				48	115	97	99	98	74	72	45	96	108	100
Ilość obrabiarek				1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
Praktyczne obciążenie % podstawa 2200 godzin rocznie/obr./zm. (włącznie z czasem przygotowawczym)				50	113	93	95	100	72	67	48	100	146	100

253/50-11

W tablicy I oznacza:

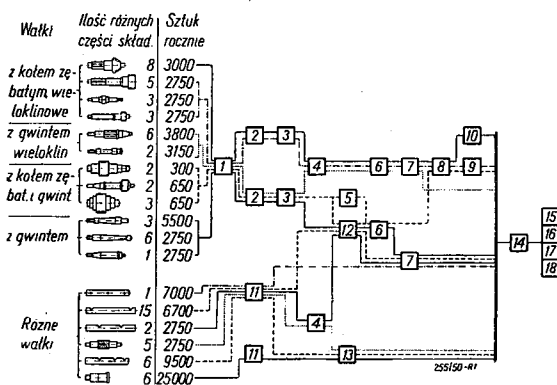
C — centrówka  
TK — tokarka kopiarka o napędzie hydraulicznym  
TW — tokarka wykończająca  
FW — frezarka do wieloklinów  
FR — frezarka do rowków

FG — frezarka do gwintów  
W — wiertarka  
S — szlifierka do wałków  
FZ — frezarka do kół zębatach  
HZ — strugarka do kół zębatach (Gleason)  
F — rewolwerówka

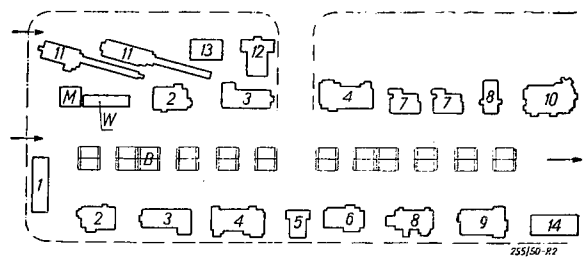
- b) części o podobnych kształtach i wymiarach,  
c) części o tej samej dokładności obróbki.

Przy podziale i klasyfikacji części korzystano z planów obróbki, określających kolejność operacji, obrabiarki, czasy robocze oraz z wykresów przepływu części przez warsztat o grupowym ustawieniu obrabiarek. W ten sposób części zostały podzielone na racjonalne grupy fabrykacyjne. Rozpatrując części jedną po drugiej indywidualnie, i porównując między sobą, starano się aby grupy wypadły jak najbardziej jednorodne, ze względu na kolejność operacji. Oczywiście jednocześnie przywiązano wielką wagę do usprawnienia procesu technologicznego. Specjalna uwaga została zwrócona na to, żeby w każdym gnieździe obrabiarki o znaczeniu kluczowym były całkowicie zatrudnione. Jako przykład rozwiązania dla gniazda do obróbki wałków podajemy na tablicy I obciążenia poszczególnych obrabiarek. Tablica obejmuje wszystkie części przeznaczone do obróbki w gnieździe zgodnie z rocznym zapotrzebowaniem i planem produkcji oraz podaje roczne obciążenie każdej obrabiarki na jedną zmianę.

Z wykresu przepływu (rys. 1) i ustawienia maszyn (rys. 2) widzimy, że obróbka wałków należących do 5 grup, zamieszczonych u góry rys. 1, rozpoczyna się od centrowania 1, po czym wszystkie przechodzą przez kopiarkę 2. Wałki trzech pierwszych grup mają przepływ mniej więcej jednolity; tylko wałki 1 grupy przechodzą przez strugarkę do kół zębatach Gleasona 10. Wałki grupy 4 i 5 po przejściu przez centrówkę i kopiarkę w dalszych operacjach przechodzą przez różne obrabiarki spotykając się częściowo na obrabiarkach do kół zębatach 9 i 10.



Rys. 1. Gniazdo obróbki wałków. Wykres przepływu części przez obrabiarki; 1 — centrówka, 2 — tokarka-kopiarka z napędem hydraulicznym, 3 — tokarka wykończająca, 4 — frezarka do wieloklinów, 5 — frezarka do rowków, 6 — frezarka do gwintów, 7 — wiertarka 3-wrzecionowa, 8 — szlifierka do wałków, 9 — frezarka do kół zębatach, 10 — strugarka do kół zębatach (Gleason), 11 — rewolwerówka, 12 — frezarka uniwersalna, 13 — frezarka pozioma z napędem hydraulicznym, 14 — kontrola, 15 — hartownia, 16 — szlifiernia, 17 — kontrola ostateczna, 18 — magazyn części gotowych.



Rys. 2. Gniazdo obróbki wałków. Ustawienie obrabiarek; 1-14 jak na rys. 1. M — mistrz, W — wypożyczalna narzędzi, B — skrzynki transportowe.

Wałki pozostałych sześciu grup, zamieszczone u dołu wykresu przepływu (rys. 1), otrzymują podstawowy kształt na rewolwerówkach 11, niektóre z nich spotykają się z wałkami grupy 5 na wiertarkach 7 i frezarce uniwersalnej 12; wielokliny wykonuje się na drugiej frezarce 4. Frezarka pozioma 13 obrabia tylko wałki trzech ostatnich grup, których roczne zapotrzebowanie jest kilkakrotnie większe od poprzednich.

Plan obróbki, obciążenie obrabiarek, transport i składowanie międzyoperacyjne, uproszczenie obsługi są to czynniki, które rozpatrywane łącznie decydują o ustawieniu obrabiarek tego samego typu obok lub oddzielnie (2 rewolwerówki, 2 frezarki, 2 wiertarki, 2 obrabiarki do kół zębatach).

Ze względu na znaczną przepustowość, wszystkie wałki przechodzą przez jedną frezarkę do gwintów 6. Tylko niektóre wałki są szlifowane.

Z ilości godzin wypada ilość obrabiarek przy obciążeniu 2000 godzin rocznie na jedną zmianę. Obrabiarki podstawowe są przeciążone i pracują na drugą zmianę lub nadliczbowo. Nie jest uzasadnione dodanie jeszcze jednej obrabiarki tego samego typu, gdyż będzie miała wiele godzin postoju.

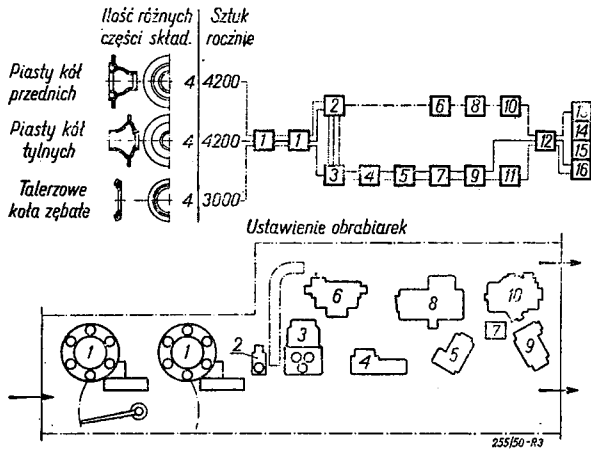
Rys. 1 przedstawia wykres przepływu części przez gniazdo obróbki oraz ich szkice. Gniazdo obróbki produkuje ok. 80 typów wałków, między nimi wałki o kształtach prostych, z uzębieniem, z wieloklinami, z gwintem, do skrzynek biegów, do tylnych mostów itp. Średnice wałków mieszczą się w granicach od 10-150 mm, zaś długość wynosi od 75-400 mm, W tym gnieździe podstawowe znaczenie mają hydrauliczne kopiarki odpowiednio wyposażone, ponadto obrabiarki do wieloklinów i nacinania kół zębatach. Ustawienie obrabiarek w gnieździe podaje rys. 2.

Transport części z gniazda do gniazda odbywa się przy pomocy wózków elektrycznych, wewnątrz gniazda części są przewożone na wózkach ręcznych.

Obok miejsca pracy mistrza znajduje się wypożyczalnia narzędzi i przyrządów 4. Kontrolę

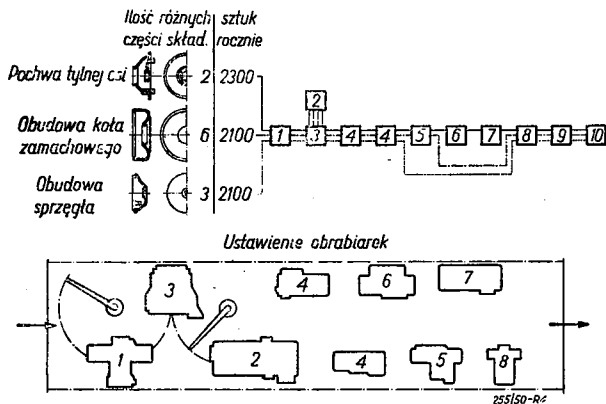
jakości przeprowadza się na miejscu, a następnie części są wysyłane do obróbki cieplnej.

Obróbka cieplna jest różnorodna dla poszczególnych części i mieści się w specjalnym dziale. Szlifowanie po obróbce cieplnej wykonuje szlifiernia. Rys. 3 i 4 przedstawiają przepływ



Rys. 3. Gniazdo obróbki piast kół zębatych. Wykres przepływu części i ustawienie maszyn; 1 — automat 6-wrzecionowy, pionowy, 2 — wiertarka 1-wrzecionowa, 3 — wiertarka 24-wrzecionowa, 4 — tokarka, 5 — wiertarka promieniowa, 6 — szlifiernia do otworów, 7 — wyważarka, 8 — strugarka do kół zębatych, 9 — wiertarka promieniowa, 10 — strugarka do kół zębatych, 11 — frezarka do gwintów wewnętrznych, 12 — kontrola, 13 — hartownia, 14 — wykańczanie (wiórkowanie) kół zębatych, 15 — kontrola ostateczna, 16 — montaż.

części przez gniazdo oraz ustawienie obrabiarek w gnieździe dla obróbki części określonych poprzednio w p. 4. jako części inne o podobnym planie obróbki. Ilość tych części jest nie wystarczająca, aby było uzasadnione wytworzenie ich na liniach obróbki; są one obrabiane z odkuwek i staliwa. To samo gniazdo może obrabiać oprócz piast kół przednich i tylnych, również wieńce zębate do dyferencjału. Stosuje się wówczas dwa 6-wrzecionowe auto-



Rys. 4. Gniazdo obróbki kadłubów. Wykres przepływu części i ustawienie maszyn; 1 — frezarka pionowa, 2 — rewolwerówka, 3 — wiertarka 32-wrzecionowa, 4 — wiertarka promieniowa, 5 — tokarka, 6 — wiertarka 2-wrzecionowa, 7 — frezarka do gwintów wewnętrznych, 8 — frezarka specjalna, 9 — kontrola ostateczna, 10 — montaż.

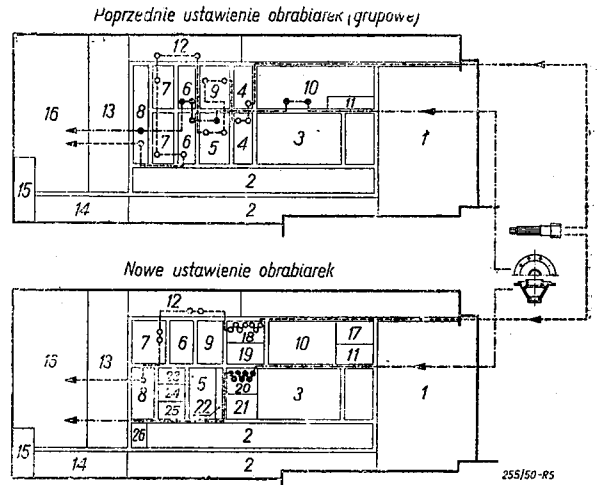
maty pionowe, wiertarkę wielowrzecionową i kilka innych wiertarek. Operacje dodatkowe dla wieńców zębatych wykonują: frezarka i szlifiernia do kół zębatych.

W gnieździe rys. 4 wykonuje się części z żeliwa i z odlewów aluminiowych. Transport na wózkach; części są podawane z maszyny na maszynę w skrzynkach blaszanych.

Gniazda do obróbki piast kół, wieńców zębatych i kadłubów zostały umieszczone obok siebie celem lepszego wykorzystania frezarki do gwintów wewnętrznych. Wszystkie części z wyjątkiem wieńców zębatych wychodzą z gniazda całkowicie gotowe. Przed wysyłką do montażu przechodzą przez kontrolę jakości. Dla obróbki pozostałych części zostały zorganizowane dalsze gniazda jak:

1. obróbki znacznej ilości różnych kół zębatych,
2. obróbki różnych dźwigni do silnika i podwozia,
3. obróbki żeliwnych wsporników itp.,
4. obróbki części toczonych na automatach a następnie frezowanych, wierconych, szlifowanych z gwintem walcowanym.

Ze wszystkich wymienionych gniazd, części po sprawdzeniu odchodzą do montażu.



Rys. 5. Przebieg obróbki wałka do skrzynki biegów i piasty koła: 1 — magazyn surowców, 2 — linie obróbki ciągłej, 3 — wypożyczalnia narzędzi, 4 — tokarki, 5 — frezarki, 6 — wiertarki, 7 — szlifiernie, 8 — kontrola, 9 — obróbka kół zębatych, 10 — rewolwerówka, 11 — automaty, 12 — hartownia, 13 — magazyn części gotowych, 14 — montaż silników, 15 — hamownia, 16 — montaż podwozia, 17 — wykończalnia, 18 — gniazdo obróbki wałków, 19 — g. obr. kół zębatych, 20 — g. obr. piast i kół zębatych, 21 — g. obr. kadłubów, 22 — g. obr. dźwigni, 23 — g. obr. pokryw, 24 — g. obr. wsporników, 25 — g. obr. wsporników do sprzężyn, 26 — g. obr. misek kadłuba.

Rys. 5 przedstawia przebieg obróbki wałka do skrzynki biegów i piasty koła, przed i po przestawieniu maszyn w gniazda obróbki. U góry widzimy poprzednie rozmieszczenie działów, ustawionych grupowo między magazynem surowców i półwyrobów a montażem.

Rysunek u dołu pokazuje rozmieszczenie gniazd między działami, które pozostały na dawnym miejscu jak np. wypożyczalnia narzędzi, hartownia, linie obróbki części głównych, inspekcja, stacja prób, montaż podzespołów i silnika i in.

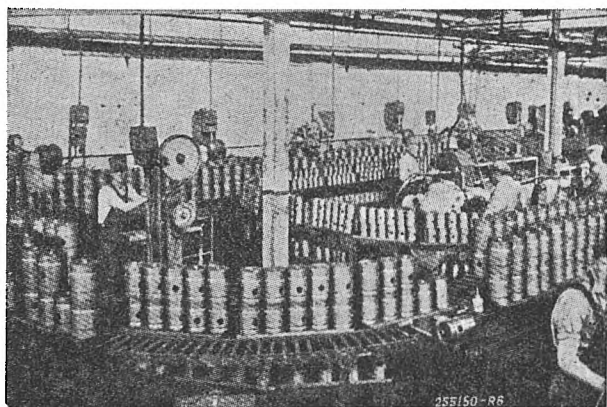
#### 4. Próby i obserwacje z praktyki

W omawianym zakładzie pracuje 10 gniazd obróbki, które obejmują 30% parku obrabiarkowego, obróbka na liniach obejmuje dalsze 30%, zaś w grupach pracuje 40% parku. Zakład przygotowuje dalsze gniazda i zamierza zlikwidować całkowicie ustawienie grupowe.

Z chwilą zainstalowania gniazda obróbki w warsztacie, następuje sprawdzenie założeń teoretycznych i zamierzonych osiągnięć przez praktyczne wyniki. Miejsce w warsztacie pozwala nam przesuwać i przestawić obrabiarki celem znalezienia najkorzystniejszego ustawienia obrabiarek w gnieździe. W okresie doświadczeń i prób należy skupić uwagę na właściwym ułożeniu wypożyczalni pomocy warsztatowych, a każde gniazdo winno być pod tym względem całkowicie niezależne. Jednocześnie sprawdza się i poprawia plan obróbki, oraz kalkulację czasów roboczych, przed ostatecznym skoordynowaniem wszystkich czynników fabrykacyjnych. Czas trwania prób zależy od ilości różnych części przeznaczonych do fabrykacji w danym gnieździe.

#### 5. Wykorzystanie obrabiarek

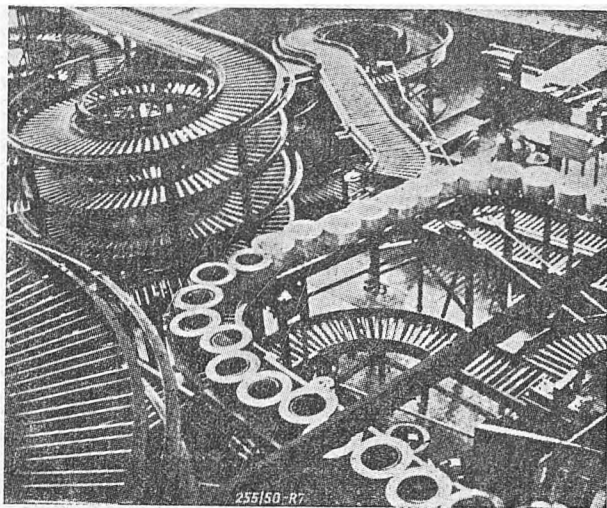
Powszechnie czyni się zarzut, że obrabiarki w gniazdach nie są całkowicie wykorzystywane. W planowaniu należy kłaść nacisk na pełne obciążenie obrabiarek podstawowych i specjalnych. Inne obrabiarki, zwłaszcza wykonujące operacje krótkie, bywają czasami niedociążone w stosunku do ich pracy w ustawieniu grupowym. Mistrz jest obowiązany zabiegać o dodatkowe roboty z innych działów, aby skrócić przestoje tych maszyn; przeważnie jednak woli on mieć wspomniane obrabiarki wolne i gotowe do robót zaplanowanych.



Rys. 6.

Statystyka wykazuje, że obciążenie obrabiarek nie mających podstawowego znaczenia w gnieździe jest o 10 ÷ 15% mniejsze od obciążenia w ustawieniu grupowym. Straty wynikające z mniejszego obciążenia tych obrabiarek wyrównują poważne korzyści osiągnięte w pracy w gniazdach obróbki. Podobnie jak na liniach obróbki ciągłej, tak i w gniazdach opłaca się obrabiarki proste i tanie trzymać w rezerwie dla opanowania nadarżających się ciężkich sytuacji.

Przy znacznych ilościach różnych części jest łatwiej uzyskać maksymalne zatrudnienie maszyn w gniazdach obróbki. Wypadki przestojów obrabiarek, nieregularne dostawy materiałów itp. nie mają w tym wypadku tak da-



Rys. 7.

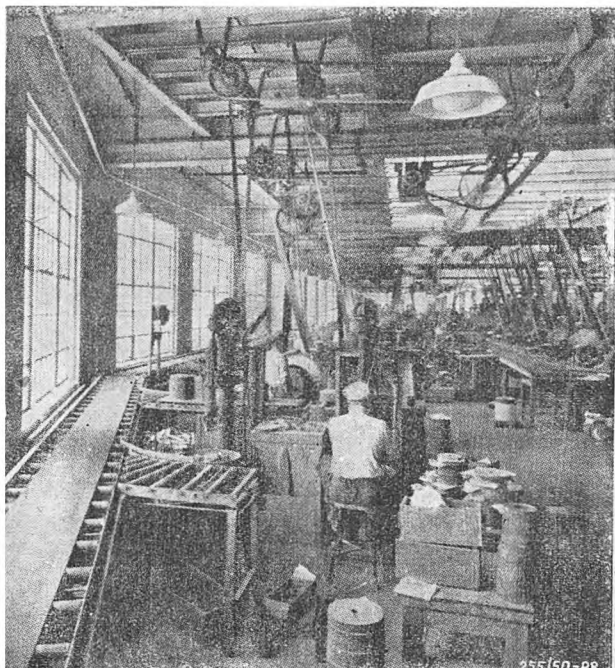
leko idących skutków jak w gnieździe obróbki o nieznacznej ilości różnych części. Z drugiej strony gniazda przeciążone, stają się trudne do kierowania i przy pewnej granicy zmniejszają się korzyści wynikające z ich organizacji.

#### 6. Transport międzyoperacyjny

Szybki i łatwy przepływ części, z operacji na operację, decyduje o wydajności obrabiarek. Organizując gniazdo obróbki należy z góry dobrać najwłaściwsze środki transportu międzyoperacyjnego, ustalić racjonalne ustawienie urządzeń transportowych, wychodząc z analizy ruchów robotnika przy obrabiarce i właściwego położenia obrabianych części na miejscu pracy.

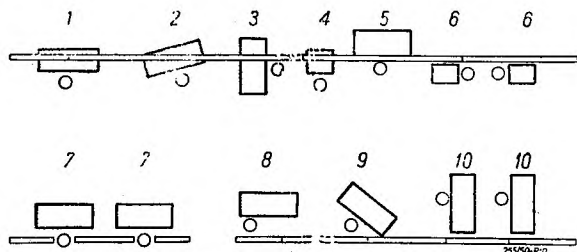
Jako środki omawianego transportu znajdują zastosowanie przenośniki grawitacyjne — wałkowe i ześlizgi, rys. 6 i rys. 7, oraz przenośniki taśmowe.

Po przenośnikach grawitacyjnych części przesuwają się własnym ciężarem, przenośniki taśmowe przenoszą je z operacji na operację (rys. 8). Przenośniki bywają dokładnie poziome a przesunięcie części z jednego stanowiska na drugie wymagana pchnięcia ręką (rys. na okładce).



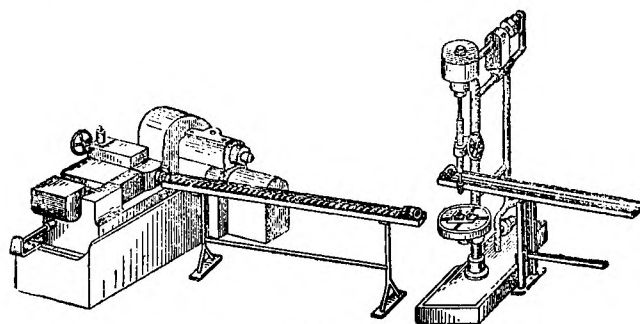
Rys. 8.

Przenośniki wykonujemy w krótkich odcinkach łączących dwa stanowiska robocze, względnie jako długie, obsługujące kilka obrabiarek a nawet całe gniazda. Najwygodniejsze są przenośniki umieszczone nad obrabiarkami, rys. 9 (1 ÷ 6). Robotnik krótkimi ruchami



Rys. 9.

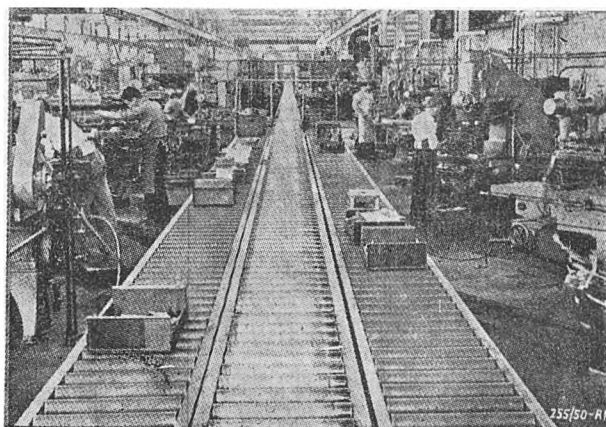
przenosi część z przenośnika na obrabiarkę i z powrotem, nie ruszając się z miejsca i bez obracania się. Mniej wygodne jest ustawienie z obydwu stron (rys. 6) i z tyłu robotnika (rys. 7) lub pod kątem (rys. 8) w stosunku do maszyny.



Rys. 10.

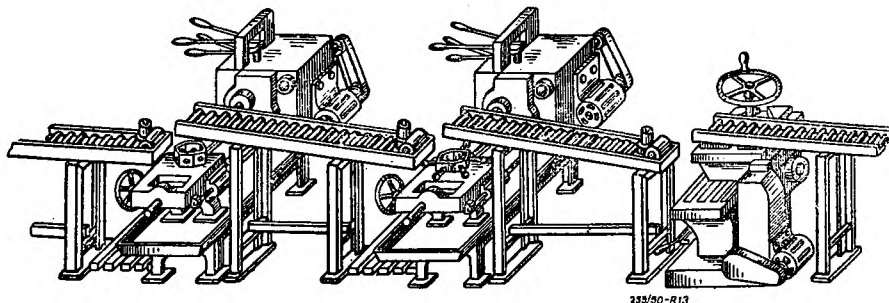
Na rys. 10 widzimy jak tłok do silnika samochodowego ze szlifierki bezkłowej toczy się do wiertarki po przenośniku grawitacyjnym. Robotnik sięga po tłok lewą ręką, mocuje go w uchwycie, rozwierca otwór dla sworznia, po czym tą samą ręką zdejmuje obrabiony tłok i kładzie na przenośniku ustawionym nad stołem wiertarki, nie zdejmując prawej ręki z pokręta.

Przenośniki wałkowe służą do przenoszenia części różnych kształtów, wielkości i ciężarów,



Rys. 11.

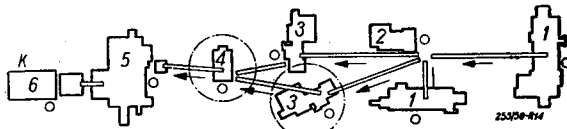
bezpośrednio przez wałki lub w skrynkach (rys. 11). Wielką zaletą przenośników ze spadkiem (grawitacyjnych) stanowi to, że części przesuwały się stale a na miejsce części wziętej z przenośnika do obróbki — podchodzi następna część. Przenośnik ustawiamy jak najbliżej obrabiarki, zwłaszcza przy transporcie części bez opakowania, części dużych i ciężkich (rys. 12).



Rys. 12. Ustawienie przenośników wałkowych grawitacyjnych przy obrabiarkach.



Widzimy, że rodzaj urządzenia do transportu międzyoperacyjnego łączy się ściśle z ustawieniem obrabiarek. Rys. 13 przedstawia gniazdo obróbki żeliwnych tulei cylindrycznych do samochodu ZIS-5. Przenośniki obsługujące po-

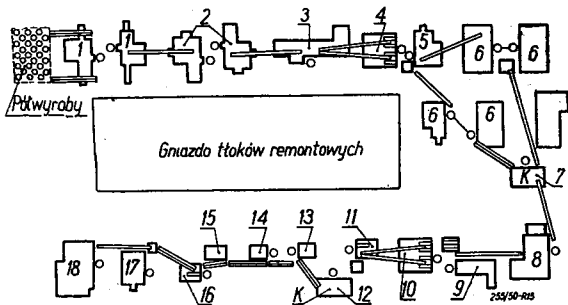


Rys. 13.

szczególne stanowiska robocze zostały ustawione stosownie do tego, z której strony i którą ręką jest wygodniej pobierać części i mocować na obrabiarce. Gniazdo produkujące tłoki silnika samochodowego ZIS-5 (rys. 14) obsługują przenośniki, umieszczone nad obrabiarkami długimi i z boku obrabiarek krótkich.

**7. Zatrudnienie załogi**

Dobre rozstawienie załogi jest ważnym problemem. W gniazdach obróbki jest możliwa praca na kilku obrabiarkach różnych typów. Przy organizacji gniazda do pracy wielowarsztatowej, należy rozpatrzyć możliwości

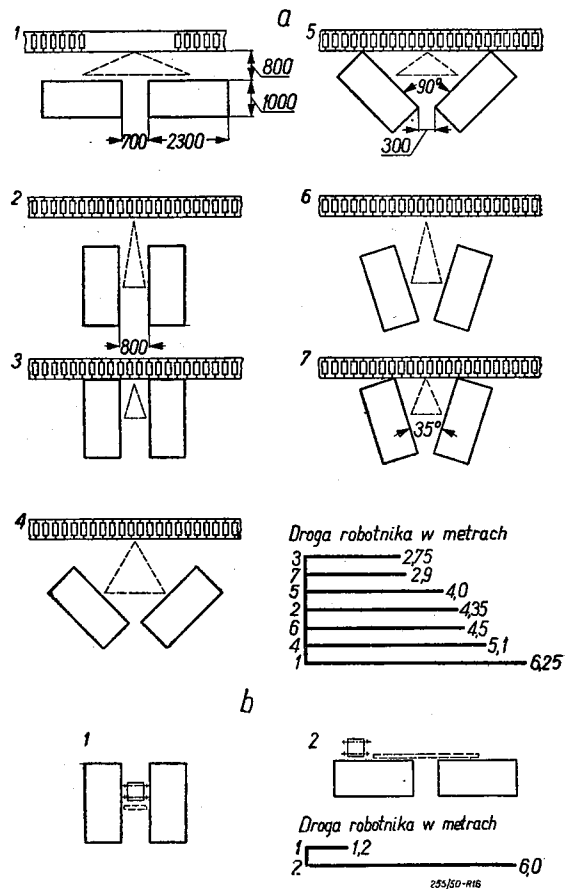


Rys. 14.

skrócenia ruchów jednego robotnika-wielowarsztatowca. Potrzebna jest wnikliwa analiza ruchów dla każdego wypadku w zależności od budowy obrabiarek, ich wymiarów i kształtów, wymiarów obrabianych części oraz środków transportu międzyoperacyjnego.

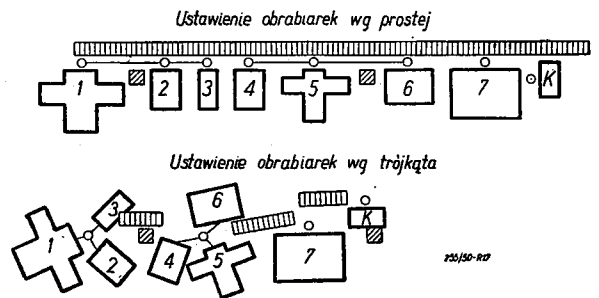
Różne rozwiązania obsługi dwóch dużych obrabiarek przez jednego robotnika przedstawia rys 15. Dla obróbki części średniej wielkości przy transporcie przenośnikiem wałkowym najodpowiedniejsze jest ustawienie obrabiarek równoległe lub pod kątem 35° względem siebie (poz. 3 i 7).

Robotnik nie schodzi z miejsca pracy a jego ruchy polegają jedynie na odchyłaniu się i odwracaniu. Rys. 16 przedstawia przykład przejścia z ustawienia obrabiarek według prostej na ustawienie według trójkąta i połączenie ich przenośnikami biegnącymi w różnych kierunkach. To ustawienie obrabiarek skraca drogi wielowarsztatowców niemal trzykrotnie w sto-



Rys. 15.

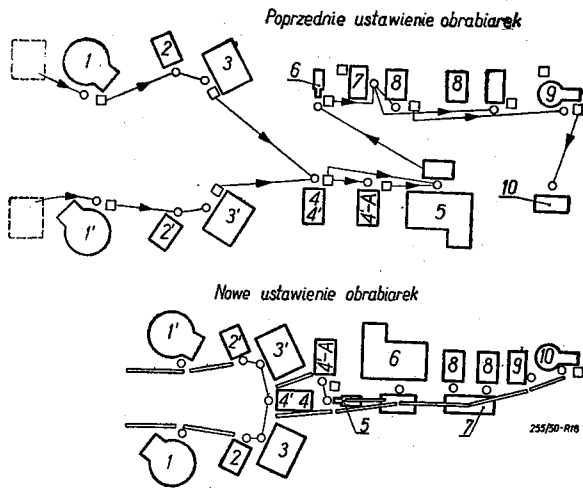
suniku do drogi odbywanej przy obsłudze obrabiarek w linii prostej. Optymalne warunki pod tym względem uzyskujemy ustawiając obrabiarki tak, ażeby robotnik poruszał się po krzywej zamkniętej. Zdarzają się wypadki, że jeden robotnik obsługuje kilka maszyn, które stosownie do planu obróbki zostały ustawione dość daleko od siebie (np. dla operacji drugiej i dziesiątej). Należy wtedy dążyć, albo do



Rys. 16.

zmiany planu obróbki, lub zbliżyć do siebie odpowiednie obrabiarki przez przestawienie całego gniazda.

Poprzednie i nowe ustawienie maszyn do obróbki lewej i prawej obudowy dyferencjału ZIS-5 przedstawia rys. 17. Części mają średnicę 250 mm i ważą 7 kg. Przed przegrupowaniem obrabiarek i zastosowaniem przenośni-



Rys. 17.

ków, robotnicy przebywali podczas pracy drogę 12 km na zmianę i przenosili ogółem 12 t ciężaru. Po zmianie ustawienia obrabiarek chodzenie i przenoszenie części odpadło zupełnie, ilość robotników zmniejszyła się o 22%, a powierzchnia zajęta przez gniazdo zmniejszyła się o 18%.

### 8. Kontrola produkcji

Kontrola i planowanie produkcji w warsztacie o ustawieniu grupowym jest skomplikowane; w gniazdach natomiast następuje decentralizacja tych czynności.

Przeprowadzenie np. obróbki wałka przez 10 operacji wykonywanych na obrabiarkach ustawionych grupowo, wymaga troskliwego planowania i kontroli na warsztacie, aby terminy zaczęcia i ukończenia tych 10 operacji były dotrzymane. Rozdzielczy pozostaje w kontakcie z kilkoma mistrzami, którym powierzone są działy obróbki (grupy maszyn). Planowanie dla gniazd obróbki jest znacznie prostsze i polega na łączności tylko z jednym mistrzem oraz dopilnowaniu i zapewnieniu terminowego dopływu materiałów. Odpadają liczne impulsy poprzednio niezbędne, pozostaje dopilnowanie aby części były gotowe w zaplanowanym terminie. Poważne jednak zaburzenia pociąga za sobą nieoczekiwana zmiana w dostawie materiałów.

### 9. Czas wykonania

Wysoka wydajność gniazd jest nade wszystko wynikiem skrócenia czasu roboczego.

W produkcji seryjnej często zachodzi potrzeba rozpoczęcia następnej operacji przed zakończeniem operacji poprzedniej dla całej serii (tzw. „nakładka“). Dochodzi trudność wykonywania tych operacji częstokroć w odległych od siebie różnych działach. Wymaga to sumiennego i starannego nadzoru, ścisłego współdzia-

łania majstrów i skoordynowanego szybkiego ruchu międzyoperacyjnego obrabianych części.

Obróbka „w nakładkę“ jest znacznie łatwiejsza w gniazdach, a zwłaszcza wówczas, jeżeli pierwsze operacje stanowią „wąskie przejścia“. Jedyn tylko mistrz nadzoruje roboty w danym gnieździe, robotnicy porozumiewają się bezpośrednio, pracując obok siebie. Impulsy transportowe, międzyoperacyjne są zbędne.

Przy planowaniu obróbki w grupach przyjmuje się przeciętnie 2 ÷ 3 dni na wykonanie jednej operacji i dopiero po upływie tego czasu można podejmować wykonanie operacji następnej. Ten okres praktycznie może być wyeliminowany w gniazdach. Zysk na czasie trwania procesu technologicznego wynosi ok. 40%. Zyskuje się ponadto zmniejszenie ilości materiału w ruchu oraz zwiększenie dysponowanej powierzchni warsztatowej.

Powierzchnie składowe międzyoperacyjne, niezbędne przy układzie grupowym (działowym), zwalniają się dla nowych maszyn i nowych gniazd obróbki.

### 10. Specjalizacja gniazd

Specjalizacja każdego gniazda, dla pewnych części, daje liczne korzyści. Koszt maszyn ulega zmniejszeniu przez właściwy dobór dla różnych części. Załoga gniazda koncentrując wysiłki i uwagę na pewnym asortymencie części, szybko osiąga wysoką sprawność i wydajność. Nowi robotnicy wciągają się szybko do pracy i nie wymagają zbyt długiego szkolenia. Jest to szczególnie ważne w okresie niedostatecznej ilości robotników wykwalifikowanych. Straty z powodu braków maleją nie tylko dzięki specjalizacji, lecz i pracy „w nakładkę“; braki z poprzedniej operacji są wyławiane wcześniej, co umożliwia zwalczanie ich przed przepuszczeniem całej serii przez operację wadliwie nastawioną. Kierowanie warsztatem staje się znacznie łatwiejsze. Szczególnie ułatwione zadanie ma mistrz; wywierając bezpośredni wpływ na przebieg wielu różnych operacji, ma większe możliwości podejmowania prób i usprawnień, zmian metody itp. Z drugiej strony dobór majstrów nastęrcza pewne trudności z powodu konieczności posiadania przez nich znajomości różnych obrabiarek, w przeciwieństwie do działów ustawionych grupowo, gdzie majster czy instruktor ma do czynienia z jednym typem obróbki. Należy wspomnieć, że człowiek aktywny i prężny ceni różnorodność pracy gniazda, znajduje zadowolenie dzięki możliwościom rozległego doszkolenia i praktyki, co pobudza do większych wysiłków i ruchliwości.

Kalkulacja, badanie czasów roboczych oraz konstruowanie pomocy warsztatowych jest poważnie ułatwione, te same bowiem pomoce przy odpowiednim ich zaprojektowaniu mogą służyć do obróbki różnych części. Przygotowa-

wanie fabrykacyjne trwa krócej. Ustawienie obrabiarek według kolejności operacji upraszcza proces technologiczny.

### 11. Czynniki psychologiczne

Jest zupełnie naturalne, że robotnik czuje się raźniej i lepiej w małej grupie jak w obszer- nym dziale. Duch zespołowy przy pracy w gnieździe lepiej się rozwija i gruntuje, a ro- botnik z zainteresowaniem śledzi przebieg części cały czas, od początku do końca obróbki, nie tylko wówczas kiedy wykonuje swoją operację. Oczywiście w tych warunkach cała załoga gniazda współdziała ze sobą tak, aby osiągnąć najlepsze rezultaty, co rzadziej ma miejsce w działach obróbki grupowej.

### 12. Wnioski

Gniazdo obróbki stanowi rozwiązanie po- średnie między linią obróbki ciągłej (potoko- wej) a działem o ustawieniu według typu ob- róbki (grupowym).

Przy organizacji gniazda należy dążyć do wyeliminowania ujemnych cech, wymienionych układów, zachowując ich cechy dodatnie. Praktyczna próba gniazda jest realnym spraw- dzianem, który wykrywa wszystkie usterki i braki opracowań wstępnych i organizacyj- nych. Zaszczepienie i rozwój metody obróbki w gniazdach prowadzi do zmiany sposobu tech- nicznego myślenia, co znajduje swoje odzwier- ciedlenie w sposobie planowania, oprzyrządowy- waniu i kontroli jakości produkcji. To z kolei sta- nowi punkt wyjściowy do dalszego postępu pro- dukcji w gniazdach oraz poważny krok w kie- runku osiągnięcia optymalnej wydajności. Wspomniany sposób myślenia jest długofalowy, a nie od wypadku do wypadku. Przystępując do reorganizacji działów obróbki na gniazda należy brać pod uwagę omówione czynniki. Tylko praktyczne doświadczenia wskazują jak daleko można posunąć się w tych zmianach. W każdym razie należy być pewnym, że prawid- łowo zorganizowana obróbka w gniazdach sta- nowi znakomity czynnik wzrostu seryjnej pro- dukcji i jej wydajności.

## Samochodowe przekładnie hydrokinetyczne

Prof. inż. MIECZYŚLAW DĘBICKI

*Zasadniczy podział przekładni hydraulicznych. — Sprzęgła hydrauliczne. — Charakterystyka pracy sprzęgła hydraulicznego. — Zasady działania przekładni hydrokinetycznych i charakterystyka pracy. — Przekładnie wielostopniowe. — Sprawność przekładni hydrokinetycznych. — Hydrokinetyczne przekładnie sprzęgła. — Przekładnie wielofazowe.*

Spotykamy dwa rodzaje *przekładni hydraulicznych* tj. przekładni w których moment obro- towy jest przenoszony za pośrednictwem cieczy.

Do pierwszego rodzaju należą przekładnie składające się z pompy (najczęściej tłokowej lub skrzydełkowej), która wytwarzając ciśnie- nie przepycha ciecz do silnika hydraulicznego, również tłokowego lub skrzydełkowego. Przez zmianę pewnych wielkości (np. skoku tłoka pompy) można uzyskiwać zmiany w przełoże- niu momentu. Ten typ przekładni zwany jest *przekładnią hydrostatyczną*. Nazwa ta pocho- dzi od wyzyskania ciśnienia hydrostatycznego cieczy, jednakże jest nie zupełnie słuszna, gdyż w czasie pracy przekładni ciecz znajduje się w ruchu.

Przekładnie tego typu używane są w nie- których konstrukcjach technicznych. Były ro- bione próby stosowania tego rodzaju przekła- dni do samochodów, próby te jednak przeminę- ły bez pozostawienia większego echa. Przekła- dnie te pracują z dostateczną sprawnością je- dynie wtedy, gdy prędkość przepływu cieczy jest niewielka.

Do drugiego rodzaju przekładni hydroauli- cznych należą przekładnie w których cieczy zo- staje udzielona energia kinetyczna, która na- stępnie zostaje od niej przejęta przez dalszy element mechanizmu. Są to tak zwane *prze- kładnie hydrokinetyczne*.<sup>1)</sup>

Oprócz dwóch powyższych typów przekła- dni hydraulicznych, istnieją jeszcze *przekładnie hydromechaniczne*, które polegają na specjal- nym zespoleniu sprzęgła hydraulicznego z prze- kładnią planetarną. W tym układzie, sprzęgło hydrauliczne ma za zadanie łączyć ze sobą po- szczególne elementy przekładni planetarnej.

W dalszym ciągu będziemy mówić jedynie o *przekładniach hydrokinetycz- nych*, przy tym pominiemy omawianie wielu nieraz bardzo oryginalnych odmian, które je-

<sup>1)</sup> W literaturze technicznej pojawiła się w ostat- ních czasach na oznaczenie tego rodzaju przekładni nazwa: „Hydrauliczna przetwornica momentu“, która jest ścisłym tłumaczeniem angielskiego „Hydraulic torque convertor“. Nazwa ta, w języku polskim jest całkowicie niesłuszna, gdyż właśnie urządzenie do przetwarzania momentu obrotowego (a jednocześnie i. obrotów) — nazywamy po polsku *przekładnią*.

dnak nie znalazły szerszego zastosowania, jak np. przekładnie z ruchomymi łopatkami. Postaramy się w sposób możliwie prosty przedstawić drogę ewolucji, która doprowadziła do najnowszych konstrukcji, produkowanych obecnie w wielkich seriach.

Przekładnie hydrokinetyczne nie są rzeczą nową, gdyż ich rozwój datuje się od roku 1907 (*Föttinger*) i od dawna znajdowały one zastosowanie w połączeniu z silnikami stacyjnymi lub okrętowymi. Stosunkowo nową rzeczą jest zastosowanie ich do napędu samochodów i dostosowanie do specjalnych warunków pracy, tj. do ciągle zmiennych obciążeń i obrotów.

Pierwszą przekładnią hydrokinetyczną, która była seryjnie budowana w zastosowaniu do samochodów, była przekładnia *Lysholm-Smith* (1928 r.).

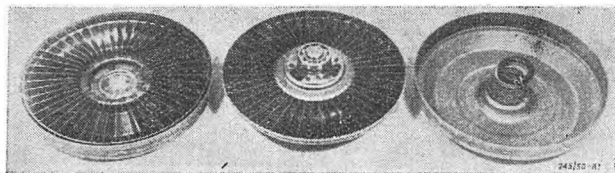
Przekładnia typu *Lysholm-Smith* była budowana następnie na podstawie licencji w Anglii przez firmę „Leyland“, w Stanach Zjednoczonych przez firmy „Spicer“ i „Twin Disc“, i w Niemczech przez firmę „Krupp“.

Później pojawiły się nowe przekładnie: w Niemczech *Trilok*, oraz *Voith*, we Włoszech *Salerni*, w Anglii *Brockhouse*, w Związku Radzieckim *NATI*, w Stanach Zjednoczonych *White*, i wreszcie w ostatnich paru latach przekładnie budowano już masowo (*Buick-Dynaflow*, *General-Motors V-Drive*, *Packard-Ultramatic*, *Chevrolet-Powerglide*).

Przekładnie hydrokinetyczne przy silnikach stacyjnych i okrętowych pracują zazwyczaj przy stałych obrotach silnika i przy stałym przełożeniu momentu. W przekładniach samochodowych jedna i druga wielkość ulega ciągłym zmianom i te warunki pracy musiały doprowadzić pierwotnie prostą zasadę pracy — do mechanizmu nieco bardziej skomplikowanego. Powstały *przekładnie wielostopniowe* i *przekładnie wielofazowe*.

Zastosowanie nowoczesnej wielofazowej przekładni hydrokinetycznej w samochodzie jest rozwojowym następstwem stosowania samochodowego sprzęgła hydraulicznego i aby dobrze zrozumieć zasadę przekładni, trzeba najpierw poznać warunki pracy i własności sprzęgła hydraulicznego.

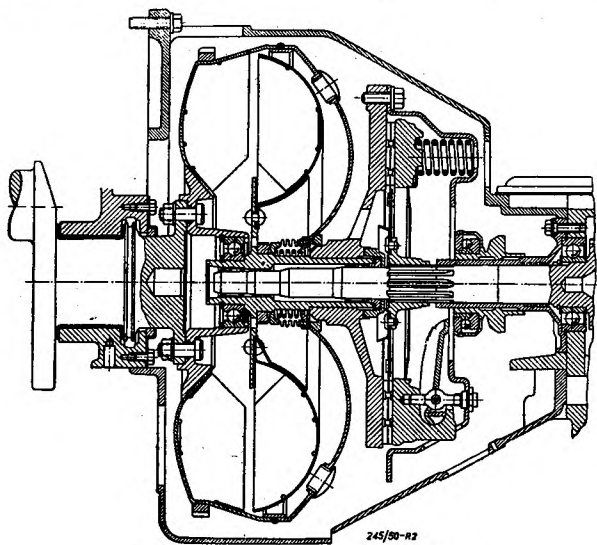
Sprzęgło hydrauliczne składa się zasadniczo z dwóch wirujących czasz, z których jedna jest połączona sztywno z kołem zamachowym silnika, druga zaś jest zaklinowana na wałku skrzyni biegów. Przestrzeń między czaszami wypełniona jest cieczą. Wnętrze czasz zaopatrzone jest w szereg promieniowych przegród (łopatek). Wygląd dwóch takich współpracujących ze sobą części sprzęgła hydraulicznego przedstawiony jest na rys. 1. Należy zwrócić uwagę na to, że ilość przegród w obydwóch częściach nie jest jednakowa. Na rys. 2 poka-



Rys. 1. Części sprzęgła hydraulicznego.

zane jest w całości tego typu sprzęgło hydrauliczne samochodu Chrysler.

Na skutek obrotu czaszy połączonej z kołem zamachowym, płyn wypełniający „kieszenie“ pomiędzy łopatkami tej czaszy pod wpływem działania siły odśrodkowej przesuwa się od średnicy mniejszej do średnicy większej, ku zewnętrznemu obwodowi. Część płynu zostaje przetrzucona do „kieszeni“ czaszy sąsiedniej. Ten płyn posiada już jednak nabytą energię kine-

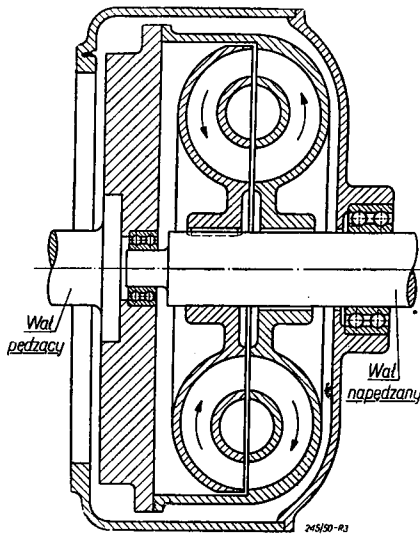


Rys. 2. Sprzęgło hydrauliczne.

tyczną na skutek ruchu obrotowego dookoła osi głównej sprzęgła i rozładowuje ją na łopatkach czaszy do tej pory nieruchomej. Na skutek tego, czasza ta zaczyna również wirować, najpierw z prędkością niewielką, potem stopniowo coraz większą.

Jeśli obroty czaszy napędzającej są nieduże, a moment oporowy drugiej czaszy — znaczny, to energia kinetyczna cieczy nie wystarczy na poruszenie z miejsca czaszy stojącej. Mówimy wtedy, że poślizg między czaszami jest 100%. Gdy obroty czaszy napędzanej wzrosną, druga czasza zacznie też wirować, poślizg będzie mały, obroty będą coraz bardziej zbliżone, wreszcie poślizg staje się zupełnie mały (spada do 3%). Ruch przepływowy cieczy z jednej czaszy do drugiej wtedy prawie że ustaje. Gdy w czasie pracy, łopatki dwóch czasz mijają się, następują zakłócenia w krążeniu płynu. Aby nie dopuścić do tego, aby wszystkie łopatki mijają się jednocześnie, dlatego właśnie jedna z czasz ma łopatek więcej, druga zaś — mniej.

Spotyka się nieraz sprzęgła hydrauliczne w układzie pokazanym na rys. 3. Zasada działania jest tu ta sama, tylko że obie czasze posiadają pierścień wewnętrzny, wyłączający z działania część czasz. Dzięki temu jest tu silniej zaznaczony tor przepływu cieczy z jednej cza-

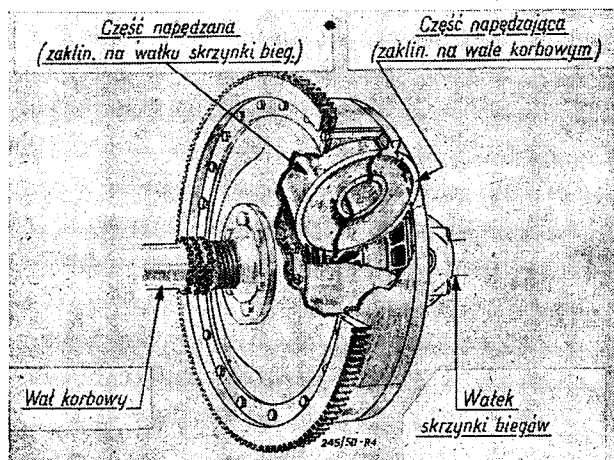


Rys. 3. Schemat sprężła hydraulicznego z pierścieniem dzielącym.

szy do drugiej (wg strzałek na rysunku). Sprzęgło tego typu stosowane na samochodach Daimler pokazane jest w częściowym przekroju na rys. 4.

Istnieje cały szereg odmian sprzęgła hydraulicznych. Odróżniamy sprzęgła ze zbiornikiem płynu i bez zbiornika, sprzęgła całkowicie i sprzęgła częściowo — wypełnione płynem, sprzęgła z obiegowym chłodzeniem płynu i bez chłodzenia itd. Ze względu na brak miejsca nie będziemy się nimi tutaj zajmować.

Zaletą sprzęgła hydraulicznych jest wielka elastyczność połączenia między silnikiem a kołami pędnymi samochodu, zmniejszenie szarpnięć i uderzeń w kołach zębatych skrzyni biegów i tylnego mostu, możliwość szybszego



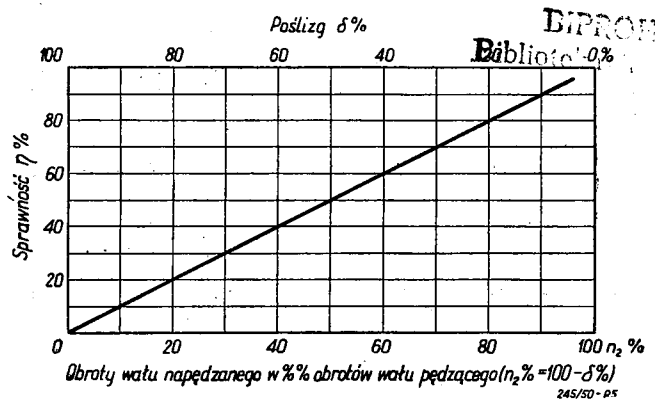
Rys. 4. Sprzęgło hydrauliczne samochodu „Daimler“.

uzyskania pełnej mocy silnika przy ruszaniu z miejsca, łatwiejsza manipulacja przy ruszaniu i możliwość osiągnięcia znacznego i równomiernego przyspieszenia samochodu.

Sprzęgła hydrauliczne posiadają jednak znaczną masę i wielką bezwładność. Jeśli więc stosuje się sprzęgło hydrauliczne wespół z normalną skrzynią biegów — to dla umożliwienia przekładni biegów bez zgrzytu — musi być zastosowane dodatkowo drugie, normalne sprzęgło cierne. Tego sprzęgła cierne nie używa się przy ruszaniu z miejsca, a jedynie wyłącza się je w momentach pośredniego przełączania biegów. Takie połączenie sprzęgła hydraulicznego, ze sprzęgłem ciernym, widoczne jest na rys. 2. Przy zastosowaniu jednak wszelkiego rodzaju przekładni obiegowych, to dodatkowe sprzęgło cierne nie jest już potrzebne i dlatego sprzęgła hydrauliczne są stosowane tak chętnie w połączeniu z przekładniami półautomatycznymi i automatycznymi opartymi na zasadzie obiegowej (Wilson, Hydramatic i inne).

Poświęćmy jeszcze trochę uwagi charakterystyce pracy sprzęgła hydraulicznego.

Straty mocy w sprzęgle powstają na skutek poślizgu (tarcie w łożyskach kulkowych i opory wentylacyjne można pominąć jako stosunkowo małe). Na skutek poślizgu część mocy za-



Rys. 5. Zależność między sprawnością η a poślizgiem δ.

mienia się na ciepło. W wypadku poślizgu 100% cała moc zostaje zatracona i sprawność sprzęgła wynosi wtedy 0. Jeśli wyrażony w % poślizg między dwiema czaszami sprzęgła hydraulicznego oznaczmy literą δ (%), to wielkość 100—δ będzie nam oznaczała obroty wału napędzanego, wyrażone w procentach obrotów wału pędzącego. Oznaczamy tę wielkość znakiem  $n_2$  (%). Wykres na rys. 5 przedstawia zależność między sprawnością sprzęgła η a poślizgiem δ, względnie wielkością  $n_2 = 100 - \delta$ . Widzimy na tym wykresie, że w granicach pracy sprzęgła, zawsze wartość liczbową  $\eta = 100 - \delta = n_2$ .

Jeżeli przyjmiemy, na wale pędzącym:

$$\text{moc} = N_1, \text{ moment obrotowy} = M_1, \text{ obro-}$$

ty =  $n_1$ , a na wale napędzanym odpowiednio:

moc =  $N_2$ , moment obrotowy =  $M_2$ , obroty =  $n_2$ , to dla wału pędzającego:

$$M_1 = 716,2 \frac{N_1}{n_1} \text{ kGm},$$

dla wału napędzanego:

$$M_2 = 716,2 \frac{N_2}{n_2} \text{ kGm};$$

ale moc na wale napędzanym jest mniejsza niż na wale pędzącym, a mianowicie:

$$N_2 = N_1 \frac{\eta}{100}$$

Z powodu poślizgu obroty na wale napędzanym są również mniejsze od obrotów na wale pędzącym:

$$n_2 = n_1 \frac{100 - \delta}{100}$$

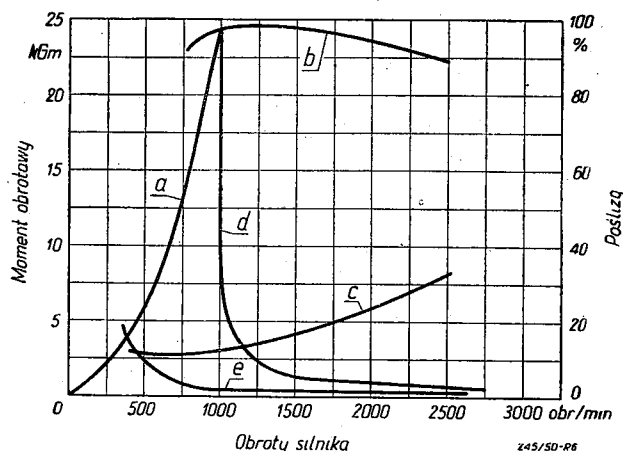
a ponieważ  $100 - \delta = \eta$ , więc  $n_2 = n_1 \frac{\eta}{100}$

a więc:  $M_2 = M_1$ , to znaczy, że:

sprzęgło hydrauliczne oddaje zawsze taki sam moment, jaki do niego przyłożono, bez względu na wielkość poślizgu, z jakim pracuje.

Jest to zasadnicza właściwość sprzęgła hydraulicznego. Jeśli przyłożymy do sprzęgła hydraulicznego, dajmy na to, moment obrotowy 15 kGm przy 3000 obr/min i jeśli sprzęgło pracuje z poślizgiem 40%, to otrzymamy na wale napędzanym tak samo 15 kGm, lecz przy 1800 obr/min. Sprawność takiego przeniesienia wyniesie oczywiście 60%.

Wielkość poślizgu w danym sprzęgle hydraulicznym jest zależna od wielkości przenoszonego momentu, czyli od obciążenia sprzęgła i od przyłożonych obrotów  $n_1$ . Istnieją rozmaite sposoby sporządzania wykresów charakterystyki sprzęgła hydraulicznego. Na rys. 6 przedstawiona jest pełna charakterystyka zespołu



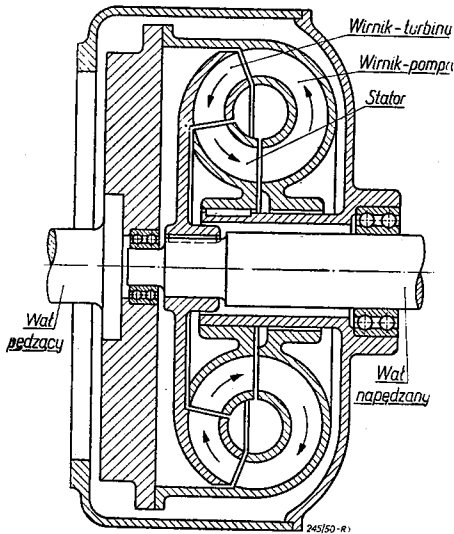
Rys. 6. Charakterystyka zespołu samochodowego silnik-sprzęgło.

samochodowego silnik-sprzęgło. Na wykresie tym krzywa *a* przedstawia moment obrotowy na wale pędzącym, gdy wał napędzany jest unieruchomiony, a zatem, gdy poślizg wynosi 100%. Krzywa *b* przedstawia maksymalny moment obrotowy silnika przy pełnym otwarciu przepustnicy, krzywa *c* przeciętny moment oporów ruchu samochodu występujących dla danego zakresu obrotów silnika przy jeździe samochodu po płaskiej drodze. Krzywa *d* przedstawia poślizg sprzęgła hydraulicznego w wypadku pełnego obciążenia silnika, to znaczy, gdyby silnik pracował przy całkowitym otwarciu przepustnicy i rozwijał swój pełny moment obrotowy według krzywej *b*.

Krzywa *d* zaczyna się w punkcie przecięcia się krzywych *a* i *b*. Ten punkt przecięcia określa największe obroty, jakie silnik może rozwinąć przy całkowicie zatrzymanym wale napędzanym (w samochodach osobowych obroty te leżą zazwyczaj w granicach 1000÷1400 obr/min). Jednakże w samochodzie praca silnika z pełnym otwarciem przepustnicy zachodzi bardzo rzadko. Dlatego na wykresie dodana jest jeszcze jedna krzywa *e*, która przedstawia poślizg sprzęgła hydraulicznego, gdy obciążenie silnika jest tylko częściowe, gdy odpowiada ono przeciętnym oporom ruchu przebiegającym według krzywej *c*. A więc krzywa *e* przedstawia przeciętny poślizg sprzęgła hydraulicznego, jaki zachodzi w normalnych warunkach przy jeździe samochodu po płaskiej drodze. Z przebiegu tej krzywej widzimy, że poślizg sprzęgła hydraulicznego zmienia się w granicach od mniej więcej 5÷8% przy małych szybkościach samochodu, do ok. 3÷4% przy szybkościach większych.

Po zapoznaniu się w sposób ogólny ze sprzęgłem hydraulicznym przejdziemy teraz do właściwego tematu, tj. do przekładni hydrokinetycznych.

Przekładnia hydrokinetyczna różni się od sprzęgła przedstawionego na rys. 3 dwoma szczegółami (patrz rys. 7). Po pierwsze — istniejące przegrody w czasach, które teraz będziemy nazywali łopatkami, nie są umieszczone promieniowo. Są one nachylone w stosunku do płaszczyzny rysunku i biegną jak gdyby po linii śrubowej nawiniętej dookoła pierścienia środkowego. Po drugie — zamiast jak dotychczas z dwoma czaszami, będziemy mieli do czynienia z trzema elementami, z których jeden będzie osadzony nieruchomo. Łopatki wewnątrz tego elementu będziemy nazywali łopatkami kierującymi. To co było do tej pory czaszą pędzącą — będziemy nazywali wirnikiem pompy. Dotychczasową czaszą napędzaną będziemy nazywali wirnikiem turbiny.

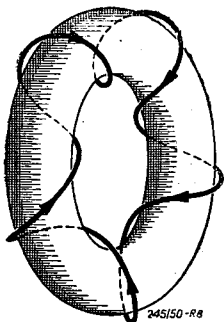


Rys. 7. Schemat przekładni hydrokinetycznej jednostopniowej.

Wreszcie element nieruchomy nazwiemy *stator*em.

Przyjrzyjmy się pracy tego rodzaju przekładni. Wirnik pompy połączony jest sztywno z kołem zamachowym silnika. Gdy silnik się obraca, ciecz zawarta między łopatkami wirnika pompy na skutek siły odśrodkowej zostaje odrzucona na średnicę zewnętrzną i dalej ze znaczną prędkością przepływa w łopatki wirnika turbiny. Ciecz traci część swojej energii kinetycznej, oddaje ją wirnikowi turbiny, który wskutek tego również musi wirować. Ciecz przepływa z kolei między łopatkami kierownicze statora. Przepływając między łopatkami statora strumień cieczy zostaje odchylony od swego pierwotnego kierunku. Powstaje nacisk na łopatkę statora, który jednak jest nieruchomy i wobec tego powstaje działanie reakcyjne cieczy na łopatkę turbiny. Wielkość tego działania reakcyjnego zależy od stopnia zakrzywienia strugi na łopatkach statora. Łopatkę kierownicze statora są tak ukształtowane, aby ciecz wypadła z powrotem między łopatkami wirnika pompy we właściwym kierunku.

Przy sprzęgle hydraulicznym widzieliśmy, że po pewnym czasie ruch cieczy, dookoła pierścienia środkowego, ustawał i pozostawał jedynie ruch wirowy około osi głównej. Tutaj ruch ten pozostaje zawsze i ciecz wirując koło osi głównej jednocześnie zawsze krąży dookoła środkowego pierścienia. Ten kierunek ruchu cieczy przedstawiany jest schematycznie na rys. 8.



Rys. 8.

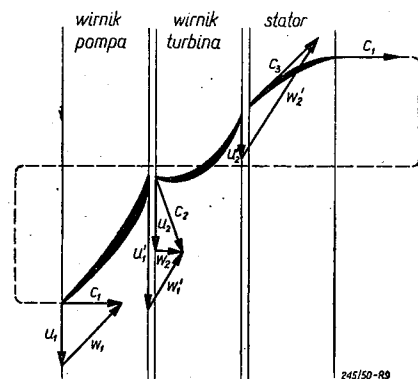
Gdybyśmy dokonali skomplikowanego prze-

kroju poprzez wszystkie łopatki, posuwając się po tej linii „śrubowej“, to otrzymalibyśmy w rozwinięciu wynik przedstawiony na rys. 9. Widzimy, że pochylenie linii „śrubowej“ nie jest stałe, lecz ulega ciągłym zmianom. Na rysunku tym zaznaczone są prędkości absolutne cieczy  $c$ , prędkości unoszenia  $u$  i prędkości względne  $w$ . Ciecz wpada między łopatki wirnika pompy z pewną prędkością  $c_1$ . Przechodząc między łopatkami tego wirnika prędkość cieczy wzrasta i z prędkością  $c_2$ , wpada ona na łopatki wirnika turbiny. Następnie ciecz przechodzi pomiędzy łopatkami statora, aby wyjść z nich z tą samą prędkością  $c$ , i znowu dostać się między łopatki wirnika pompy.

Na tej zasadzie budowana była pierwsza przekładnia hydrokinetyczna *Föttingera*. Zaznaczyć przy tym należy, że stator może być umieszczony dowolnie, albo między turbiną i pompą, jak w omawianym przykładzie, albo też pomiędzy pompą i turbiną. Obydwa rozwiązania spotykamy w dzisiejszych konstrukcjach.

W przekładni *Föttingera*, obroty wirnika pompy były zasadniczo stałe, jak również stałe pozostawały obroty odbierane od wirnika turbiny. Przez nadanie odpowiednich kształtów poszczególnym łopatkom można otrzymać pożądaną różnicę między obrotami turbiny i pompy.

W samochodzie — nie mamy stałych obrotów na wale odbierającym moc z przekładni.



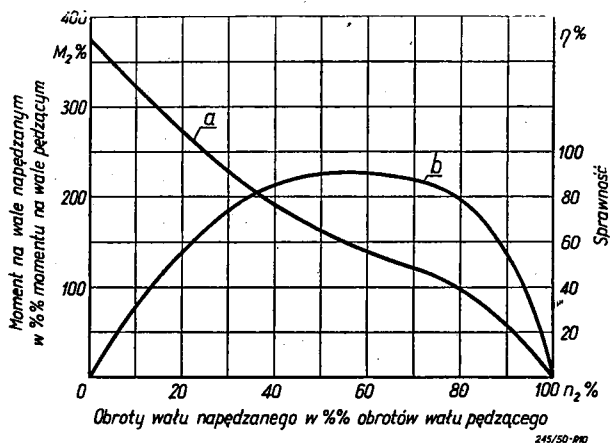
Rys. 9. Układ łopatek przekładni hydrokinetycznej — jednostopniowej

Gdy samochód stoi — wał ten pozostaje w spoczynku. W okresie ruchu samochodu wał wiruje z szybkością zmienną, zależną od szybkości jazdy.

Spójrzmy jeszcze na rys. 9 i wyobraźmy sobie, że przy pewnych stałych obrotach silnika, a więc i stałych obrotach wirnika pompy — opory ruchu samochodu wzrosły. Na skutek zwiększonego obciążenia obroty wirnika turbiny zmniejszą się i prędkość unoszenia  $u_2$  zmniejszy się. Wobec tego kierunek działania prędkości  $c_3$  ulegnie zmianie i wielkość oddziaływania

reakcyjnego statora na wirnik turbiny wzrośnie, gdyż odchylenie strugi przepływającej pomiędzy łopatkami kierującymi statora będzie większe niż poprzednio. Stopień reakcyjności powiększy się i wobec tego moment obrotowy na osi wirnika turbiny będzie większy. Odbierany moment obrotowy może w ten sposób wzrosnąć nawet parokrotnie.

Widzimy tutaj nadzwyczaj korzystną cechę tej przekładni: gdy obciążenie wzrośnie — moment obrotowy samoczynnie się powiększy. Jest to cecha



Rys. 10. Charakterystyka przekładni hydrokinetycznej.

wprost wspaniała w zastosowaniu do samochodu; całkowicie samoczynnie dostosowanie się momentu obrotowego do ciągle zmiennego obciążenia. Ale jednocześnie ze zwiększeniem obciążenia i ze zwolnieniem obrotów następuje zwiększenie się poślizgu jednego elementu w stosunku do drugiego, co jest oczywiście połączone ze spadkiem sprawności. Przyjrzyjmy się jaki jest wzajemny stosunek tych wielkości. Przykładowa charakterystyka tego rodzaju przekładni przedstawiona jest na rys. 10.

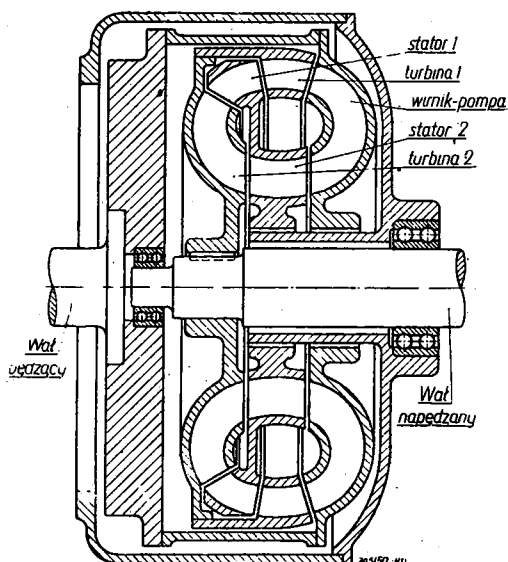
Krzywa *a* przedstawia nam wielkość momentu  $M_2$  na wałe napędzanym, wyrażoną w procentach momentu na wałe pędzącym. Wielkość ta przedstawiona jest w zależności od obrotów wału napędzanego  $n_2$  wyrażonych w procentach obrotów wału pędzącego. Widzimy, że największy moment obrotowy na wirniku turbiny występuje przy najmniejszych obrotach. Przy kompletnie zatrzymanej turbinie, moment obrotowy jest 3,75 razy większy od momentu przyłożonego. W miarę wzrostu obrotów względnych, moment obrotowy na wałe napędzanym stopniowo zmniejsza się, aż do chwili gdy moment odebrany równy jest momentowi przyłożonemu. Potem następuje bardzo szybki spadek momentu aż do 0. Punkt, w którym moment na wałe napędzanym jest równy momentowi na wałe pędzącym — nazywamy *punktem sprzęgnięcia*. W warunkach odpowiadających temu punktowi, prze-

kładnia pracuje jak sprzęgło hydrauliczne:  $M_2 = M_1$ .

Krzywa *b* przedstawia sprawność takiej przekładni. Widzimy, że krzywa ta przebiega całkiem inaczej niż w wypadku sprzęgła hydraulicznego (rys. 5). Zaczyna się ona od 0, osiąga pewne maksimum i następnie znowu spada do 0. Dlatego ma ona taki kształt omówimy nieco później. Na przedstawionej na rys. 10 charakterystyce widzimy, że największa sprawność wynosi około 90%. Przy tej sprawności obroty odebrane wynoszą około 55% obrotów przyłożonych, a moment obrotowy wynosi około 150% momentu przyłożonego. Punkt sprzęgnięcia przypada przy obrotach  $n_2 = 80\%$  i oczywiście sprawność w tym punkcie wynosi również 80%.

Osiągnięcie wysokiego przełożenia momentu obrotowego nie zawsze jest możliwe przy zastosowaniu tylko jednego statora i jednej turbiny. Dlatego spotyka się czasem konstrukcje w których znajduje się jeden stator i dwie turbiny (patrz dalej: przekładnia General-Motors „V-Drive“), lub dwa statory i dwie turbiny (np. przekładnia Brockhouse). Tego typu przekładnie nazywamy *wielostopniowymi*. Schematycznie układ taki z dwoma statorami pokazany jest na rys. 11.

Patrząc na wykres sprawności na rys. 10 widzimy, że praca przy niskich i przy wysokich obrotach względnych  $n_2$  jest bardzo nieekonomiczna. Przy niskich obrotach względnych sprawa jest o tyle mniej groźna, że są to stosunkowo rzadkie okresy pracy. Ale zakres wysokich obrotów względnych jest tym zakresem, na którym chcielibyśmy najczęściej pracować. Widzimy dalej, że poza punktem sprzęgnięcia, moment obrotowy gwałtownie spada poniżej momentu przyłożonego. Jest to znowu objaw niekorzystny. Aby uniknąć pra-



Rys. 11. Schemat przekładni hydrokinetycznej dwustopniowej.

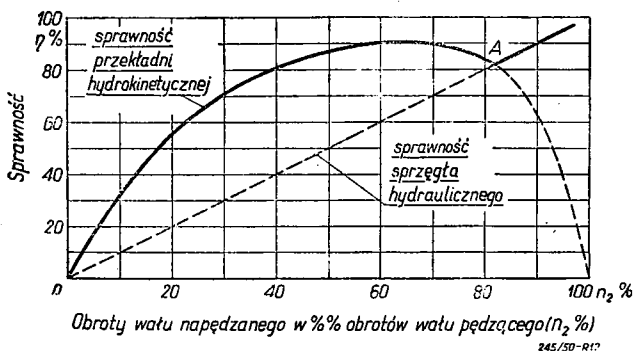


cy w tym niekorzystnym zakresie mamy dwa wyjścia: albo w punkcie sprzęgnięcia połączyć wały na stałe ze sobą za pomocą sprzęgła cierne (Lysholm-Smith G. M. V-Drive, Packard-Ultramatic) albo zamienić od tego miejsca począwszy przekładnię hydrokinetyczną na sprzęgło hydrauliczne (Trilok, Buick-Dynaflow, Chevrolet-Powerglide).

Zajmijmy się nieco bliżej tym drugim rozwiązaniem. W tym celu zestawmy na jednym wykresie krzywe sprawności przekładni hydrokinetycznej i sprzęgła hydraulicznego (rys. 12). Widzimy, że przy niskich obrotach względnych sprawność przekładni jest większa niż sprawność sprzęgła. Przy wysokich obrotach względnych — sprawność przekładni spada gwałtownie do zera, podczas gdy sprawność sprzęgła podnosi się i osiąga swoje maksimum (około 97%). Chodzi o to, aby skonstruować urządzenie, które w zakresie od 0 do punktu A pracowałoby jako przekładnia hydrokinetyczna, zaś powyżej punktu A jako sprzęgło hydrauliczne.

Zanim omówimy stronę konstrukcyjną takiego mechanizmu, musimy bliżej zapoznać się z krzywą sprawności przekładni hydrokinetycznej. Sprawność zależy od strat zachodzących wewnątrz mechanizmu. Straty te możemy podzielić na dwie grupy: na straty przepływu i na straty wskutek zaburzeń przy przejściu z jednego elementu przekładni do sąsiedniego, czyli tzw. straty uderzeń.

Straty przepływu zachodzą na skutek tarcia cieczy o ścianki oraz o łopatki wirników i statora. Straty uderzenia zachodzą na skutek niewłaściwego kąta wejścia cieczy na łopatki. Jest tylko jeden właściwy kierunek pod którym ciecz powinna wejść pomiędzy łopatki. Jest to kierunek prędkości względnej, styczny do początkowego elementu łopatki. W takim wypadku straty uderzenia są minimalne. Ale kierunek prędkości względnej zależy, jak to widać z rys. 9, od prędkości uno-

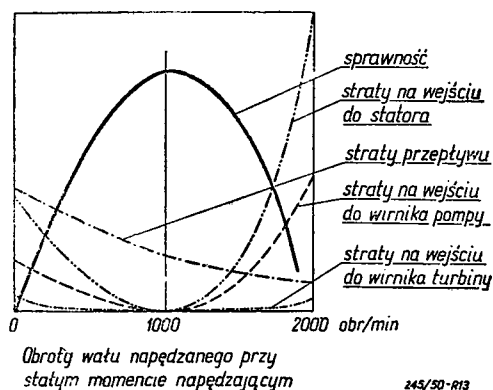


Rys. 12. Porównanie sprawności sprzęgła hydraulicznego i przekładni hydrokinetycznej.

szczenia, a zatem od ilości obrotów zarówno danego jak i poprzedzającego elementu. Gdy zmieniają się obroty zmienia się prędkość obwodowa i kierunek prędkości względnej ulega zmianie.

A zatem tylko przy jednej określonej ilości obrotów poszczególnych wirników — ciecz może wpadać prawidłowo pomiędzy łopatki. Przy wszystkich innych obrotach powstają straty uderzeń. Straty uderzeń możemy rozbić na części: straty na wejściu do statora, straty na wejściu do pompy i straty na wejściu do turbiny. Przebieg tych strat pokazany jest na wykresie na rys. 13.

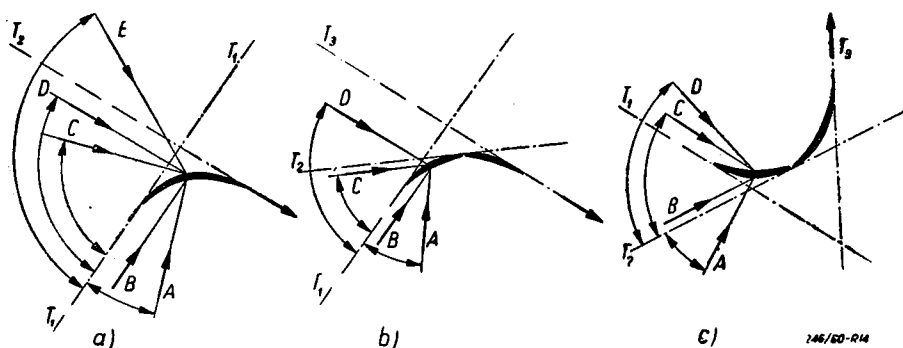
Z wykresu tego widzimy, że straty przepływu stopniowo maleją w miarę wzrostu obrotów na wale napędzanym. Dzieje się to na skutek tego, że przy wyższych obrotach prędkość krążenia cieczy jest mniejsza. Najszybciej



Rys. 13. Przebieg strat przekładni hydrokinetycznej.

ciej ciecz krąży przy najmniejszych obrotach względnych. Dalej widzimy, że straty uderzeń w pewnym punkcie (przewidzianym z góry przez konstruktora) osiągają swoje minimum. W tym punkcie strat uderzeń praktycznie nie ma. Przy wszelkich jednak innych obrotach — wzrastają one bardzo silnie, przy tym najgwałtowniej wzrastają straty na wejściu do statora.

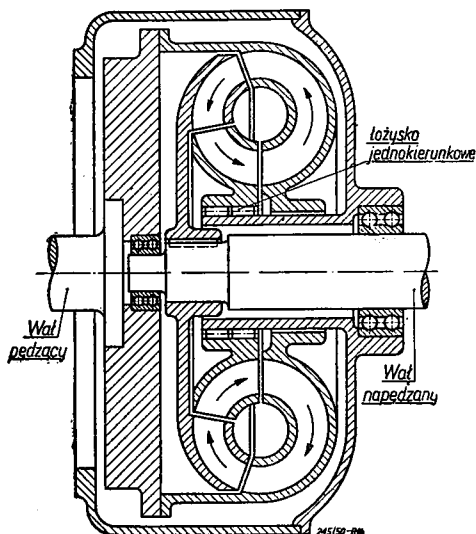
Przyjrzyjmy się bliżej cieczy padającej na łopatki statora. Na rys. 14a przedstawiony jest typowy profil łopatki statora i różne kierunki napływu cieczy, występujące przy różnych warunkach pracy. Kąt uderzenia A występuje przy małej ilości obrotów wirnika-turbiny. Ciecz wchodzi na łopatkę statora pod kątem niewłaściwym i straty uderzenia są znaczne, ale napór na łopatkę statora w tym wypadku jest duży, a więc duży jest stopień reakcyjności (występuje bardzo silne odchylenie kierunku strugi). Następnie z kolei narysowany jest napływ cieczy styczny od początkowego elementu ilości obrotów turbiny i straty uderzenia w tym momencie są najmniejsze. Nieco później, przy dalszym zwiększeniu obrotów wirnika-turbiny występuje kąt uderzenia C i jeszcze dalej kąt D, gdy ciecz wpływa już stycznie do końcowego elementu łopatki. W tym wypadku, ciecz wpływa i wypływa ze statora równolegle, w tym samym kierunku i nie ma już wcale odchylenia kierunku strugi. W tym momencie



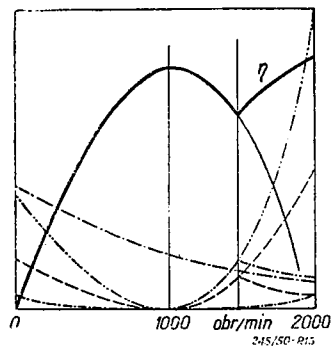
Rys. 14. Odchylenie strumienia cieczy; a — na niedzielonej łopatkę statora, b — na dzielonej łopatkę reaktora, c — na dzielonej łopatkę wirnika pompy.

działanie reakcyjne statora znika całkowicie. Moment przyłożony równa się zatem momentowi odebranemu. Jest to więc tak zwany przez nas punkt sprzężenia. Przy dalszym zwiększeniu kąta uderzenia do wielkości  $E$  struga zostaje odchylona w przeciwnym kierunku. Nacisk na łopatki statora zmienia kierunek, straty uderzenia gwałtownie wzrastają, sprawność przekładni spada.

W niemieckiej przekładni *Trilok* w roku 1934-tym, poraz pierwszy zastosowano pomysł aby stator był umieszczony na jednokierunkowym łożysku tocznym (tzw. popularnie „wolnym kole“). W momencie gdy nacisk na łopatki statora zmienia kierunek, cały stator zaczyna wirować wraz z turbiną. Element ten przestaje obecnie być statorem i będziemy nazywali go *reaktorem*. Z chwilą gdy reaktor zaczyna wirować, straty uderzenia na wlocie do reaktora zdecydowanie maleją. Ale obracający się reaktor stawia mniejsze opory w ruchu wirującym cieczy dookoła osi głównej przekładni, a to w rezultacie powoduje również poważne obniżenie strat uderzenia na wlocie do pompy. Reaktor wirujący łącznie z turbiną zamienia przekładnię hydrokinetyczną na sprzęgło hy-

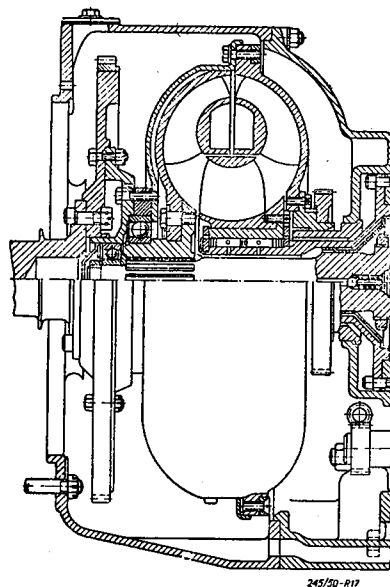


Rys. 16. Schemat hydrokinetycznej przekładni-sprzęgła.



Rys. 15. Wykres oporów i sprawności sprzęgła hydraulicznego.

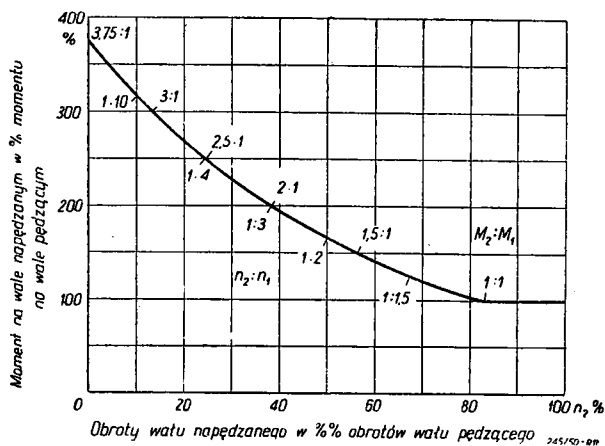
drauliczne. Od tej pory moment odebrany równa się momentowi przyłożonemu. Wykres oporów i sprawności dla takiej przekładni pokazany jest na rys. 15.



Rys. 17. Hydrokinetyczna przekładnia „White“.

Na rys. 16 przedstawiony jest schemat konstrukcyjny takiej przekładni sprzęgła, który jak widzimy różni się bardzo niewiele od schematu przedstawionego na rys. 7. Rys. 17 przedstawia rysunek konstrukcyjny tego typu przekładni, budowanej na amerykańskich autobusach „White“. Charakterystyka przełożenia omentów i obrotów tej przekładni pokazana jest na rys. 18. Trzeba tutaj zwrócić uwagę, że normalna zależność występująca w przekładniach mechanicznych, że obroty i moment są odwrotnie proporcjonalne — całkowicie traci tutaj swoje zastosowanie.

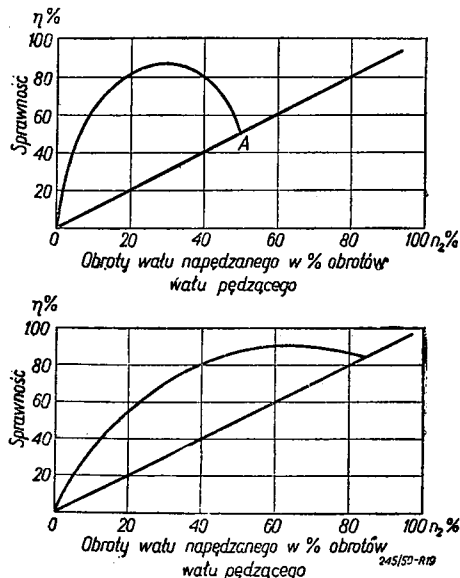
Dalszy rozwój przekładni hydrokinetycznych, to dalsza walka o zwiększenie ich sprawności. Przez odpowiedni dobór pewnych parametrów, konstruktor może wpływać na zasadniczy przebieg krzywej sprawności przekładni-sprzęgła, jak to jest pokazane na rys. 19.



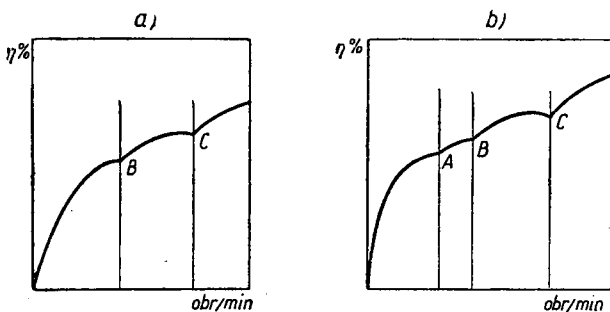
Rys. 18. Charakterystyka przekładni „White“.

Pragnąc w dalszym ciągu zmniejszyć straty na wejściu do reaktora, można reaktor podzielić na dwie oddzielne części. Na rys. 14b pokazany jest zarys takiej rozdzielonej łopatki reaktora. Już przy bardzo małym kącie uderzenia C pierwszy reaktor zaczyna wirować. Drugi reaktor w tym czasie spełnia swoje zadanie dalej. Gdy kąt uderzenia osiągnie wartość D, zaczyna z kolei wirować i drugi reaktor. Rys. 20a przedstawia krzywą sprawności takiej przekładni. Punkty B i C odpowiadają momentom, gdy kolejno zaczynają wirować reaktory — pierwszy i drugi. Osiągnięto tu dalsze zwiększenie sprawności układu.

Jeszcze dalszym stopniem powiększenia sprawności będzie podzielenie na dwie części wirnika-pompy i tym samym dalsze zmniejszenie strat uderzenia na wejściu do pompy. Główna (druga) część pompy jest napędzana bezpośrednio od silnika. Pierwsza część jest osadzona na drugiej na jednokierunkowym łożysku tocznym (wolnym kole), w ten sposób, że w razie potrzeby może ją wyprzedzać, jednak nigdy nie może pozostać za nią w tyle. Rys. 14c przedstawia profil takiej łopatki wir-



Rys. 19. Przebieg krzywej sprawności przy zmianie parametrów.

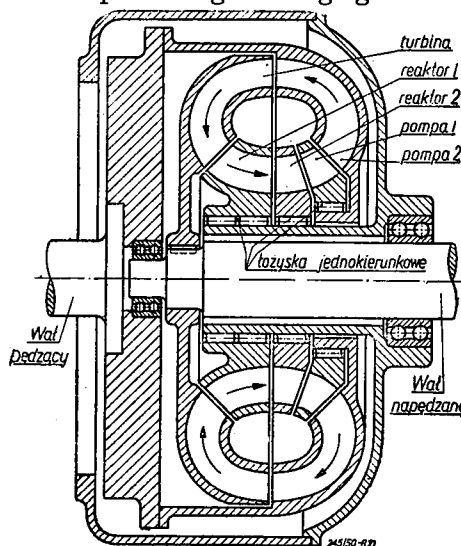


Obrotu walu napędzanego przy stałym momencie napędzającym

Rys. 20. Przebieg sprawności przekładni wielofazowych.

nika-pompy składającej się z dwóch części. Gdy ciecz napływa na łopatki pompy pod kątem A, pierwszy wirnik obraca się luźno, a pracuje jedynie wirnik główny pompy. Kierunek B jest kierunkiem granicznym, przy którym zaczyna pracować również i wirnik pierwszy. Przy kącie C straty uderzenia są równie małe jak i przy kącie B.

Wykres sprawności takiego układu posiadającego dwudzielny reaktor i dwudzielny wirnik pompy pokazany jest na rys. 20b. Punkt A odpowiada momentowi gdy pierwsza część pompy przestaje pracować, punkty B i C odpowiadają momentom ruszania z miejsca reaktorów — pierwszego i drugiego.



Rys. 21. Schemat przekładni hydrokinetycznej wielofazowej.

Taki układ przekładni hydrokinetycznej nazywamy układem wielofazowym. Schematycznie jest on przedstawiony na rys. 21. Jest to dzisiaj najnowocześniejsze osiągnięcie w dziedzinie przekładni hydrokinetycznych. Na tej zasadzie budowane są obecnie przekładnie hydrokinetyczne Buick-Dynaflow (1948) i Chevrolet-Powerglide (1950). Układ taki daje już zupełnie dobrą sprawność przeciętną i doskonałą sprawność przy jeździe szosowej.

(dokończenie nastąpi).

# Zasady tworzenia nazw części pojazdów mechanicznych

Inż.-mech. ADAM MINCHEJMER

Wstęp. — Postać nazwy. — Określenie rodzaju elementu. — Określenie działania. — Przynależność do zespołu i związek z innymi elementami.

Dotychczasowe próby uporządkowania i ustalenia słownictwa samochodowego, zawarte np. w słowniku *Stanisława Szydelskiego* lub w „Technicznym Kalendarzu Samochodowym“ (T. K. S.) z 1932 r. obejmowały zbyt wąski zakres i pozbawione były systematycznego ujęcia. Podkomisja Słownictwa Samochodowego PKN, która opracowuje obecnie polskie słownictwo samochodowe, oparła swą pracę na podanych w niniejszym artykule zasadach tworzenia nazw części pojazdów mechanicznych, pragnąc w ten sposób uzyskać systematyczny i konsekwentny układ nazw podstawowych części i mechanizmów samochodowych. Zasady te stanowią zarazem wytyczne do tworzenia prawidłowych nazw dodatkowych części, które ze względu na różnorodność konstrukcyjnych rozwiązań nie mogą być zawarte w słownikach lub normach.

## 1. Postać nazwy

Nazwa elementu powinna określać go jednoznacznie. Szereg jednowyrazowych nazw spełnia to zadanie, jak np.: tłok, korbowód, zwrotnica, chłodnica, opona itp.

Gdy brak takiej jednoznacznej nazwy lub w danym mechanizmie istnieje kilka podobnych elementów, należy tworzyć nazwy wielowyrazowe. Nazwy takie powinny zawierać dwa człony główne określające:

- 1) rodzaj elementu,
- 2) przynależność do zespołu lub związek z innymi elementami.

Główne człony mogą być uzupełnione dodatkowymi, które określają: a) działanie elementu, b) położenie lub kolejność elementu. Określanie działania elementu potrzebne jest tylko w przypadku, gdy nazwa rodzaju elementu nie określa równocześnie jego działania. Np. „sprężyna *odciągająca* szczęk hamulcowych kół tylnych“, albo „zawór *przepustowy* filtra olejowego“.

Podanie położenia lub kolejności elementu potrzebne jest tylko w przypadku istnienia kilku podobnych elementów, np. „piasta koła *tylnego*“, „piasta koła *przedniego*“, „łożysko kulkowe piasty koła *przedniego wewnętrznego*“.

Nazwa wielowyrazowa zawierać powinna na pierwszym miejscu określenie rodzaju elementu, na drugim miejscu określenie działania, na trzecim określenie przynależności lub związku, a na końcu określenie położenia lub kolejność.

Nazwy skrócone, obejmujące samo określenie rodzaju elementu, można używać w tekstach opisowych, natomiast na rysunkach, w wykazach części, zapotrzebowaniach materiałowych, kartotekach magazynowych, w planach operacyjnych, instrukcjach obróbki itp. należy zawsze podawać pełną nazwę.

## 2. Określenie rodzaju elementu

Przyjmuje się następujący zakres zastosowania nazw niektórych podstawowych elementów:

1) *Kadłub* — jest elementem zespołu lub mechanizmu, który ujmuje w jedną całość konstrukcyjną jego części składowe, tworząc wraz z pokrywami zamkniętą całość i której powierzchnie wykorzystywane są bezpośrednio do działania tego zespołu lub mechanizmu np. „kadłub silnika“, „kadłub pompy olejowej“, „kadłub pompy wodnej“.

2) *Obudowa* — jest elementem zespołu lub mechanizmu, który podobnie jak kadłub ujmuje w całość jego części składowe i tworzy wraz z pokrywami zamkniętą całość, ale jej powierzchnie nie są bezpośrednio wykorzystane do działania zespołu i mechanizmu, np. „obudowa skrzynki biegów“, „obudowa przekładni kierowniczej“, „obudowa łożyska pośredniego wału napędowego“.

3) *Oprawa* — jest to element zespołu lub mechanizmu, który jak kadłub lub obudowa ujmuje w całość jego części składowe, ale nie tworzy zamkniętej całości, np. „oprawa mechanizmu różnicowego“, „oprawa sprzęgła“ — część na której umocowane są dźwigniki wyłączające, sprężyny, prowadnice pierścienia dociskającego itp.

*Obudowa i oprawy* odznaczające się charakterystycznym kształtem lub sposobem wykonania, mogą być określane następującymi nazwami: pochwa, koszyk, skrzynia, garnek, rama itp.

4) *Ośłona* — jest to element, który osłaniając zespół lub mechanizm, nie stanowi jego części składowej i nie bierze udziału w jego działaniu, np. „ośłona sprzęgła“, „ośłona kół zębatach napędu rozrządu“.

5) *Wspornik* — jest to element, który służy do oparcia lub umocowania jednego zespołu, mechanizmu lub urządzenia na drugim i który jest nieruchomo umocowany przynajmniej na jednym z nich np. „wspornik przedni resoru tylnego“, „wspornik zderzaka przedniego“,

6) *Wieszak* — jest to łącznik między dwoma zespołami, mechanizmami, urządzeniami lub częściami, który służy do ich wzajemnego związania i który jest ruchomo z nimi połączony np. „wieszak resoru tylnego“.

7) *Trzon* lub *trzonek* — jest to wydłużona walcowa lub stożkowa część takich łączących elementów jak śruby i nity, lub też wydłużona część składowa elementu maszynowego, posiadająca powierzchnie swobodne lub też powierzchnie wykonujące ruchy posuwisto-zwrotne w przewodnicy np. „trzon korbowodu“, „trzonek zawrcu“.

8) *Sworzeń* — jest to element służący do obrotowego lub wahliwego połączenia ze sobą dwóch części maszynowych. Stanowi on oś takiego połączenia np. „sworzeń zwrotnicy“, „sworzeń tłokowy“.

9) *Kołek* — jest to element służący do ustalania połączenia dwóch części maszynowych i zabezpieczenia ich od wzajemnych przesunięć.

10) *Czop* — jest to część składowa wału lub osi, którą wał lub oś opiera się na łożysku lub na której osadzona jest ruchomo lub nieruchomo piasta części maszynowej, związanej z wałem lub osią, np. „czop zwrotnicowy“, „czop korbowy“.

11) *Drażek* — jest to pręt łączący dwie części maszynowe, który może przy działaniu danego mechanizmu przenosić siły ściskające np. „drażek kierowniczy podłużny“.

12) *Cięgło* — jest to pręt, drut lub linka łącząca dwie części maszynowe i przenosząca przy działaniu danego mechanizmu tylko siły rozciągające np. „ciągło hamulca ręcznego“.

13) *Panewka* — jest to każda z części dzielonej wkładki promieniowego łożyska ślizgowego np. „panewka wału korbowego górna, przednia“, „panewka korbowodu“.

14) *Tuleja* lub *tulejka* — jest to nie dzielona wkładka promieniowego łożyska ślizgowego lub też każda część maszynowa, w kształcie odciinka rury np. „tulejka przednia wałka rozrządu“, „tulejka główki korbowodu“, „tulejka cylindrowa“, „tulejka odległościowa łożysk wałka napędowego przekładni głównej kół“.

### 3. Określenie działania

1. Przyjmuje się, że wyraz *śruba* bez dodatkowego określenia jej działania oznacza śrubę, użytą jako element łączący. Gdy śruba spełnia inne zadanie, to musi być ono zaznaczone dodatkowym określeniem jej działania. Np. „śruba zaciskająca główki korbowodu“, „śruba nastawcza dźwigienki przepustnicy“, „śruba ustalająca tulejki przedniej wału rozrządczego“.

2. *Oporowy* — określa element, stanowiący ślizgowe łożysko oporowe. Np. „pierścień oporowy zwrotnicy“.

3. *Ustalający* — określa element, który w sposób niezmienny ustala położenie względem siebie dwóch części maszynowych.

4. *Odległościowy* — określa element, który ustala wzajemną odległość dwóch nieruchomych względem siebie części, ale odległość ta może być regulowana lub zmieniana.

5. *Nastawczy* — określa element, który ustala lub ogranicza wzajemną odległość dwóch ruchomych względem siebie części i która to odległość może być przy pomocy tego elementu zmieniana lub regulowana (patrz przykład w punkcie 1).

### 4. Przynależność do zespołu i związek z innymi elementami

1. Przynależność do zespołu i związek z innymi elementami wyraża się zasadniczo przez użycie nazwy tego samego zespołu lub elementu w drugim przypadku, np. „sprężyna zaworu“, „dźwigienka wyłączająca sprzęgła“. Jeżeli nazwa zespołu lub elementu pozwala na utworzenie przymiotnika oraz jeżeli omawiana część maszynowa posiada charakterystyczną postać „może być użyta forma przymiotnikowa jak np. „tarcza sprzęgłowa“, „szczeka hamulcowa“.

2. *Łożyska* i ich elementy składowe określa się nazwą części która wykonuje ruch obrotowy lub wahliwy, niezależnie od tego, w której z części panewka lub łożysko osadzone jest nieruchomo. Wobec tego nazwa „tulejka główki korbowodu“ używana jest wówczas, gdy sworzeń tłokowy jest unieruchomiony w tłoku lub jest pływający, a nazwa „tulejka sworznia tłokowego“, gdy sworzeń tłokowy unieruchomiony jest w główce korbowodu, a tulejki osadzone są w tłoku. W przypadku gdy obie przegubowo połączone części wykonują obrotowe lub wahliwe ruchy względem kadłuba lub obudowy, to tulejkę lub panewki określa się nazwą części w której są unieruchomione, jak np. „panewka korbowodu“.

3. *Śruby* i *wkręty* określa się nazwą części, która jest przy ich pomocy przymocowana do mechanizmu lub jego głównej części, albo też nazwą zespołu, mechanizmu lub zespołu mocowanego na ramie, lub innym głównym zespole, np. „śruba pokrywy przekładni kierowniczej“, „śruba mocująca pokrywę“, „śruba przekładni kierowniczej“ (= śruba mocująca przekładnię kierowniczą na ramie samochodu).

4. *Nakrętki* określa się nazwą części, na której są nakręcone, np. „nakrętka czopa zwrotnicy“.

5. *Uszczelki* określa się nazwą części odejmowanej lub ruchomej np. „uszczelka miski olejowej“, „uszczelka wałka głównego skrzynki biegów“, „uszczelka piasty koła przedniego“.

6. *Wpusty, kliny* i *kołki* określa się nazwą części, która jest przy ich pomocy ustalona w obudowie, na czopie lub wale, np. „wpust piasty wentylatora“, „kołek panewki wału korbowego“.

# Bibliografia

J. Litwiniszyn „PRZYCZYNEK DO TEORII TARCIA KINETYCZNEGO“, „Archiwum mechaniki stosowanej“, tom II, str. 1÷7, Gdańsk 1950 r. Tekst ogłoszony w języku angielskim zawiera streszczenie w języku polskim.

Autor podjął próbę wyznaczenia zmienności współczynnika  $\mu(v)$  tarcia ruchowego dwóch ciał sztywnych w zależności od prędkości  $v = \varphi'(t)$  ich wzajemnego ślizgania się, wyznaczając ekstremum wartości  $P$  pracy sił tarcia w określonym przedziale czasu:  $P =$

$N \int_0^t \mu(v) \cdot v dt$ , gdzie  $N$  jest naciskiem wzajemnym obydwóch ciał. Warunek Eulera istnienia owego ekstremum w danym przypadku przyjmuje postać:

$$\frac{dv}{dt} \left( \frac{d^2\mu}{dv^2} \cdot v + 2 \frac{d\mu}{dv} \right) = 0; \text{ ekstremum to może więc istnieć}$$

dla dowolnych wartości  $\mu$  tylko, gdy  $\frac{dv}{dt} = 0$ , tzn.

w przypadku ruchu jednostajnego. Przyjmując funkcję  $\mu(v)$  spełniającą zależność  $\frac{d^2\mu}{dv^2} \cdot v + 2 \frac{d\mu}{dv} = 0$ ,

znajdujemy całkując  $\mu(v) = a + \frac{b}{v}$ , gdzie  $a$  i  $b$

są stałymi całkowania.

Równanie to spełnia również warunek Legendra istnienia ekstremum funkcji  $P$ , żądający, by  $\frac{\partial^2 f}{\partial v^2}$

$$\leq 0, \text{ gdzie } f = \mu(v) \cdot v. \text{ Jak łatwo stwierdzić } \frac{\partial^2 f}{\partial v^2} = 0.$$

Podkreślając, iż znaleziona zależność odnosi się jedynie do ruchu ciał i przestaje być ważną w przypadku spoczynku, Autor przekształca ją, wprowadzając  $q = \frac{1}{v}$ , wobec czego zależność przybiera postać  $\mu = a + bq$ , odpowiadającą linii prostej. Wynik

swych teoretycznych rozważań Autor porównuje z wynikami badań nad tarcie ruchowym, dokonanych przez I. R. Bristowa („Proceeding of the Royal Society 1947, Vol. 189, str. 1016), stwierdzając dostateczną ich zgodność uwidocznioną na dwóch wykresach. Autor nie podaje jednak żadnych bliższych wyjaśnień, dotyczących owych badań. Trudno więc zdać sobie sprawę, o jakie przypadki tarcia tu chodzi. W każdym razie, przyglądając się uważnie rozmieszczeniu punktów doświadczalnych na obydwu owych wykresach, stwierdza się wyraźnie odchylenia od linii prostych, pozwalające oczekiwać dość szybkiego osiągnięcia przez  $\mu$  pewnego maximum przy bardzo małych wartościach  $v$ . Autor podkreśla wyraźnie nieprzydatność znalezionej zależności dla  $v = 0$ , przy której osiągałaby ona wartości nieograniczenie wielkie. Nie można jednak na drodze rozważań teoretycznych wysnuć jakichkolwiek wniosków co do granicy stosowalności wyprowadzonego wzoru, oraz co do dalszej zmienności  $\mu$  aż do tarcia spoczynkowego włącznie. Zresztą wykresy ucinają się na prędkościach  $v = 0,2 \div 0,25$  mm/sek. Z drugiej strony prędkości nie podnoszą się ponad  $2 \div 3$  mm/sek (!). Jeżeli więc chodzi o zakresy prędkości, ja-

kie spotyka się w praktycznych przypadkach wykorzystywania tarcia, jak np. w urządzeniach hamulcowych, jesteśmy od tych warunków tak odlegli, iż trudno byłoby snuć jakiegokolwiek przypuszczenia. Tymczasem istnieje w tym względzie niezwykle bogata literatura i znane są wyniki wielu, niestety nie zawsze dość zgodnych doświadczeń, pozwalających jednak ogólnie zorientować się w warunkach zmienności  $\mu$  przy wielkich zakresach zmian  $v$ , np. od  $v = 0$  do  $v = 120$  km/h = 33,3 m/sek i wyżej. Znane są np. wzory empiryczne, określające współczynnik tarcia żeliwnych klocków hamulcowych o stalowe obręcze kół, jak np.

$$\text{wzór Galtona, } \mu = \frac{0,333}{1+0,0225 v}, \text{ wzór Doyaena } \mu = 0,27 - 0,002v, \text{ wzór Bacheta i Wicherta } \mu = \frac{0,25 \div 0,45}{1+0,0112 v} \text{ wzór kolei ZSRR } \mu = 0,2 - 0,002 v +$$

$+ 0,0000065 v^2$  (wszędzie  $v$  km/h,<sup>1)</sup> oraz liczne szeregi danych doświadczalnych Poiré'ego, Metzkiowa, oraz Schmidta i Schradera, nie ujętych we wzory, lecz w tablice i wykresy, — uwzględniających ponadto wpływ wielkości nacisku jednostkowego, oraz materiału klocków i powierzchni. Daje to duże możliwości porównawcze. Byłoby niezawodnie rzeczą ciekawą, gdyby Autor mógł przeprowadzić rozleglejsze zestawienie tego wszystkiego z wynikami swych rozważań teoretycznych, wyznaczając tym sposobem wartości stałych  $a$  i  $b$ , oraz granic  $v$  praktycznej stosowalności wyprowadzonego przez się wzoru ogólnego.

Prof. W. Moszyński

N. K. Bodaszkow. „AWARII PAROWYCH TURBIN I BORBA S NIMI“. Farmat A5, stron 160, rysunków 46, fotografii 50. Gosudarstwennoje Energetičeskoje Izdatielstwo, Moskwa-Leningrad 1948.

Książka N. K. Bodaszkowa, traktująca o awariach turbin parowych, godna jest uwagi ze względu na podejście do tematu pod kątem widzenia oszczędnej i planowej gospodarki. Autor zajmuje się nie tylko

<sup>1)</sup> Jest rzeczą uderzającą, iż wszystkie te wzory zbudowane są w sposób, zapewniający ciągłość zmian wartości  $\mu$  aż do skończonych wartości współczynnika tarcia spoczynkowego przy  $v = 0$ . W odniesieniu do drugiej granicy, tzn. przy bardzo dużych prędkościach, wzory te zachowują się bardzo rozmaicie i tylko jeden z nich, wzór Wicherta, dąży asymptotycznie do najniższej wartości  $\mu_{\infty} = (0,25 \div 0,45)$ . 0,187, różnej od zera, gdy wzór Galtona dąży do  $\mu = 0$ . Z wyżej podanych, tylko te dwa wzory dają krzywe o przebiegu zbliżonym do uzyskanego przez Autora.

Dodajemy, iż J. N. Franke w swej „Mechanice Teoretycznej“ (wyd. 1889 r. str. 400) podaje własną zależność, określającą wartość współczynnika tarcia ruchowego, mającą postać  $f = f_0 \cdot e^{\alpha v}$  ( $f_0$  i  $\alpha$  — stałe). Wspomina o tym prof. M. T. Huber w swej pracy „Opory tarcia i ich rola w niektórych zagadnieniach kolejnictwa“, ogłoszonej w „Archiwum Mechaniki Stosowanej“, tom I, 1949 r., str. 277, jak również o doświadczeniach jeszcze dawniej przeprowadzonych przez Fleminga Jenkina i I. A. Evinga (Phil. Trans, 1877 r.). Badacze ci dokonali pomiarów sił tarcia przy prędkościach 3 do 6 mm/sek, przy czym „w tych granicach współczynnik tarcia mała powoli ze zwiększeniem prędkości od wartości statycznej do kinetycznej“.

awariami w normalnym pojęciu, a więc uszkodzeniami powodującymi nagłe unieruchomienie turbiny, ale również uszkodzeniami i zmianami w częściach składowych turbiny, powodującymi nienormalność w ruchu, względnie dającymi się zaobserwować jedynie podczas przeglądów. Silny nacisk został położony na uszkodzenia pochodzące z nieprzebrania przepływów eksploatacji, a często uważane za wywołane naturalnym zużyciem np. rysy w łopatkach, w wylaniach łożysk itp.

Rozdział I. zajmuje się przekroczeniami przepisanych warunków eksploatacji jak: podwyższenie obciążenia, zmiana ilości obrotów, zmiana parametrów pary, niewłaściwe uruchamianie i obciążenie turbiny, oraz niefachowa obsługa i remonty tzw. na miejscu.

Rozdział II. podaje klasyfikację przyczyn awarii z podziałem na wady konstrukcji, montażu i przekroczeń w obsłudze, oraz ważniejsze objawy charakterystyczne z tym związane.

Rozdział III. zawiera przegląd czynności przy wykrywaniu przyczyn awarii. Podana przez autora metodyka postępowania ma na celu w sposób możliwie jednoznaczny i szybki określenie przyczyn danego niedomagania i znalezienie środków zapobiegawczych. Podkreślona została tu ważność prowadzenia szczegółowych zapisków z obsługi i remontów turbiny.

W rozdziale IV podany jest przegląd typowych uszkodzeń turbin parowych w odniesieniu do po-

szczególnych grup konstrukcyjnych. Przy łopatkach i wirnikach omawiana jest obszernie sprawa występowania drgań oraz metody kontroli i środki zapobiegawcze. Przy łożyskach podane są przyczyny podwyższenia temperatury i związane z tym uszkodzenia, oraz przyczyny występowania drgań w łożyskach. Uszkodzenia tarcz kierowniczych rozpatrzone są ze względu na wady wykonania i zużycie, względnie niewłaściwy dobór materiału. Złe działanie pompki smarowej omówione jest szczegółowo jako elementu wprawdzie pomocniczego, ale mającego zasadniczy wpływ na ruch turbiny. Dalej opisane są niedomagania uszczelnień, przekładni ślimakowej, rozrządu pary i regulacji, kondensatorów, oraz korpusów i fundamentów.

W końcu rozdział V zajmuje się drganiami turbiny jako całego zespołu.

Całość potraktowana jest w sposób opisowy i przystępny i uzupełniona na końcu szeregiem fotografii typowych i wyraźnych uszkodzeń elementów turbiny. Pewnym brakiem jest szczupła ilość rysunków w tekście; zwiększenie jej wpłynęłoby dodatnio na przejrzystość.

Ze względu na sumę i układ wiadomości podanych w książce *Bodaszkowa* powinna ona wzbudzić zainteresowanie wszystkich mających do czynienia z obsługą i remontami turbin parowych.

Inż. Jan Brosch

## Nowe Polskie Normy z dziedziny mechaniki

W miesiącu czerwcu 1950 r. zostały przez PKN wydane drukiem następujące normy:

### Przetwory naftowe:

PN/C-04030 Przetwory naftowe. Wskaźnik zapłonności olejów napędowych (Indeks dieslowy). Oznaczenie.

C-04039 Przetwory naftowe. Paliwa. Oznaczenie ilościowe czteroetyliku ołowiu.

### Hutnictwo:

PN/H-01705 Metale i stopy niezależne. Oznaczenie.

### Rurociągi

H-74318 Kołnierze gwintowane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne  $10 \div 16$  kG/cm<sup>2</sup>.

H-74319 Kołnierze gwintowane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne  $25 \div 40$  kG/cm<sup>2</sup>.

H-74331 Kołnierze przypawane okrągłe gładkie. Ciśnienie nominalne do 6 kG/cm<sup>2</sup>.

H-74332 Kołnierze przypawane okrągłe gładkie. Ciśnienie nominalne  $10 \div 16$  kG/cm<sup>2</sup>.

H-74337 Kołnierze przypawane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne  $10 \div 16$  kG/cm<sup>2</sup>.

H-74339 Kołnierze przypawane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne  $25 \div 40$  kG/cm<sup>2</sup>.

H-74344 Pierścienie do rur stalowych przypawane lub zgrzewane. Ciśnienie nominalne do 6 kG/cm<sup>2</sup>.

H-74345 Kołnierze luźne do rur stalowych z pierścieniami. Ciśnienie nominalne do 6 kG/cm<sup>2</sup>.

H-74346 Pierścienie do rur stalowych przypawane

lub zgrzewane. Ciśnienie nominalne  $10 \div 16$  kG/cm<sup>2</sup>.

H-74347 Kołnierze luźne do rur stalowych z pierścieniami. Ciśnienie nominalne  $10 \div 16$  kG/cm<sup>2</sup>.

H-74349 Końcówki do rur stalowych przypawane. Ciśnienie nominalne do 6 kG/cm<sup>2</sup>.

H-74350 Kołnierze luźne do rur stalowych z końcówkami. Ciśnienie nominalne do 6 kG/cm<sup>2</sup>.

H-74351 Końcówki do rur stalowych przypawane. Ciśnienie nominalne  $10 \div 16$  kG/cm<sup>2</sup>.

H-74353 Końcówki do rur stalowych przypawane. Ciśnienie nominalne  $25 \div 40$  kG/cm<sup>2</sup>.

H-74354 Kołnierze luźne do rur stalowych z końcówkami. Ciśnienie nominalne  $25 \div 40$  kG/cm<sup>2</sup>.

H-74357 Kołnierze luźne do rur wywijanych. Ciśnienie nominalne 6 kG/cm<sup>2</sup>.

H-74358 Kołnierze luźne do rur wywijanych. Ciśnienie nominalne 10 kG/cm<sup>2</sup>.

H-93216 Stal walcowana stopowa i węglowa narzędziowa. Pręty okrągłe. Wymiary.

H-93217 Stal walcowana stopowa i węglowa narzędziowa. Pręty kwadratowe. Wymiary.

H-93219 Stal walcowana stopowa i węglowa narzędziowa. Pręty sześciokątne. Wymiary

### Technika Warsztatowa.

PN/M-55070 Obrabiarki do metali. Szlifierki, Końcówki stożkowe wrzecion tarcz szlifierskich.

M-55083 Otwory i wpusty do frezów nasadzanych.

M-57510 Frezy kątowe jednostronne prawotnące.

M-57511 Frezy kątowe jednostronne lewotnące.

M-57512 Frezy kątowe niesymetryczne prawotnące.	Wytrzymałość materiałów:
M-57513 Frezy kątowe niesymetryczne lewotnące.	PN/N-01060 Oznaczenie wielkości statycznych i wy-
M-57514 Frezy kątowe symetryczne.	trzymałościowych.
M-57515 Frezy kątowe niesymetryczne prawotnące	N-01061 Oznaczenie wielkości przy próbach wy-
do żłobków we frezach zataczanych.	trzymałościowych.
M-57516 Frezy kątowe niesymetryczne lewotnące do	W zeszytce 7/50 „Wiadomości PKN“ zostały opubli-
żłobków we frezach zataczanych.	cowane następujące projekty norm:
M-57517 Frezy kątowe symetryczne do żłobków we	PN/H-82160 Aluminium hutnicze. Klasyfikacja.
frezach zataczanych.	H-93207 Stal węglowa walcowana. Pręty do wy-
M-58998 Rozwiertarki stożkowe o zbieżności 1 : 50.	robu nitów. Wymiary.
(PN/N-203 z 1947 unieważniono).	H-93218 Stal walcowana stopowa i węglowa narzę-
M-60212 Przyrządy i uchwyty. Tulejki stałe do	dziowa. Pręty płaskie. Wymiary.
oprawek szybkotnących.	H-93225 Stal węglowa walcowana. Pręty do wyro-
M-60552 Przyrządy i uchwyty. Przedłużacze reduk-	bu śrub surowych. Wymiary.
cyjne do stożków Morse'a (PN/N-286	PN/M-60159 Przyrządy i uchwyty. Tuleje redukcyjne
z 1947 r. unieważniono).	ze stożka 7 : 24 na stożek Morse'a z gniaz-
M-66020 Tłoczniki. Pojęcie podstawowe (3 ark.).	dem zbierakowym prostokątnym.

## TREŚĆ ZESZYTU 9/50

I Polski Kongres Pokoju . . . . .	281
I. ARTYKUŁY GŁÓWNE	
<i>Inż.-mech. Jan Obalski</i> — O dokładności planimetru <i>Prytza</i> . . . . .	282
<i>Inż.-mech. Jan Chodorowski</i> — Mikroskop elektronowy i jego zastosowanie w metalografii . . . . .	286
<i>Inż.-mech. Stanisław Komorowski</i> — Powierzchniowe hartowanie kół zębatach prądami wyso-	
kiej częstotliwości ( <i>dokończenie</i> ) . . . . .	293
II. DZIAŁ SAMOCHODOWY	
<i>Inż.-mech. Marian Wakalski</i> — Gniazda obróbki części samochodowych . . . . .	299
<i>Prof. inż. Mieczysław Dębicki</i> — Samochodowe przekładanie hydrokinetyczne . . . . .	307
<i>Inż.-mech. Adam Minchejmer</i> — Zasady tworzenia nazw części pojazdów mechanicznych . . . . .	316
III. BIBLIOGRAFIA . . . . .	317

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

## SOMMAIRE

I. ГЛАВНЫЕ СТАТЬИ	I. GENERAL ARTICLES	I. ARTICLES GENERAUX
О точности планиметра <i>Prytza</i> Электронный микроскоп и его применение в металлографии Поверхностная закалка зубчатых колес токами высокой частоты	The accuracy of the <i>Prytza</i> planimeter The electronic microscope and its application in the metal- lography Surface-hardening of toothed gears with high frequency currents ( <i>conclusion</i> ).	Exactitude du planimètre de <i>Prytza</i> Le microscope électronique et son emploi dans la métallographie Trempe superficielle des roues dentées par courants à haute fréquence ( <i>fin</i> ).
II. АВТОМОБИЛЬНАЯ ТЕХНИКА	II. MOTOR-CAR PRACTICE	II. SECTION AUTOMOBILE
Групповая поточная обработка автомобильных частей Автомобильные гидро-кинетические турбо-передачи Правила номенклатуры авто- мобильных частей	Automobile parts machining groups Hydro-kinetic automobile torque-convertors Principles of automobile parts nomenclature	Groupes d'usinage des détails d'automobile Transmission hydro-cinétique pour automobiles Principes de nomenclature des détails d'automobile
III. БИБЛИОГРАФИЯ	III. BIBLIOGRAPHY	III. BIBLIOGRAPHIE

WYDAWCA: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA — Warszawa, Czackiego 3/5

Redaktor Naczelny Czasopism Mechanicznych: *inż.-mech. MARIAN WAKAŁSKI*

**Kolegium Redakcyjne:** *Prof. inż. IGNACY BRACH* red. działu „Dźwigi i przenośniki“, *inż.-mech. JERZY LUTOSŁAWSKI* red. „Działu odlewniczego“, *inż.-mech. PAWEŁ KOSIERADZKI*, red. działu metaloznawstwa i obróbki cieplnej. *inż. EUGENIUSZ MAŁKIEWICZ*, red. „Wiadomości SIMP“, *inż.-mech. JAN OBALSKI*, red. działu mechaniki precyzyjnej i metrologii, *prof. dr inż. ROBERT SZEWAŁSKI*, red. „Techniki Turbinowej“, *inż. mech. WIESŁAW STYPUŁKOWSKI*, red. „Techniki Samochodowej“.

Redaktor Naczelny: *inż.-mech. ADAM TADEUSZ TROSKOLAŃSKI*Z-ca Redaktora Naczelnego: *inż.-mech. WŁADYSŁAW KAWĘCKI*Sekretarz redakcji: *HELENA MIKULSKA*

PKO Nr konta I-4665

## WARUNKI PRENUMERATY

Przedpłata kwartalna . . . . . zł 600.—  
Przyjmuje Administracja i Poczтовая Kasa Oszczędności na konto Nr I-4665 czasopisma „Przegląd Mechaniczny“.  
Cena zeszytu pojedynczego . . . . . zł 240.—

## CENY OGŁOSZEŃ

Cała strona . . . . . zł 50.000,—  
½ strony . . . . . „ 30.000,—  
¼ „ . . . . . „ 20.000,—  
⅓ „ . . . . . „ 12.000,—  
1 mm wiersza w szpalcie . . . . . „ 200,—



# PRZEGLĄD BIBLIOGRAFICZNY MECHANIKI

OPRACOWANY PRZEZ OŚRODKI DOKUMENTACJI  
GŁÓWNEGO INSTYTUTU MECHANIKI

DODATEK DO MIESIĘCZNIKA „PRZEGLĄD MECHANICZNY”

ROCZNIK 1

WARSZAWA, WRZESIEŃ 1950

NR 3

## OŚRODEK DOKUMENTACJI OBRABIAREK I NARZĘDZI

### E – EKONOMICZNA PRODUKCJA

#### EB Higiena i bezpieczeństwo

36 EB : OC : SU B2 3—50

Zagorskiej F. N., Zagorskaja E. P. **Ostona stołu frezarki pionowej dla obróbki szybkościowej.** „Ograzdenie we-tikalnogo-frezernogo stanka pri skorostnom frezovanii“ Stanki i Instrument, t. 21, Nr 2, 50, s. 23, A4, 1,5 str. 4 rys. — Opis konstrukcji osłony stołu frezarki pionowej przystosowanej do obróbki szybkościowej, zaprojektowanej przez Leningradzki Instytut Ochrony Pracy BCSPS. Ostona posiada rozsuwane drzwiczki ułatwiające dostęp do stołu frezarki i narzędzi.

#### EC Źródła kosztów, opłacalność, oszczędność i wydajność produkcji

37 EC : NH B2 3—50

Fraser G. T. **Dobór narzędzia obniża koszty obróbki maszynowej.** „Tool Selection Cuts Machining Costs“. American Machinist, t. 94, Nr 1, 50, s. 120, 21×28,5 cm, 3,5 str. 2 rys. 4 tab. — Odpowiedni dobór narzędzia posiada oczywisty związek z kosztami, które wynikają z takich czynników, jak jakość i ilość produkcji oraz okres trwałości samego narzędzia. Klasyfikacja materiałów narzędziowych (stałe szybko tnące, stopy kobalt-chrom-wolfram, węgliki wolframu). Wpływ geometrii narzędzia na przebieg skrawania. Dane cyfrowe ilustrujące omawiane w artykule zagadnienia.

Patrz także 89, 104.

#### EK Kalkulacja warsztatowa i plany operacyjne

38 EK : EO B2 3—50

Brodziak T. **Techniczna norma pracy i jej znaczenie w socjalistycznej gospodarce planowej.** Wiadomości Hutnicze, t. 6, Nr 1—2, 50, s. 15, A4, 3 str. 3 wykr. — Wpływ dobrze opracowanej normy pracy na całość planu gospodarczego. Zasady organizacji pracy. Wartość fizyczna i psychiczna pracownika. Wydajność pracy jako wynik dobrego jej podziału: Schemat należytej organizacji pracy na stanowisku obrabiarki, z podaniem zasadniczych definicji i wszelkich elementów niezbędnych do chromometrażu i kalkulacji.

39 EK B2 3—50

Zabelin P. P. **Czas maszynowy przy obciążaniu.** „Masinnoe vremia pri choningovanii“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 3, 50, s. 16, A4, 1 str. 4 tab. — Czynniki od jakich zależy jest wydajność procesu obciążania. Wielkość szybkości i posuwów, wymiary tarcz do obciążania, rodzaje cieczy smarujących. Wzór umożliwiający obliczenie czasu maszynowego przy obciążaniu.

#### ET Tablice, nomogramy, suwaki pomocnicze do kalkulacji i planowania.

40 ET B2 3—50

Hotchkiss V. G. **Kalkulacja czasu szlifowania bezkłowego.** „Estimating Centerless-Grinding Time“ American Machinist, t. 94, Nr 5, 50, s. 135, 21×28,5 cm, 1 str. 1 rys. 1 wykr. — Nadający się do każdego warsztatu sposób kalkulacji czasu szlifowania bezkłowego na podstawie nomogramu. Matematyczne

ujęcie zależności między posuwem przedmiotu szlifowanego a średnicą, ilością jej obrotów i kątem nachylenia.

### G – ZAGADNIENIA EKONOMICZNO-SPOŁECZNE

#### GZ Zagadnienia polityczne, społeczne i ekonomiczne.

41 GZ B2 3—50

Moskiewska Konferencja Mechaników. „Moskovskaja Konferencija Mechanikow“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 3, 50, s. 28, A4 0,5 str. — Tematem moskiewskiej konferencji mechaników (koniec 1949 r.) były następujące zagadnienia: 1) zwiększenia okresów trwałości maszyn (okresu eksploatacji); 2) organizacja remontów; 3) organizacja nowych metod pracy. Postanowiono upowszechnić wyniki pracy racjonalizatorów oraz zastosować przy remontach maszyn nowoczesne zasady organizacji i doskonalsze metody technologiczne.

### N – NARZĘDZIARSTWO

#### NF Frezy.

42 NF : NK B2 3—50

Frenkel A. B. **Składane frezy ślimakowe.** „Obornye čerwečnye frezy“ Stanki i Instrument, t. 21, Nr 3, 50, s. 19, A4, 1 str. 3 rys. — Konstrukcje frezów ślimakowych do kół zębatach z zębami ze stali szybko tnącej, wstawianymi w korpus ze stali YOX; na całą szerokość freza w formie kilkuzębnych grzebieli. Opisano zalecaną metodę wykonania i potrzebne przy niej przyrządy pomocnicze. Zdaniem autora, omawiane frezy ślimakowe wykazały dużą oszczędność i trwałość w porównaniu z frezami zwykłymi.

43 NF : NK : SF1 B2 3—50

Broskeer B. **Badania trzech towarzystw rozwijają technikę frezowania.** „Three-Company Study Develops New Hobbing Technique“. American Machinist, t. 94, Nr 5, 50, s. 96, 21×28,5 cm, 2 str. 1 rys. 1 tab. — Kennametal Inc., The Lees-Bradner Company i National Tool Comp., przeprowadziły badania nad frezami z nakładanymi płytkami ze spieków, które w miejsce dotychczas stosowanego lutowania były przymocowane czysto mechanicznie. Próby wykazały wysową sprawność takich narzędzi, szczególnie przy dużych szybkościach skrawania. W artykule podano również zasady konstrukcji freza i wyniki przeprowadzonych prób nacinania zębów.

44 NF : NM B2 3—50

Fevre B. E. Le. **Dobór i zastosowanie pilników i frezów kształtowych.** „How to Coose and Use Rotary Files and Burs“. American Machinist, t. 94, Nr 1, 50, s. 117, 21×28,5 cm, 3 str. 4 rys. 3 fot. 3 tab. — Krótka charakterystyka pilników i frezów kształtowych i optymalne warunki ich pracy. Porównanie narzędzi ze spieków i ze stali szybko tnących, z którego wynika wyższość pierwszego z podanych rodzajów narzędzi. Tablice najkorzystniejszych prędkości skrawania.

45 NF : SF B2 3—50

Martin Baker Aircraft Co Ltd. **Szybkościowe frezowanie wykańczające.** „Hig Speed End Milling“. Aircraft Production, t. 12, Nr 136, 50, s. 54, 21×29,5 cm, 0,5 str. 1 fot. 1 rys. — Opis jednostrzowego freza palcowego z ujemnym kątem natar-

N — NARZĘDZIARSTWO c. d.

cia i jego zastosowania do obróbki szybkościowej stali chromoniklowych i stopowych.

### NK Projektowanie i zagadnienia konstrukcyjne.

46 **NK : SL1** B2 3—50  
Muszalski K. (Państw. Zakłady i Warsztaty Samochodowe. Warszawa), **Zespół noży do obcinania pierścieni tłokowych i nacinania w nich kanałów odoliwiających.** Usprawnienia Pracownicze, Urząd Patentowy R. P. Seria 1, Kl. 49—1, Nr 0—4, 49, s. 1, 10,5×15 cm, 3 str. 1 rys. — Zespół noży tłokowych umożliwiający równoczesne wykonanie kilku lub nawet kilkunastu pierścieni tłokowych za jednym zamocowaniem na tokarce.

47 **NK** B2 3—50  
Sugal B. E. **Uniwersalne przyrządy składane.** „Universalso-sbornyje prispoblenija“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 3, 50, s. 24, A4, 1 str. 1 fot. — Wyprodukowany w ZSRR zespół elementów, pozwalających na złożenie przyrządów do wszelkiego rodzaju obróbki, składający się z 3000 elementów w 300 wymiarach typowych. Przy pomocy tego zespołu dowolny przyrząd można zestawić w ciągu paru godzin. Oszczędność na czasie wynosi około 90%. Przykłady kalkulacji wykonania przyrządu.

48 **NK** B2 3—50  
Gochwat L. J. **Nowa konstrukcja noży kształtowych.** „Nowaja konstrukcija fasonowych reżcov“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 3, 50 s. 20, A4, 1 str. 4 rys. — Konstrukcja noża kształtowego o trzonku w postaci trzpienia okrągłego, służącego do obróbki rowków bieżnych w pierścieniach łożysk kulkowych. Rysunki różnych rodzajów noży z nalutowanymi płytkami ze spieków oraz rysunek oprawki.

49 **NK : QS** B2 3—50  
Budnikow N. E. i Sobolev A. W. **Narzynki styczne spawane.** „Tangencjalnye plaski svarnoj konstrukcii“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 3, 50, s. 15, A4, 1 str. 2 rys. 1 tab. — Ponieważ noże styczne do głowic gwinciarских można zużyć jedynie w około 40%, reszta zaś musi być odrzucona, to wskazane jest robienie noży spawanych stykowo, z chwytami ze stali węglistej. Powyższe daje do 50% oszczędności. Opisano szczegółowo sposób i sam przebieg spawania, rodzaj spawarki, określono niezbędne nadmiary, ustalono zgmiot i wskazano na możliwe wady części spawanych.

50 **NK** B2 3—50  
**Gwintowanie aluminium.** „Screw-Machine Work on Aluminium“. American Machinist, t. 94, Nr 1, 50, s. 143, 21×28,5 cm, 2 str. 6 rys. 2 tab. — Specjalne własności mechaniczne aluminium wymagają nieco odmiennego kształtu narzędzi niż stal. Podano dane liczbowe dotyczące geometrii różnego rodzaju narzędzi skrawających do aluminium. Opis uzupełniono rysunkami.

51 **NK** B2 3—50  
Menkin B. **Sprężyna bez końca na zewnątrz wykrojnika** „Endless Knock out Spring Located Outside Punch“. American Machinist, t. 94, Nr 1, 50, s. 128, 21×28,5 cm, 0,5 str. 2 rys. — Opis zastosowania sprężyny ułatwiającej uderzenie i powrót wykrojnika. Sprężyny pokazane na rysunkach.

52 **NK** B2 3—50  
Jakovlev A. G. **Narzędzie do nacinania części z mas plastycznych.** Reżec dlja narezanija reżby na detaljach iz prastmassi“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 1, 50, s. 30, A4, 0,3 str. 2 rys. — Sposób ustawienia i mocowania noża. Opis metody nacinania. Rysunek konstrukcji noża. Patrz także 42, 43, 91.

### NM Materiały narzędziowe.

53 **NM : MN : MM : SUI** B2 3—50  
Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich. **Konferencja naukowo-techniczna w sprawie produkcji i zastosowania węglików spiekanych w przemyśle polskim.** 1 tom, 1 wyd. Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich. Warszawa, Dom Technika, 1949, Do, A4, 73 str. 32 rys. 27 fot. 13 wykr. 2 tab. — Metalurgia proszków oraz produkcja

i zastosowanie do obróbki skrawaniem węglików spiekanych. Omówiono w referatach: 1) metody produkcji proszków metali i ich węglików; 2) metalurgię tworzyw i stopów, możliwości wytwarzania stopów zbrojonych twardym metalem i ich zastosowanie w dziedzinie materiałów ogniodpornych i produkcji łopatek turbinowych; 3) produkcję spiekanych węglików metali w hucie „Baildon“ i możliwość rozwoju polskiej produkcji spieków; 4) zastosowanie spieków w narzędziarstwie, z równoczesnym przedstawieniem nowoczesnych metod obróbki skrawaniem, przy zastosowaniu ujemnych kątów natarcia. Patrz także 44, 55, 87, 92.

### NN Normy, klasyfikacja i znakowanie narzędzi

54 **NN** B2 3—50  
American Standards Association. **Normy wiertel krętych o prostych trzonkach.** „Straight-Schank Twist Drills“. American Machinist, t. 94, Nr 5, 50, s. 137, 21×20,5 cm, 2 str. 5 tab. — Tablice wprowadzanych ostatnio w USA norm wiertel krętych i dopuszczalnych tolerancji ich wykonania.

### NW Wiertła, rozwiertaki, nawiertaki, nakielki.

55 **NW : NM** B2 3—50  
Frenkel A. B. **O zastosowaniu rozwiertaków z płytkami ze spieków.** „O primenienii osmaścennnych razvertok tverdyj splovom“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 2, 50, s. 26, A4 1 str. 1 rys. 1 tab. — Opis rozwiertaków z płytkami T15K6 i porównanie z rozwiertakami ze stali szybko tnącej w warunkach skrawania dla żeliwa, według którego zużycie rozwiertaków ze spieków jest 7 razy mniejsze niż stalowych.

56 **NW** B2 3—50  
Martin J. **Wiertło z drutu fortepianowego do wiercenia głębokich otworów.** „Piano-Wire Drill Cuts Deep Holes“. American Machinist, t. 94, Nr 5, 50, s. 120, 21×28,5 cm, 0,2 str. 1 rys. — Notatka, zalecająca sporządzenie wiertła do wiercenia otworów o średnicy około 1 mm i mniejszej, przy głębokości około 20 mm i więcej, z drutu fortepianowego. Optymalne wymiary wiertła na rysunku. Narzędzie dobrze pracuje i nie łamie się.

## O — OBRABIARKI

### OC Części i zespoły obrabiarek.

57 **OC** B2 3—50  
Langier F. **Zjednoczenie Przemysłu Urządzeń Mechanicznych w Pruszkowie. Uproszczenie mechanizmu sterowania stołu frezarki.** Usprawnienia Pracownicze. Urząd Patentowy R. P. Seria 1, Kl. 49b, Nr 9—12, 49, s. 1, 10,5×15 cm, 10 str. 4 rys. — Urządzenie zezwalające na zmianę kierunku obrotu wrzeciona bez zmiany napędu posuwu.

58 **OC : OW** B2 3—50  
Vlasov S. N. **Ćernikow S. S. Automatyzacja urządzeń mocujących z zastosowaniem masy plastycznej.** „Automatizacija zazimnych ustrojtv z primenieniem gidroplasta“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 2, 50, s. 1, A4, 2 str. 3 rys. — Opis urządzeń mocujących z masą plastyczną (hydroplast), stosowanych na szybkobieżnej frezarce typu 6A54 dla zamocowania głowicy frezarskiej (w czterech miejscach głowicy) i dla zamocowania sań na obrabiarce (w czterech miejscach sań). Opis sposobu mocowania wsporników na frezarkach typu 6P80, 6P806 i 6P10. Rysunki omawianych urządzeń.

59 **OC : OK** B2 3—50  
Popowicz B. G. **Łożyska rolkowe dla wrzecion obrabiarek.** „Rollikopodsypniki dlja spindelej metallo-reżuścich stankow“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 2, 50, s. 8, A4, 2,5 str. 8 rys. 1 tab. — Opis nowego typu dwurzędowych łożysk rolkowych dla wrzecion szybkobieżnych obrabiarek, przeznaczonych do przejmowania sił promieniowych, a odznaczających się dużą dokładnością i trwałością. Przykłady zabudowania tego typu łożysk w obrabiarkach.

60 **OC** B2 3—50  
Chozew P. G. **Urządzenie do prowadzenia piły przy nacinaniu cienkich i głębokich rowków.** „Prispobleniedija napravlenija nożovki pri perezaniji uzkich i glubokich ślic“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 1, 50, s. 28, A4, 0,5 str. 1 rys. — Sposób przecinania

O — DBRABIARKI c. d.

rowków, o przekroju około 0,16 mm i głębokości do 5 mm, w płaskich częściach mosiężnych. Rysunek obrazujący sposób prowadzenia piły, który znacznie ułatwia nacinanie.

Patrz także 36, 65, 66.

**OK** Konstrukcja i zagadnienia teoretyczne obrabiarek.

61 **OK : OS** B2 3—50  
Korenkov A. V. **Jednowrzecionowy magazynowy automat tokarski.** „Tokarnyj odnospindelnyj magazynnyj avtomat“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 3, 50, s. 9, A4, 2 str. 6 rys. 1 fot. — Obrabiarka do toczenia powierzchni zewnętrznych tulejek z całkowicie automatycznym cyklem pracy. Samoczynne podawanie, mocowanie, toczenie, odmocowywanie i wyprowadzanie tulejki. Mocowanie tulejki pneumatyczne.

62 **OK : SD** B2 3—50  
Naican A. G. **Badanie tokarek przeznaczonych dla obróbki nożami diamentowymi.** „Issledovanie tokarnych stankov dlja almaznoj obrabotki detalej“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 3, 50, s. 6, A4, 3,5 str. 8 rys. 2 tab. — Opis pomiarów drgań korpusów dwóch typów tokarek w różnych punktach, w czasie obróbki diamentem tłoków glinowych. Pomiar drgań przy posuwie hydraulicznym. Badania wpływu drgań sąsiednich obrabiarek i własnego silnika na konik i wrzeciennik, badania wpływu stanu łożysk na gładkość powierzchni oraz wpływu stanu łożysk i szybkości skrawania na wymiary obrabianego przedmiotu.

63 **OK : SN** B2 3—50  
Gurevic S. J. Sostakov S. A., Kozłow M. P. **Strugarka do obróbki cylindrycznych kół zębatych o małym module.** „Sewing-Stanok dlja obrabotki melkomodulnych cvlindričeskich koles“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 2, 50, s. 29, A4, O,5 str. 1 fot. — Obrabiarka do wiórkowania kół zębatych o średnicy od 6 do 12 mm i module do 1 : 5 mm, na której czas obróbki nie przekracza 80 sek. Prócz opisu obrabiarki podano osiągnięte tolerancje i określono wymagane nadmiary obróbkowe.

64 **OK** B2 3—50  
Diker J. I. **Modernizacja frezarki do kół zębatych dla produkcji globoidalnych frezów ślimakowych.** „Modernizacija zubofrezernego stanka dlja izogotovlenija globoidalnych čerwiačnych frez“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 2, 50, s. A4, 2 str. 3 rys. 1 fot. — Opis przeróbki frezarki do kół zębatych w sposób mający umożliwić wykonywanie na niej frezów globoidalnych ślimakowych, z rowkami prostopadłymi do ślimaka, zataczanymi z góry i z boku. Analiza matematyczna całego zagadnienia.

65 **OK : OC** B2 3—50  
Knazickij I. J., Erlich L. B., Wajner Z. E. **Przyczynki do obliczenia mechanizmów wyłączenia prądu przy pomocy zderzaków.** „K račetu mehanizmow vkičuenija podači po uporam“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 2, 50, s. 11, A4, 1,5 str. 2 rys. — Rozważono liczne wypadki uszkodzeń obrabiarek przy automatycznym wyłączeniu na zderzak. Stwierdzono, że siły występujące w takich wypadkach są niejednokrotnie bardzo duże. Podano zasady konstrukcji zderzaków zabezpieczających od takich uszkodzeń.

66 **OK : OC** B2 3—50  
Darer A. S. **Nowa przekładnia ciągłej regulacji obrotów.** „Nowyj variator“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 2, 50, s. 1, A4, 3 str. 4 rys. 1 wykr. — Analiza zalet bezstopniowej regulacji obrotów i pomiarów w obrabiarkach. Wady istniejących tarciovych przełożeń. Opis nowoskonstruowanej przekładni RB—25, która pozwala na regulację obrotów w zakresie 1 : 12, posiada dobrą sprawność w tym zakresie i odznacza się zwartą budową.

67 **OK** B2 3—50  
Mortimer Engineering Co, London. **Wiercenie „Drilling“.** Aircraft Production, t. 12, Nr 136, s. 21,5×29,5 cm, 0,2 str. — Wiertarka firmy Mortimer Engineering Co do wiercenia otworów w żeliwie do średnicy 2,5 cala i w stalach do średnicy 1,5 cala.

68 **OK** B2 3—50  
Do All Company, Des Plaines, Illinois USA. **Piłowanie taśmowe.** „Bandsawing“. Aircraft Production, t. 12, Nr 135, s. 20 21,5×29,5 cm, 0,8 str. 1 fot.

— Opis piły taśmowej o napędzie ciągłym do cięcia, piłowania i polerowania, o grubości cięcia do 30 cm i przelocie około 50 cm.

69 **OK** B2 3—50  
Hey Engineering Co, Ltd-Coventry. **Wiercenie wykańczające i planowanie.** „End Drilling and Facing“. Aircraft Production, t. 12, Nr 135, 50, s. 19, 21,5×29,5 cm, 0,4 str. 1 fot. — Dwugłowicowa wiertarka pozioma, nadająca się do wiercenia, rozwiercania, oraz frezowania gwintów.

70 **OK** B2 3—50  
Machine Tool Co, Ltd, Of Edgware Middlesex. **Przeciąganie zewnętrzne.** „Surface Broaching“. Aircraft Production, t. 12, Nr 135, 50, s. 19, 21,5×29,5 cm, 0,6 str. 2 fot. — Pozioma bruzdownica produkowana przez firmę Lapointe Machine Tool Co, Middlesex. Siła tłoczenia 15 t i 25 t, przy skokach około 165 cm, 225 cm, 300 cm.

Patrz także 59, 81.

**OW** Wyposażenie obrabiarek.

71 **OW** B2 3—50  
Clark B. **Płyta ułatwiająca przesuwanie ciężkich przedmiotów po stole piły.** „Bearing plate Supports Heavy Work on Saw Table“. American Machinist, t. 94, Nr 1, 50, s. 127, 21×28,5 cm, 0,3 str. — Opis konstrukcji praktycznej płyty, ułatwiającej przesunięcie ciężkich przedmiotów przy obróbce po stole piły. Konstrukcja prosta, polegająca na luźnym osadzeniu kulek łożyskowych w otworach odpowiednio wywierconych w płycie.

Patrz także 58.

## P — POMIARY ORAZ PRZYRZĄDY I URZĄDZENIA POMIAROWE

**PF** Fabrykacja przyrządów pomiarowych.

72 **PF : SVI** B2 3—50  
Gierlich R. **Sporządzenie płytek wzorcowych.** „How Gage Blocks are Made“. American Machinist, t. 94, Nr 1, 50, s. 85, 21×28,5 cm, 4 str. 1 rys. 5 fot. — Przebieg fabrykacji płytek wzorcowych, z podkreśleniem kapitalnego znaczenia dokładności obróbki: szlifowania, polerowania i wygładzania. Ostateczna kontrola i cechowanie płytek przez porównanie z odpowiednimi wzorcami. Jakkolwiek artykuł dotyczy amerykańskich płytek normalizowanych, to jednak może być również z pożytkiem wykorzystany wszędzie tam, gdzie wymagana jest powierzchnia szczególnie gładka.

**PK** Konstrukcja i zagadnienia tolerowania przyrządów pomiarowych.

73 **PK : SVI** B2 3—50  
Smirnov A. S. i Snejder J. G. **Gładkość powierzchni gwintu.** „Čistota poverchnosti reźby“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 3, 50, s. 14, A4, 1,5, 1 fot. 2 wykr. 1 tab. — Wobec braku metod pozwalających na badanie gładkości gwintu, autor opisuje przyrząd pomocniczy własnej konstrukcji, przy którym dla oceny gładkości powierzchni wystarczy zbadać jedynie pierwszy zwój. Autor omawia również wpływ gładkości na tolerancję gwintów i sprawdzianów oraz właściwe sposoby obróbki.

74 **PK** B2 3—50  
Kutkov P. K. **Ulepszenie prasy Brinella.** „Usoveršestvovanie pressa Brinella“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 1, 50, s. 28, A4, 0,5 str. 2 rys. — Opis ulepszenia prasy Brinella, umożliwiającego przez zastosowanie jej do badania znormalizowanych próbek żeliwnych na zginanie. Rysunek opisanej konstrukcji.

## Q — ÓBRÓBKA TECHNOLOGICZNA

**QC** Obróbka cieplna

75 **QC** B2 3—50  
Gerasimov V. P. **Zastosowanie opilek drewnianych przy cementacji.** „Primenenie dreviesnyh opilok pri cementacii“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 3, 50, s. 26. — Opilki drzew iglastych żarzy się uprzednio w naczyniach zalepionych szczelnie gliną, w temp. 500°. Proces, przy użyciu tak przygotowanych trocin, przebiega znacznie szybciej niż przy stosowaniu węgla drzewnego.

Q — OBRÓBKA TECHNOLOGICZNA c. d.

**QG Galwanostegia i powlekanie metaliczne.**  
76 **QG** B2 3—50  
Safronev V. T. **Agatowe chromowanie.** „Agatovoe chromirovanije“. *Stanki i Instrument*, t. 21, Nr 3, 50, s. 21, A4, 0,5 str. — Sposób chromowania dekoracyjnego, przedłożony przez Aleksejina i Żepdevina, przy pomocy którego można przez chromowanie nadać przedmiotowi wygląd polerowanego agatu lub nerytu. Podano skład elektrolitu i warunki pracy w czasie chromowania.

**QS Spawalnictwo, przecinanie, lutowanie i zgrzewanie metali.**  
77 **QS** B2 3—50  
**Jednopalnikowy półautomat do tlenowego cięcia stali PL—1.** „Poluavtomat dlja kisporodnoj reski stali odno-zakavoj PL—1“. *Stanki i Instrument*, t. 21, Nr 2, 50, s. 28, s. A4, 0,6 str. 1 tab. 1 fot. — Półautomat przeznaczony do cięcia płyt stalowych o grubości 5—100 mm. Opis półautomatu, zawierający dane co do jego ciężaru, wymiarów i stosowanych na nim szybkości cięcia. Fotografia półautomatu i tablica charakterystycznych wielkości określonych w zależności od grubości płyty. Patrz także 49.

78 **QS** B2 3—50  
**Stabilne generatory acetylenowe typu „Wniawtogen GRK“.** „Stacionarnyje acetilenovye generatory typa Vniavtogen — GRK“. *Stanki i Instrument*, t. 21, Nr 3, 50, s. 27, A4, 1 str. 1 fot. 1 tab. — Opis budowy i działania generatorów typu „Wniawtogen GRK 20“ z automatyczną regulacją pracy, o wydajności 10 i 20 m<sup>3</sup> gazu na godzinę. Ciśnienie wylotowe gazu 1,5 at. Fotografia generatora oraz tablica podająca jego charakterystykę i wymiary.

## S — OBRÓBKA SKRAWANIEM

**SD1 Drgania w obróbce skrawaniem.**  
79 **SD : ST : PE** B2 3—50  
Arnold R. N. **Przebieg drgania narzędzia przy skrawaniu stali.** „The Mechanism of Tool Vibration in the Cutting of Steel“. *The Institution of Mechanical Engineers*, t. 154, Nr 3, 46, s. 261, 21,5×28 cm, 23 str. 5 rys. 25 wykr. 6 fot. 34 mikrogr. 3 tab. 24 poz. bibl. — Próbką teoretycznego uzasadnienia i znalezienia istotnych przyczyn drgania narzędzia podczas skrawania. Opis zastosowanej do badań obrabiarki, narzędzi oraz przyrządów pomiarowych (drżaniomierz). Określenie wielkości powstających drgań i wzajemnej zależności drgań własnych samowzbudnych i wymuszonych. Wywód matematycznie ujmujący wyniki uzyskane doświadczalnie. Dyskusja i wypowiedzi naukowców naświetlające różne aspekty zagadnienia.

80 **SD : OK** B2 3—50  
Aleksiev E. G. **Odporność na drgania wrzecion obrabiarek.** „Vibroustojčivost spindelej“. *Stanki i Instrument*, t. 21, Nr 3, 50, s. 1, A4, 5 str. 7 rys. 1 tab. — Zagadnienie drgań w pracy obrabiarki. Drogi, jakimi można osiągnąć zmniejszenie drgań wymuszonych, rezonansowych i własnych. Analiza roli wszystkich elementów konstrukcji wrzeciona w zjawisku drgań. Opis zasadniczych grup konstrukcyjnych wrzeciona. różniących się różnymi własnościami tłumiącymi.

**SFI Frezowanie.**

81 **SF : OS** B2 3—50  
Nikitin S. A. **Obróbka czopów wałów korbowych frezowaniem.** „Obrabotka seek kolenčatych vałow frezovaniem“. *Avtomobilnaja Promyšlennost'*, Nr 3, 50, s. 24, A4, 0,5 str. 3 fot. — Krótki opis obrabiarek amerykańskich do frezowania czopów głównych i czopów korbowych wałów korbowych. Wymiary frezów ( $\varnothing$  610 mm). Sposób zamocowania i warunki skrawania. Patrz także 45.

**SK1 Wykonywanie kół zębatych.**  
82 **SK1 : SL** B2 3—50  
Grejm. L. A. **Jak dobrać koła zębate, aby wykonać podział przy nacinaniu wielozwojowych ślimaków.** „Kak osoščestvit šesteren dlja osuščestvlenija de-lenija pri narazkie mnogozachodnich červiakov“. *Stanki i Instrument*, t. 21, Nr 2, 50, s. 30, A4, 0,5. — Sposoby obliczenia dzielenia wielozwojowych ślimaków na tokarkach. Przykłady obliczeń.

**SL1 Tłoczenie.**  
83 **SL1** B2 3—50  
Chojnacki K. (Zakłady Techniki Pocztovej w Warszawie). **„Urządzenie do toczenia linii falistych na pierścieniach.** Usprawnienia Pracownicze. Urząd Patentowy R. P. Seria 1, Kl. 49a, Nr 0,34, 49, s. 1, 10,5×15 cm, 2 str. 1 rys. — Zastąpienie ręcznego grawerowania obróbką mechaniczną. Toczenie linii przez zastosowanie odpowiedniej krzywki, obracającej się współosiowo z obrabianym pierścieniem i regulującej zwrotny, poziomy ruch noża.

84 **SL : SW** B2 3—50  
**Wytaczanie otworów krzywoliniowych.** „Nn Circular-Boring“. *Aircraft Production*, t. 12, Nr 136, 50, s. 51, 21,5×29,5 cm, 1 str. 1 rys. 1 fot. — Konstrukcja przyrządu do wytaczania otworów krzywoliniowych przy produkcji turbin. Krzywoliniowość otworu uzyskuje się przez zastosowanie krzywki w układzie specjalnie do tego celu zaprojektowanym.

85 **SL1 : UK** B2 3—50  
Grzebaski J. (Zakłady Mechaniczne „Ursus“). **„Obróbka panewek przy zastosowaniu zespołu dwóch noży zamocowanych w imaku osadzonym w głowce suportu tokarki.** Usprawnienia Pracownicze. Urząd Patentowy R. P. Seria 1, Kl. 49a, Nr 0—13, 49, s. 1, 10,5×15 cm, 2 str. 1 rys. — Obróbka panewek przy zastosowaniu specjalnych imaków nożowych, umożliwiających odpowiednie zamocowanie dwóch powierzchni, zwiększeniu dokładności nastawienia suportów i zmniejszeniu ilości ruchów jałowych.

86 **SL1 : NH** B2 3—50  
Zacharzewski B. (Huta Baildon). **Co każdy tokarz powinien wiedzieć o węglkach spiekanych.** *Wiadomości Hutnicze*, t. 6, Nr 1—2, 50, s. 10, 5 str. 1 fot. 4 rys. 2 tab. — Podstawowe wiadomości o węglkach spiekanych, ich produkcji, rodzajach i zastosowaniach do toczenia. Zasady skrawania i geometria ostrza narzędzia. Handlowe gatunki spieków i zasady odpowiedniego doboru do obrabianego materiału. Patrz także 46, 82, 92.

**SP1 Przeciąganie i piłowanie.**  
87 **SP1 : SV1** B2 3—50  
Diačenko P. F. i Dobyčina A. P. **Gładkość powierzchni przy przeciąganiu.** „Kačestvo povierchnosti pri protjagirovanii“. *Stanki i Instrument*, t. 21, Nr 3, 50, s. 12, A4, 2 str. 7 wykr. 2 tab. Podano czynniki, od jakich zależy gładkość powierzchni materiału obrabianego przy przeciąganiu. Czynniki te są kształt części skrawającej narzędzia, gładkość powierzchni części skrawającej, mikrostruktura materiału obrabianego, warunki skrawania i sposób chłodzenia. Szeregie omówienie wpływu tych czynników na gładkość powierzchni przy przeciąganiu ilustrowane wykresami.

**SS1 Szlifowanie.**  
88 **SS1 : UK** B2 3—50  
Orzeszko-Ostrejko Z. (Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego). **Mechaniczna obróbka na tokarce korbów tarczy czarnej do silników.** Usprawnienia Pracownicze. Urząd Patentowy R. P. Seria 1, Kl. 67a, 49, Nr 0—9, s. 1, 10,5×15 cm, 3 str. 2 rys. — Szlifowanie i obcinanie korbów tarczy czarnej do silników na tokarce. Opis i rysunki uchwytu tarczy i sposób jej zamocowania na koniku tokarki.

**SU1 Skrawanie ujemnymi kątami z dużymi szybkościami.**  
89 **SU1 : EC** B2 3—50  
Skandov P. H. **Szybkościowe wytaczanie zamiast wewnętrznego szlifowania.** „Skorostnaja rastočka vzamer

S — OBRÓBKA SKRAWANIEM c. d.

vnutrennego ślifowania". Stanki i Instrument, t. 21, Nr 2, 50, s. 12, A4, 2 str. 5 rys. 1 tab. — Przykład zastąpienia szlifowania wewnętrznego wytaczaniem szybkościowym. Rachunkowo wykazano zmniejszenie czasu obróbki o 36%, przy kosztach mniejszych o 45%.

## OŚRODEK DOKUMENTACJI MOTORYZACJI

### M — MECHANIZMY PODWOZI I ICH CZĘŚCI

84 MLp C2 3—50

Memmaire. Rozważania na temat drążków skrętnych. „Observations sur les barres de torsion“. La Technique Automobile et Aérienne, Nr 244, sierpień 48, s. 60, 31×23 cm, 4,5 str. 2 fot. 2 rys. 8 wykr. — Drażki skrętne. używane w pojazdach mechanicznych, mogą zawodzić w działaniu bądź to na skutek pęknięcia wywołanego zmęczeniem materiału, bądź też na skutek pojawienia się odkształceń stałych. Utwardzenie powierzchniowo przez zgniot podwyższając wytrzymałość na zmęczenie (dla stali miękkich — do 30%, przy dużej zawartości węgla — do 50—70%) zwiększa jednocześnie ryzyko pojawienia się trwałych odkształceń skrętnych. Próby przeprowadzone na drażkach ( $\phi$  — 12 mm dł. 200 mm), wykonanych z różnych materiałów, pozwoliły stwierdzić, że odkształcenie trwałe, spowodowane obciążeniem statycznym, zmniejsza się co prawda pod wpływem obciążeń dynamicznych (dla przeciętnych materiałów do 32%), lecz zjawisku temu towarzyszy tak wydatne obniżenie wytrzymałości na zmęczenie, iż drażek pęka. Niebezpieczeństwo odkształceń trwałych, pojawiających się przy przekroczeniu granicy proporcjonalności, narzuca więc w praktyce ograniczenie kąta skręcania do wielkości odpowiadającej 15—20% granicznej wartości odkształcenia sprężystego. Z drugiej strony wytrzymałość na zmęczenie wymaga nie przekraczania naprężeń rzędu 40 do 50 kg/mm dla drążków utwardzonych powierzchniowo przez zgniot, przy przeciętnym materiale. Szczegółowe rozważania analityczne na temat właściwości amortyzacyjnych drążków skrętnych, zestawione z wynikami badań laboratoryjnych potwierdzają konieczność ścisłego określenia warunków pracy drażka.

85 MM C2 3—50

Ramy. „Frames“. Automobile Engineer, Nr 508, 48, 21×30 cm, 2 str. 7 fot. — Ostatnie konstrukcje ram samochodów osobowych, pokazane w Salonie Londyńskim 1948 r., nie odbiegają zbytnio od dotychczas stosowanych. Daje się zauważyć dążenie do polepszenia sztywności przy zachowaniu minimum wagi. Konstrukcje samonośne nie są tak szeroko stosowane jak można byłoby się tego spodziewać z uwagi na ich zalety. Stosują je nieliczne tylko firmy, wśród których wymienić można: Morris, Vauxal i Jowet-Javelin. Przyczyna tego leży widocznie w zbyt kosztownym oprzyrządowaniu produkcji takich nadwozi, na co mogą sobie pozwolić tylko fabryki produkujące duże serie wozów. Drugą grupę stanowią konstrukcje ram z poprzeczkami w kształcie litery X. Znajdują one zastosowanie w samochodach Austin A 40, Daimler 2,5l i Jaguar. Po dłużnicze są przeważnie typu zamkniętego, o przekroju prostokątnym, poprzeczki natomiast kształtu ceowego. Zwraca uwagę wiercenie ścian bocznych zarówno połużnic jak i poprzeczek, a to celem zredukowania ciężaru ramy. Łączenia są przeważnie spawane. Szczegółowe opisy kilku typów ram uzupełnina 7 zdjęć fotograficznych.

86 MOa C2 3—50

Zębatkowa przekładnia kierownicza. „Rack and Pinion Steering“. Automobile Engineer, t. 38, Nr 503, lipiec 48, s. 241, 21,5×30 cm, 1/3 str. — Zwrócono uwagę na zaletę zębátky jako elementu przekładni kierowniczej, zębátky, która wobec stosowania niezależnego

90 SU1 B2 3—50  
Machatradze M. A. Obróbka szybkościowa stali ZOCHGSA. „Skrortstnoe rezanie stali ZOCHGSA“. Stanki i Instrument, t. 21, Nr 2, 50, s. 14, A4, 1 str. 1 tab. — Opis doświadczalnego skrawania szybkościowego stali marki ZOCHGSA w określonych warunkach, z wyznaczeniem godzinowej szybkości skrawania. Wnioski teoretyczne, wynikające z przeprowadzonych doświadczeń.

zawieszenia przednich kół i zmniejszenia ciężaru części podwozia może być z korzyścią stosowana, mimo, że jest przekładnią odwracalną, zwłaszcza, że jest bardzo prosta w wykonaniu.

87 MP C2 3—50

Hamulce. „Brakes“. Automobile Engineer, t. 38, Nr 508, 48, 21×30 cm, 3 str. 5 fot. — W powojennych konstrukcjach hamulców samochodów, demonstrowanych w Salonie Londyńskim 1948 r., dominującą rolę odgrywa system hydrauliczny i hydrauliczno-mechaniczny. Ze względu na powszechne zastosowanie niezależnego zawieszenia kół przednich, hamulce na te koła są zawsze typu hydraulicznego. Hamulce kół tylnych są albo hydrauliczne, albo też mechaniczne, szczęki zaś tych hamulców są przeważnie typu samozaciskającego z przesuwymi rozpieraczami, pozwalającymi na jednaki efekt hamowania przy jeździe w przód i do tyłu. Rozkład sił hamowania na przedniej i tylnej osi wyraża się normalnie stosunkiem 40 : 60. Z przodujących firm, wyrabiających hamulce, szereg nowych zmian konstrukcyjnych wprowadziły Lockheed i Girling. Znaczna część tego artykułu poświęcona jest szczegółowemu omówieniu systemów wprowadzonych przez powyższe firmy. Ulepszenia konstrukcyjne dotyczą odpowietrzania cylindrów hamulcowych, zamocowania szczęk i zredukowania do minimum odległości między powierzchnią wewnętrzną bębna a okładziną cierną przy zwolnionym hamulcu. Dźwignię hamulca ręcznego kształtuje się obecnie jako rękojeść pistoletu, przez co stanowisko kierowcy staje się bardziej przestronne. Opisy konstrukcyjne hamulców są zilustrowane 5 fotografiami.

88 MP C2 3—50

Hamulce ręczne. „Hand Brakes“. Automobile Engineer, t. 38, Nr 503, lipiec 48, s. 242, 21×30 cm, 0,5 str. — Krótkie rozważania na temat efektu użycia hamulca ręcznego, w zależności od konstrukcji mechanizmu szczęk hamulcowych i postawienia pojazdu względem spadku drogi.

89 MP C2 3—50

Perrot M. H. Praktyczne rozważania na temat hamowania samochodów. „Considerations pratiques sur le freinage des véhicules automobiles“. La Technique Automobile et Aérienne, Nr 243, czerwiec 48, 31×23 cm, 8,5 str. 16 rys. — Na tle rozważań algebraicznych i graficznych, dotyczących oceny hamulców, omówiono zagadnienie hamowania samochodu przy ruszaniu, różnych szybkościach oraz przy zatrzymywaniu. Przedstawiono różne konstrukcje hamulców, podano spotkanie w praktyce uszkodzenia mechanizmów hamulcowych oraz ich elementów. Zwrócono uwagę na dążenie do zwiększenia bezpieczeństwa i ekonomii strony produkcyjnej przy uwzględnieniu normalizacji elementów składowych.

90 MP : LGS C2 3—50

Hamowanie i przyspieszenie przy pomocy jednego pedału. „Freinage et accélération par une seule pédale“. La Vie Automobile, Nr 136—7—8, marzec 48, 21×30 cm, 1,5 str. 1 rys. — Ciekawe rozwiązanie francuskie Oufroy pozwala na wykonanie czynności hamowania i przyspieszenia pojazdu przy pomocy tylko jednego pedału. Opis urządzenia, zaopatrzony w schematyczny rysunek, wskazuje na zalety rozwiązania, które odznacza się przede wszystkim dużą prostotą. Hamowanie przypada na okres przyciskania pedału,

## M — MECHANIZMY PODWOZI I ICH CZĘŚCI c. d.

przyspieszenie zaś w czasie zwalniania. Odmienność w sposobie działania zespołu sterującego ruch pojazdu budzić może pewne zastrzeżenia, ze względu na przyzwyczajenie kierowcy do układu klasycznego.

## 91 MPH C2 3—50

Grand F. **Hamulec pneumatyczny Bendix Westinghouse**. „Le freinage à l'air Bendix Westinghouse“. La Technique Automobile, Nr III-IV, 49, s. 26, 31×23 cm, 4 str. 2 rys. 2 tabl. — Hamulce pneumatyczne typu Bendix-Westinghouse dają efekt hamowania proporcjonalny do siły nacisku na pedał i równomiernie rozłożony na wszystkie bębny hamulcowe, bardzo szybkie zaciskanie i zwalnianie szczepek hamulcowych, samoczynne zatrzymanie przyczepy w razie zerwania połączenia z samochodem ciągnącym. Ogólny opis hamulców i urządzeń pomocniczych. Zasada działania oraz instrukcja użytkowania i obsługi, uzupełniona dwoma schematami i tabelą wykrywania uszkodzeń z odpowiednimi dla każdego wypadku środkami zaradczymi.

## 92 MPk C2 3—50

T. A. **System hamulców elektromagnetycznych Warner**. „Le système de freinage électromagnétique Warner“. La Technique Automobile, Nr V-VI, 49, 31×23 cm, 4 str. 2 schem. 2 tab. — Hamulce elektromagnetyczne systemu Warner są stosowane dla przyczep o ładowności 1,5 do 5,0 ton. Są to hamulce typu ciernego, sterowane elektrycznie. Szczęki hamulcowe są dociskane do bębna przez działanie elektromagnesów. Podano schemat połączeń elektrycznych i rysunek konstrukcyjny samego hamulca z urządzeniem Warner. Hamulce uruchamia się przełącznikiem wielokontaktowym, uruchamianym ręcznie lub za pomocą pedału hamulcowego samochodu albo ciągnika. Na desce rozdzielczej znajduje się regulator intensywności hamowania, która jest uzależniona od stopnia załadowania przyczepy. Opisane urządzenie działa zarówno przy jeździe wprzód, wstecz, jak też i na postoju. Zapotrzebowanie mocy wynosi około 20 watów. W wypadku konieczności zahamowania przyczepy odłączonej od ciągnika, przewidziany jest na niej akumulator małej pojemności, lub ogniwo suche. Wielką zaletą tego typu hamulców jest równomierność siły hamowania na wszystkich kołach oraz fakt, że nie wymagają one regulacji, gdyż duży skok rdzenia elektromagnesu wyrównuje automatycznie ewentualne zeszytce taśm.

## 93 MP1 C2 3—50

**Urządzenie Lockheeda. „Hydrovac“**. „The Lockheed Hydrovac“. Automobile Engineer, t. 39, Nr 511, luty 49, s. 21×30 cm, 1 str. 1 rys. 1 wykr. — Krótki opis nowego urządzenia „Servo“ pod nazwą „Hydrovac“, współpracującego z hydraulicznym mechanizmem hamulcowym. Urządzenie to, wyrabiane przez Automotive Products, przeznaczone jest dla samochodów o ciężarze od 8 do 10 ton ciężaru brutto, zaopatrzonych w hamulce hydrauliczne, oparte jest na działaniu podciśnienia z przewodu ssącego silnika. W razie braku podciśnienia działanie systemu hamulcowego jest spowodowane do działania samego mechanizmu hydraulicznego.

## 94 MP1 C2 3—50

Rodway. **„Hamulce próżniowe. Rozwój i konstrukcja systemu Dewandre“**. „Vacuum Brakes. The Development and Design of the Dewandre System“. Automobile Engineer, t. 39, Nr 514, maj 49, s. 181, 21×30 cm, 9,5 str. 17 rys. 11 schem. 6 wykr. — Jest to wyczerpująca praca na temat konstrukcji urządzeń do hamulców próżniowych. Po krótkim wstępie, omawiającym początki rozwoju hamulców z urządzeniem „Servo“, opisano kolejno, najpierw najprostszymi model Servo, a następnie hamulce próżniowe hydrauliczne i hamulce próżniowe z pompami napędzanymi przez gazy wylotowe. W dalszym ciągu autor omawia zbiorniki bliźniacze, system skierowywania i rozmaite typy pomp napędzanych przez gazy wylotowe. Po omówieniu zastosowania hamulców próżniowych na przyczepach, przy najrozmaitszych kombinacjach połączeń

z traktorami i samochodami, autor podaje opis najnowszych zdobyczy w dziedzinie hamulców próżniowych, a mianowicie systemu angielskiego Vac-Hydro i amerykańskiego systemu Hydro-Vac. Artykuł jest starannie opracowany, bogato ilustrowany rysunkami i schematami połączeń oraz posiada parę charakterystyk działania rozmaitych typów hamulców próżniowych.

## 95 MR C2 3—50

**Nadwozie. „Coachwork“**. Automobile Engineer, Nr 508, 48, 21×30 cm, 7 str. 17 fot. — Nadwozia samochodów osobowych, wystawionych w Salonie Londyńskim w roku 1948, charakteryzują się przejściem do form nowoczesnych, opartych na wzorach amerykańskich. Trudności powojenne uzyskania, np. odpowiedniego materiału, narzędzi itp. zmuszały często konstruktorów do szukania form pośrednich. Ogólnie biorąc, nowoczesna karoseria odznacza się zwiększonym wymiarem szerokości, na skutek zespolenia błotników przednich i tylnych kół. Stopnie boczne znajdują się prawie w całkowitym zaniku. Rączki drzwi, dla zmniejszenia wymiarów gabarytowych, są przeważnie kryte. W związku z powiększoną szerokością liczne wozy posiadają po 3 siedzenia z przodu i z tyłu. Wnętrza wozów są przeważnie ogrzewane. Zwraca uwagę szerokie zastosowanie mechanizmów elektrohydraulicznych do wykonywania pomocniczych czynności, takich jak podnoszenie szyb, odchylenie siedzeń itp. Wybicia wnętrza przeważnie z materiału, jedynie miejsca najbardziej wycierające się mają wstawki skórzane. Szczegółowe opisy nadwozi samochodowych są bogato ilustrowane zdjęciami fotograficznymi.

## 96 MR C2 3—50

**Umocowanie szyb bez użycia spoiwa. „Cementless glass fixing“**. Automobile Engineer, t. 38, Nr 499, marzec 48, s. 105, 21×30 cm, 1 rys. — Podano opis nowego sposobu umocowania szyb przy zastosowaniu dwóch specjalnie profilowanych pasków gumowych. Jeden z nich spełnia rolę gniazda łączącego szybę i ramę, a drugi — klina, umacniającego to połączenie.

## 97 MW C1 3—50

**Rdzenie chłodnic. „Radiator cores“**. Automobile Engineer, t. 38, Nr 499, marzec 48, s. 93, 21×30 cm, 3, str. 8 fot. — Opisano produkcję rdzeni chłodnic samochodowych w zakładach Ford. Motor Co. Ltd. Dagenham, przy użyciu specjalnie do tego celu wykonanego półautomatycznego zespołu maszyn do związania rurek, wycinania otworów w przegrodach i montażu elementów w gotowy zespół. Przy trzech ludziach obsługi czas produkcji jednego kompletu wynosi 1,25 min. Koszt własny zostaje obniżony do połowy, znacznie zmniejsza się ilość odpadków, a także niezbędny wysiłek fizyczny i myślowy. Jest to pierwszy tego rodzaju zespół w Europie.

## N — PALIWA, SMARY I INNE MATERIAŁY EKSPLOATACYJNE

## 98 N : L C2 3—50

Steinitz E. W. **Smary syntetyczne. Nowy typ oleju wynaleziony w USA**. „Synthetic Lubricants. A New Type of Oil Developed in USA“. Automobile Engineer, Nr 514, maj 49, s. 193, 21×30 cm, 1,5 str. 2 tab. — Opis własności nowego typu smarów, tzw. smarów „Ucon“ i „Prestone Motor Oils“, wynalezionych i zastosowanych w USA. Smary te, aczkolwiek drogie, wykazują znaczną wyższość nad olejami mineralnymi. Podano tabelę ilustrującą własności tych smarów. Wynika z niej, że omawiane smary posiadają wskaźnik viskozy 140—147 oraz niski punkt zastygania. Należy podkreślić, iż smary te są otrzymywane syntetycznie z węglowodorów gazowych, nie zawierają frakcji występujących w ropie naftowej i nie są podobne do smarów wynalezionych i stosowanych w Niemczech. Artykuł zawiera również opis doświadczeń drogowych przeprowadzonych z silnikami samochodowymi przy użyciu tych olejów. Doświadczenia te dały wyniki bardzo korzystne dla smarów nowego typu. Stwierdzono, że mętnienie i czernienie zwykłego oleju mineralnego podczas pracy sil-

N — PALIWA, SMARY I INNE MATERIAŁY  
EKSPLOATACYJNE c. d.

nika jest wynikiem wyłącznie starzenia się oleju, a nie jak dawniej przypuszczano, przedostawania się sadzy z komór spalania.

99 N : L C2 3—50  
Paterson E. V. **Zużyty olej silnikowy.** „Used Engine Oil“. Automobile Engineer, Nr 515, czerwiec 49, 21×30 cm, 2,5 str. 1 tab. — Praca zawiera uwagi na temat używania się olejów smarnych w silnikach wysoko- i niskoprężnych. Zestawiono przyczyny zużywania się oleju wg dwóch zasadniczych grup, którymi są: mętnienie niezależnie od własności oleju i mętnienie spowodowane utlenieniem. W każdej grupie istnieje parę przyczyn, które z kolei są rozpatrzone bardziej szczegółowo. Na zakończenie podano kilka przykładów praktycznych analitycznego badania próbek zwartości miski olejowej.

100 N : LJeg C2 3—50  
Kickij B. P. **Wymagania stawiane dla silników samochodowych.** „O trebovanijach predjavljajenych k avtomobilnym benzolam“. Avtomobilnaja Promyšlennost', Nr 4, kwiecień 48, s. 2, 22×29 cm, 3 str. 7 rys. 4 tabl. — Artykuł zawiera analizę wymagań, które należy stawiać benzynie, opartą na wynikach badań, przeprowadzonych przez NATI i CHIAT. Sprawność silnika wzrasta ze wzrostem stosunku sprężania, nadmiar jednak dodatków przeciwdetonacyjnych w benzynie powoduje szkodliwe osady soli ołowiowych. Ocena temperatury odparowania frakcji 90% jest niewystarczająca, potrzebna jest natomiast ocena temperatury odparowania frakcji 10%, ze względu na ułatwienie rozruchu silnika. Bardzo szkodliwy wpływ na zużywanie się współpracujących części silnika i gaźnika ma, jak się okazuje, nadmierna zawartość siarki oraz składników smołowych. Ze względu na przechowywanie ważna jest stabilizacja chemiczna benzyny i wielkość ciśnienia jej pary w warunkach normalnych.

101 N : LJeg C2 3—50  
Irisow A. S. **Wpływ odporności paliwa na detonację, na konstrukcję i oszczędność pracy silnika.** „Detonacionnaja stokost' topliva i ekonomičnost' dvigatelja“. Avtomobilnaja Promyšlennost', Nr 4, kwiecień 48, s. 5, 22×29 cm, 2 str. 2 rys. 1 tab. — Rynkowe gatunki benzyny o liczbie oktanowej 60—70 ograniczają stopień sprężania i sprawność silników wpływając niekorzystnie na używanie się części silnikowych. Badania wykazały, że przy zwiększaniu stopnia sprężania powyżej pewnej granicy występuje wzrost jednostkowego zużycia paliwa, jeszcze zanim wystąpi słyszalna detonacja. Postęp w technice przeróbki chemicznej ropy pozwala na uzyskiwanie w dużych ilościach paliw o bardzo znacznej odporności na detonację. W przyszłości będzie można więc budować silniki gaźnikowe z zapłonem iskrowym o tym samym stopniu sprężania i sprawności, jakie spotykamy we współczesnych silnikach wysokoprężnych. Obecnie dostępne paliwa o dużej odporności na detonację pozwoliły na zbudowanie i wypróbowanie silnika o stopniu sprężania  $\epsilon = 12,5$ , który wykazał w eksploatacji blisko 40% oszczędności i bardzo małe jednostkowe zużycie paliwa, równe 160 g/KMh. Ogólne wprowadzenie do samochodów tego rodzaju silników nie nastąpi jednak w najbliższym czasie.

102 N : LJeg C2 3—50  
Perriguy W. G. **Jak wykorzystać ekonomiczniej nasze paliwo.** „Comment tirer plus des calories de notre carburant“. La Vie Automobile, kwiecień 49, s. 85, 21×30 cm, 1,5 str. 2 wykr. — Artykuł dość ogólnikowy. Ciekawy jest tylko wykres zależności między minimalną liczbą oktanową paliwa, jaką można jeszcze stosować bez obawy detonacji, a stopniem sprężania, temperaturą wody chłodzącej, temperaturą powietrza zassanego, ilością obrotów na minutę i nadciśnieniem doładowania.

103 N : LJeg C2 3—50  
Kottering C. F. **Najlepsze zastosowanie paliw.** „Pour une meilleure utilisation des carburants“. La Tech-

nique Automobile et Aerienne, Nr 245, wrzesień-październik 48, 31×23 cm, 6 str. 22 rys. — Omówiono właściwości różnych paliw jak: heptanu, izooktanu, tryptanu z dodatkiem czteroetylku ołowiu. Nadto na podstawie wyników przeprowadzonych badań laboratoryjnych i prób drogowych z sinikiem o wysokim stopniu sprężania i silnikiem niskoprężnym, podano szereg danych cyfrowych, obrazujących sprawność silnika, oszczędności zużycia paliwa przy różnych szybkościach itp. Przy badaniach tych najlepsze rezultaty uzyskano z disobutylenem i zooktanem o wskaźniku oktanowym 87.

104 N : LJur C2 3—50

Nurk G. M. **Paliwo dla nowoczesnych szybkoobrotowych silników Diesla.** „Toplivo dlja bystrochodnych dizeliej“. Avtomobilnaja Promyšlennost', Nr 4, kwiecień 48, 22×29 cm, 2,5 str. 7 rys. 1 tab. — Omówienie wpływu jakości paliwa na trwałość i na dobre warunki eksploatacyjne silników Diesla oraz szkodliwych wpływów zawartości związków siarki w paliwie na ich zużycie. Autor przytacza badania, które wykazały 8—10-krotnie większe zużycie tulei cylindrowej przy użyciu paliwa zanieczyszczonego związkami siarki w stosunku do paliwa bezsiarkowego. Dopuszczalne zanieczyszczenie siarką, zdaniem autora winno wynosić co najwyżej 0,2%.

105 N : LJnr C2 3—50

Reichel M. **Wpływ własności paliwa na pracę silnika wysokoprężnego.** „Les propriétés du carburant les performances du moteur Diesel“. La Technique Automobile et Aerienne, Nr 241, luty 48, s. 8, 21×30 cm, 5,5 str. 2 tab. 11 wykr. — Badania wpływu własności paliwa na pracę silnika wysokoprężnego zostały przeprowadzone przez General Motors przy użyciu wielocylindrowego silnika dwusuwowego z wtryskiem bezpośrednim. Paliwa podlegające próbom posiadały różne własności, przede wszystkim pod względem liczby cetenowej, punktu parowania i składu chemicznego. Wyniki badań, zebrane w postaci licznych wykresów, pozwoliły stwierdzić, że praca silnika w warunkach normalnych, tj. pod pełnym obciążeniem i przy nominalnych obrotach, jest praktycznie niezależna od rodzaju paliwa. Natomiast liczba cetenowa i punkt parowania posiadają duży wpływ na rozruch „zimnego“ silnika oraz na pracę pod małym obciążeniem, co odnosi się w pierwszym rzędzie do silników trakcyjnych. Stwierdzono również ścisłą zależność pomiędzy jakością paliwa a długością życia silnika. Dlatego też przy wyborze paliwa należy kierować się przede wszystkim przeznaczeniem i warunkami pracy silnika.

O — OGÓLNE ZAGADNIENIA MOTORYZACJI,  
ZASTOSOWANIE POJAZDÓW  
ORAZ ICH PROWADZENIE

106 O : R C2 3—50

Reichel M. **Zagadnienia motoryzacji rolnictwa we Francji.** „Le problème de la Motoculture en France“. La Vie Automobile, marzec 49, 21×30 cm, 6,5 str. 4 fot. 6 tab. — Artykuł zawiera szczegółowe omówienie zagadnienia siły pociągowej we Francji, z uwzględnieniem ciężkiego we Francji problemu paliwa. Sześć tablic w tekście obrazuje: koszt uprawy konnej i mechanicznej, przy użyciu różnych paliw, ilość godzin pracy ciągnika różnymi narzędziami na 100 ha, na rok, procent czasu zużytego przez poszczególne narzędzia rolnicze, zależnie od rodzaju roślin uprawianych, konieczną siłę pociągową, moc na haku, optymalną szybkość dla różnych narzędzi, charakterystyki traktorów francuskich oraz zapotrzebowanie mocy na haku dla przeciętnego gospodarstwa 60 ha. Autor przedstawia istotne korzyści ekonomiczne, wynikające z zastosowania ciągnika rolniczego ogumionego, i dochodzi do wniosku, że w warunkach francuskich najkorzystniejszy jest ciągnik o mocy na haku 15—25 KM.

O — OGÓLNE ZAGADNIENIA MOTORYZACJI, ZASTOSOWANIE POJAZDÓW ORAZ ICH PROWADZENIE c. d.

107

O : P : T

C2 3—50

Reichel M. **Rozważania na temat zmniejszenia ciężaru pojazdu.** „Considerations sur l'alègement“. La Vie Automobile, Nr 1369, 48, s. 87, 21×30 cm, 3 str. 5 wykr. — Zmniejszenie ciężaru pojazdu wpływa dodatnio na obniżenie kosztów wytwórczych oraz na polepszenie warunków eksploatacji wozu. Zmniejszenie ciężaru otrzymać można przez: zmniejszenie wielkości wozu, uproszczenie konstrukcji, całkowite uzyskanie wytrzymałościowe materiałów i użycie stopów lekkich. Zmniejszenie ciężaru wozu nie może w żaden sposób obniżyć bezpieczeństwa i wygody jazdy lub wpłynąć ujemnie na ekonomię produkcji i eksploatacji pojazdu. Załączone wykresy, uzupełniające opis, obrazują udział procentowy poszczególnych zespołów oraz podają wpływ niektórych wielkości charakterystycznych na ciężar całkowity samochodu.

108

O : X

C2 3—50

Watt J. **Polska motoryzacja.** „Polish Picture“. The Motor, 6 i 13 lipiec 49, 28×21 cm, 6 str. 11 fot. — Sprawozdanie warunków motoryzacji w Europie Wschodniej w czasie wycieczki handlowej na Targi Poznańskie. W pierwszej części artykułu autor podaje ogólny stan motoryzacji w Polsce uwzględniając kolejno tabor, drogi, stacje obsługi i naprawy, zaopatrzenie w paliwo i smary. Druga część zawiera przegląd wozów wystawionych na Targach, ze zwróceniem szczególnej uwagi na eksponaty radzieckie. Porównując dość szczegółowo wozy Pobieda i ZiS z wozami angielskimi, autor wyraża się o nich na ogół przychylnie. Poza tym, artykuł daje ogólny rzut oka na tworzącą się produkcję samochodów w Polsce (Fiat, Star).

## S — SUROWCE I MATERIAŁY PRODUKCYJNE

109

S

C2 3—50

**Materiały niemetalowe. Przegląd produkcji i stosowania „Tufnolu“.** „Non metallic materials. A Survey Covering the Manufacture and Employment of Tufnol“. Automobile Engineer, Nr 503, t. 38, maj 48, s. 171, 5,5 str. 11 fot. — „Tufnol“ — handlowa nazwa produktu (f. Tufnol Ltd. Birmingham 22 B), należącego do znanej grupy materiałów uwarstwionych, składających się z prasowanych warstw papieru, płótna, azbestu, impregnowanych masami plastycznymi termoutwardzającymi się. Artykuł omawia własności, produkcję, obróbkę mechaniczną i zastosowania Tufnolu. Najważniejszymi jego własnościami są: izolacyjne własności, odporność na działania atmosferyczne i temperatury od 183° C do 100° C, przy bazie płótna i papieru, a do 200° C przy azbecie, odporność na smary, rozpuszczalniki, częściowo kwasy itp. Wytrzymałość na rozciąganie 1120 do 1540 kg/cm<sup>2</sup>. Ciężar właściwy Tufnolu zawiera się w granicach od 1,34 do 1,38. Produkcja tego materiału ma przebieg następujący: impregnacja płótna, papieru, czy azbestu, suszenie, prasowanie z termoutwardzeniem w postaci płyt, rur, łożysk itp. Obróbka mechaniczna: wiercenie, szlifowanie, frezowanie zębów, struganie, toczenie, gwintowanie, piłowanie, stoczenie. Tufnol nadaje się do różnych rodzajów cichobieźnych kół zębatach, rozmaitej kategorii i wielkości łożysk jako materiał izolacyjny i wreszcie do wyrobu rozmaitych drobnych artykułów.

110

S

C2 3—50

**Guma w technice.** „Rubber in Engineering“. Automobile Engineer, t. 39, Nr 511, luty 49, s. 61, 21,5×30 cm, 9 str. 21 fot. — Opisano niektóre wyroby i metody produkcji dwu fabryk angielskich Silent block, Ltd. i Andre Rubbes Co Ltd. Podano pewne szczegóły odnośnie połączeń metalu i gumy oraz opisano rodzaje i metody badań wyrobów gumowych, w których guma poddana jest wstępnym naprężeniom. Wyszczególniono niektóre rodzaje badań przy uży-

ciu „Flexometru“, jak badanie wpływu rodzaju gumy na wielkość amplitudy i częstotliwości drgań, badanie wpływu wielkości i kształtu gumy na jej sprężystość, badanie wpływu trwałych obciążeń, pomiar histerezy, badanie wpływu rodzaju konstrukcji wyrobu na zachowanie się gumy pod działaniem obciążeń dynamicznych.

111

S : Lt

C2 3—50

Bychyński W. A. **Nowoczesne materiały używane do produkcji świec.** „Matières nouvelles pour la bougie“. La Technique Automobile et Aérienne. Nr 245, wrzesień, październik, 48, 21,5×30 cm, 2 str. — Omówiono zasadę działania świecy samochodowej i warunki, jakim winna ona odpowiadać, zwłaszcza w nowoczesnych silnikach, gdzie świeca musi być zdolna do pracy w rozmaitych warunkach sprężania, temperatury i składu paliwa. Następnie podano trudności, jakie mają do przezwyciężenia elektrody i izolacja. Omówiono stopy niklu, chromu i baru jako materiału na elektrody zaznaczając, że nikiel i chrom dają dużą odporność na korozję. Wspomniano także o stopie „Isovolt“. Przechodząc do wyboru materiału na izolację świecy omówiono glinkę alunową, mogącą służyć jako materiał dający izolacji największą wytrzymałość mechaniczną i cieplną. Podano także metody badania świec. Przytoczono wreszcie cechy tzw. świecy „zimnej“ w silnikach o wysokim stopniu sprężania i dużym obciążeniu, oraz tzw. świecy „gorącej“ w silnikach o niskim stopniu sprężania i małym obciążeniu.

## T — TECHNOLOGIA I PRODUKCJA

112

T

C2 3—50

Morozov W. A. **Automatyczne grupowe linie obróbki strumieniowej.** „Grupovyje avtomaticheskie potocznyje linii“ Avtomobilnaja Promyslennost', Nr 6, czerwiec 48, 21,5×30 cm, 3,5 str. 5 rys. — Na istniejących automatycznych liniach obróbczych w ENIMS, GAZ i innych (obróbka bloków cyl. sworzni tłok., świec) obrabia się jednocześnie jeden typ i wymiar części. Przy zatrzymaniu jednej z obrabiarek (wskutek np. uszkodzenia) praca całej linii wymaga zahamowania, indywidualna praca obrabiarek jest więc niemożliwa. Linie wybudowane są dla ograniczonej ilości operacji i nie obejmują całości procesu technologicznego. Obecnie budowane automatyczne linie obróbki potokowej, w przeciwieństwie do wyżej wymienionych, pracują według zasad następujących: 1. Jednoczesna i równoległa obróbka kilku typów i wymiarów części. 2. Magazynowanie półfabrykatów w ilości zabezpieczającej pracę linii na pełną zmianę, 3. Praca obrabiarek niezależna i równoległymi grupami. 4. Wyeliminowanie obrabiarek bardzo specjalnych. 5. Uwolnienie się od konieczności synchronizacji pracy obrabiarek. Korzyści wypływające z zastosowania automatycznych linii grupowych są następujące: 1. Cykl operacyjny zostaje pięciokrotnie skrócony. 2. Ilość kontrolerów ulega 2,5-krotnemu zmniejszeniu. 3. Wydajność jednej obrabiarki powiększa się o trzydzieści kilka procent. 4. Wydajność przypadająca na jednego robotnika wzrasta czterokrotnie. 5. Koszt własny zmniejsza się o 30%.

113.

T

C2 3—50

Nikitin S. **Zautomatyzowane działy pracy w wytwórniach.** „Avtomatizirovannye cechi“. Avtomobilnaja Promyslennost', Nr 1, styczeń 1949, 21×30 cm, 3 str., 4 rys. — Opis zautomatyzowanej linii obróbki zaworów, o zdolności przepływowej 200 szt. na jedną zmianę. Wskazano w jakim stopniu zmniejsza się koszt wykonania zaworu przy obróbce automatycznej oraz ilość niezbędnych pracowników. Omówiono także przykładowo zautomatyzowaną linię produkcji tłoków. W przytoczonych procesach wytwórczych wszystkie przebiegi operacyjne i transport międzyoperacyjny są całkowicie zautomatyzowane. Autor zwraca uwagę, że organizacja, obliczanie czasów pracy, obsługi ciągów produkcyjnych i kontroli technicznej przedstawiają się tu zupełnie inaczej niż przy produkcji niezautomatyzowanej.