

PRZEGLĄD MECHANICZNY

MIESIĘCZNIK NAUKOWO-TECHNICZNY STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW MECHANIKÓW POLSKICH

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

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

Wspomnienie o prof. Romanie Witkiewiczu

W lipcu br. mija dziesiąta rocznica śmierci znakomitego Profesora i Inżyniera dr Romana Witkiewicza, który padł z ręki okupanta. Szlachetna Jego postać, Jego gorący patriotyzm i całkowite oddanie sprawom nauki polskiej służyć winny za przykład godny naśladowania dla wszystkich pracowników nauki i techniki polskiej.

Roman Witkiewicz urodził się w r. 1866 w Stanisławowie. W r. 1904 wstąpił na wydział mechaniczny Politechniki we Lwowie i ukończył go w r. 1908 z odznaczeniem, otrzymując dyplom inżyniera-mechanika. W latach 1909—11 pracował zawodowo w fabrykach „Skoda” w Pilźnie, „Leobersdorf” pod Wiedniem, „Körting” w Hanowerze oraz „Ehrhardsehmer” w Saarbrücken, specjalizując się w budowie silników spalinowych. Po powrocie do kraju pracował jako konstruktor katedry silników parowych i spalinowych w Politechnice Lwowskiej. W r. 1915 uzyskał stopień doktora nauk technicznych, na podstawie rozprawy p. t. „Spalanie $p = \text{const.}$ w motorze gazowym”. W r. 1921 powołany został na stanowisko zastępcy profesora i następnie profesora nadzwyczajnego katedry Pomiarów Maszyn w Politechnice. Katedrę tą i związane z nią Laboratorium Maszynowe organizował od podstaw. W 1925/26 pełnił funkcję dziekana Wydziału Mechanicznego. W r. 1930 został profesorem zwyczajnym. W uznaniu zasług naukowych powołany został w r. 1923 na członka-korespondenta Akademii Nauk Technicznych w Warszawie, a w r. 1938 na jej członka czynnego.



Bogatą twórczość naukową rozpoczął rozprawą p. t. „Tarcie mechanizmu korbowego a dzielność mechaniczna” (1917). Rozprawa ta stała się kanwą, na której Profesor począł snuć nowe idee. Dał im wyraz już w zakończeniu rozprawy, rzucając pytanie: „Czy ten lekko kapryśny układ korbowy, który z wykresami wyznaczonymi przez termodynamikę w nienajlepszej żyje zgodzie, nie dałby się zastąpić innym mechanizmem?”. Silnik bezkorbowy, który odtąd pasjonować miał umysł Profesora, stał się na długie lata centralnym zagadnieniem jego wysiłku twórczego. W r. 1919 opracował wyczerpującą teorię bezkorbowej silnikowo-sprężarki jako układu wiążącego tłok silnika z tłokiem sprężarki z pominięciem wszelkich układów korbowych. Napotykając z kolei na duże trudności natury konstrukcyjnej, nie zrażał się nimi, nie ustawał w pracy. Jego wiara w słuszność pomysłu jako koncepcji energetycznej została nagrodzona powodzeniem. W r. 1929, z pomocą zmarłego w międzyczasie asystenta katedry inż. A. Wicińskiego, zbudowane zostały dwa takie agregaty, budząc najwyższe zainteresowanie świata naukowego i przemysłu. Dalsze doświadczenia przeniesione na teren fabryki „Parowozy” w Warszawie dały pomyślne wyniki, a zarazem początek nowym koncepcjom i wynalazkom. Bezpośrednio przed wojną podjął prof. Witkiewicz nowe wysiłki badawcze, wyłożone następnie w pracy p. t.: „Nowe rozwiązanie silnikowe oparte o układ tłokowo-bezkorbowy”. (1939). Miały one tym razem na celu realizację procesu termicznego turbiny spalinowej, a przez to pchnięcie energetyki siłowni na nowe tory. Niestety, na rozwiązanie tych problemów nie starczyło czasu.

Osobną grupę prac Profesora stanowiły zagadnienia ruchowe, energetyczno-ciepłne, jak elastyczność koła, zasobniki ciepła, użycie pary odlotowej do ogrzewnictwa, przenoszenie ciepła na odległość, izolacje cieplne, technika kontroli palenia, nowe schematy gospodarki cieplnej wysokich pieców itd.

nej G . Przez porównanie obu równań otrzymujemy:

$$k \cdot F(t_A - t) d\tau = G \cdot c \cdot dt$$

$$\frac{\tau F}{Gc} = \int_{t_p}^{t_k} \frac{dt}{k(t_A - t)}; \quad [3]$$

gdzie: t_p — temperatura początkowa; t_k — temperatura końcowa masy G .

W masie G najczęściej możemy nie uwzględniać masy zbiornika metalowego, gdyż czas jego nagrzania czy chłodzenia będzie bardzo krótki z powodu małego ciepła właściwego i bardzo dobrego współczynnika przewodzenia.

Rozwiązanie otrzymanego równania prowadzi do znalezienia czasu τ potrzebnego dla przeprowadzenia procesu, względnie powierzchni F , jeśli czas τ jest przepisany. Rozwiązanie wzoru [3] uzależnione jest w tym przypadku od wartości współczynnika k ze zmianą temperatury.

$$1) \quad t_A \approx const., \quad k \approx const.$$

Są to założenia raczej rzadko spotykane w praktyce.

Wówczas

$$\frac{\tau F}{Gc} = \frac{1}{k} \int_{t_p}^{t_k} \frac{dt}{t_A - t} = -\frac{1}{k} \ln \frac{t_A - t_k}{t_A - t_p}. \quad [4]$$

$$2) \quad t_A \approx const., \quad k \neq const. = f(t).$$

Jest to przypadek najczęstszy. Np. Przy ostygnięciu gorącego zbiornika oddającego ciepło otoczeniu, gdy z obu stron ściany zachodzi konwekcja naturalna. Obydwa współczynniki α zmieniają się w czasie procesu, a zatem i k jest zmienne. A więc zadanie komplikuje się i wyraz k będziemy musieli zostawić pod całką oraz wyrazić go przez zmienną temperaturę t , w celu umożliwienia całkowania. Wygodniej będzie wtedy rozbić całkę na części, korzystając z relacji:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_A} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_B}$$

$$\frac{\tau F}{Gc} = \int_{t_p}^{t_k} \left(\frac{1}{\alpha_A} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \frac{dt}{t_A - t};$$

$$\frac{\tau F}{Gc} = \int_{t_p}^{t_k} \frac{dt}{\alpha_A(t_A - t)} + \int_{t_p}^{t_k} \frac{s dt}{\lambda(t_A - t)} + \int_{t_p}^{t_k} \frac{dt}{\alpha_B(t_A - t)}.$$

W celu dalszych przeróbek wprowadzimy równanie przybliżone na temperaturę ściany;

$$t_s \approx \frac{\alpha_A t_A + \alpha_B t}{\alpha_A + \alpha_B}.$$

Przy pomocy podanego wzoru znajdziemy spadki temperatury po obu stronach ściany (rys. 1).

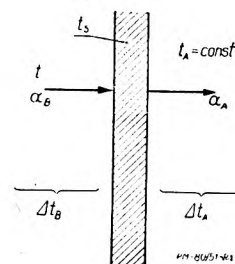
$$\Delta t_A = t_s - t_A = \frac{\alpha_A t_A + \alpha_B t}{\alpha_A + \alpha_B} - t_A = \frac{t - t_A}{\frac{\alpha_A}{\alpha_B} + 1};$$

$$\Delta t_B = t - t_s = t - \frac{\alpha_A t_A + \alpha_B t}{\alpha_A + \alpha_B} = \frac{t - t_A}{\frac{\alpha_B}{\alpha_A} + 1}.$$

Oznaczamy $\frac{\alpha_B}{\alpha_A} = x$;

$$\Delta t_A = x \frac{t - t_A}{x + 1},$$

$$\Delta t_B = \frac{t - t_A}{x + 1}.$$



Rys. 1

Najczęściej zbiorniki podgrzewa się parą przez ścianę płaszczą lub ścianki rur wbudowanych. Zatem należy uwzględnić α kondensacji i α konwekcji naturalnej. Podobnie przy ostygnięciu zbiornika cieczy wystąpi konwekcja naturalna. W obu przypadkach α będzie zależęć od Δt , jednak funkcje te można sprowadzić do postaci:

$$\alpha_A = A \Delta t_A^m \quad \text{oraz} \quad \alpha_B = B \Delta t_B^n.$$

Podstawiając zależności poprzednio otrzymane napiszemy:

$$\alpha_A = Ax^m \left(\frac{t - t_A}{x + 1} \right)^m, \quad \alpha_B = B \left(\frac{t - t_A}{x + 1} \right)^n$$

Wielkość x może być w niektórych przypadkach (jak się przekonamy), stałą. Tam, gdzie to nie zachodzi można w przybliżeniu zastąpić ją jakąś wartością średnią dla ułatwienia całkowania. Wówczas poszczególne 3 całki przyjmą postać:

$$a) \int_{t_p}^{t_k} \frac{dt}{\alpha_A(t_A - t)} = \int_{t_p}^{t_k} \left(\frac{x+1}{x} \right)^m \frac{1}{A} \frac{dt}{(t - t_A)^m (t_A - t)} =$$

$$= - \left(\frac{x+1}{x} \right)^m \frac{1}{A} \int_{t_p}^{t_k} \frac{dt}{(t - t_A)^{m+1}} =$$

$$= \left(\frac{x+1}{x} \right)^m \frac{1}{Am} \left[\frac{1}{(t_k - t_A)^m} - \frac{1}{(t_p - t_A)^m} \right] \quad [5]$$

$$b) \int_{t_p}^{t_k} \frac{s dt}{\lambda(t_A - t)} = -\frac{s}{\lambda} \ln \frac{t_A - t_k}{t_A - t_p} \quad [6]$$

$$c) \int_{t_p}^{t_k} \frac{dt}{\alpha_B(t_A - t)} = \int_{t_p}^{t_k} \frac{(x+1)^n dt}{B(t - t_A)^n (t_A - t)} =$$

$$= - \frac{(x+1)^n}{B} \int_{t_p}^{t_k} \frac{dt}{(t - t_A)^{n+1}} =$$

$$= \frac{(x+1)^n}{Bn} \left[\frac{1}{(t_k - t_A)^n} - \frac{1}{(t_p - t_A)^n} \right] \quad [7]$$

Oznaczając celem uproszczenia

$$(t_p - t_A) = \Theta_p, \quad (t_k - t_A) = \Theta_k$$

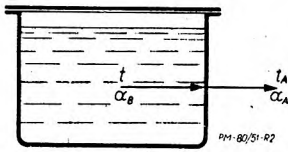
otrzymujemy równanie ogólne:

$$\frac{\tau F}{Gc} = \left(\frac{x+1}{x}\right)^m \frac{1}{Am} \left[\frac{1}{\Theta_k^m} - \frac{1}{\Theta_p^m} \right] - \frac{s}{\lambda} \ln \frac{\Theta_k}{\Theta_p} + \frac{(x+1)^n}{Bn} \left(\frac{1}{\Theta_p^n} + \frac{1}{\Theta_p^n} \right), \quad [7]$$

gdzie $x = \left(\frac{\alpha_B}{\alpha_A}\right)$, $\alpha_A = A \Delta t_A^m$, $\alpha_B = B \Delta t_B^n$

Równanie to zastosujemy do pewnych przypadków szczególnych.

Ostygnięcie zbiornika z gorącym płynem (rys. 2).



Rys. 2

Temperatura otoczenia: $t_A = const.$ Temperatura zmienna płynu: $t \neq const.$ Współczynniki zmienne:

$$\alpha_A = f(\Delta t_A), \quad \alpha_B = \varphi(\Delta t_B)$$

gdyż z obu stron ściany występuje konwekcja naturalna. Równania na α konwekcji naturalnej można sprowadzić do postaci

$$\alpha_A = A \Delta t_A^{1/4}, \quad \alpha_B = B \Delta t_B^{1/4}$$

Wyznaczamy x :

$$x = \frac{\alpha_B}{\alpha_A} = \frac{B}{A} \left(\frac{\Delta t_B}{\Delta t_A} \right)^{1/4}$$

również

$$\frac{\alpha_B}{\alpha_A} \approx \frac{\Delta t_A}{\Delta t_B}$$

$$\text{zatem } \frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} = \frac{B}{A} \left(\frac{\Delta t_B}{\Delta t_A} \right)^{1/4}, \quad \left(\frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} \right)^{5/4} = \frac{B}{A},$$

$$\frac{\Delta t_A}{\Delta t_B} = \left(\frac{B}{A} \right)^{4/5} = x$$

Ostatecznie:

$$x = \left(\frac{B}{A} \right)^{4/5}$$

Stwierdzamy, że w tym szczególnym przypadku $x = const.$

Równanie ogólne przy $m = n = 1/4$ upraszcza się do postaci:

$$\frac{\tau F}{Gc} = \left[\left(\frac{x+1}{x} \right)^{1/4} \frac{4}{A} + \frac{4(x+1)^{1/4}}{B} \right] \left(\frac{1}{\Theta_k^{1/4}} - \frac{1}{\Theta_p^{1/4}} \right) - \frac{s}{\lambda} \ln \frac{\Theta_k}{\Theta_p}$$

Wyrażenie w pierwszej klamrze można uprościć do:

$$4(x+1)^{1/4} \left(\frac{1}{A \cdot x^{1/4}} + \frac{1}{B} \right) = \frac{4(x+1)^{1/4}}{B} \left(\frac{B}{A \cdot x^{1/4}} + 1 \right) = \frac{4(x+1)^{1,25}}{B}$$

$$\text{gdź } \frac{B}{A \cdot x^{1/4}} + 1 = \frac{x^{5/4}}{x^{1/4}} + 1 = x + 1$$

A zatem ostatecznie dla tego przypadku:

$$\frac{\tau F}{Gc} = \frac{4(x+1)^{1,25}}{B} \left(\frac{1}{\Theta_k^{1/4}} - \frac{1}{\Theta_p^{1/4}} \right) - \frac{s}{\lambda} \ln \frac{\Theta_k}{\Theta_p} \quad [9]$$

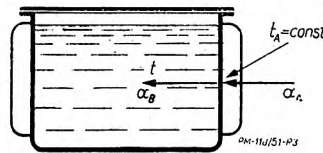
Zazwyczaj wyraz ostatni podanego równania, reprezentujący opór cieplny ściany, będzie tu tak mały, że można go pominąć, upraszczając równanie do:

$$\frac{\tau F}{Gc} \approx \frac{4(x+1)^{1,25}}{B} \left(\frac{1}{\sqrt[4]{\Theta_k}} - \frac{1}{\sqrt[4]{\Theta_p}} \right) \quad [10]$$

$$\text{gdzie } x = \left(\frac{B}{A} \right)^{0,8}$$

$$\alpha_A = A \Delta t_A^{1/4}, \quad \alpha_B = B \Delta t_B^{1/4} \\ \Theta_k = t_k - t_A, \quad \Theta_p = t_p - t_A$$

Podgrzewanie zbiornika cieczy parą (rys. 3).



Rys. 3

Para grzejąca ma temperaturę stałą: $t_A = const.$ Płyn ma temperaturę zmienną: $t \neq const.$ Zarówno α_A pary kondensującej jak α_B konwekcji naturalnej dla cieczy są zmienne i zależne od spadków temperatury.

Dla kondensacji:

$$\alpha_A = A \Delta t_A^{-1/4}, \quad m = -1/4$$

Dla konwekcji naturalnej:

$$\alpha_B = B \Delta t_B^{1/4}, \quad n = 1/4$$

Zatem

$$\frac{\tau F}{Gc} = \left(\frac{1}{x+1} \right)^{1/4} \frac{4}{A} \left(\Theta_k^{1/4} - \Theta_p^{1/4} \right) - \frac{s}{\lambda} \ln \frac{\Theta_k}{\Theta_p} + \frac{4(x+1)^{1/4}}{B} \left(\frac{1}{\Theta_k^{1/4}} - \frac{1}{\Theta_p^{1/4}} \right) \quad [11]$$

W równaniu tym, niestety dość skomplikowanym, możemy przeprowadzić pewne uproszczenia:

$$\text{a) Stosunek } x = \frac{\alpha_B}{\alpha_A} = \frac{\alpha_{\text{konwekcji naturalnej}}}{\alpha_{\text{kondensacji}}}$$

będzie wartością małą. Ponadto współczynnik A jest tak duży w porównaniu ze współczynnikiem B , że cały pierwszy wyraz prawej strony tego równania jest mały w porównaniu z ostatnim. Pierwszym przybliżeniem byłoby przyjęcie $x \approx 0$.

Wtedy równanie upraszcza się do formy:

$$\frac{\tau F}{Gc} = \frac{4}{B} \left(\frac{1}{\sqrt[4]{\Theta_k}} - \frac{1}{\sqrt[4]{\Theta_p}} \right) - \frac{s}{\lambda} \ln \frac{\Theta_k}{\Theta_p} \quad [12]$$

Przybliżenie to może jednak dać znaczny błąd (do kilkunastu procent). Tam gdzie chodzi tylko o grubsze oszacowanie, wzór ten często wystarczy, zwłaszcza, że daje wartość bezpieczniejszą. Błąd ten będzie tym mniejszy, im niższe będzie α_B konwekcji naturalnej w zbiorniku w stosunku do α_A kondensacji pary.

b) Przybliżenie stosunkowo dokładne daje oszacowanie wartości x w sposób następujący:

$$x = \frac{\alpha_B}{\alpha_A} = \frac{\Delta t_A}{\Delta t_B}, \text{ z drugiej strony}$$

$$x = \frac{\alpha_B}{\alpha_A} = \frac{B \Delta t_B^{1/4}}{A \Delta t_A^{-1/4}} = \left(\frac{B}{A} \right) (\Delta t_A \cdot \Delta t_B)^{1/4}$$

$$x^4 = \left(\frac{B}{A} \right)^4 \Delta t_B \cdot \Delta t_A$$

Dzieląc tę równość przez równanie pierwsze, otrzymamy:

$$x^3 = \left(\frac{B}{A} \right)^4 \Delta t_B^2$$

$$x = \left(\frac{B}{A} \right)^{4/3} \Delta t_B^{2/3}$$

Ponieważ Δt_B od strony cieczy w zbiorniku jest bliskie całkowitemu spadkowi temperatury $\Delta t = (t_A - t)$ na skutek małego oporu cieplnego po stronie kondensacji, dopuścimy się nieznacznego błędu pisząc:

$$x = \left(\frac{B}{A} \right)^{4/3} \Delta t^{2/3} \text{ albo dla całej operacji:}$$

$$x_m = \left(\frac{B}{A} \right)^{4/3} \Delta t_m^{2/3} \text{ (wartość średnia).}$$

Natomiast średni spadek temperatury wyznaczmy przy pomocy średniej logarytmicznej:

$$\Delta t_m = \frac{\Theta_p - \Theta_k}{\ln \frac{\Theta_p}{\Theta_k}} \quad [13]$$

Przykład

Obliczyć czas potrzebny do nagrzania wody w ilości 1000 kg od temperatury 10°C do 90°C za pośrednictwem pary grzejnej kondensującej przy temperaturze 120°C. Woda znajduje się w zbiorniku żelaznym z płaszczem parowym. Wysokość h grzanej ściany wynosi 1 m., grubość 8 mm. Średnica zbiornika 1130 mm (rys. 4).

wzór przybliżony [12];

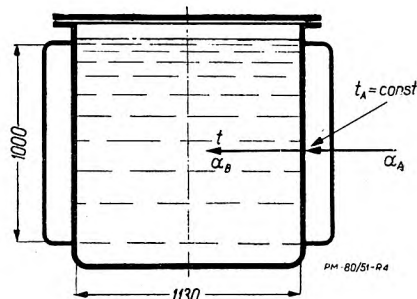
$$x = \frac{\alpha_B}{\alpha_A} \approx 0,$$

$$\alpha_B = C \left(\frac{\Delta t_A}{h} \right)^{1/4} \text{ (dla konwekcji naturalnej).}$$

$$\text{Temperatura średnia czynnika } \frac{10 + 90}{2} = 50^\circ \text{C.}$$

Temperatura średnia warstwy laminarnej przy $t_{ściany} \approx 120^\circ \text{C}$

$$t_m = \frac{120 + 50}{2} = 85^\circ \text{C.}$$



Rys. 4

Dla tej temperatury $C = 181$ (z tablic)

$$\alpha_B = 181 \left(\frac{\Delta t_B}{1} \right)^{1/4} = 181 \cdot \Delta t_B^{1/4}, \quad B = 181$$

$$c = 1 \text{ kcal/kg}^\circ \text{C}, \quad F = D \cdot \pi \cdot h = 1,13 \cdot \pi \cdot 1 = 3,55 \text{ m}^2$$

$$\Theta_k = 120 - 90 = 30^\circ, \quad \Theta_p = 120 - 10 = 110^\circ$$

$$\frac{\tau \cdot 3,55}{1000 \cdot 1} = \frac{4}{181} \left(\frac{1}{\sqrt[4]{30}} - \frac{1}{\sqrt[4]{110}} \right) - \frac{0,008}{36} \ln \frac{30}{110}$$

$$\frac{\tau}{282} = 0,0221 \left(\frac{1}{2,34} - \frac{1}{3,24} \right) + \frac{0,008}{36} 2,3 \lg \frac{110}{30} = 0,821 \text{ godz.}$$

Wzór dokładniejszy

$$x_m = \left(\frac{B}{A} \right)^{4/3} \Delta t_m^{2/3}$$

$$\Delta t_m = \frac{\Theta_p - \Theta_k}{\ln \frac{\Theta_p}{\Theta_k}} = \frac{110 - 30}{\ln \frac{110}{30}} = 61,5^\circ \text{ (z tablic).}$$

$B = 181$ z poprzedniego obliczenia

Dla kondensacji pary wodnej

$$\alpha_A = C \varphi r^{1/4} h^{-1/4} \Delta t_A^{-1/4}$$

$$C = 1,13, \quad \varphi = 2300, \quad r^{1/4} = 4,8 \text{ (z tablic)}$$

$$h = 1,$$

$$\alpha_A = 1,13 \cdot 2300 \cdot 4,8 \cdot 1 \cdot \Delta t_A^{-1/4} = 12500 \Delta t_A^{-1/4}$$

$$\alpha_A = A \Delta t_A^{-1/4}, \quad A = 12500, \quad m = -1/4$$

$$x_m = \left(\frac{181}{12500} \right)^{4/3} (61,5)^{2/3} = 0,0537.$$

$$\frac{\tau F}{Gc} = \left(\frac{x}{x+1} \right)^{1/4} \frac{4}{A} \left(\Theta_k^{1/4} - \Theta_p^{1/4} \right) - \frac{s}{\lambda} \ln \frac{\Theta_k}{\Theta_p} + \frac{4(x+1)^{1/4}}{B} \left(\frac{1}{\Theta_k^{1/4}} - \frac{1}{\Theta_p^{1/4}} \right).$$

$$\frac{\tau}{282} = \left(\frac{0,0537}{1,0537} \right)^{1/4} \frac{4}{12500} (30^{1/4} - 110^{1/4}) + 0,29 \cdot 10^{-3}$$

$$+ \frac{4 \cdot 1,0537^{1/4}}{181} 0,1185 = 2,7935 \cdot 10^{-3}, \quad \tau = 0,79 \text{ godz.}$$

Różnica w stosunku do wyniku pierwszego przybliżenia ok. 3,5%.

Stale konstrukcyjne stosowane przy budowie urządzeń do produkcji materiałów pędnych

Mgr inż. STEFAN RICHTER

Metody produkcji materiałów pędnych i wymagania stawiane materiałom do budowy urządzeń do produkcji materiałów pędnych. — Korozja siarkowodorowa. — Korozja wodorowa. — Wpływ składników stopowych na odporność przeciwko niszczącemu działaniu wodoru, siarkowodoru i tlenu. — Rozwój stali w przemyśle materiałów pędnych i dobór gatunku stali.

Wymagania konstruktorów stawiane tworzywom stalowym przy budowie urządzeń do produkcji materiałów pędnych są różnorodne i zależą od warunków pracy urządzenia oraz metody przetwórczej surowca. Tworzywa te muszą posiadać dobrą odporność na korozję chemiczną, odporność na utlenianie, odporność na niszczące działanie wodoru, siarkowodoru oraz dobre własności wytrzymałościowe w podwyższonych temperaturach, szczególnie wysoką granicę pełzania. Przed około 25 laty stal węglowa była jedynym tworzywem konstrukcyjnym aparatury chemicznej w tym przemyśle — obecnie po długich latach doświadczenia praktycznego i laboratoryjnego zastąpiono ją stalą stopową.

Rozróżniamy trzy zasadnicze metody produkcji materiałów pędnych:

1. *metoda rozszczepiania* (krakingowanie — cracking) polegająca na rozbijaniu (dysocjacji) złożonych, wysoce molarnych węglowodorów przez zastosowanie wyższych temperatur i ciśnień (krakingowanie olejów mineralnych wg *Dubbs'a* i innych patentów amerykańskich);

2. *hydrogenacja węgla* polegająca na uwodornieniu węgla wg I. G. Farbenindustrie przy zastosowaniu bardzo wysokich ciśnień i wyższych temperatur metodą *Bergiusa*;

3. *synteza benzyny z tlenku węgla i wodoru* wg metody *Fischera — Tropsha*.

Przy syntezie amoniaku mamy do czynienia, zależnie od metody fabrykacyjnej, nawet z ciśnieniami do 1000 atn i temperaturami od 400 ÷ 600°C. Stale rozpatrywane dalej można w wielu wypadkach użyć również i przy budowie aparatury chemicznej do produkcji amoniaku syntetycznego.

Zagadnienie materiałowe przy konstrukcji urządzeń wg metody *Fischera* jest bardzo proste, gdyż urządzenia te pracują przy niskich temperaturach (około 200°C) i ciśnieniach (do 20 atn). Surowiec wyjściowy składa się z gazów oczyszczonych tak, że wymagania wysokich własności materiału, zarówno pod względem chemicznym jak i wytrzymałościowym nie są wysokie. Do konstrukcji możemy użyć zwyczajną stal węglową niestopową.

Przy metodzie „krakingowania“ pracujemy z ciśnieniami dochodzącymi do 70 atn i w temperaturach do 600°C. Surowcem wyjściowym jest olej i smoła, zanieczyszczona często znaczną ilością soli i siarki. Zniszczenia korozyjne występują tu przeważnie w skutek korodującego działania siarkowodoru tworzącego na po-

wierzchni siarczek żelaza i wnikającego z biegiem czasu w głąb materiału, przegryzając go często lokalnie na wylot. Tworzywa te muszą zatem posiadać pewną odporność na działanie siarkowodoru.

Przewody i zbiorniki w których odbywa się proces „krakingowania“ są opalane zewnątrz gazem. Na wewnętrznych ściankach przewodów i zbiorników osadza się koks i węgiel, który jako gorszy przewodnik ciepła jest powodem lokalnego przegrzania ścianek opalanych gazem. Stale te muszą więc posiadać również dobrą odporność na utlenianie — poza tym wymaga się od stali pracujących w podanych temperaturach i ciśnieniach możliwie małego obniżenia wytrzymałości w podwyższonych temperaturach.

Największe wymagania stawiamy tworzywom stalowym przy urządzeniach do hydrogeneracji węgla wg metody *Bergiusa*. Pracują one przy ciśnieniach od 300 ÷ 700 atn w temperaturach między 400 ÷ 550°C. Największym niebezpieczeństwem dla części pracujących w tak ciężkich warunkach jest w pierwszym rzędzie wódór „in statu nascendi“, w drugim rzędzie siarkowódór. Tworzywa te muszą być zatem dobrze odporne na niszczące działanie wodoru i muszą jeszcze w wyższym stopniu posiadać dobre własności wytrzymałościowe w podwyższonych temperaturach. Stopień zniszczenia tworzywa będzie więc zależał od ciśnienia, temperatury, obciążenia, składu chemicznego stali i od stanu strukturalnego tworzywa w czasie pracy.

Korozja siarkowodorowa

Stale niestopowe są atakowane przez siarkowódór bardzo wyraźnie w temperaturze ok. 400°C. Tworząca się na powierzchni warstwa siarczku żelaza posiada małą przyczepność, odpada po pewnym czasie a w miejscu tym tworzy się nowa powłoka, która w końcu przegryza materiał lokalnie na wylot. Dyfuzja siarki odbywa się najprędzej po granicach ziarn, tak że tworzywa o grubszym ziarnie są prędzej niszczone od tworzyw drobnoziarnistych.

Nikiel posiada większe powinowactwo do siarki od żelaza. Stosowane dawniej tworzywa ze stali konstrukcyjnej niklowej, posiadającej bardzo dobrą ciągliwość, wykazały trzykrotnie mniejszą odporność na działanie siarkowodoru od zwyczajnego żelaza niestopowego. Jeszcze mniejszą odporność wykazały czyste stale niklowe o zawartości 20% Ni tzw. stale *austenityczne*.

Z pierwiastków podnoszących odporność na korozję siarkowodoru najlepszy wpływ wykazał chrom. Najwyższą odporność posiadają stale o zawartości przynajmniej 12% Cr. Stale te nie nadają się jednak do budowy tych urządzeń, ponieważ stają się kruchymi przy dłuższym przebywaniu w zakresie temperatur między 450 ÷ 650°C. Niebezpieczeństwo kruchości usunięto przez zastosowanie stali austenitycznych typu 18/8 (18% Cr i 8% Ni), które nie tracą swej ciągliwości w danych temperaturach. Zalecą ich jest również wyższa odporność na działanie tlenu aż do temperatury ok. 1000°C.

Przez doświadczenia laboratoryjne stwierdzono, że krzem w ilościach od 1 ÷ 3%, a glin w ilościach od 4 ÷ 7%, podwyższają bardzo znacznie odporność na działanie siarkowodoru. Stale z krzemem i glinem nie znalazły praktycznego zastosowania z powodu trudności przy odlewaniu, przeróbce plastycznej i niemożliwości uzyskania dobrych własności mechanicznych przez ulepszenie.

Korozja wodorowa

Korozja wodorowa występująca przy wyższych temperaturach i ciśnieniach jest o wiele więcej niebezpieczną od korozji siarkowodorowej, ponieważ ma tu miejsce znaczne pogorszenie własności mechanicznych, szczególnie ciągliwości, nie dającej się zewnętrznym w jakikolwiek sposób zauważyć.

Wodór posiada wyraźną zdolność dyfuzji już w bardzo niskich temperaturach, powodując zupełne odwęglenie stali w wyniku reakcji z nietrwałym węglikiem żelaza, produktem której jest metan CH₄. Metan nieposiadający zdolności dyfuzji, gromadzi się w stali w miejscach wtrąceń niemetalicznych, pęcherzy gazowych i na granicy ziarn, powodując rozsądzanie tworzywa, co przy tak dużych ciśnieniach kończy się katastrofą całego urządzenia fabrycznego.

Stale węglowe zostają atakowane przez wodór przy ciśnieniu 300 atn już w temperaturach ok. 360°C, po kilkuset godzinach pracy. Początek korozji wodorowej obniża się ze wzrastającym ciśnieniem do jeszcze niższych temperatur.

Próby laboratoryjne wykazały, że wszystkie pierwiastki karbido-twórcze zwiększające trwałość węgla żelaza wzgl. tworzące z węglem trudne do rozbicia trwałe węgliki jak Cr₇C₃, WC, V₄C₃ itp. podnoszą odporność na korozję wodoru tym wyraźniej im trwalszy jest rozpatrywany węgiel metalu znajdujący się w stali. Zrozumiałym jest, że dla każdej temperatury i ciśnienia roboczego aparatury, potrzebne jest pewne minimum dodatku pierwiastka karbido-twórczego. Nie można zatem stali chromowej o zawartości tylko 1,5% Cr użyć na części poddane bardzo wysokim ciśnieniom i wysokim temperaturom. Zawartość węgla w stali decyduje w wysokim stopniu o własnościach wytrzymałościowych stali. Należy ją tak dobrać, aby zagwarantować żądane przez konstruktora własności mechaniczne; każde dalsze podnosze-

nie zawartości węgla idzie na koszt zmniejszonej odporności na korozję.

Działanie niszczące wodoru na stal objawia się najpierw w odwęgleniu powierzchni zetkniętej z atakującym wodorem. Odwęglenie zaczyna się przy pewnym określonym ciśnieniu zwiększając się w miarę podwyższenia ciśnienia roboczego. Wzrost temperatury i czasu działania wodoru na stal przesuwa zapoczątkowanie odwęglenia do ciśnień niższych. Zapoczątkowanie procesu odwęglenia jest tym dłuższe im niższa jest temperatura i ciśnienie.

Charakterystycznym dla stali, wykazującej zniszczenia wywołane wodorem, jest zwiększenie jej objętości (pęcznienie), które można tłumaczyć rozluźnieniem struktury metalu, wywołanym naprężeniami wewnętrznymi. Przy wyższych temperaturach i ciśnieniach możemy skonstatować ostre przejścia między strefą odwęgloną o nieodwęgloną — odwęglenie jest w tych wypadkach zupełniejsze.

Dyfuzja wodoru odbywa się w pierwszym stadium nie tylko po granicach ziarn lecz również wzdłuż mniej zanieczyszczonych osi dendrytów i płaszczyzn krystalograficznych poszczególnych ziarn. Przestrzenie międzydendrytyczne wykazujące zawsze większe ugrupowania pierwiastków (fosfor, tlen itp.) w roztworze stałym stawiają większy opór wnikającemu wodorowi. Badania wykazały, że stal o ziarnie grubszym stawia większy opór wnikającemu wodorowi od stali drobnoziarnistej. Zgniot na zimno stali przyspiesza dyfuzję wodoru, widocznie w wyniku rozdrobnienia ziarna.

Odnośnie zmian we własnościach mechanicznych stali, wykazującej korozję wodorową, należy zaznaczyć, że wytrzymałość zostaje wyraźnie obniżona, zaś utrata ciągliwości wyrażająca się spadkiem wydłużenia, przewężenia i udarności jest zupełna. Najpewniejszym sprawdzianem jest próbka udarnościowa, która reaguje wcześniej od próbki wytrzymałościowej. Obecność korozji wodorowej uwidacznia się przy badaniu własności mechanicznych bardzo wyraźnie na przelomie próbek udarnościowych, które posiadają wtedy charakterystyczny złom koloru matowo-szarego.

Początki zniszczenia stali przez wodór, mogące prowadzić do drobnych pęknięć i zniszczenia aparatury, dadzą się często zauważyć na długo przed odwęgleniem dającym się oznaczyć mikroskopowo. W stalach stopowych miernikiem korozji wodorowej jest nie złom próbek udarnościowych, lecz przewężenie próbek wytrzymałościowych, wykazujące spadek przewężenia w stosunku do materiału wyjściowego nie poddanego działaniu wodoru.

Wpływ pierwiastków na odporność przeciwko niszcącemu działaniu wodoru, siarkowodoru i tlenu

Stale stopowe z krzemem, niklem i miedzią posiadają podobne własności co stale

niestopowe; pierwiastki te nie zwiększają więc odporności stali na niszczące działanie wodoru, siarkowodoru i tlenu. Wyraźne atakowanie ma tu miejsce, jak przy stali niestopowej, począwszy od temperatury ok. 400°C. Stale niklowe wykazały nawet szybsze zniszczenie przy działaniu siarkowodoru w wyniku większego powinowactwa chemicznego niklu do siarki.

M a n g a n, jako pierwiastek tworzący nieco trwalsze węgliki (Mn_3C) od żelaza (Fe_3C), podwyższa tylko nieznacznie odporność na niszczące działanie wodoru a to dlatego, że węgiłk manganu posiadający tą samą budowę krystaliczną i siatkę przestrzenną co węgiłk żelaza, tworzy z węglikiem żelaza roztwory stałe nie występując, nawet przy większych zawartościach manganu w stali, jako węgiłk swobodny; odpada on więc jako składnik stopowy podobnie jak krzem, nikiel i miedź.

C h r o m znany nam jest jako pierwiastek tworzący węgliki trwałe. Wzrastający dodatek chromu podwyższa wyraźnie odporność stali nie tylko na działanie wodoru lecz również i siarkowodoru, czego przy dodatku innych pierwiastków nie stwierdzamy. W stalach zawierających 2% Cr granica odporności zostaje przesunięta w stosunku do stali niestopowej w 400 do 450°C, przy zawartości 5% Cr do 600°C. Dodatek węgla przy stałej zawartości chromu działa w kierunku przeciwnym z powodu pojawienia się nietrwałego węglika żelaza, którego dysocjacja w obecności wodoru, połączona z tworzeniem się metanu niezdolnego do dyfuzji, jest powodem występowania kruchości wodorowej.

W o l f r a m i **m o l i b d e n** podwyższają odporność na działanie wodoru jeszcze w większym stopniu niż chrom. Molibden ma w dodatku jeszcze tę zaletę, że wpływa dodatnio na własności wytrzymałościowe w podwyższonych temperaturach. Wolfram w ilości 1% przesuwa granicę odporności do 450°C, w ilości 2% do 500°C. Dodatek molibdenu ok. 1,8% przesuwa tę granicę do 500°C.

Pierwiastki chrom, wolfram i molibden polepszają tę odporność ze wzrastającą ilością dodatku stopowego stopniowo i wyraźnie. Wpływ ich polega początkowo na stabilizacji węglika żelaza, a przy pewnej granicznej zawartości pierwiastka w stali, po zniknięciu z osnowy węglika żelaza i pojawieniu się węglika swobodnego danego pierwiastka, odporność na działanie niszczące wodoru jest zupełna.

W a n a d, **t y t a n**, **c y r k o n** i **n i o b**, należące do bardzo energicznie karbidotwórczych pierwiastków polepszają początkowo odporność nieznacznie i dopiero po przekroczeniu pewnej zawartości granicznej, zależnej od zawartości węgla w stali, ma miejsce nagły i bardzo wyraźny wzrost odporności.

Stale chromowe mają jeszcze tę zaletę, że zachowują się dobrze przy przeróbce plastycznej na gorąco co jest niezmiernie ważnym przy pro-

dukcyj rur bez szwu sposobem *Mannesmanna* i na prasach kuźniczych. Przy zawartościach ponad 3% Cr stwierdzamy również wyraźny wpływ na odporność przeciwko utlenieniu. W pewnych warunkach pracy urządzenia, stosuje się również dodatek krzemu i glinu, które podnoszą również odporność na utlenianie.

Rozwój stali w przemyśle materiałów pędnych

Do roku 1920 przerabiano olej mineralny prostym sposobem frakcyjnej destylacji w temperaturach niżej 450°C. Krakingowanie różni się od sposobu frakcyjnej destylacji tym, że tworzy nowe związki chemiczne (nie znajdujące się jako części składowe w oleju mineralnym) przez zastosowanie wyższych ciśnień i temperatur. W związku z rozwojem coraz to nowocześniejszych metod produkcji materiałów pędnych, tworzywa podlegały coraz to wyższym obciążeniom będąc narażone na działanie wyższych temperatur a tym samym i na cięższe warunki korozji chemicznej. Nowoczesny przemysł chemiczny materiałów pędnych jest zbudowany z kompleksu autoklawów, rur, przewodów, wentyli i armatury pomocniczej połączonej jako całość w procesie fabrykacyjnym. Sercem całej aparatury są piece — autoklawy, w których odbywa się proces rozszczepiania — dysocjacji.

Stali o zawartości 14 ÷ 18% Cr, posiadającej dobrą odporność chemiczną i odporność na tworzenie się zgorzeli, nie używano długo, ponieważ okazała się za kosztowną, wykazując po pewnym czasie służby objawy kruchości, występujące szczególnie w przerwach ruchowych, przy ochładzaniu urządzenia do temperatury otoczenia, celem przeprowadzenia naprawy i procedury czyszczenia urządzenia.

W roku 1928 użyto po raz pierwszy stali chromo-niklowej austenitycznej typu 18/8 nie wykazującej wyżej wspomnianej kruchości, odznaczającej się jednak wysokimi kosztami produkcji; stal ta była szczególnie odporna przy przerabianiu oleji mineralnych kwaśnych.

W roku 1930 następuje przełom w stosowaniu stali i po przeprowadzeniu prób laboratoryjnych, użyto po raz pierwszy stali chromowej o zawartości 5% Cr; wyżej stopowe gatunki były wtedy stosowane jedynie do wyrobu przewodów odprowadzających silnie korodujące produkty procesów przetwórczych. Na odlewy używano stali o zawartości 5% Cr i 1% W. Nieco później zastosowano stal o zawartości 5% Cr i 0,5% Mo. Odlewy obrabiano cieplnie przez normalizowanie. Molibden usuwał kruchość odpuszczania stali chromowych i chromo-wolframowych. Rozwinięto później cały szereg stali chromowych z zawartością 1 ÷ 3% Cr i zawartością węgla od 0,1 ÷ 0,2%, używając je w stanie wyżarzonym. Niektóre z nich posiadały dodatki chromu i glinu dla zwiększenia odporności na tworzenie się zgorzeli.

W latach 1930 ÷ 40, w których nastąpił znaczny rozwój przemysłu materiałów pędnych,

przy zastosowaniu coraz to większych jednostek, przerabiających kwaśne surowce bogate w siarkę, korozja stała się problemem występującym na pierwszy plan. Gorące, kwaśne surowce wymagały podwyższenia zawartości chromu. Pierwszym krokiem było zastosowanie stali o zawartości 9% Cr; ze względów finansowych obniżono następnie zawartość do 7%. Obecnie oba gatunki z dodatkiem molibdenu są materiałami standardowymi wskazującymi wielokrotnie wyższą odporność od stali nisko stopowej. W przypadku stosowania dodatku wanadu, ze względu na duży i dodatni wpływ wanadu, zawartość chromu może być obniżona do 6% (patrz dalej tablica I). Dla celów specjalnych używa się, gdzie to jest koniecznością, stali chromo-niklowej austenicznej typu 18/8. Wszystkie obecnie stosowane gatunki stali posiadają od 0,10 ÷ 0,30% węgla, podstawowym składnikiem stopowym pozostał chrom i molibden. Wolfram i wanad jako dodatki uzupełniające używa się tam, gdzie warunki pracy, szczególnie w procesie hydrogenacji węgla są najcięższe.

Tablica I podaje orientacyjny skład chemiczny stali, używanych przy produkcji materiałów pędnych, przez concern chemiczny I. G. Farbenindustrie (Hydriewerk Leuna k. Magdeburga). Przeszły one próbę praktyczną w okresie szeregu lat w najtrudniejszych warunkach pracy, przy produkcji benzyny syntetycznej metodą hydrogenacji węgla wg pomysłu *Bergiusa*.

Stale podane w tablicy I używane są z wielkim powodzeniem również przy metodach pracy w łagodniejszych warunkach a więc: do konstrukcji aparatury procesu „krakingowania“, procesu „Fischera — Tropfcha“ destylacji frakcyjnej itp., to znaczy tam, gdzie mamy do czynienia z korozją chemiczną, wodorową, siarkowodorową w temperaturach wysokich, przy zastosowaniu bardzo wysokich ciśnień.

Stale podano w kolejności ich odporności chemicznej, przy czym stal N10 jest gatunkiem najbardziej odpornym przeciwko niszczącemu

TABLICA I.
Skład chemiczny stali stosowanych przy produkcji materiałów pędnych

Gatunek*)	Skład chemiczny w %							
	C	Mn	Si	Cr	W	Mo	V	Ni
N10	0,19	0,60	0,35	3,00	0,33	0,35	0,80	—
N9	0,19	0,60	0,35	3,00	—	0,45	0,45	—
N8	0,19	0,60	0,35	3,00	0,55	0,55	—	—
N6	0,15	0,60	0,35	6,25	—	0,35	0,15	—
N5	0,10	0,60	0,35	3,00	—	0,35	—	—
N3	0,25	0,60	0,35	1,20	—	0,35	—	—
N2	0,18	0,60	0,35	1,20	—	—	0,45	—
N1	0,28	0,80	0,35	3,00	—	—	—	—
D3	0,18	0,60	0,35	1,20	—	—	0,25	—
D2	0,18	0,60	0,35	1,20	—	—	—	—
D1	0,18	0,60	0,35	—	—	0,25	—	—
18/8	max 0,10	0,60	0,60	18÷20	—	—	—	8÷10

*) Oznaczenia gatunków ustalone dowolnie przez autora.

działaniu wodoru. Gatunek N6 z zawartością 6% Cr posiada najwyższą odporność na działanie siarkowodoru, mniejszą natomiast na działanie wodoru.

Przy doborze gatunku należy się oczywiście kierować warunkami pracy danej części składowej urządzenia. Wybór gatunku musi być dokonany z największą starannością, po bardzo dokładnym przestudiowaniu warunków pracy danej części konstrukcyjnej. Zaznaczyć należy, że powierzchowne traktowanie wyboru stali może być brzemienne w skutkach. Stal 18/8 podano tylko dla uzupełnienia tablicy; stal ta chociaż najlepsza nie znajduje zastosowania poza niektórymi wyjątkami, ze względów finansowych. Temperatury kucia i obróbki cieplnej podaje tablica II.

Stali 18/8, typu austenicznego, używa się dla nadania jej najlepszej odporności na korozję chemiczną wyłącznie w stanie hartowanym.

TABLICA II.
Temperatura kucia i obróbka cieplna stali z tabl. I

Gatunek	Kucie °C	Wyżarzanie zupełnie °C	Normalizowanie °C	Hartowanie		Odpuszczanie °C
				grzanie °C	Chłodzenie	
N10	1150 ÷ 900	760 ÷ 780	940 ÷ 960	950 ÷ 1000	pow. lub woda	550 ÷ 650
N9	1150 ÷ 900	760 ÷ 780	920 ÷ 940	950 ÷ 1000 980 ÷ 1020	pow. lub woda pow.	550 ÷ 650 —
N8	1150 ÷ 900	760 ÷ 780	920 ÷ 940	950 ÷ 1000 980 ÷ 1020	pow. lub woda pow.	550 ÷ 650 —
N6	1100 ÷ 900	780 ÷ 800	940 ÷ 960	950 ÷ 980	pow. lub woda	550 ÷ 650
N5	1100 ÷ 900	760 ÷ 780	920 ÷ 940	950 ÷ 1000	pow. lub woda	550 ÷ 650
N3	1100 ÷ 850	720 ÷ 740	900 ÷ 920	920 ÷ 940	olej lub woda	550 ÷ 650
N2	1100 ÷ 850	720 ÷ 740	900 ÷ 920	920 ÷ 940	olej lub woda	550 ÷ 650
N1	1100 ÷ 900	760 ÷ 780	920 ÷ 940	950 ÷ 1000	olej lub woda	550 ÷ 650
D3	1100 ÷ 850	720 ÷ 740	900 ÷ 920	920 ÷ 940	olej lub woda	550 ÷ 650
D2	1100 ÷ 850	720 ÷ 740	900 ÷ 920	920 ÷ 930	olej lub woda	550 ÷ 650
D1	1100 ÷ 850	680 ÷ 700	880 ÷ 900	900 ÷ 930	woda	—
18/8	1150 ÷ 950	—	—	1050 ÷ 1080	woda	—

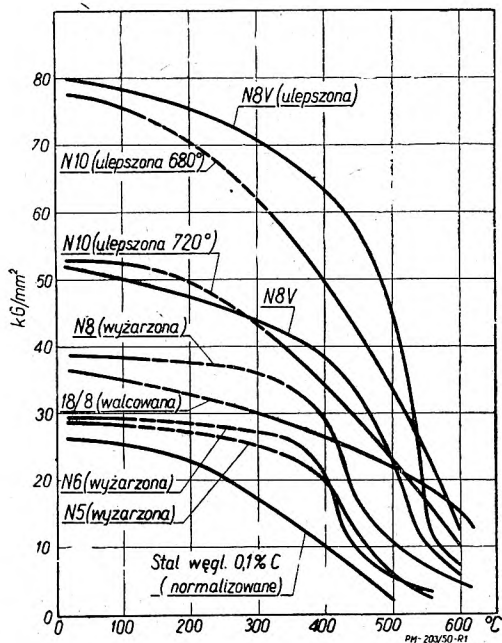
TABLICA III. Własności mechaniczne w stanie ulepszonym cieplnie

Gatunek	Sposób chłodzenia przy obróbce cieplnej	Granica płynności kG/mm ² min	Wytrzymałość kG/mm ²	Wydłużenie A ₅ % min	Przewężenie % min	Udarność Mesnager kGm/cm ² min
N10	powietrze	50	70 ÷ 85	14	40	wzdłuż 8 w poprzek 5
	olej	55	80 ÷ 98	14	40	wzdłuż 10 w poprzek 6
N9	powietrze	50	70 ÷ 85	14	40	wzdłuż 10 w poprzek 5
	olej	55	80 ÷ 95	14	40	wzdłuż 10 w poprzek 5
N8	powietrze	45	65 ÷ 80	18	40	8
N6	powietrze	35	60 ÷ 75	18	45	—
N5	olej	35	min 50	22	45	—
N3	olej	40	60 ÷ 70	15	45	5
N1	olej	40	60 ÷ 70	18	45	5

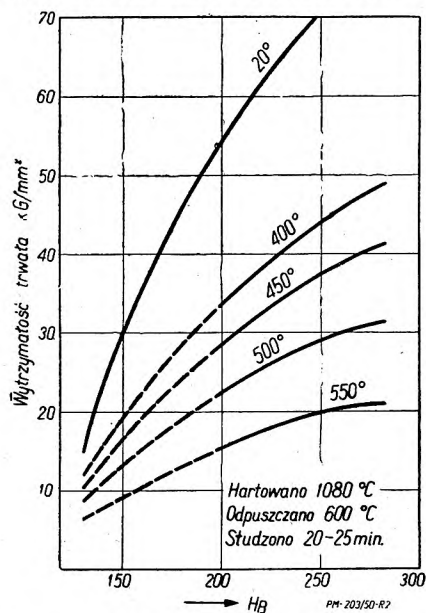
Przeróbka plastyczna stali na gorąco kuciem i walcowaniem nie sprawia, przy uwzględnieniu podanych temperatur (tablica II) większych trudności. Przy gatunkach wyżej stopowych, należy zwrócić uwagę na wolne chłodzenie po ukończeniu przeróbki plastycznej, ze względu na możliwość powstania pęknięć naprężeniowych, co przy wymiarach większych stanowi poważną stratę finansową. Autoklawy o grubości ścianki do 200 mm, w których odbywa się hydrogenacja, o wadze 100 t i więcej, przy ciężarach wlewków do 300 t kuje się bez szwu na trzpień; proces kucia wymaga dużo zręczności i do-

świadczenia. Przy ciśnieniach do 35 atm wykonuje się takie autoklawy w stanie spawanym — przy ciśnieniach wyższych bez szwu.

Proces normalizowania po kuciu bywa stosowany zazwyczaj przy wymiarach małych. Obróbka cieplna hartowaniem i odpuszczeniem



Rys. 1. Granica płynności wzgl. wytrzymałość trwałą niektórych stali zestawionych w tablicy I (w temp. pokojowej badano granicę 0,2%, między 300—400°C granicę 0,2% w próbie 3-dniowej, ponad 400°C oznaczono wytrzymałość trwałą 0,5% trwałego wydłużenia na rok, mierzoną w 1000—1100 godzinie).



Rys. 2. Wytrzymałość trwałą i twardość Brinella stali N10 w różnych temperaturach.

musi być przeprowadzona z wielką starannością przy uwzględnieniu odpowiedniej szybkości studzenia celem uzyskania właściwych cech wytrzymałościowych w granicy pełzania i odporności chemicznej w podwyższonych temperaturach.

Własności wytrzymałościowe

Rozwiązanie problemów konstrukcyjnych i wytrzymałościowych przy poszczególnych częściach składowych urządzenia chemicznego, narażonego na cały szereg zmian strukturalnych i wytrzymałościowych w czasie pracy w podwyższonych

nych temperaturach należy do najtrudniejszych zadań konstruktora i materiałoznawcy.

Laboratorium wytrzymałościowe jest w stanie zbadać tylko własności na próbkach wymiarów małych bez odtworzenia warunków pracy jakie działają na materiał w okresie dłuższym.

Części konstrukcyjne dużych wymiarów posiadają, jak wiadomo, inne własności i rozkład naprężeń niż próbka laboratoryjna. Mimo to musimy znać własności poszczególnych gatunków stali aby móc operować liczbami potrzebnymi do konstrukcyjnego rozwiązania urządzenia. Nie możemy tu operować małymi współczynnikami bezpieczeństwa, stosowanymi przy zwyczajnych konstrukcjach stalowych, lecz musimy

ten współczynnik zwiększyć wielokrotnie, chcąc się zabezpieczyć przed katastrofą urządzenia fabrycznego. Tablica III podaje własności wytrzymałościowe dla najważniejszych gatunków wymienionych w tablicy I, w odniesieniu do próbek ulepszonych cieplnie, o średnicy do 50 mm.

Własności mechaniczne w podwyższonych temperaturach, z których najważniejsze, granica płynności i wytrzymałość trwała, zestawione są na rys. 1 i 2. Własności te należy uważać za orientacyjne, gdyż cechy te zależą w dużym stopniu od składu chemicznego stali, sposobu wytopu, w szczególności od obróbki cieplnej i wymiaru.

Zagadnienie zmęczenia materiałów w ujęciu wytrzymałościowych obliczeń części maszyn (dokończenie)

Skrót referatu wygłoszonego na Konferencji Wytrzymałościowej SIMP

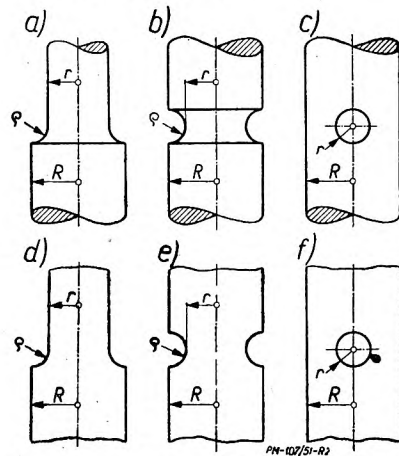
Prof. dr inż. WACŁAW MOSZYŃSKI

3. Stańmy na gruncie sprawdzającego obliczenia zmęczeniowego dowolnej części maszynowej, pod każdym względem całkowicie określonej. Jest przy tym rzeczą obojętną, czy została ona zaprojektowana całkowicie na wycucie, czy też na podstawie wstępnych zgrubnych obliczeń, i to bądź opartych na założeniach elementarnej wytrzymałości i owych współczynników dopuszczalnych naprężeń k' , k'' i k''' , oraz w razie potrzeby — dowolnej hipotezy wyteżeniowej, bądź też opartych na wstępnych obliczeniach zmęczeniowych przy tymczasowym założeniu na wycucie niektórych koniecznych współczynników.

Mamy więc założony przedmiot o całkowicie określonych wymiarach, zarówno ogólnych, jak i szczegółowych, ściśle wyznaczających kształt i wymiary wszelkich nieciągłości przekroju tworzących karby. Wszystko to określa nam w sposób wyczerpujący dwa ważne czynniki: kształt przedmiotu i jego wymiary. Ponieważ obliczenie sprawdzające dotyczyć będzie z góry wyznaczonych przekrojów przedmiotu, które uznamy za niebezpieczne, ważnym dla nas jest kształt przedmiotu w bezpośrednim sąsiedztwie owych przekrojów. W stosunku do każdego z nich kształt ten określimy, porównując przedmiot z typową próbką wzorcową, posiadającą ten sam kształt przekroju i tę samą postać karbu. Przedmiot jest najczęściej prętem prostym o przekroju okrągłym lub prostokątnym, jego zaś nieciągłość najczęściej jest symetrycznym odsadzeniem lub wtczeniem, rzadziej wzdłużnym rowkiem lub poprzecznym przewierceniem (rys. 2). W tych przypadkach kształt przedmiotu określamy ilościowo przy pomocy dwóch parametrów bezwymiarowych, będących stosunkami ρ/r i R/r , przy czym ρ jest promieniem krzywizny dna karbu, r jest promieniem lub połową szerokości przekroju niebezpiecznego, a R jest tym samym sąsiedniego przekroju — tuż poza obszarem karbu. Jeżeli nieciągłość utworzona jest przez po-

przezne przewiercenie, wystarcza tylko jeden stosunek R/r , przy czym r jest w tym przypadku promieniem otworu.

Z kolei powinniśmy znać materiał przedmiotu i jego stan wynikający z obróbki cieplnej, oraz stan jego powierzchni w miejscach karbu, wynikający z obróbki mechanicznej lub z oczekiwanej w czasie pracy korozji.



Rys. 2. Typowe przykłady nieciągłości przekrojów prętów (prostych o przekrojach kołowych (a-c) i prostokątnych d-f): odsadzenia (a i d), wtczenia (b) lub obustronnych wrębów (e) oraz przewiercenia (c i f).

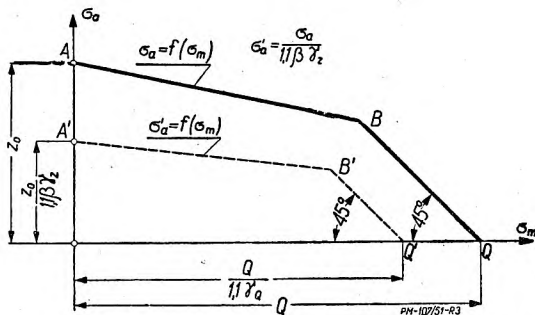
Wszędzie powinniśmy dokładnie znać warunki obciążenia rozpatrywanych przekrojów niebezpiecznych, wliczając w to wszelkie nadwyżki dynamiczne, by móc na tej podstawie obliczyć najwyższe występujące w tych przekrojach naprężenia: nominalne, normalne i styczne, posługując się przy tym znanymi wzorami zaczerpniętymi z wytrzymałości elementarnej. Rozróżnić musimy przy tym dwa przy-

1. obciążeń prostych, a więc czystego rozciągania i ściskania (przy wyłączeniu wyboczenia), zwykłego zginania lub czystego skręcania;

2. obciążeń złożonych z dwóch lub więcej powyższych obciążeń prostych działających jednocześnie!

Zredukowany wykres zmęczeniowy (rys. 3), odtwarzający dopuszczalne nominalne naprężenie uchyle-

niowe $\sigma'_a = \frac{\sigma_a}{1,1 \beta \cdot \gamma_z}$ lub $\tau'_a = \frac{\tau_a}{1,1 \beta' \cdot \gamma'_z}$ z funkcji nominalnych naprężeń średnich σ_m lub τ_m jest właściwym narzędziem pracy przy zmęczeniowych obliczeniach sprawdzających. Załóżmy, iż sprawdzany przekrój niebezpieczny poddany jest działaniu zmiennego obciążenia $P = P_m \pm P_a$ kG, wywołującego w nim czyste rozciąganie i ściskanie, lub $M = M_m \pm M_a$ kG cm, wywołującego w nim czyste zginanie, albo $M' = M_m \pm M'_a$ kGcm, wywołującego czyste skręcanie.



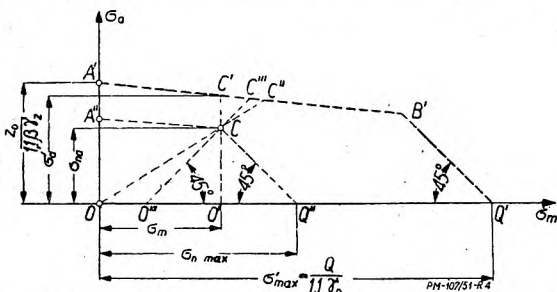
Rys. 3. Tworzenie zredukowanego wykresu zmęczeniowego $\sigma'_a = f(\sigma_m)$ na podstawie właściwego wykresu zmęczeniowego $\sigma_a = f(\sigma_m)$.

Wywołane nimi naprężenia nominalne będą równe $\sigma = \sigma_m \pm \sigma_{na}$ kG/cm² albo $\tau = \tau_m \pm \tau_{na}$ kG/cm², gdzie

$$\sigma_m = \frac{P_m}{F} \text{ lub } \frac{M_m}{W_x} \text{ i } \sigma_{na} = \frac{P_a}{F} \text{ lub } \frac{M_a}{W_x},$$

$$\text{albo } \tau_m = \frac{M'_m}{W_a} \text{ i } \tau_{na} = \frac{M'_a}{W_o}.$$

Danym warunkom obciążenia odpowie na zredukowanym wykresie zmęczeniowym punkt C leżący wewnątrz wykresu. Im leżeć będzie on dalej od zamykającej go zewnętrznie łamanej linii AB (rys. 4), tym



Rys. 4. Różne możliwe sposoby wyznaczania rzeczywistego współczynnika bezpieczeństwa δ_z i δ_Q

większy będzie zapas bezpieczeństwa, iż nieprzewidziane i nie objęte obliczeniem nadwyżki obciążeń nie

spowodują przekroczenia dopuszczalnych naprężeń i przedczesnego zniszczenia danej części maszyny. Zawsze bowiem musimy się liczyć z owymi nadwyżkami, wynikającymi czy to z powodu przeciążeń, czy też niedość ścisłego rachunkowego ujęcia obciążeń. Zwykle ujmujemy to, wprowadzając do obliczeń rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa δ_z przy obciążeniach zmiennych lub δ_Q — przy obciążeniach stałych. Gdyby punkt C leżał na łagodnie pochylonej części wykresu, wówczas byłoby $\delta_z = 1$, gdyby zaś leżał na stromej zamykającej części wykresu, wówczas byłoby $\delta_Q = 1$. Zachodzi teraz pytanie, jak określić ilościowo owe współczynniki, jeżeli punkt C leży wewnątrz wykresu? Wszystko zależy od umowy.

Możemy umówić się, iż przyjmować będziemy:

$$\delta_z = \frac{\sigma'_a}{\sigma_{na}} = \frac{O'C'}{O'C} \text{ oraz } \delta_Q = \frac{\sigma'_{max}}{\sigma_{nmax}} = \frac{OQ'}{OQ''} \quad [1]$$

Zgodnie z przyjętą zasadą redukcji wykresu, odpowiadałoby to jak gdyby dalszej jego redukcji do rozmiarów $A''CQ''$ i wyznaczania rzeczywistych współczynników bezpieczeństwa, jako stosunków odpowiadających im wartości naprężeń wahadłowych $\frac{OA'}{OA''}$

lub stałych $\frac{OQ'}{OQ''}$. Należy jednak pamiętać, iż tak

ujęty współczynnik δ_z nie będzie na ogół równoważny stosunkowi $\frac{P'}{P}$ obciążeń, gdzie P' jest obciążeniem

przy którym punkt C znalazłby się na linii $A'B'$ zredukowanego wykresu, P zaś jest obciążeniem rzeczywistym.

Jeżeli zachodzi proporcjonalność obciążeń i naprężeń oraz dla $P = 0$ naprężenia σ_m i σ_{na} są także

równe zero, to wówczas mielibyśmy $\frac{P'}{P} = \frac{OC''}{OC}$.

Gdyby zaś rozpatrywany przekrój pozostawał pod wstępnym obciążeniem P_o , właściwe zaś obciążenie zewnętrzne P , działając zgodnie z P_o , byłoby tętniące, uzyskalibyśmy ogólnie wypadkowe obciążenie o słabym tętnie, zmieniając się od $P_{min} = P_o$ do $P_{max} = P_o +$

$$+ \psi P, \text{ gdzie } \psi \leq 1 \text{ wobec czego byłyby } P_m = P_o + \frac{\psi}{2} \cdot P$$

$$\text{ i } P_a = \frac{\psi}{2} \cdot P, \text{ a więc } \sigma_m = \sigma_o + \frac{\psi}{2} \sigma \text{ i } \sigma_{na} = \frac{\psi}{2} \sigma,$$

czemu odpowiada prosta $O'''CC'''$ tworząca z osią $O\sigma_m$ kąt 45°.

W tym więc przypadku stosunek $\frac{P'}{P}$ byłby równy

$$\text{stosunkowi } \frac{O'''C'''}{O'''C}.$$

Te trzy różne sposoby ujmowania rzeczywistego współczynnika bezpieczeństwa δ_z nieraz są źródłem nieporozumień. Unikniemy ich, jeżeli przyjmiemy, iż współczynniki δ_z i δ_Q rozumiemy będziemy w sposób zgodny z zależnościami [1], pamiętając, iż nie wyznaczają one zapasu bezpieczeństwa w stosunku do obciążeń. Jak widzimy z rys. 4, różnice między rozmaicie

1) Opuszczamy tu znaczną część referatu, odsyłając czytelnika do p. 3—6 artykułu „Wytrzymałość zmęczeniowo-kształtowa części maszynowych”, ogłoszonego w „Przeglądzie Mechanicznym” 1950 r. str. 230.

rozumianymi rzeczywistymi współczynnikami bezpieczeństwa są tym mniejsze, im mniejszy jest ów zapas tj. im bliżej linii $A'B'$ leży punkt C , oraz im bliżsi jesteśmy obciążeniom wahadłowym, tzn. im bliżej osi rzędnych $O\sigma_a$ leży punkt C .

4. Nie można poprzestać na powyższym treściwym omówieniu obliczania części maszynowych poddanych obciążeniom zmiennym, pomijając naprężenia złożone, zachodzące znacznie częściej w konstrukcjach maszynowych, niż przypadki czystego rozciągania — ściskania lub zginania, albo skręcania.

Ogólną zasadą, jaką kierujemy się w przypadku zmęczeniowych obliczeń przy naprężeniach zmiennych, jest założenie, iż obowiązują tu te same sposoby składowania naprężeń i wyznaczania wyteżenia materiału, jakimi posługujemy się w przypadku naprężeń złożonych wywołanych obciążeniami stałymi. Obowiązującą tam *zasadę jednościi miejsca*, pozwalającą na składowanie naprężeń występujących jedynie w tym samym punkcie rozpatrywanego przekroju, uzupełnić tu musimy *zasadą jednoczesności*, w myśl której składać możemy, oczywiście, te naprężenia tylko w ich jednoczesnych chwilowych wartościach. Jeżeli składane naprężenia wywołane są przez jedno i to samo obciążenie, np. przez wzdłużną siłę mimośrodową lub skośną siłę leżącą w płaszczyźnie osi prostej pręta, wywołującą jego rozciąganie i zginanie, albo przez poprzeczną siłę mimośrodową, wywołującą zginanie i skręcanie pręta, albo wreszcie przez skośną siłę mimośrodową, wywołującą wszystkie trzy rodzaje naprężeń, wówczas wszystkie naprężenia zmienne są trwale jednoczesne. Jest to przypadek najprostsz, bowiem wszystkie naprężenia mają nie tylko ten sam charakter zmienności, ale i tę samą wartość *nominalnego współczynnika stałości* κ_n . Jeżeli jednak, jak to najczęściej ma miejsce, naprężenia składowe wywołane są przez różne obciążenia, zwykle od siebie niezależne, wówczas sprawa wikła się wydatnie. Obciążenia składowe mogą np. mieć odmienny charakter, a więc być jedne stałe lub tętniące inne tętniące lub wahadłowe, przy odmiennych wartościach współczynnika stałości κ_n ; poza tym mogą być *współokresowe* lub *różnokresowe*, jeżeli — przy tej samej wartości okresu T sek — są zgodne w fazie lub też przesunięte; odpowiadające temu *przesunięcie* φ wyrażone jako ułamek okresu, odgrywa b. dużą rolę, jak zresztą i sam przebieg zmienności obciążeń w czasie $P = f(t)$.

W przypadku *współokresowości* wystarcza złożenie naprężeń w jednej tylko chwili okresu, gdy wszystkie naprężenia składowe osiągną swe wartości najwyższe. Jeżeli jednak przesunięcie fazy jest różne od zera, wówczas powinno się zbadać stan wyteżenia w szeregu chwil okresu, w sąsiedztwie tych, w których oczekiwac możemy jego maximum i na tej podstawie, najlepiej w drodze interpolacji wykreslnej, wyznaczyć owe maximum. Jeżeli obciążenia składowe są *różnokresowe*, przy czym stosunek T_1/T_2 ich okresów wyraża się w sposób ścisły ułamkiem dwóch niewielkich liczb całkowitych m_2/m_1 , możemy wtedy rozpatrywać zmienność obciążeń na przestrzeni całego wypadkowego okresu $T = m_1T_1 = m_2T_2$ i tym sposobem wyznaczyć maximum wyteżenia. Jeżeli stosunek T_1/T_2 nie spełnia powyższego warunku, albo choć jedno z obciążeń nie wykazuje prawidłowej okresowości, sprawa

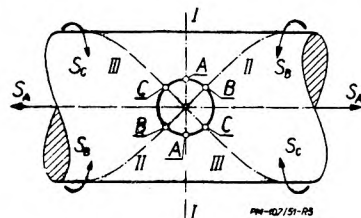
znacznie upraszcza się, gdyż możemy bezpośrednio składać maxima naprężeń.

Co do zasady jednościi miejsca możemy stwierdzić, iż spełnia się ona niemal zawsze¹⁾. Jeżeli nawet zachodzą w tym pewne niewielkie rozbieżności, nie ma to wielkiego znaczenia, gdyż maxima rozkładu naprężeń według zarysu karbu są stosunkowo łagodne; skupiając je więc w jednym punkcie popełniamy bardzo niewielki błąd i to na korzyść pewności obliczeń.

Mimoходом należy tu zauważyć, iż jednościi miejsca nie stanowi o jednakowej skuteczności danej postaci karbu nawet przy teoretycznie równych wartościach współczynnika kształtu a_k . Np. wszelkie nieciągłości obrotowe, jak odsadzenia lub obrączkowe wtoczenia, są o wiele groźniejsze przy rozciąganiu i ścisaniu lub przy zginaniu, niż przy skręcaniu; i przeciwnie — osadzenie lub karb w postaci rowka, przebiegające na powierzchni walcowego pręta wzdłuż linii śrubowej o kącie nachylenia około 45° , byłyby o wiele groźniejsze w przypadku skręcania, niż przy rozciąganiu i ścisaniu, lub przy zginaniu. Wynika to stąd, iż pęknięcia zmęczeniowe przebiegają zawsze prostopadle do kierunku największych naprężeń rozciągających. Jeżeli kierunek karbu pokrywa się z kierunkiem możliwego pęknięcia, wówczas pierwszy zaczątek powstałego pęknięcia ma najkorzystniejsze warunki dalszego rozwijania się, rodząc nowy, niezwykle ostry i groźny karb w postaci głębokiej rysy, rozszerzającej się ze wznoszącą szybkością. Jeżeli zaś kierunek pierwszego pęknięcia jest niezgodny z kierunkiem geometrycznego osłabienia wywołanego obecnością karbu, wówczas rozszerzenie się tego pęknięcia wprowadza je poza obszar spiętrzenia naprężeń i dalsze rozwijanie rysy może zostać zahamowane.

Jakkolwiek ilościowe ujęcie wpływu wzajemnego położenia kierunków nieciągłości i oczekiwanych pęknięć jest trudne, wobec braku odpowiednich danych doświadczalnych, tym nie mniej należy na te rzeczy zwrócić baczną uwagę. W świetle tych spostrzeżeń staje się zrozumiałe, iż w przypadku rowków wpustowych zamkniętych²⁾ niebezpieczne są właściwie tylko ich zaokrąglone części końcowe; stąd wniosek, iż rowki półotwarte są zmęczeniowo znacznie lepsze od rowków zamkniętych³⁾.

¹⁾ Wyjątkiem są karby nieobrotowe w stosunku do osi przedmiotu, np. poprzeczne przewiercenia gładkiego wałka, gdzie szczytowe naprężenia przy rozciąganiu i ścisaniu lub zginaniu występują w punktach A leżących w płaszczyźnie prostopadłej do osi przedmiotu, a przy skręcaniu — w punktach B i C — na liniach śrubowych, zakreślonych na powierzchni przedmiotu i tworzących z jego osią kąt wynoszący około 45° (rys. 5).



Rys. 5. Przypadek karbu utworzonego przez poprzeczne przewiercenie okrągłego wałka.

²⁾ Frezowanych frezami palcowymi w przeciwieństwie do rowków półotwartych (gubionych), frezowanych frezami krążkowymi.

³⁾ Opuszczamy zakończenie referatu, odsyłając Czytelnika do p. 7 i 8 artykułu ogłoszonego w „Przeglądzie Mechanicznym”, 1950 r., str. 230 i do sprostowania — str. 29 z 1951 r.

Wpływ stanu napięcia na przejście materiału w stan plastyczny (dokończenie)

Skrót referatu wygłoszonego na Konferencji Wytrzymałościowej SIMP

Mgr inż. TADEUSZ PEŁCZYŃSKI

D. Gwiazda naprężeń

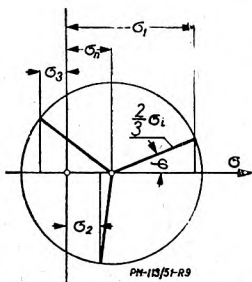
Podobnie jak dla odkształceń, możemy wyprowadzić również wzory dla naprężeń w postaci

$$\sigma_1 = \sigma_n + \frac{2}{3} \sigma_i \cos \varphi, \quad \sigma_2 = \sigma_n + \frac{2}{3} \sigma_i \cos (\varphi + 240^\circ),$$

$$\sigma_3 = \sigma_n + \frac{2}{3} \sigma_i \cos (\varphi + 120^\circ),$$

gdzie $\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$

$$\text{i } \sigma_i = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2},$$



oraz wykreślić gwiazdę naprężeń, przedstawioną na rys. 9; środek jej odległy jest o σ_n od początku układu osi, ramiona zaś mają długość $\frac{2}{3} \sigma_i$, tworzą z osią $O\sigma$ kąty $\varphi, \varphi + 120^\circ$ i $\varphi + 240^\circ$.

Rys. 9. Gwiazda naprężeń. $\sigma_1 = \sigma_n + \frac{2}{3} \sigma_i \cos \varphi$

$$\sigma_2 = \sigma_n + \frac{2}{3} \sigma_i \cos (\varphi + 240^\circ)$$

$$\sigma_3 = \sigma_n + \frac{2}{3} \sigma_i \cos (\varphi + 120^\circ)$$

gdzie $\sigma_n = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3}$

$$\text{i } \sigma_i = \frac{\sqrt{2}}{2} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}$$

Podobnie jak dla odkształceń możemy wykreślić gwiazdę naprężeń (rys. 9).

Wartości największych naprężeń stycznych wynoszą:

$$\tau_{12} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{1}{3} \sigma_i [\cos \varphi - \cos (\varphi + 240^\circ)] = \frac{\sigma_i}{\sqrt{3}} \sin (\varphi + 120^\circ)$$

$$\tau_{23} = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{2} = \frac{1}{3} \sigma_i [\cos (\varphi + 240^\circ) - \cos (\varphi + 120^\circ)] = \frac{\sigma_i}{\sqrt{3}} \sin \varphi$$

$$\tau_{31} = \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{2} = \frac{1}{3} \sigma_i [\cos (\varphi + 120^\circ) - \cos \varphi] = \frac{\sigma_i}{\sqrt{3}} \sin (\varphi + 240^\circ)$$

Na rys. 9a wartości τ_{12}, τ_{23} i τ_{31} przedstawione są jako rzuty gwiazdy trójkątnej na oś rzędnych. Ramiona gwiazdy są równe $\frac{\sigma_i}{\sqrt{3}}$ zaś kąt skręcenia gwiazdy jest równy φ .

Rys. 9a podaje więc jednocześnie wartości naprężeń głównych jako rzuty ramion gwiazdy o długości $\frac{2}{3} \sigma_i$

na oś $O-\sigma$, oraz wartości maksymalnych naprężeń tnących jako rzuty ramion gwiazdy o długości $\frac{\sigma_i}{\sqrt{3}}$ na oś $O-\tau$.

Ze wzoru $\tau_{23} = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{2} = \frac{\sigma_i}{\sqrt{3}} \sin \varphi$,

otrzymamy $\sin \varphi = \frac{\sqrt{3} (\sigma_2 - \sigma_3)}{2 \sigma_i} = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{\sqrt{6} \tau_n}$;

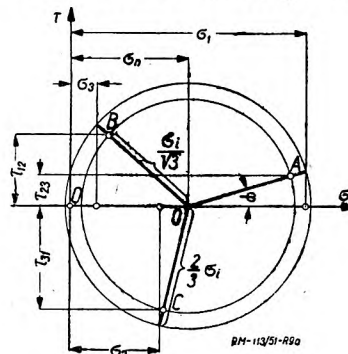
gdzie $\tau_n = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}$

jest wartością naprężenia tnącego w płaszczyźnie oktaedru.

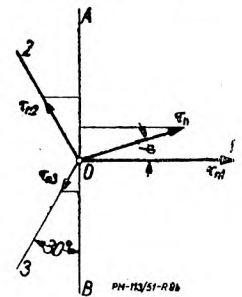
Na rys. 9b proste 1, 2 i 3 są rzutami głównych kierunków σ_1, σ_2 i σ_3 na płaszczyznę oktaedru zaś τ_{n1}, τ_{n2} i τ_{n3} są składowymi naprężeń tnących równych odpowiednio:

$$\tau_{n1} = \frac{\sigma_1 \sqrt{2}}{3}; \quad \tau_{n2} = \frac{\sigma_2 \sqrt{2}}{3}; \quad \tau_{n3} = \frac{\sigma_3 \sqrt{2}}{3}.$$

Jeżeli przez φ oznaczymy kąt jaki tworzy wypadkowa naprężeń tnących τ_n z dodatnim zwrotem rzutów



Rys. 9a.



Rys. 9b.

głównych kierunków σ_1, σ_2 i σ_3 to rzutując τ_n oraz τ_{n1}, τ_{n2} i τ_{n3} na prostą AOB otrzymamy:

$$\tau_n \sin \varphi = \tau_{n2} \cos 30^\circ - \tau_{n3} \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} (\tau_{n2} - \tau_{n3}) = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} (\sigma_2 - \sigma_3),$$

skąd $\sin \varphi = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{\sqrt{6} \tau_n}$.

Porównując otrzymamy wynik z wartością na $\sin \varphi$ wyprowadzoną poprzednio, dochodzimy do wniosku, że kąt φ jest kątem jaki tworzy w płaszczyźnie oktaedru wypadkowa naprężeń tnących z dodatnimi zwrotami kierunków głównych naprężeń.

II. ANALIZA SZCZEGÓLNYCH RODZAJÓW OBCIĄŻEŃ

Na podstawie podanych wzorów i wykresów rozpatrzmy parę ważniejszych rodzajów obciążań.

A. Jednoosiowe rozciąganie

Dla tego rodzaju obciążenia odkształcenia wynoszą:

$$\epsilon_1 = \epsilon, \quad \epsilon_2 = \epsilon_3 = -\mu \epsilon,$$

zaś naprężenia

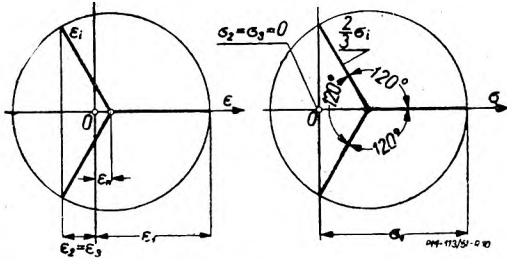
$$\sigma_1 = \sigma, \quad \sigma_2 = \sigma_3 = 0;$$

ze schematu odkształceń, jak również i naprężeń wynika, że $\delta = -1$, $\cos \varphi = 1$,

$$\epsilon_n = \frac{\epsilon}{3} (1 - 2\mu) \text{ i } \epsilon_i = \frac{2}{3} \epsilon (1 + \mu);$$

dla $\mu = 0,3$ znajdujemy $\epsilon_n = \frac{2}{15} \epsilon$ i $\epsilon_i = \frac{13}{15} \epsilon$;

dla naprężeń $\sigma_n = \frac{\sigma}{3}$ i $\sigma_i = \sigma$.



Rys. 10. Gwiazdy odkształceń i naprężeń przy jednoosiowym rozciąganiu.

Kąt α pochylenia prostej OB (rys. 8) znajdziemy ze wzoru

$$\text{ctg } \alpha = \frac{\sigma_n}{\sigma_i} = \frac{1}{3}.$$

Gwiazdy odkształceń i naprężeń przyjmują położenie, jak na rys. 10.

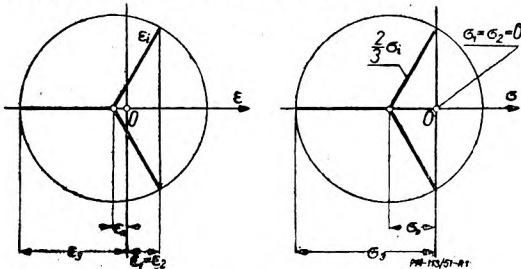
B. Jednoosiowe ściskanie

W tym przypadku mamy $\epsilon_1 = \epsilon_2 = \mu\epsilon$, $\epsilon_3 = -\epsilon$, $\sigma_1 = \sigma_2 = 0$, $\sigma_3 = -\sigma$, $\delta = 1$, $\cos \varphi = 0,5$,

$$\epsilon_n = -\epsilon \frac{1 - 2\mu}{3}, \text{ i } \epsilon_i = 2\epsilon \frac{1 + \mu}{3},$$

$$\sigma_n = -\frac{\sigma}{3}, \text{ i } \sigma_i = \sigma, \text{ ctg } \alpha = -\frac{1}{3}.$$

Dla powyższych warunków gwiazdy odkształceń i naprężeń mają położenie jak na rys. 11.



Rys. 11. Gwiazdy odkształceń i naprężeń przy jednoosiowym ścisaniu.

Ze wzoru [12] możemy obliczyć wartość naprężenia ściskającego, które spowoduje pęknięcie dające przełom rozdzielczy. W tym celu podstawiamy do wzoru [12] $\sigma_1 = \sigma_2 = 0$, $\sigma_3 = \sigma$ i $\cos \varphi = 0,5$,

otrzymując $\frac{1 - 2\mu}{3} (-\sigma) + \frac{1 + \mu}{3} \sqrt{2} \sqrt{2\sigma^2} \cdot \frac{1}{2} = R_0$

$$\text{i stąd } \sigma = \frac{R_0}{\mu}.$$

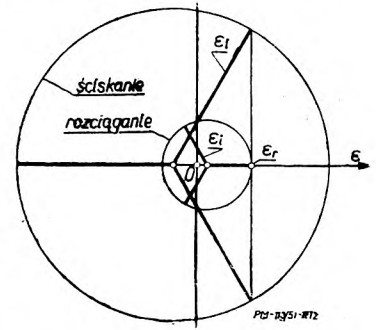
Wynik ten łatwo przedstawić wykreślenie przy pomocy gwiazdy odkształceń przy rozciąganiu i ścisaniu odpowiadającej chwili osiągnięcia pęknięcia (rys. 12).

W obu przypadkach, tj. przy rozciąganiu i ścisaniu, wartość maksymalnego wydłużenia wynosi ϵ_r , lecz przy ścisaniu osiągamy to tylko dzięki znacznemu

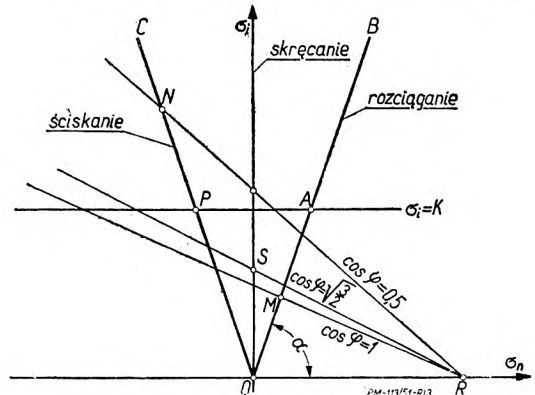
zwiększeniu długości ramion gwiazdy, tj. odkształcenia ϵ_i . Zwiększenie to jest spowodowane z jednej strony przesunięciem się środka gwiazdy w lewo z drugiej zaś strony zmienionym położeniem gwiazdy ($\cos \varphi = 0,5$).

Na rys. 13 rozciąganie przedstawia prosta OB , ściskanie prosta OC . Pęknięcie przy rozciąganiu nastąpi w punkcie M , a przy ścisaniu w punkcie N . Widzimy więc, że wartość natężenia naprężeń σ_i , odpowiadająca pęknięciu przy ścisaniu, jest znacznie wyższa niż przy rozciąganiu. Tym się tłumaczy, że materiały „kruche“, tj. posiadające przy rozciąganiu wyższą granicę plastyczności K , niż wytrzymałość na rozerwanie (rozdzielanie), przy ścisaniu przechodzą w stan plastyczny.

Na rys. 13 przypadek taki został pokazany przy pomocy prostej $\sigma_i = K$. Przy rozciąganiu, naprężenia nie mogą więc osiągnąć potrzebnej wartości natężenia naprężeń $\sigma_i = K$ odpowiadającej punktowi A , gdyż



Rys. 12. Gwiazda odkształceń przy rozciąganiu i ścisaniu w chwili pęknięcia.



Rys. 13. Przebieg naprężeń przy rozciąganiu, ścisaniu i skręcaniu.

wcześniej nastąpi pęknięcie w punkcie M . Natomiast przy ścisaniu, przy wzroście naprężeń, najpierw zostaje osiągnięty punkt P , a potem dopiero następuje pęknięcie w punkcie N .

C. Równoczesne rozciąganie oraz ścinanie i ściskanie

W przekroju działają naprężenia normalne σ oraz tnące τ . Naprężenia główne obliczamy ze wzorów

$$\sigma_1 = + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} + \frac{1}{2} \sigma, \sigma_3 = - \frac{1}{2} \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} + \frac{1}{2} \sigma \text{ i } \sigma_2 = 0;$$

wskaznik schematu naprężeń wyniesie

$$\delta = \frac{\sigma_2 - \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}}{\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}} = - \frac{\sigma}{\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}} \quad [14]$$

Podstawiając wyliczone wyżej wartości σ_1, σ_2 i σ_3 do wzoru [10] otrzymamy

$$\sigma_{sr} = \frac{(1 - 2\mu)\sigma}{3} + \frac{2}{3}(1 + \mu)\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \cdot \cos \varphi; \quad [15]$$

dla $\mu = 0,3$ znajdziemy

$$\sigma_{sr} = 0,13\sigma + 0,87\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \cdot \cos \varphi. \quad [16]$$

Wartość $\cos \varphi$ bierzemy z tablicy I, obliczywszy uprzednio według wzoru [14] wartość δ .

Odształcenia sprężyste zachodzą wtedy, jeżeli spełnione są warunki:

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} < K,$$

oraz

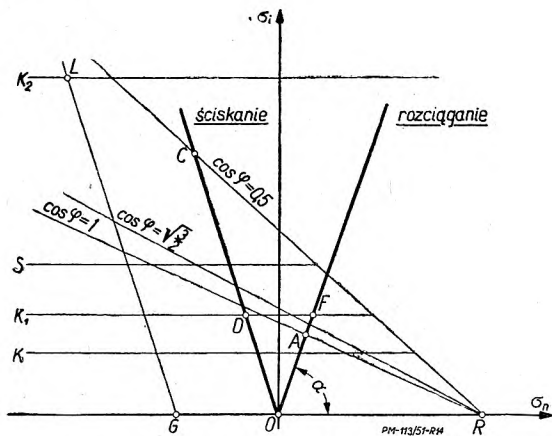
$$0,13\sigma + 0,87\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \cdot \cos \varphi < R_o;$$

wartość $\cos \varphi$ zależna jest od schematu naprężeń.

III. CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA PRZEJŚCIE MATERIAŁU W STAN PLASTYCZNY

A. Charakterystyki własności materiałów

Wykres wyteżeń granicznych na rys. 14 zawiera w sobie następujące dane charakteryzujące własności materiału:



Rys. 14. Wpływ stanu naprężenia na przejście materiału w stan plastyczny.

1. punkt R dla którego $\sigma_n = \frac{1}{1 - 2\mu} R_o$

a więc wartość zależną od stałej sprężystości μ i wytrzymałości na rozdzielenie R_o ;

2. prostą K określającą stany naprężenia, dla których zostaje osiągnięta granica plastyczności; wartość K odpowiada granicy plastyczności przy 1-osiowym rozciąganiu;

3. krzywą S określającą stany naprężenia, dla których otrzymujemy ścięcie materiału.

Ponadto na wykresie podano proste charakteryzujące sposób obciążenia oraz schemat naprężeń:

1. proste OAF i ODC przedstawiające współzależność σ_s oraz σ_n przy wzroście naprężeń i najprostszych, podanych na wykresie sposobach obciążenia;

2. z punktu R poprowadzono proste odpowiadające stanom naprężenia dla różnych schematów naprężeń; (z całej wiązki tych prostych pokazano tylko proste skrajne, odpowiadające $\cos \varphi = 1, \cos \varphi = 0,5$ oraz pośrednią dla $\cos \varphi = \frac{\sqrt{3}}{2}$).

Z zestawienia tych danych jasno wynika, że przejście materiału w stan plastyczny jest zależne od jego

własności mechanicznych i od istniejącego stanu naprężenia. Rozpatrzmy po kolei te czynniki.

B. Odporność materiału na zgniot

Wpływ własności materiału jest, jak już to zaznaczyliśmy, ujęty przez położenie punktu R oraz prostej K. Z wykresu łatwo zauważyć, że im mniejsze jest K, oraz im dalej położony jest punkt R, tj. im większa

jest wartość $\sigma_n = \frac{1}{1 - 2\mu} R_o$, tym łatwiej materiał przechodzi w stan plastyczny. I na odwrót, przy dużej wartości K oraz małej wartości $\sigma_n = \frac{1}{1 - 2\mu} R_o$,

materiał wymaga stworzenia szczególnych warunków dla przeprowadzenia go w stan plastyczny. Wartością charakterystyczną, określającą zachowanie się materiału pod względem jego odporności na przejście w stan plastyczny, nie są jednak bezwzględne wartości K oraz

$\sigma_n = \frac{1}{1 - 2\mu} R_o$, lecz ich wzajemny stosunek, który nazwiemy *odpornością na zgniot* i oznaczymy literą r. Zatem

$$r = \frac{K}{\sigma_n} = \frac{K}{\frac{1}{1 - 2\mu} R_o} = (1 - 2\mu) \frac{K}{R_o}; \quad [17]$$

$$\text{dla } \mu = 0,3, \quad r = 0,4 \frac{K}{R_o} \quad [18]$$

Dla materiału idealnie plastycznego wartość $r = 0$.

TABLICA II. Odporność różnych materiałów na zgniot

Materiał	R_r kG/mm ²	R_o kG/mm ²	K kG/mm ²	r
Braź 6% Sn	53,1	145	51	0,113
Braź 6% Sn wyżarz.	35,9	143	15	0,033
Argentan	44,8	110	24,2	0,075
Argentan wyżarzany	43,1	115	20,7	0,061
Mosiądz 40% Zn	47,9	70,0	31,9	0,155
Mosiądz 40% Zn wyżarz.	41,5	77,6	19,6	0,085
Dural	47,9	70,0	34,4	0,157
Stal 0035 (T 35)	68,7	118,0	45,8	0,155
Zamak	36,2	67,0	36,8	0,187
Zeliwo	18,3	18,3	35,6	0,856
Marmur	—	—	28,4	6,3
Piaskowiec	—	—	23,7	19,5

W tablicy II podano przybliżone wartości r dla różnych materiałów. Wartości te obliczono przyjmując jako R_o wartość rzeczywistego naprężenia w szyjce próbki w chwili zerwania. Otrzymane dane są orientacyjne.

IV. WNIOSKI KOŃCOWE

Łatwo zauważyć, że warunki przejścia materiału w stan plastyczny są tym lepsze, im większy jest kąt α prostej przedstawiającej współzależność σ_s i σ_n przy wzroście naprężeń; jak wiemy $\text{ctg } \alpha = \frac{\sigma_s}{\sigma_n}$. Ponadto

ogromną rolę odgrywa schemat istniejących naprężeń, od którego uzależnione jest położenie prostych wychodzących z punktu R, zależne od $\cos \varphi$; jest ono tym korzystniejsze, im bardziej $\cos \varphi$ zbliża się do 0,5.

Wpływ stanu naprężenia na przejście materiału w stan plastyczny wynika wyraźnie z rys. 14, na którym wykreślono proste K, K₁ i K₂ odpowiadające coraz to wy-

żej położonej granicy plastyczności. Materiał o granicy plastyczności równej K będzie się odkształcał plastycznie przy rozciąganiu, czyli, jak zwykle się powszechnie określać, będzie to materiał „plastyczny“.

Materiał posiadający granicę plastyczności równą K_1 przy rozciąganiu osiągnie wprawdzie granicę wytrzymałości na rozerwanie i pęknie bez śladów odkształceń plastycznych, (które mogłyby powstać dopiero w punkcie F), da więc przełom rozdzielnicy kruchy. Materiał taki zwykliśmy nazywać „kruchym“. Jednak ten sam materiał przy jednoosiowym ściskaniu, przy wzroście naprężeń wzdłuż prostej OC najpierw osiągnie w punkcie D granicę plastyczności, a następnie dopiero, przy dalszym wzroście naprężeń, zachodzącym w wyniku umacniania się materiału, nastąpi ścięcie lub pęknięcie dające przełom rozdzielnicy w punkcie C .

Materiał posiadający granicę plastyczności K_2 zarówno przy rozciąganiu, jak i przy ściskaniu pęknie nie przechodząc w stan plastyczny. Podobnie zachowują się takie materiały, jak marmur, piaskowiec itp. Jeżeli jednak materiały te poddamy wszechstronnemu ciśnieniu, które na wykresie zobrazujemy przy pomocy punktu G , dla którego $\sigma_n = -\frac{3p}{3} = -p$, a następnie

poddamy je dodatkowo jednoosiowemu ściskaniu przedstawionemu przy pomocy prostej GL , to w punkcie L osiągniemy granicę plastyczności i przeprowadzimy materiał w zakres odkształceń plastycznych.

Widzimy więc, że tzw. materiały „kruche“ można odkształcać plastycznie, poddając je działaniu właściwie dobranego stanu napięcia o odpowiednim schemacie naprężeń.

To samo dotyczy materiałów plastycznych, jeżeli chodzi o przejście ich w stan, w którym nastąpiłoby pęknięcie bez poprzedzającego odkształcenia plastycznego. Dla przejścia ich w stan kruchy należy w nich wytworzyć trójwymiarowy stan napięcia przy naprężeniach rozciągających, czyli uzyskać możliwie wysoką dodatnią wartość σ_n . Kąt α powinien być więc możliwie mały.

Na ogół natrafiamy na znaczne trudności w urzeczywistnieniu takiego stanu napięcia o ściśle określonym rozkładzie i wielkości naprężeń. Przy rozciąganiu okrągłej próbki z karbem u jego dna powstaje właśnie taki trójwymiarowy stan naprężeń rozciągających. Jak wykazały badania *Uzika* (5), przy odpowiednio dobranej wielkości i kształcie karbu, można uzyskać przełom rozdzielnicy na całym niemal przekroju próbki wykonanej z ciągliwego materiału. *Uzik* uważa, iż w ten sposób można określać wytrzymałości metali plastycznych na „oderwanie“.

Z powyższego omówienia wynika, że nie można mówić o plastyczności lub kruchości materiału, jako o jego niezmiennej własności gdyż jest ona zależna od chwilowego stanu napięcia. Ze względu na to, że próba jednoosiowego rozciągania jest najbardziej rozpowszechniona, przyzwyczajono się nazywać plastycznymi materiałami odkształcające się przy niej plastycznie, kruchymi zaś — dające przełom rozdzielnicy. Jak widzimy podział ten nie ma uzasadnienia. Podobnie niesłuszne jest twierdzenie, że hipoteza energii postaciowej dotyczy jedynie materiałów elastoplastycznych gdyż, jak widzimy, hipoteza ta może znaleźć zastosowanie również do materiałów „kruchych“, lecz przy odpowiednio dobranych stanach napięcia.

To samo można powiedzieć o hipotezie największego wydłużenia, która dotyczy również materiałów „plastycznych“ przy stanach napięcia posiadających dostatecznie mały kąt α pochylenia prostej odtwarzającej współzależność σ_i i σ_n .

Należy tu jednak raz jeszcze podkreślić, że chociaż obie wyżej wymienione hipotezy znajdują zastosowanie zarówno do materiałów „plastycznych“, jak i „kruchych“, to jednak hipoteza energii postaciowej określa tylko warunki osiągnięcia granicy plastyczności, a „hipoteza największego wydłużenia“ określa jedynie warunki osiągnięcia granicy wytrzymałości na rozdzielanie. Porównywanie więc wyników, uzyskanych w tych samych warunkach obciążenia na podstawie obydwóch wymienionych hipotez nie ma uzasadnienia i prowadzi do błędnych wniosków.

Z przytoczonych wyżej przykładów jasno wynika, że zależnie od rodzaju obciążenia możemy wytworzyć w materiale stany napięcia o różnej zdolności jego przechodzenia w stan plastyczny. Zdolność poszczególnych procesów technologicznych lub różnego rodzaju obciążeń do przeprowadzania materiału w stan plastyczny nazwiemy ich *zdolnością zgniatania*. Dla określenia tej cechy rozpatrzmy rys. 15, na którym przedstawiono stan napięcia przy pomocy prostej RC wykreślonej na podstawie równania

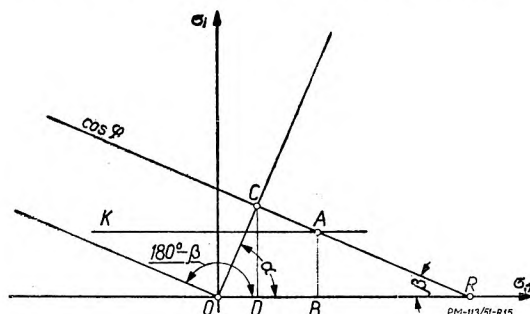
$$\sigma_i = \frac{1}{\cos \varphi} \left[\frac{3}{2(1+\mu)} \cdot R_o - \frac{3}{2} \frac{(1-2\mu)}{(1+\mu)} \cdot \sigma_n \right],$$

oraz prostej OC , dla której $\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\sigma_n}{\sigma_i}$.

Z rys. 15 wynika, że materiał przejdzie w stan plastyczny, jeżeli zostanie spełniony warunek

$$CD > AB = K,$$

gdzie K jest granicą plastyczności przy rozciąganiu.



Rys. 15. Wyznaczenie zdolności zgniatania.

Podobnie jak przy określaniu odporności na zgniot, jako miarę zdolności zgniatania przyjmujemy stosunek

$$Z = \frac{CD}{OR}.$$

Z równania [13] wynika, że $\operatorname{ctg} (180^\circ - \beta) = \frac{\sigma_n}{\sigma_i} =$

$$= -\frac{2(1+\mu)}{3(1-\mu)} \cos \varphi, \text{ a zatem } \operatorname{ctg} \beta = \frac{2(1+\mu)}{3(1-2\mu)} \cdot \cos \varphi.$$

Z trójkąta OCR znajdziemy

$$\overline{OD} = \overline{CD} \operatorname{ctg} \alpha \text{ i } \overline{DR} = \overline{CD} \operatorname{ctg} \beta.$$

Zatem $\overline{OR} = \overline{OD} + \overline{DR} = \overline{CD} (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta)$

i ostatecznie

$$Z = \frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta},$$

lub podstawiając
$$Z = \frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha + \frac{2(1+\mu)}{3(1-2\mu)} \cdot \cos \varphi} \quad [19]$$

Dla $\mu = 0,3$ będzie
$$Z = \frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha + 2,16 \cos \varphi} \quad [20]$$

Otrzymana w ten sposób wartość zdolności zginięcia dla danego rodzaju obciążenia pozwala na bezpośrednie porównanie z własnością materiału, i jego odpornością na zgniot; pozwala to określić, czy dany ma-

TABLICA III. Zdolność zginięcia odpowiadająca różnym rodzajom obciążeń i niektórym procesom technologicznym

Rodzaj obciążenia	$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\sigma_n}{\sigma_t}$	$\cos \varphi$	$\operatorname{ctg} \beta = 2,16 \cos \varphi$ $\mu = 0,3$	$Z = \frac{1}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}$
Jednoosiowe rozciąganie	0,33	1,0	2,16	0,403
Dwuosiowe rozciąganie $\sigma_1 = 2 \sigma_2$	0,57	0,86	1,87	0,41
Skrećanie	0	0,86	1,87	0,54
Dwoustwowe rozciąganie $\sigma_1 = \sigma_2$	0,66	0,5	1,08	0,57
Dwuosiowe równomierne ściskanie	0,66	1,0	2,16	0,67
Jednoosiowe ściskanie	0,33	0,5	1,08	1,33
Przeciąganie	$0,66 \div 0,33$	1,0	2,16	$0,67 \div 0,403$
Walcowanie	0,57	0,86	1,87	$Z > 0,77$
Tłoczenie wytryskowe	3,66	1,0	2,16	∞

teriał może przejść w stan plastyczny przy danym rodzaju obciążenia. Aby materiał o odporności na zgniot równej r mógł przejść w stan plastyczny przy obciążeniu o zdolności zginięcia Z , musi być spełniony warunek $Z > r$.

Wartości Z dla różnych rodzajów obciążeń i procesów technologicznych podane zostały w tablicy III. Wartości te obliczono wg wzoru [20], a więc dla $\mu = 0,3$.

Drugą ważną cechą stanu napięcia jest wielkość kąta α . Im kąt ten jest większy, tym korzystniejsze są warunki przejścia materiału w stan plastyczny. Cechę tę, określoną przez $\operatorname{ctg} \alpha$, nazwiemy *intensywnością zginięcia* i oznaczmy

$$m = \operatorname{ctg} \alpha.$$

Z równania [19] wynika, że dla

$$\operatorname{ctg} \alpha = - \frac{2(1+\mu)}{3(1-2\mu)} \cos \varphi$$

$$Z = -\infty$$

Możemy stąd wyciągnąć wniosek, że kąt α nie powinien przekraczać wartości $180^\circ - \beta$, a zatem

$$m = \operatorname{ctg} \alpha > - \frac{2(1+\mu)}{3(1-2\mu)} \cos \varphi. \quad [21]$$

Zwiększenie kąta α poza granicę określoną w równaniu [21] nie polepsza warunków wpływających na przejście materiału w stan plastyczny; powoduje natomiast wzrost naprężeń ścisających.

Wymaga to stosowania przy przeróbce plastycznej dużych nacisków i pociąga za sobą konieczność stosowania cięższych maszyn, większe użycie energii oraz szybsze niszczenie narzędzi.

LITERATURA

1. Th. v. Karman — Festigkeitsversuche unter allseitigem Druck Mittl. über Forschungsarb. auf dem Geb. d. Ingenieurwesens Heft 118, 1912.
2. P. Ludwik — Metallwirtschaft 1920, Nr 36, str. 872.
3. R. Siebel — Die Formgebung im plastischen Zustande.
4. J. B. Fridman — Mechaniczeskije swojstwa metalow, Oborongis, 1946.
5. Bridgman — Journal of APP. Physics V14 — 273, 1943.
6. G. W. Użik — O soprotiwlenii otrjwu kak nowom kriteriju procznosti A. N. SSSR Nr 4, 1950.

Wytrzymałość metali w temperaturach podwyższonych (dokończenie)

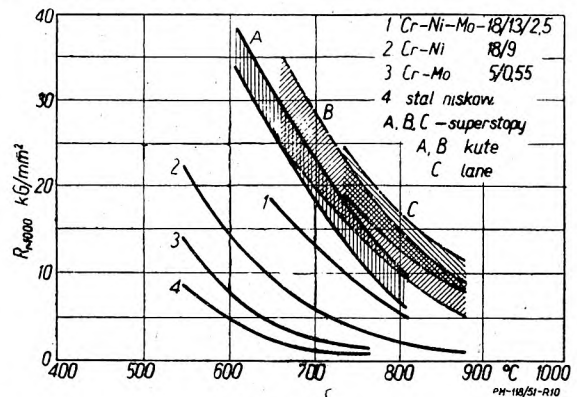
Działania karbu

Stopy aluminium, magnezu i mosiądze wykazują w zwykłych temperaturach (tzn. nie wiele niższych od zakresu pełzania) uczulenie na obecność ostrych karbów, wyrażające się spadkiem wytrzymałości próbek z ostrym karbem obrączkowym (19) lub otworem (20). Podobnie jak w temperaturach zwykłych, tak i w temperaturach podwyższonych, metale ciągliwe oznaczają się niewrażliwością na działanie karbu pod obciążeniem stałym; pewne wskazówki w tym względzie można otrzymać z normalnej próby rozciągania. O wrażliwości na działanie karbu świadczy w szczególności określony stosunek wydłużenia przewężeniowego a_p do wydłużenia równomiernego a_r , ustalany przy normalnej próbie rozciągania; wg ogłoszonych danych powinien on zawierać się pomiędzy 10 i 30. Metale wrażliwe na działanie karbu przy obciążeniu statycznym wykazują niższą wartość stosunku a_p/a_r . Spadek plastyczności związany z kruchością na gorąco wywołuje uczulenie na działanie karbu nawet nieostrego i powodującego nieznaczne spiętrzenie naprężeń (21); podobny wpływ wywierają wszelkie procesy dyfuzyjne związane ze wzrostem kruchości, oraz wysoka temperatura zbliżona do temperatury ekwikohezzji.

Prof. inż. BRONISŁAW BOCHENEK

Czynniki wpływające na wytrzymałość przy pełzaniu

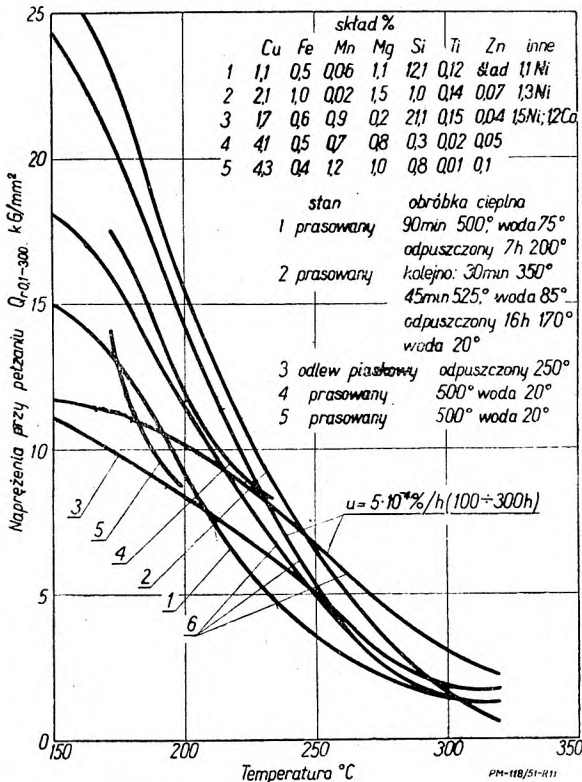
Opór wobec odkształceń, okazywany przez metal w trakcie procesu pełzania, zależy od całego szeregu czynników, z których najważniejszymi są: skład chemiczny, uprzednia obróbka plastyczna i termiczna, oraz wielkość ziarna.



Rys. 10.

Opór odkształceniowy stali niskostopowych w temperaturach niższych od zakresu rekrytalizacji, rośnie przy wprowadzeniu dodatków stopowych, tworzących

roztwór stały lub węgliki. Powyżej temperatur rekryystalizacji dodatni wpływ mają tylko te ostatnie. Wpływ zgniotu jest niekorzystny dla metali pracujących w zakresie temperatur rekryystalizacji; w niższych temperaturach optymalna wielkość zgniotu zależy od ich wysokości.



Rys. 11

Wielkość ziarna odgrywa dużą rolę, działając różnie w zależności od temperatury rekryystalizacji: poniżej T_r drobne ziarno podwyższa, a powyżej i w zakresie T_r — obniża wytrzymałość przy pełzaniu. Elementy lane posiadają wyższą wytrzymałość (rys. 10, krzywa C) od części kutych i ulepszonych (rys. 11 krzywe A i B).

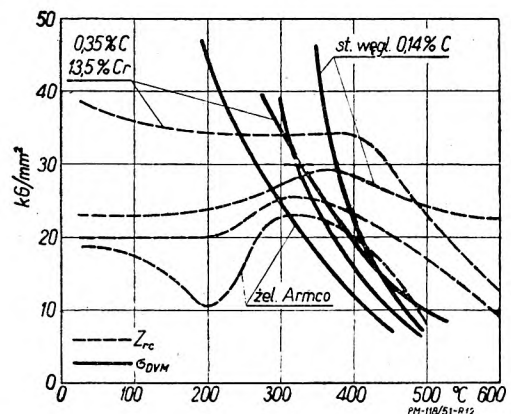
Obciążenia powtarzające się (zmęczeniowe)

Wytrzymałość zmęczeniowa metali w temperaturach podwyższonych jest stosunkowo mało znana; systematyczne badania podjęto dopiero w ostatnim piętnastolecu; dawniejsze prace pomijały zagadnienie odkształceń zachodzących przy powtarzających się obciążeniach, i choć wielkość ich częstość przekraczała granice dopuszczalne w konstrukcjach maszynowych, zadowalano się określeniem *naprężeń bezpiecznych*, tj. takich, które nie wywoływały przelomu próbki.

Charakter krzywej Wöhlera przy podwyższonych temperaturach jest taki sam, jak przy temperaturach zwykłych, z tym, że granica zmęczenia, tj. gałąź krzywej równoległa do osi odciętych (ilość zmian obciążeń J) zostaje osiągnięta przy wyższych wartościach J . Stal chromowa (12% Cr) w temperaturze powyżej 400° osiągnęła granicę zmęczenia po $J = 3,10^8$ wobec $J = 2,10^6$ w temperaturze zwykłej (22); istnieją wątpliwości, czy dla niektórych metali i stopów równoległa gałąź wogóle zostaje osiągnięta (23), podobnie jak dzie-

je się to w temperaturach zwykłych z niektórymi stopami. Wraz ze zwiększającą się ilością zmian obciążeń (tzn. z upływem czasu) następujące powstające odkształcenia, których wielkość zależy, poza czasem trwania obciążenia powtarzającego, od wielkości średniego naprężenia σ_m i od amplitudy naprężenia σ_a . Oznacza to, że dla praktycznych celów konstrukcyjnych, poza wyznaczeniem wg krzywej Wöhlera dopuszczalnej wielkości naprężeń, należy, poczynając od temperatur nieco wyższych, niż początek zakresu pełzania (tab. I), wyznaczyć dodatkowo wielkości występujących odkształceń. W przypadku powtarzających się obciążeń rozciągająco-ściskających, wydłużenia występują nawet przy $\sigma_m = 0$.

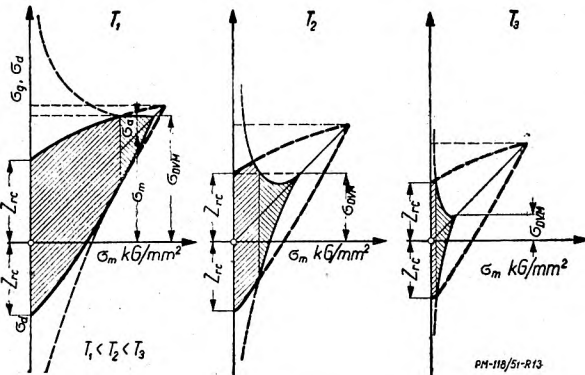
Przyjmując iż σ_{DVM} przedstawia granicę pełzania (co dla temperatur poniżej 500° i dla niezbyt długich czasów działania obciążenia może być dla stali w przybliżeniu dopuszczalne), porównamy przebieg granic zmęczenia i pełzania w funkcji temperatury: rys. 12 przedstawia te wielkości dla stali i dla żelaza Armco. Wytrzymałość na pełzanie, początkowo wyższa od granicy zmęczenia, maleje szybko wraz ze wzrostem temperatury. Punkt przecięcia się obu krzywych odpowiada pewnej temperaturze. T_u , charakteryzującej zachowanie się metalu w temperaturach podwyższonych; wynosi ona około 100°C dla miedzi; dla czystych metali, za wyjątkiem żelaza, leży ona w pobliżu lub poniżej temperatur zwykłych, wskutek czego metale te posiadają w tych temperaturach wyższą wytrzymałość zmęczeniową, niż na pełzanie. Dla stali niskostopowych $T_u = 400 \div 600^\circ$.



Rys. 12

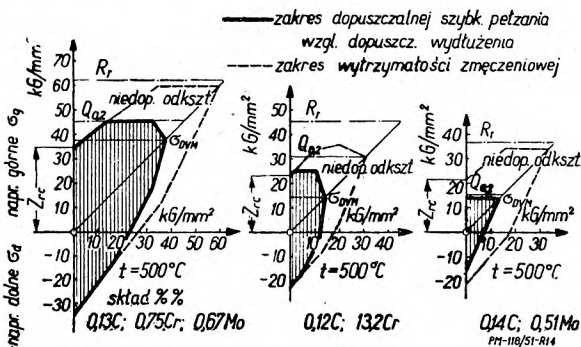
Wykres zmęczeniowy Smitha (24) otrzymany z prób zmęczeniowych przeprowadzonych w temperaturze podwyższonej obejmować będzie naprężenia nie wywołujące przelomu próbki (przy założeniu istnienia granicy zmęczenia). W miejsce ograniczenia wykresu wielkością granicy plastyczności (jak to ma miejsce w temperaturach normalnych), podzielimy pole wykresu na część zawierającą naprężenia bezpieczne jedynie z uwagi na przelom zmęczeniowy, oraz na część odpowiadającą dodatkowo warunkowi granicznych wydłużeń. Tak zwana *dynamiczna granica pełzania* określa te wartości $\sigma_m \pm \sigma_a$, które po dowolnie długim (lub ograniczonym) czasie działania wywołają bardzo nieznaczne szybkości pełzania (lub graniczną wielkość przyjętego odkształcenia), podobnie do wielkości występujących w tablicy III). Łącząc punkty $\sigma_m + \sigma_a$

oraz $\sigma_m - \sigma_a$ odpowiadające przyjętemu warunkowi odkształceń, otrzymamy krzywe, ograniczające na wykresie *Smitha* pole naprężeń dopuszczalnych, odpowiadających jednocześnie warunkowi niewystąpienia ani przełomu zmęczeniowego, ani nadmiernego odkształcenia. Uważając w dalszym ciągu, iż σ_{DVM} oznacza przybliżoną granicę pełzania, możemy dla tego samego metalu i różnych temperatur $T_1 < T_2 < T_3$ otrzymać trzy charakterystyczne przypadki odpowiadające powtarzającemu się, naprężeniu Z_{rc} , większemu, równemu i mniejszemu od granicy pełzania σ_{DVM} (rys. 13) — (25).



Rys. 13

Podobne wzajemne stosunki Z_{rc} , i granicy pełzania otrzymać możemy dla trzech różnych materiałów w tej samej temperaturze. W rzeczywistości otrzymane wykresy tego typu dla stali niskostopowych (Cr-Me, Cr, Me) w temperaturze 500^o, opierając się na σ_{DVM} i przeprowadzając próbę zmęczenia dla $J = 2 \cdot 10^6$ zmian obciążeń, przy częstości 666 zmian obciążeń na minutę; otrzymane wielkości nie ulegały zmianie do $J = 10^7$ (tj. dla 250 godzin), (rys. 14) —



Rys. 14

(26). W danym przypadku zachodzą następujące zależności pomiędzy charakterystycznymi wielkościami wytrzymałościowymi:

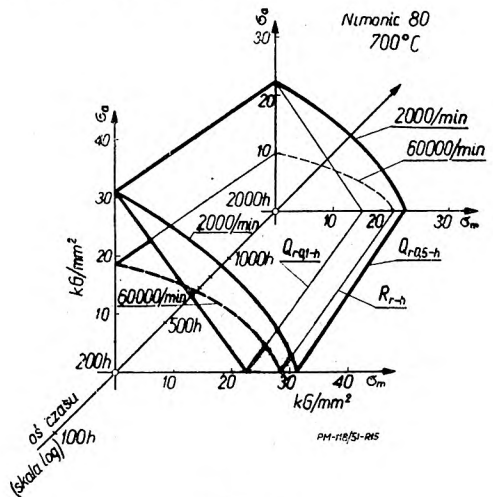
$$\begin{aligned} \text{stal Cr-Me} & \quad \sigma_{DVM} > Z_{rc} > Q_{0,2} & \text{ i } & \quad \sigma_{DVM} < Q_{0,2} \\ \text{Cr} & \quad \sigma_{DVM} < Z_{rc} > Q_{0,2} & \quad \sigma_{DVM} < Q_{0,2} \\ \text{Me} & \quad \sigma_{DVM} < Z_{rc} > Q_{0,2} & \quad \sigma_{DVM} \approx Q_{0,2} \end{aligned}$$

wskutek czego dla stali Cr-Me część linii granicznej wykresu naprężeń bezpiecznych stanowi granica płynności $Q_{0,2}$ wyznaczona w temperaturze 500^o.

Zachowanie się stali i stopów łopatkowych w temperaturach powyżej 500^oC zbliża się do typu wykresu

otrzymanego dla stali molibdenowej; σ_g odpowiada tu w zasadzie wielkości Q_{rc-h} z wyjątkiem zakresu niskich naprężeń średnich σ_m , gdzie wykazuje wzrost do wielkości Z_{rc} ; dla tych bowiem materiałów zwykle znajdujemy się powyżej T_u . W temperaturach wysokich, 700^o i wyżej; zaznacza się duży wpływ czasu (ilości zmian obciążeń) oraz częstości zmian obciążeń, szczególnie przy dużych ich wartościach, stosowanych dla wyznaczenia wytrzymałości łopatek turbin spalinowych.

Rys. 15 przedstawia wykres zmęczeniowy przestrzenny w układzie *Haigha* (σ_a w funkcji σ_m), dla stopu łopatkowego „Nimonic 80” w temperaturze 700^oC wg. H. I. Tapsella. Przekroje płaszczyznami (σ_a, σ_m), dla różnych czasów przedstawia wpływ częstości zmian, a przekroje płaszczyzn (σ_a, t) oraz (σ_m, t) przedstawiają wpływ czasu na wytrzymałość zmęczeniową oraz na wytrzymałość pełzania.



Rys. 15

Próby zmęczeniowe przeprowadzone na próbach gładkich i z karbem, wykonanych ze stali austenicznych i ognioodpornych, wykazały znacznie wyższą ich wrażliwość na działanie karbu w temperaturach podwyższonych. Ponadto wrażliwość na działanie karbu jest wyższa u stali i stopów drobnoziarnistych..

Wnioski ogólne

Konstrukcyjne obliczenia wytrzymałościowe elementów pracujących w temperaturach podwyższonych powinny być oparte:

a) w przypadku obciążeń spoczynkowych — na znajomości zmienności przebiegu prac wydłużeniowych Q_{e-h}

S_{e-h} w funkcji czasu dla całego przewidywanego okresu pracy, lub na wystarczające pewnych danych uzyskanych z ekstrapolacji prób długotrwałych; wynikami badań skróconych należy posługiwać się w zasadzie jedynie dla orientacji.

b) w przypadku powtarzających się obciążeń na obszarze bezpiecznych naprężeń, określanych wg wykresów zmęczeniowych; powinny one uwzględniać wielkość granicznego odkształcenia uzależnioną od warunków konstrukcji, przy równoczesnej znajomości wpływu ilości zmian obciążeń i ich częstości.

Należy ponadto uwzględnić odporność materiału na działanie korodujące i jego ognioodporność, jak rów-

niez możliwości zmiany jego zachowania się na skutek procesów dyfuzyjnych i działania karbu, przy równoczesnym zachowaniu wszelkich prawideł stosowanych w obliczeniach na wytrzymałość zmęczeniowo-kształtową.

W znacznej ilości przypadków, wobec szczupłości lub braku odpowiednich danych, konieczne będzie przeprowadzenie badań dla uzyskania dostatecznych podstaw dla projektowania.

ŹRÓDŁA

1. P. Ludwik: Z. Phys. Chem.; 88 (1914) s. 632.
2. M. A. J. Van Liempt: Z. Phys., 96 (1935) s. 534.
3. A. P. Gulajew: Metalłowieństwo, Moskwa 1948.
4. G. Welter, K. Oknowski: Wiad. Inst. Met. 4., (1937) s. 7, 51.
5. Proceeding ASTM 34: (1936) s. 1223.
6. Kochendorfer: Plastische Eigenschaften Kristallen. Berlin 1941.

7. A. Krupkowski, J. Jaszczurowski: Przegł. Mech. 2 (1936) s. 723.
8. R. W. Bailey: Engineering 119 (1925) s. 518.
9. A. Thum, K. Richard: Z. d. VDI, 87 (1943) s. 513.
10. Z. Jeffries: Trans. Am. Inst. Minn. Met. Eng. 60 (1919) s. 471.
11. J. B. Fridman: Mechaniczskie Swojstwa Metałłow, Moskwa, 1946.
12. P. G. Mc. Vetty: Mech. Engin. 56 (1934) s. 149.
13. N. Ludwig: Z. Metallkunde 41 (1950) s. 87.
14. Rev. Met. 39 (1942) s. 105, 152, 181.
15. N. S. Fastow: Zurnał Techn. Fizyki 20 (1950) s. 543.
16. Arch. Eisenhuettenwes, 12 (1938—39) s. 543.
17. H. J. French: Trans. Am. Soc. Steel Treat., 21 (1933) s. 899.
18. H. R. Zschekke, H. Niehus: J. Iron Steel Inst. 156 (1947) s. 271.
19. K. Matthaes: Luft.-Forschg., 15 (1938) s. 28.
20. G. Welter: Z. Metallkunde 18 (1926) s. 26.
21. W. Siegfried: J. Iron Steel Inst. 156 (1947) s. 189.
22. W. P. Welch, W. A. Wilson: Steel 109 (1942) s. 6°.
23. M. Hempel, W. Krug: Mitt. K.W. Inst. Eisenforschg. 24 (1942) s. 71.
24. M. T. Huber: Przegł. Mech. 7(1948) s. 235.
25. O. E. Bernhardt, H. Hanemann: Z. Metallkunde 30(1938) s. 401.

Obrabialność stali w warunkach szybkościowego skrawania

Kand. mech. nauk doc. E. M. FELDSZTEJN

Pomimo intensywnego rozwoju obróbki szybkościowej nie zbadano dotychczas prawie wcale wpływu własności materiału obrabianego na trwałość narzędzi ze spiekanych węglików przy wysokich szybkościach skrawania.

Jak wiadomo, wolframowo-tytanowe węgliki spiekane zachowują swą trwałość i odporność na ścieranie w wysokich temperaturach, dzięki czemu obrabialność wszystkich gatunków stali, w tej liczbie gatunków o dużej wytrzymałości, polepsza się znacznie przy szybkościowym skrawaniu, w warunkach silnego nagrzania skrawanego metalu. Dlatego też często można się spotkać z poglądem, że przy szybkościowym skrawaniu różnica obrabialności poszczególnych gatunków stali zaciera się i zagadnienie obrabialności przestaje być aktualne.

Badania obrabialności stali przy skrawaniu narzędziami ze stali szybko tnącej wykazały, że intensywność tępienia narzędzia zależy nie tylko od temperatury w miejscu skrawania, lecz jeszcze w większym stopniu od ścierania ostrza narzędzia przez materiał obrabiany.

Ścierające własności stali zależą od składu obrabianej stali (zawartości węgla i składników stopowych) i jej struktury (dla stali niezahartowanych — od stosunku ilościowego pomiędzy ferrytem a perlitem oraz od struktury tego ostatniego).

Decydujący wpływ budowy perlitu obrabianej stali na szybkość tępienia narzędzi ze stali szybko tnącej prowadzi do wniosku, że zużycie narzędzi następuje nie tyle skutkiem adhezji (zgrzewania się i wyrwania cząsteczek trących powierzchni), występującej przy przecinaniu cząstek ferrytu, ile na skutek ścierającego działania cementytu, wchodzącego w skład perlitu. Przy obróbce stali średnio- i wysokowęglowych, ścierające działanie cementytu na robocze powierzchnie narzędzia okazuje się czynnikiem decydującym. Z tego powodu stal, o strukturze cementytu kulkowego, w której drobne sferoidalne cząstki cementytu są równomiernie rozmieszczone, oddziałuje znacznie mniej ścierająco (a obrabialność stosownie do szybkości skrawania ma odpowiednio lepszą) niż stal, w strukturze której znajduje się perlit płytkowy z występującymi, na przemian z ferrytem, grubszymi płytkami cementytu.

Różnice obrabialności, uwarunkowane specyficznymi cechami struktury i własności stali w stanie wyjściowym, mogłyby być usunięte przy szybkościowym skrawaniu tylko w przypadku zapewnienia:

1) że cementyt, wchodzący w skład perlitu obrabianej stali, nie oddziałuje ścierająco na węgliki spiekane;

2) że w wyniku silnego nagrzania, w skrawanym metalu i w sąsiadującej z narzędziem części przedmiotu obrabianego następują zmiany strukturalne; zmiany te powodują, że narzędzie skrawające podlega ścierającemu działaniu stali, której struktura znacznie różni się od pierwotnej (np. perlit całkowicie lub częściowo przechodzi w austenit).

Twardość cementytu w skali *Moosa* jest wyższa od twardości korundu^{3]}, czyli dostateczna do rysowania węglików spiekanych. Prócz tego, już w temperaturach powyżej 400°C, twardość i wytrzymałość węglików spiekanych zaczyna spadać, a przy temperaturach około 700°C, do których to temperatur nagzewają się krawędzie tnące narzędzi przy szybkościowym skrawaniu, własności te zmniejszają się niemal dwukrotnie ^{4 5]}.

Tak więc nie można mówić o „niewrażliwości“ węglików spiekanych na różnice struktury obrabianej stali.

Możliwość zmian strukturalnych skrawanego metalu zależy od temperatury nagzewu i jego długo-trwałości.

Autor dokonał pomiarów temperatury w miejscu skrawania przy toczeniu różnych stali z szybkościami skrawania od 15 do 500 ÷ 600 m/min. Wyniki pomiarów wykazały, że we wszystkich przypadkach, w miarę zwiększania szybkości skrawania, intensywność wzrostu temperatury maleje i przy dostatecznie wysokich szybkościach (300 ÷ 500 m/min w zależ-

ności od własności stali i przekroju warstwy skrawanej) temperatura jak gdyby ustala się¹⁾. Najbardziej intensywny wzrost temperatury ma miejsce przy szybkościach skrawania do $100 \div 150$ m/min, kiedy temperatura osiąga w przybliżeniu 90% swej maksymalnej wartości. Maksymalna wielkość temperatury w miejscu skrawania waha się w granicach $650 \div 830^{\circ}\text{C}$ (przy ostrym narzędziu).

Podane wyżej wyniki badań temperatur odnoszą się do najbardziej rozgrzanej części warstwy skrawanej tj. do miejsca, w którym tworzy się wiór. Temperatura samego wióra może być jeszcze wyższa skutkiem dodatkowej deformacji wióra i jego tarcia o powierzchnię natarcia narzędzia. W ten sposób są wszelkie dane ku temu, aby przypuszczać, że przy szybkościowym skrawaniu stali, temperatura metalu, ścierającego powierzchnie robocze narzędzia²⁾, w większości przypadków leży poniżej punktów przemiany A_{C1} , odpowiadających początkowi przemian strukturalnych (dla większości stali $730 \div 770^{\circ}$).

Jeśli nawet przypuścić, że temperatura skrawanego metalu dochodzi do $800 \div 850^{\circ}\text{C}$, to nawet w tym przypadku należy wykluczyć możliwość przemian strukturalnych, ponieważ czas nagrzewania metalu jest przy skrawaniu szybkościowym nadzwyczaj mały: długość stykania się wióra z narzędziem mierzy się tysięcznymi lub nawet dziesięciotysięcznymi częściami sekundy, a podwyższenie temperatury sąsiednich warstw (skutkiem przewodzenia ciepła) jest znikomo małe³⁾.

Tymczasem, dla rozpoczęcia przemiany perlitu w austenit, w stali nagrzanej do $800 \div 850^{\circ}\text{C}$, konieczny jest okres rzędu co najmniej dziesiątych części sekundy, a dla całkowitej przemiany potrzeba kilka sekund⁸⁾.

Jak z tego wynika, nie ma podstaw do przypuszczenia, że przy szybkościowym skrawaniu niezahartowanych stali, w materiale skrawanym następują zmiany strukturalne, które mogą usunąć różnice w obrabialności stali, zależnej od osobliwości struktury i własności stali w stanie wyjściowym.

Wywód ten może okazać się sprzeczny z rozpoznanym w mniemaniu o znacznym spadku wytrzymałości skrawanego metalu przy szybkościowym skrawaniu. Istotnie, mechaniczne badania stali przy wysokich temperaturach wykazały, że przy 700°C wytrzymałość stali jest kilkakrotnie niższa, niż przy 20° . Należy jednak wziąć pod uwagę, że badania mechaniczne przy wysokich temperaturach przeprowadza się po dłuższym wygrzewaniu (zwykle 30 min), zapewniającym przegrzanie próbki w całym przekroju oraz ze stosunkowo małą szybkością działania obciążenia (zalecana długość badań na rozciąganie — co najmniej $15 \div 20$ min⁹⁾). Nadzwyczaj krótki okres nagrzewania i wielka szybkość działania siły przy szybkościowym skrawaniu, powinny doprowadzić do znacznie mniejszego obniżenia wytrzymałości skrawanego metalu, niż można by przypuszczać na podstawie temperatury w miejscu skrawania. Dla-

tego właśnie przy szybkościowym skrawaniu opór skrawania zmniejsza się nie $3 \div 5$ -krotnie, jak przy obróbce sztucznie podgrzanej stali, lecz tylko o 20 do 40% ¹⁰⁾.

Chociaż obniżenie wytrzymałości skrawanego metalu, występujące przy szybkościowym skrawaniu, jest nie wielkie i nie jest związane ze zmianą struktury materiału, winno ono sprzyjać pewnemu polepszeniu obrabialności stali.

Jak wiadomo, względny spadek wytrzymałości stali przy nagrzeniu jest tym większy, im wyższa jest jej wytrzymałość w stanie wyjściowym. Dlatego też można oczekiwać, że obrabialność danej stali przy szybkościowym skrawaniu powinna polepszyć się tym bardziej, im gorzej stal ta obrabia się narzędziami ze stali szybko tnącej.

Badania doświadczalne. Przedstawione wyżej rozważania prowadzą do wniosku, że ogólny charakter różnic w obrabialności, uwarunkowanych strukturą i własnościami stali w stanie wyjściowym, zachowuje się przy szybkościowym skrawaniu, nawet przy pracy z bardzo wysokimi szybkościami skrawania.

Aby stwierdzić słuszność tego wniosku, autor przeprowadził badania doświadczalne⁴⁾, które obok uzyskania danych co do względnej obrabialności niektórych stali przy szybkościowym skrawaniu, miały na celu wyjaśnienie dwóch podstawowych zagadnień:

1) Czy zachodzi odpowiedniość pomiędzy współczynnikami względnej obrabialności różnych stali szybko tnących.

2) Czy przy szybkościowym skrawaniu mają wpływ na obrabialność stali różnice w mikrobudowie jednej i tej samej stali, powstałe skutkiem odpowiedniej obróbki cieplnej.

Badaniu zostało poddane 10 różnych gatunków stali, których charakterystykę zestawiono w tablicy I.

Obrabialność tych stali badano przy toczeniu nożami ze stali szybko tnącej i przy toczeniu szybkościowym. Noże szybko tnące zostały wykonane ze stali P ϕ 1 i posiadały następujące kąty ostrza: kąt natarcia $\gamma = 15^{\circ}$, kąt przyłożenia $\alpha = 10^{\circ}$; promień zaokrąglenia wierzchołka $\kappa = 1,5$ mm. Praca bez chłodzenia przy głębokości skrawania $g = 1,5$ mm i posuwie $p = 0,2$ mm/obr. Jako kryterium stopnia noży przyjęto całkowite zniszczenie krawędzi tnącej (pojawienie się błyszczącej strefy (pasma) na powierzchni skrawania).

Obrabialność stali została scharakteryzowana zależnie od godzinowej szybkości skrawania v_{60} (odpowiadającej okresowi trwałości ostrza równemu 60 min). Wielkość tę określono ogólnie przyjętymi metodami na podstawie zależności pomiędzy szybkością skrawania v i okresem trwałości narzędzia T ; wykresy zależności $v - T$ dla niektórych stali podano na rys. 1.

Przy szybkościowym toczeniu jako narzędzie zastosowano noże z wstawionymi słupkami ze spiekanych węglików (rys. 2). W nożach tych cylindryczny słupek 1 ze spiekanych węglików umocowany jest w gnieździe przeciętnej oprawki 2 przez dokręcanie

1) Skłonność temperatury do ustalania się została stwierdzona przez szereg badaczy, chociaż doświadczenia ich ograniczały się do znacznie mniejszych szybkości skrawania⁶⁾.

2) W tym względzie główną rolę odgrywa „powierzchnia skrawania“, od której działaniem następuje zużywanie powierzchni rzyżowania określając trwałość narzędzia z węglików spiekanych.

4) Przy współdziałaniu A. I. Riazanowa.

TABLICA I.

Marka stali	Skład chemiczny w %					Stan stali	H_B kG/mm ²	R_r kG/mm ²	A %
	C	Cr	Ni	Si	Mn				
10	0,14	0,12	0,08	0,23	0,43	Normalizowana	121	41,8	36,6
40	0,42	0,13	—	0,20	0,65	„	179	63,6	25,1
40 X	0,41	0,74	0,15	0,25	0,77	Wyżarzona	187	67,5	23,0
8	0,29	1,06	2,80	0,35	0,45	Normalizowana	207	—	—
40 XH	0,40	0,69	1,09	0,19	0,64	Normalizowana (walcowana)	248	85,5	15,3
35 XFC	0,36	1,12	0,15	1,40	1,00	Ważarzona	217	77,1	21,8
35 XFC—Y	0,36	1,12	0,15	1,40	1,00	Ulepszona	341	103,0	12,1
stal „X“	—	—	—	—	—	Obróbka cieplna A	225	84,5	19,8
„	—	—	—	—	—	Obróbka cieplna B	225	83,0	16,8
„	—	—	—	—	—	Obróbka cieplna W	207	76,0	21,5

śruby 3. Śruba oporowa 4 przeciwdziała wzdłużsiowemu przesunięciu słupka oraz służy do regulacji jego wysunięcia z oprawki. W górną część oprawki jest wlutowana płytkę ze spiekanych węglików 5, służąca do łamania wiórów. Gniazdo oprawki jest wykonane w ten sposób, że zapewnia uzyskanie kąta przyłożenia $\alpha = 10^\circ$ i ujemnego kąta natarcia $\gamma = 10^\circ$ (w płaszczyźnie, prostopadłej do osi przedmiotu obrabianego).

Gdy stępienie powierzchni przyłożenia (cylindrycznej) słupkowego noża dosięga dopuszczalnej wielkości, nie potrzeba słupka szlifować, lecz należy obrócić go w gnieździe o tyle, aby do pracy weszła nie zu-

żyta część krawędzi tnącej. Dopiero po pięciu lub sześciokrotnym obróceniu, nóż — słupek należy naostrzyć, przy czym ostrzenie polega na szlifowaniu czoła słupka prostopadłe do osi.

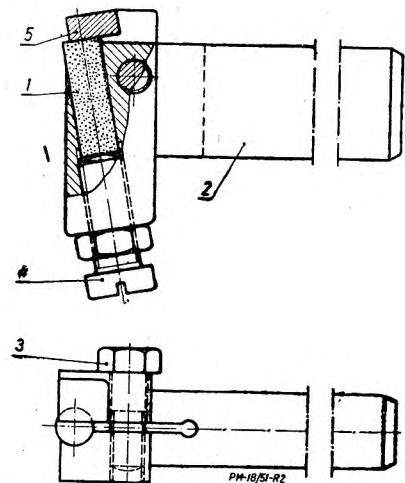
Opisana konstrukcja noży pozwoliła na całkowite wyeliminowanie błędów, które mogłyby powstać skutkiem różnych jakości poszczególnych płytek spiekanych węglików lub różnic w zaszlifowaniu noży. Wszystkie próby wykonano przy pomocy jednego słupka (o średnicy 11 mm), wykonanego z węglików spiekanych typu T 15 K6.

Dla każdej stali ustalono zależność $v-T$ przy pracy z różnymi szybkościami skrawania (w zakresie 150 ÷ 500 m/min), przy głębokości skrawania $g = 1,5$ mm i posuwie $p = 0,2$ mm) obr. Podczas każdego doświadczenia przeprowadzano okresowe pomiary wielkości stępienia noża — słupka na podstawie zużycia powierzchni przyłożenia i wykonano wykresy wzrostu zużycia w zależności od czasu skrawania.

Jako kryterium stępienia przyjęto starcie powierzchni przyłożenia na szerokości 0,7 mm⁵). Czas pracy

⁵) Ta wielkość stępienia jest mniejsza od dopuszczalnej; została ona przyjęta w celu zmniejszenia zużycia materiału obrabianego.

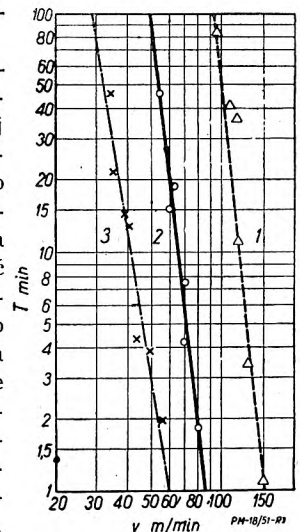
stępienia, znalezione z odpowiednich wykresów zużycia noża, określa względną trwałość noża przy danej szybkości skrawania.



Rys. 2. Konstrukcja noża ze wstawianym słupkiem ze spiekanych węglików.

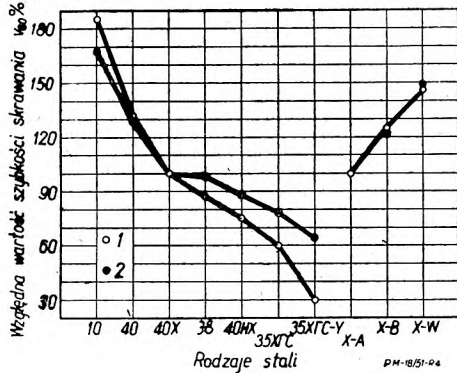
Na podstawie wykresu zależności $v-T$ (rys. 3) określa się wielkości v_{60} — szybkości skrawania przy okresie trwałości noża równemu 60 min. Wielkości te służyły jako charakterystyki obrabialności stali przy szybkościowym toczeniu.

Porównanie obrabialności stali przy toczeniu nożami ze stali szybko tnącej i przy toczeniu szybkościowym przeprowadzane było przez porównanie odpowiednich wielkości v_{60} ; za 100% przyjęto szybkość skrawania dla stali chromowej 40X. Wyniki tego porównania podano na rys. 4, z którego widać, że stosunek pomiędzy obrabialnością stali przy skrawaniu zwykłym i szybkościowym układu się analogicznie; różnice w obu przypadkach mają ten sam charakter, a kolejność położenia stali jest jednakowa.



Rys. 3. Zależność $v-T$ przy toczeniu szybkościowym: 1 — stal 10, 2 — 40X,3 stal 35 XFC.

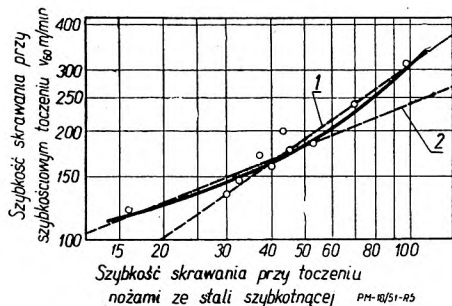
Na rys. 5 naniesiono w skali logarytmicznej na osi rzędnych wielkości v_{60} przy szybkościowym toczeniu różnych stali, a na osi odciętych — wielkości v_{60} przy toczeniu tych stali nożami ze stali szybko tnącej. Wykres ten pozwala wyjaśnić zależność pomiędzy obrabialnością stali przy toczeniu szybkościowym i zwykłym.



Rys. 4. Względne wartości szybkości skrawania V_{60} ; 1 — przy toczeniu nożami ze stali szybko tnącej, 2 — przy toczeniu szybkościowym.

Położenie wszystkich punktów wykresu na linii prostej pochylonej pod kątem 45° świadczyłoby o proporcjonalności pomiędzy wskaźnikami obrabialności dla obu wypadków. W rzeczywistości jednak punkty te układają się wzdłuż krzywej, której pochylenie zwiększa się w miarę polepszania obrabialności stali (zwiększenia szybkości skrawania v_{60}), chociaż nie osiąga 45° . Z tego wynika, że możliwość względnego zwiększania szybkości skrawania przy przejściu na szybkościowe skrawanie jest tym większa, im gorsza jest obrabialność danej stali. Na przykład wielkości v_{60} przy toczeniu szybkościowym i przy toczeniu nożami ze stali szybko tnącej wynosi: dla stali 10 ($H_B = 121$) — 3,2; dla stali 35XTC, ($H_B = 217$) — 4,5; dla stali 35XTCV, ($H_B = 217$) — 7,5.

Wszystkie doświadczalnie znalezione punkty na rys. 5 można rozbić na dwie grupy, z których każda z mniejszą lub większą dokładnością rozkłada się wzdłuż linii prostej: jedna z tych linii — dla stali o twardości w zakresie $190 \div 250 H_B$ — posiada pochylenie 0,7 (linia kreskowa 1); druga — dla stali



Rys. 5. Wyjaśnienie charakteru zależności pomiędzy obrabialnością stali przy szybkościowym skrawaniu i przy obróbce narzędziami ze stali szybko tnącej.

o twardości w zakresie $120 \div 240 H_B$ — posiada pochylenie 0,4 (linia kreskowa 2).

W przypadku niemożności przeprowadzenia specjalnych doświadczeń dla zbadania względnej obrabialności jakiegokolwiek stali przy szybkościowym skrawaniu, można dla przybliżonego rozwiązania zagadnienia posługiwać się następującym równaniem:

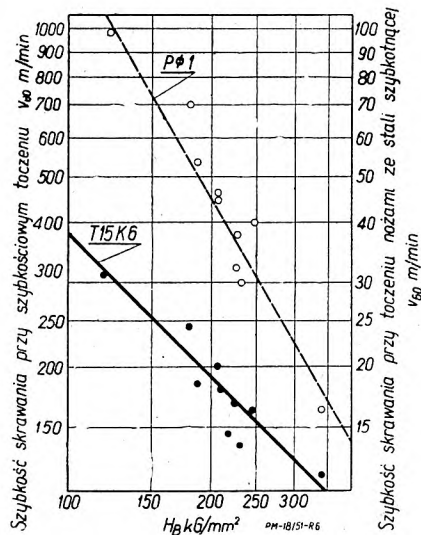
$$v'_{T15K6} = v''_{T15K6} \left(\frac{v'_{P\Phi 1}}{v''_{P\Phi 1}} \right)^k$$

gdzie: v_{T15K6} — szybkość skrawania dla stali, której obrabialność przy szybkościowym skrawaniu jest nieznana;

v_{T15K6} — szybkość skrawania dla dowolnej stali, której obrabialność jest znana;

$v'_{P\Phi 1}$ i $v''_{P\Phi 1}$ — szybkości skrawania dla tych samych stali przy obróbce narzędziami ze stali szybko tnącej;

k — wykładnik potęgi dla stali o twardości w zakresie $190 \div 350 H_B$.



Rys. 6. Wpływ twardości obrabianej stali na wielkość szybkości skrawania V_{60} przy toczeniu nożami ze stali szybko tnącej ($P\Phi 1$) i toczeniu szybkościowym ($T15K6$).

Na rys. 6 przedstawiono wpływ twardości obrabianej stali na wielkość szybkości skrawania v_{60} przy toczeniu szybkościowym oraz przy toczeniu nożami ze stali szybko tnącej. W pierwszym przypadku zależność pomiędzy szybkością skrawania i twardością

można w przybliżeniu określić wzorem $v_{60} = \frac{C_1}{H_B}$,

w drugim przypadku — $v_{60} = \frac{C_2}{H_B}$.

Jak z tego wynika, przy szybkościowym skrawaniu twardość stali wywiera mniejszy wpływ na jej obrabialność, niż przy obróbce narzędziami ze stali szybko tnącej⁶⁾.

⁶⁾ Podane zależności są słuszne dla warunków, w których przeprowadzono badania. Jeżeli jednak uwzględnić, że warunki te były typowymi dla noży zarówno ze stali szybko tnącej, jak i ze spiekanych węglików, można otrzymane zależności uważać jako dostatecznie ogólne.

Dla wyjaśnienia wpływu różnic w mikrobudowie stali na obrabialność przy szybkościowym skrawaniu, szczególnie interesujące są badania stali „X”. W wyniku odpowiedniej obróbki cieplnej stal ta uzyskała mikrobudowę, pozwalającą na zastosowanie przy obróbce narzędziami ze stali szybko tnącej najwyższej, niskiej i pośredniej szybkości skrawania, chociaż własności mechaniczne stali we wszystkich przypadkach były bardzo zbliżone.

Zestawienie obrabialności stali „X”—A, „X”—B, „X”—W, przy skrawaniu zwykłym i szybkościowym daje zupełnie jednakowe wyniki (patrz rys. 4).

Różnice w mikrobudowie wywierają zatem istotny wpływ na obrabialność stali zarówno przy skrawaniu szybkościowym, jak i przy obróbce narzędziami ze stali szybko tnącej.

Dowodzenie powyższe posiada zasadnicze znaczenie, ponieważ świadczy ono o możliwości polepszenia obrabialności stali przy szybkościowym skrawaniu, drogą uzyskania najbardziej odpowiedniej mikrobudowy; dla prac w tym kierunku mogą być wykorzystane dane, które uzyskano przy badaniach obrabialności narzędziami ze stali szybko tnącej.

* * *

Analiza warunków nagrzewania skrawanego metalu przy obróbce szybkościowej wykazała więc, że przy bardzo wysokich szybkościach skrawania nie mogą zachodzić w nim przemiany strukturalne. Dlatego też różnice obrabialności, uwarunkowane strukturą i własnościami stali w stanie wyjściowym, powinny zachować się również przy szybkościowym skrawaniu. Różnice te mogą być nieco złagodzone skutkiem niejednakowego względnego obniżenia wytrzymałości skrawanego metalu, które jest tym większe, im

wyższą wytrzymałość posiada obrabiana stal. Pogląd ten potwierdza całkowicie porównanie obrabialności szeregu stali w warunkach toczenia nożami ze stali szybko tnącej i toczenia szybkościowego; różnice w obu przypadkach posiadają ten sam charakter, jedynie przy skrawaniu szybkościowym uwidaczniają się słabiej.

Więcej Maszynostrojenia 9/50, tłumaczył Aleksander Radwan

LITERATURA*

1. *Feldsztejn E. I.* — Obrabatywajomość' srednie-uglerodistych konstrukcyjnych stali. Sbornik „Problemy konstrukcyjnoji stali“, Maszgiz, 1949.
2. *Feldsztejn E. I.* — K opriedieleniju charakteristiki obrabatywajomości metałłow, „Stanki i instrument“, Nr 6, 1949.
3. *Baboszyn A. Ł.* — Metałłografia i termiczeskaja obrabotka żelieza, stali i czuguna, cz. II, ONTJ, 1935.
4. *Bursztejn B. E.* — Riezuščzyje swojstwa sjerbonita — 2 zawisimosti ot jego struktury, Oborongiz, 1940.
5. *Brochin I. C.* — Sowriemiennyje otieczestwiennyje instrumentalnyje twiordyje spławy i ich swojstwa. Sbornik „Skorostnyje metody obrabotki metałłow“, Maszgiz, 1949.
6. *Taszlichij N. I.* — O wlijaniu tełłoprowodnosti stali na temperaturu riezania i obrabatywajomości, „Nowyje issledowania w obłasti riezania metałłow, „CNIITMASZ, 1948.
7. *Łarin M. N.* — Osnowy skorostnego frezerowania. Sbornik „Skorostnyje metody obrabotki metałłow“, Maszgiz, 1949.
8. *Blanter M. E.* — Obrazowanje austenita i struktura zakaliennoj stali. Sbornik „Nowoje w metałłowiedieni“, Maszgiz, 1948.
9. *Borzdyka A. M.* — Metody goriaczych mehaniczeskich ispytanij metałłow, ONTI, 1938.
10. *Grudow P. P.* — Skorostnoje riezanie. Sbornik „Skorostnyje metody obrabotki metałłow“, Maszgiz, 1949.

Bibliografia

M. T. Huber — TEORIA SPRĘŻYSTOŚCI. Nakładem Polskiej Akademii Umiejętności. Kraków, T. I. 1948, str. XV + 387, T. II, 1950 r. str. XII + 360.

„Teorię Sprężystości“ trzeba niewątpliwie uważać za ukoronowanie działalności naukowej i pedagogicznej prof. *M. T. Hubera* podczas Jego szczególnie pracowitego i płodnego w ważkie osiągnięcia naukowe żywota. Przedstawia ona syntezę znacznej części Jego imponującego dorobku naukowego i wielu Jego poglądów naukowych i dydaktycznych. Równocześnie zaś stanowi dzieło o tak szerokim horyzoncie i zasięgu treści, takiej ścisłości wywodów, dojrzałości i świeżości sądów, tak ze wszech miar klasyczne, że uznać je wypada za najwyższy chyba poziom, na jaki wzniósł się ten światowej sławy uczonej podczas swej wieloletniej pracy naukowej. Toteż, jeżeli wolno porównać piśmiennictwo naukowe z literaturą piękną, „Teoria sprężystości“ jest dla naukowej działalności pisarskiej *M. T. Hubera* tym kulminacyjnym eposem, jakim wielcy pisarze zwykli zamykać swój dorobek w dziedzinie literatury pięknej.

Prof. Huber rozpoczął pracę nad „Teorią Sprężystości“ na kilkanaście lat przez II-gą wojną światową. Uzupełnił ją i wykończył w ciągu czterech pierwszych lat swych przemysłowych „wywczasów wojennych“. Podczas tego nieomal dwudziestoletniego okresu zamknął w tym dziele większą część swej olbrzymiej wiedzy z zakresu mechaniki ciał sprężystych, czyniąc zeń pod wieloma względami swoje credo naukowe i testament, cudem ocalały z pożaru Warszawy w zasypanych podziemiach gmachu Politechniki Warszawskiej. Jak bardzo drogie było to dzieło dla samego autora świadczy przygnębienie, — rzadkie dla pogodnego charakteru *prof. Hubera* — w jakie popadł w czasie niepewności co do losu rękopisów „Teorii Sprężystości“. Również w licznych listach przejawia się jego zadowolenie i zrozumiała duma, gdy podjęty został druk tej właśnie pracy. Dla polskiego świata naukowego pojawienie się na półkach księgarskich w r. 1948 pierwszej części „Teorii Sprężystości“ było wydarzeniem, które poruszyło niemal wszystkich. Instynktownie wyczuwało się, że jest to chwila przełomowa dla

rozwoju narodowego studium naukowego nad mechaniką ciał sprężystych, tak, jak ongiś było nią dla studiów światowych ukazanie się dzieł *A. E. H. Love'a* i *S. P. Timoszenki*. Jest to zrozumiałe. Dla polskiego czytelnika piękna i fundamentalna praca *prof. Hubera* posiadała w istocie szczególne znaczenie. Pomijając bowiem ogłoszony przed przeszło czterdziestu laty przekład „Teorii Sprężystości” polskiego uczonego *H. Jewniewicza*, profesora petersburskiego Instytutu Technologicznego, stanowi ona pierwszą polską pracę, ujmującą wyczerpująco i w sposób nowoczesny tak ważny dział mechaniki teoretycznej, jakim jest nauka o własnościach sprężystych ciał stałych. Tym samym wypełniła ona dotkliwą lukę, istniejącą w polskim piśmiennictwie technicznym, którą z trudem pokonywać musiał polski inżynier i polski pracownik naukowy, gdy w swej praktyce lub pracy naukowej stykał się z zagadnieniami, wykraczającymi poza jego wiadomości akademickie. Równocześnie na tle powojennej obfitości zagranicznych dzieł naukowych na wysokim poziomie, żeby wspomnieć tylko wielkiej wartości dzieła uczonych radzieckich i angielskich, „Teoria Sprężystości” stanowiła chlubny i silnie brzmiący głos nauki polskiej.

Wartość naukowa i dydaktyczna „Teorii” jest niezwykle wysoka. Niewątpliwie może ona z powodzeniem współzawodniczyć z najsławniejszymi podręcznikami zagranicznymi, a przełożona na obce języki weszłaby zapewne w skład „żelaznego repertuaru” światowej literatury naukowej. Jeżeli chodzi o zakres tematyki „Teorii Sprężystości”, to jest on obszerniejszy niż popularnego podręcznika *S. P. Timoszenki* i nieco węższy od znanej matematycznej teorii sprężystości *A. E. H. Love'a*. Ścisłość i pełność wywodów oraz mistrzowskie opanowanie materiału stawia omawiane dzieło *prof. Hubera* na poziomie obydwóch tych słynnych prac.

Trzeba podkreślić, iż jasność wykładu łączy się w pełni z przystępnością ujęcia, jeżeli wziąć oczywiście pod uwagę przygotowanie naukowe potrzebne dla tego rodzaju lektury.

Wreszcie, w „Teorii sprężystości” uwidacznia się wyraźnie doskonałe wycucie ducha i subtelności języka, w czym *prof. Huber* zawsze celował. Pod tym względem omawiane dzieło stało się pierwszorzędnym źródłem dla ostatecznego opracowania polskiej terminologii naukowej w zakresie mechaniki ciał sprężystych.

Przechodząc do krótkiego omówienia materiału opracowanego w „Teorii Sprężystości”, zwrócimy szczególną uwagę na te tematy, które stanowią o jej odrębności od podobnych podręczników oraz o jej wartości naukowej. Częściowo udzielimy tutaj głosu samemu Autorowi, który w kilku listach do recenzenta wymienił wszystkie fragmenty swej pracy, które sam uważał za własne osiągnięcia naukowe.

Na I-szy tom „Teorii Sprężystości” składa się jedenaście rozdziałów.

Rozdział pierwszy omawia stan odkształcenia. Przeprowadzona tu została dokładna analiza przemieszczeń continuum płaskiego i trójwymiarowego oraz ogólnego stanu odkształcenia skończonego. Podkreślić należy dalekosiężną myśl Autora, który na długo przed II wojną światową zajął się przyswojeniem zagadnienia, które żywych barw i aktualności nabrało dopiero

w ostatnich latach. Dzięki temu rozdział pierwszy stanowi równocześnie cenną podstawę dla studium nad nieliniową teorią sprężystości. Zakończenie tego rozdziału poświęcone jest rozpatrzeniu przemieszczeń nader małych i związanych z nimi zlinealizowanych stanów odkształcenia, właściwych klasycznej teorii sprężystości. Odkształcenia nader małe rozpatrzone zostały dodatkowo we współrzędnych krzywoliniowych prostokątnych *Lamégo* ze szczególnym uwzględnieniem współrzędnych walcowych i kulistych.

W rozdziale drugim przedstawiony jest ogólny trójmiarowy stan napięcia. Rozpatrzono tutaj obraz geometryczny rozmieszczenia naprężeń w przekrojach, zawierających obrany punkt ciała, przy użyciu kół *Mohra*. Podano równania różniczkowe równowagi wewnętrznej ciała oraz ruchu materii ciągłej. Należy zwrócić uwagę na pożyteczne zestawienie znanych rodzajów funkcji naprężeń *S. B. Alry'ego*, *I. C. Maxwella* i *G. Morery* oraz funkcji złożonej *H. Neubera*, którą Autor rozpatruje później szczegółowo w rozdziale czternastym drugiego tomu. Równania różniczkowe naprężeń wyprowadzone zostały ponadto przy użyciu współrzędnych *Lamégo*. Rozdział drugi kończą wiadomości z teorii osi ruchomych oraz jej zastosowania.

Według klasycznych wzorów rozdział trzeci rozważa wzajemną zależność pomiędzy stanami odkształcenia i napięcia. Podano tutaj uogólnione prawo *Hooke'a* i na mocy postulatu istnienia energii sprężystej przekształcono je do postaci, odpowiadającej najogólniejszej anizotropii ciała stałego. Z kolei, drogą stopniowego powiększania symetrii ciała, wyprowadzono związki, łączące naprężenia i odkształcenia w ciele izotropowym. Wychodząc z ogólnego pojęcia przyczynowości, Autor w sposób oryginalny wyprowadza zasadę superpozycji skutków i ujawniający w ten sposób właściwy sens zasady superpozycji wykazuje, że treść uogólnionego prawa *Hooke'a* nie wyraża nic innego, jak tylko przykład zjawiska mechanicznego, podlegającego tej zasadzie przy odkształceniach i przemieszczeniach nader małych. Należy zwrócić szczególną uwagę na końcowy ustęp rozdziału trzeciego, rozważający granicę sprężystości i kryteria jej osiągnięcia. Podana tutaj została definicja wyteżenia materiału oraz wprowadzona przez Autora miara wyteżenia dla metali elasto-plastycznych, w postaci energii sprężystej czystego odkształcenia postaciowego. Autor powraca jeszcze do tych spraw obszernie w końcowym osiemnastym, rozdziale II-go tomu, poświęconym podstawom teorii plastyczności. Wszystkie uwagi dotyczące kryteriów osiągnięcia granicy plastyczności oraz stopnia pewności konstrukcji, których tutaj nie sposób omówić, posiadają wyjątkowe znaczenie, jako pochodzące od uczonego, którego prace w tej dziedzinie przyniosły nauce polskiej światowy i rozstrzygnięty zagadnienie w sensie słuszności Jego teorii.

Do znanych już doświadczeń, potwierdzających hipotezę energetyczną *M. T. Hubera* z 1904 r., dorzuca Autor najnowsze badania *A. E. Johnsona*, z którymi zapoznał się osobiście na ostatnim kongresie, w którym brał udział w Londynie w 1948 r. Już po śmierci *prof. Hubera* recenzent miał możliwość zaznajomienia się z ostatnimi doświadczeniami uczonych szwedzkich *Wästlunda* i *Bergmanna* nad wytrzymałością blachow-

nic. Potwierdziły one raz jeszcze w całej pełni prawdziwość hipotezy uczonego polskiego. Warto podkreślić, że *prof. Huber* żywił osobiście głębokie przeświadczenie co do słuszności swej hipotezy wyężeniowej, nazywanej w literaturze światowej piątą hipotezą. Sprawiało też żywe zadowolenie temu uczonemu, szukającemu czystej prawdy i tylko prawdy, gdy w ostatnich latach swego życia zapoznał się z najnowszą literaturą rosyjskiej szkoły wytrzymałościowców i czytał entuzjastyczne niemal oceny swej hipotezy, wypowiedziane przez największe autorytety, jak *N. M. Bielajew*, *L. M. Kaczanow*, *M. M. Filonienko-Borodicz* i inni.

Rozdziały czwarty i szósty „Teorii Sprężystości” omawiają tzw. zagadnienia dwuwymiarowe czyli płaskie, kolejno we współrzędnych prostokątnych, biegunowych i przy użyciu funkcji zmiennej zespolonej. Rozpatrzono tutaj pojęcia płaskiego stanu napięcia i płaskiego stanu odkształcenia oraz podano liczne przykłady rozwiązań. Wśród tych wymienić trzeba, różne rodzaje obciążenia belek o przekroju poprzecznym wydłużonym, wyznaczenie naprężeń w ścianach zbiorników, stan napięcia w krążkach wirujących, zginanie pręta płaskiego kołowo zakrzywionego, obciążenie nieograniczonej tarczy siłą skupioną i parami sił, obciążenie tarczy wyznaczonej półpłaszczyzną i inne. Autor wspomina tutaj również o rozwiązaniu *A. Grzędzińskiego*, dotyczącym połączeń nitowych, oraz cytuje obszernie prace *W. Olszaka*, omawiające wspólne formalne traktowanie płaskich stanów napięcia i odkształcenia przy pomocy „uogólnionej” stałej *Poissona*.

Zwięzłe i zarazem przystępne przedstawienie wiadomości pomocniczych z teorii funkcji zmiennej zespolonej w rozdziale szóstym „Teorii sprężystości”, umożliwia mniej przygotowanemu czytelnikowi wniknięcie w tę interesującą i płodną w zastosowania dziedzinę.

W rozdziale siódmym rozpatrzone zostały ogólne metody energetyczne, przy czym dowód twierdzenia o minimum energii sprężystej układów *Clapeyrona* oparty został o znaną pracę Autora, omawiającą kryteria stałości równowagi i ich stosunek do statyki układów sprężystych (1926 r.). Oprócz tzw. twierdzeń minimalnych, rozpatrzona tutaj została zasada wzajemności *Betti’ego* oraz zasady *Castigliano* i *Menabre* i *Castigliano*.

Rozdział ósmy poświęcony jest sprawie rozchodzenia się siły z miejsca obciążonego. Jest to jedna z ulubionych dziedzin *prof. Hubera*, w której położył dla nauki wielkie zasługi (m. in. w swej pracy doktorskiej „Zur Theorie der Berührung fester elastischer Körper”, *Ann. d. Phys.* 1904). Podane tutaj zostały własne szczegółowe rozwiązania Autora równań teorii *Hertza* w przypadku, gdy pole zetknięcia jest kołem (np. przy ściskaniu walców o osiach równoległych). Jak wiadomo, sam *H. Hertz* twierdził, że zużytkowanie otrzymanych wyrażeń dla stanu napięcia do rachunku liczbowego, któryby umożliwił orientację co do linii naprężeń głównych, jest niewykonalne nawet w prostych przypadkach. Sprawę tę wyjaśniła wymieniona praca *M. T. Hubera*, w której uzyskane zostały stosunkowo proste wzory, umożliwiające wyznaczenie liczbowych wartości naprężeń niezbyt wielkim trudem. Wzory te posłużyły nadto do wyjaśnienia przyczyn,

dla których obmyślona przez *Hertza* teoretyczna bezwzględna miara twardości nie została potwierdzona przez doświadczenia.

W „Teorii Sprężystości” podaje Autor wykresy trajektorii naprężeń dla obydwóch wymienionych przypadków szczególnych. Rysunki wykonane przez *Z. Fuchsa* pod kierunkiem Autora sprostowały błędy w rysunku trajektorii podanym przez *Hertza* i sprostowanym w 1907 r. przez *A. Timpego* oraz wykazały ważną różnicę pomiędzy stanami napięcia dokoła miejsca zetknięcia kul i walców. *M. T. Huber* przeprowadza ponadto własne rachunki, stanowiące uzupełnienie jego dawniejszych rozważań i dotyczące tzw. punktu *Bielajewa*, tj. miejsca największego wyężenia, położonego pod środkiem koła zetknięcia kul ściskanych.

Rozdział dziewiąty rozpatruje klasyczne zagadnienia trójwymiarowe elastyki i stanowi w części wstęp do znakomitego rozdziału dziesiątego. W rozdziale dziewiątym rozpatrzono m. in. kulę jednorodną, ściskaną ciężeniem masy własnej (stan napięcia we wnętrzu planety), przy czym przeprowadzone rachunki doprowadzają do wielkości ciśnienia w środku ziemi rzędu zgodnego z rachunkami *P. Rudzkiego*, opartymi na odmiennych założeniach. Ponadto rozważone zostało zgięcie ukośne belek, niektóre przypadki zgięcia płyt oraz skręcanie prętów o przekroju stałym kołowym, pełnym i pierścieniowym.

Rozdział dziesiąty, obejmujący tematycznie zakres sławnych prac *de Saint Venanta*, rozpatruje skręcanie i zginanie prętów prostych. Podane tutaj zostało ogólne rozwiązanie zagadnienia skręcania, zginania równomiernego i nierównomiernego w ogólnym przypadku asymetrii przekroju oraz zginania nierównomiernego połączonego ze skręcaniem. Poza tym rozpatrzono skręcanie prętów o przekrojach wielospójnych oraz rur cienko- i grubościennych rozciągniętych wzdłuż. Na szczególną uwagę zasługuje analiza pojęć środka skręcania i środka ścinania dla przekrojów pełnych oraz wzajemnej zależności obydwóch punktów, przeprowadzona przez *M. T. Hubera* w sposób najpełniejszy i zarazem najściślejszy w literaturze światowej. Autor podaje wzory ogólne dla współrzędnych środków skręcania i ścinania i wykazuje, że czyste skręcanie pręta okrągłego może zachodzić tylko około jego osi geometrycznej, czyli że tylko ta oś jako linia materialna w pręcie pozostaje prostą po skręcaniu. Późniejsze badania z 1949 r. potwierdziły ten wywód w całej rozciągłości. W związku z tym Autor kwestionuje realność przypadku skręcania pręta okrągłego około osi równoległej do osi geometrycznej, rozpatrywanego przez *Love’a*. Równocześnie Autor obala mniemanie rozpowszechnione w światowym piśmiennictwie naukowo-technicznym, że linia środkowa pręta o przekroju asymetrycznym jest równocześnie jego osią skręcania. W dalszym ciągu wykazuje, że utożsamianie środka skręcania ze środkiem ścinania, oznaczanych z tego powodu powszechnie wspólną nazwą *środką sztywności*, nie ma racji bytu, gdyż położenie środka skręcania zależy od innych funkcji harmonicznych, już chociażby z powodu różnych warunków brzegowych. Wynika stąd, że twierdzenie *C. Webera*, powtórzone przez *A. i L. Föpplów* w drugim tomie znanego „*Drang und Zwang*”, o identyczności obydwu środków nie może być w ogólnym przypadku uznane

za słuszne. Autor zwraca tutaj dodatkowo uwagę na fakt, że niezależnie od nieściśłości, wynikającej z zastąpienia naprężeń w przekrojach końcowych przez wypadkowe, w twierdzeniu Webera występuje nieściśłość tej części wyrażenia energii sprężystej, która zależy od siły poprzecznej. Już w czasie choroby prof. Hubera, w końcu 1950 r., został wskazany błąd logiczny tkwiący w twierdzeniu Webera i w ten sposób raz jeszcze potwierdzona niezawodna trafność sądów wielkiego polskiego Uczzonego*).

Tom I „Teorii Sprężystości“ kończy rozdział poświęcony omówieniu *zastosowań analogii matematycznych i metod energetycznych*. Podana tutaj została *analogia hydrodynamiczna i błonowa*. Rozpatrując skręcanie prętów w przypadku, wyłączającym spaczenie jednego przekroju, Autor wykazuje na przeliczonym przykładzie pręta o przekroju eliptycznym, że opinia A. i L. Föpplów, według której wytrzymałość na skręcanie prętów nieokrągłych nie doznaje uszczerbku, gdy spaczenie przekrojów jest w jednym lub więcej miejscach utrudnione lub uniemożliwione, nie może być uważana za słuszną.

Na tom II „Teorii Sprężystości“ składają się rozdziały XII ÷ XVIII, rozdział XVIa, oraz uzupełnienia i sprostowania dostrzeżonych braków lub usterek tomu I-go.

Referując pokrótce treść II-go tomu podamy na zakończenie opinię samego Autora, wyrażoną w jednym z listów, w której podkreśla te fragmenty II-go tomu, które uważa za nowe, dotychczas nieogłoszone osiągnięcia naukowe.

Rozdział XII poświęcony został zagadnieniom *równowagi i ruchu w ciele sprężystym nieograniczonym*. Rozpatrzono tutaj ogólne rozwiązanie równań równowagi ośrodka sprężystego, zagadnienie drgań struny i ruchu falowego. Ten ostatni został zanalizowany szczegółowo, przy czym rozpatrzono również fale powierzchniowe *Rayleigh'a*, grające ważną rolę w sejsmologii.

W rozdziale XIII traktującym o *osiowo-symetrycznych stanach równowagi ciał obrotowych*, zastosowane zostało rozwiązanie przy użyciu funkcji naprężeń *Love'a* oraz *wielomianów*. Rozpatrzono skręcanie pręta prostoosiowego o przekroju, kołowym zmiennym oraz rozwiązanie *Filona* dla walca obrotowego. Ponadto przedstawiono odkształcenie podłoża sprężystego poziomego pod ciężarem walca sztywnego o osi pionowej oraz zgięcie grubej płyty okrągłej pod działaniem siły skupionej w jej środku.

Rozdział XIV poświęcony jest w całości zagadnieniom *H. Neubera* przy użyciu złożonej funkcji naprę-

żeń, obmyślonej przez tego autora, jak wspomnieliśmy poprzednio przy omawianiu rozdziału drugiego. Zreferowano tutaj obszernie wyniki uzyskane w monografii *Neubera* pt. „Kerbspannungslehre“ oraz rozpatrzono kilka charakterystycznych przykładów. Rozdział ten jest szczególnie cenny dla techników i naukowców, zajmujących się sprawą zmniejszenia wytrzymałości konstrukcji spowodowanego działaniem karbu. Należy również na tym miejscu podkreślić wnikliwość sądu Autora, który zdecydował się przedstawić tak obszernie treść monografii *Neubera*, ocenionej dopiero naleyście w późniejszych latach (podczas II-iej wojny światowej należała ona do tych książek niemieckich, które ze względu na ich znaczenie dla armii wyjęte zostały na zachodzie spod praw autorskich).

W rozdziale XV Autor podaje zarys *teorii prętów* własne podłużne i giętne prętów prostych i drgania wymuszone struny.

Rozdział XVI poświęcony jest w całości *teorii płyt*. Przedstawiono tutaj m. in. zastosowania metody *Rayleigh'a* i *Ritza* oraz mniej znanej w Polsce, wykazującej wielkie korzyści praktyczne, metody *Galerkina*. Omówiono obszernie teorię płyt cienkich o dużych ugięciach, wchodząc właściwie w zakres mało jeszcze rozpowszechnionej w okresie pisania tego rozdziału nieliniowej teorii sprężystości. W ustępie poświęconym płycie pływającej niezmiernie wielkiej, Autor prostuje dotkliwy błąd w jednej z prac *Hertza*. Na zakończenie podane zostały podstawy ścisłej teorii płyt grubych.

W rozdziale XVIa Autor streszcza wyniki własnych swoich prac w zakresie *płyt anizotropowych*. Prace te, z których pierwsza ogłoszona została w 1914 r. i dotyczyła płyt prostokątne różnokierunkowych (lub ortotropowych), według nazwy wprowadzonej później przez prof. Hubera, uczyniły z Autora „Teorii Sprężystości“ jednego z głównych twórców teorii płyt anizotropowych.

Obszerny rozdział XVII rozpatruje gruntownie *teorię powłok*. Jest to monograficzne zestawienie wyników licznych prac, w tym wielu nowoczesnych, jak np. znanej pracy *W. Flüggego*, zapewniające dotkliwą lukę w tym zakresie w polskiej literaturze naukowej. Rozdział ten służyć może czytelnikowi polskiemu jako punkt wyjścia do samodzielnej pracy; zreferowanie tu licznych problemów poruszonych w tym rozdziale jest niemożliwe. Wierny zasadzie podkreślania zasług uczonych polskich, wskazuje Autor na jedyną w tej dziedzinie pracę polską *W. Zenczykowskiego*. Należy podkreślić, że wyczuła przez prof. Hubera aktualność zagadnień teorii powłok znalazła znakomite potwierdzenie w nieznanym mu w okresie wojennym fundamentalnych pracach *W. Z. Własowa*.

Rozdział XVIII kończy treść „Teorii Sprężystości“ i omawia podstawy *teorii plastyczności*. Jak wspomniano poprzednio, jest to uzupełnienie i gruntowne rozszerzenie uwag poczynionych w rozdziale trzecim. Autor wypowiada tutaj, chyba po raz ostatni w swym życiu, opinie własne o zagadnieniu plastyczności. Uwzględnia również zagadnienie samowzmocnienia lufy działowej w oparciu o pracę własną w tym zakresie. Zasadnicze myśli zawarte w tym rozdziale Au-

*) Należy podkreślić, że głęboka analiza przeprowadzona przez M. T. Huberta w rozdziale dziesiątym stanowi cenny materiał naukowy, który po rozpowszechnieniu w literaturze światowej przyniesie jeszcze jeden wawrzyn do wieńca jego zasług w dziedzinie elastomechaniki. Jest charakterystyczne, że o ile największe osiągnięcia naukowe M. T. Hubera zrodziły się głównie w okresie jego młodości (hipoteza energetyczna, badania nad teorią Hertza), rozdział dziesiąty „Teorii Sprężystości“ jest owocem wieku dojrzałego i świadczy dowodnie o niczym niezmażonym aż do śmierci zdolnościach twórczych wielkiego Uczzonego. Sam Autor doceniał wartość naukową rozdziału dziesiątego zwłaszcza § 122, dotyczącego osi skręcania oraz § 134, omawiającego stosunek środka ściania do środka skręcania. Zapytany, co sam uważa w „Teorii Sprężystości“ za najbardziej oryginalne, wskazał w korespondencji na te właśnie paragrafy, określając je jako zawierające „news material of research value“.

tor przedstawił w liście swym z dnia 21 czerwca 1950 r., pisany więc niespełna pół roku przed śmiercią w następujący sposób:

„Tom drugi zawiera mniej „material of research value“, niż tom pierwszy, ale wymienię szczegóły następujące.

W § 197 podałem rozwiązanie na nowo zagadnienia płyty pływającej „nieograniczonej“, obciążonej siłą skupioną, które doprowadziło do wykrycia błędnej wartości parametru liczbowego w rozwiązaniu podanym przez H. Hertza i powtórzonym bez zmiany w VI tomie Handb. d. Physik (Geiger-Scheel) na str. 225. Rozdział XVIa jest poświęcony teorii i zagadnieniom szczegółowym płyt ortotropowych, znanym dotychczas niemal wyłącznie z prac oryginalnych autora, ogłoszanych po polsku, niemiecku i francusku w latach 1914—1929. W rozdziale XVIII, poświęconemu klasycznej teorii plastyczności, autor poddaje druzgocącej krytyce szczegółowej znaną od 1900 r. koncepcję O. Mohra, traktowaną przez wielu inżynierów-badaczy w dobrej wierze, jako ogólne i uniwersalne kryterium wytrzymałościowe (potęga autorytetu). Zarazem stwierdza, że przekonanie o zasadniczej błędności tzw. teorii Mohra było dla niego w r. 1904 bodźcem do znalezienia kryterium granicy plastyczności (praktycznej granicy sprężystości) w postaci krańcowej wartości energii sprężystej samego odkształcenia postaci, z zastrzeżeniem stosowalności tylko do metali elasto-plastycznych. Na koniec uzasadnia niesłuszność nazwania przez

prof. Rosa i Eichingera nowego, odmiennego uzasadnienia wzorów, wynikających z hipotezy energetycznej autora w r. 1904 (powziętej znacznie później niezależnie przez Haigha, Hencky'ego i v. Misesa) — uogólnioną i ulepszoną teorią Mohra, albowiem hipoteza Mohra wyłącza wpływ środkowego spośród trzech naprężeń głównych na niebezpieczeństwo przekroczenia granicy sprężystości, czemu doświadczenia Lode'go i innych nowszych badaczy zaprzeczyły stanowczo“.

Z punktu widzenia nauki polskiej „Teoria Sprężystości“ stanowi równocześnie nieoceniony konspekt wielu osiągnięć uczonych polskich w zakresie badań w tym dziale wiedzy. Uwidocznia się tutaj jeden z najpiękniejszych rysów charakteru M. T. Hubera, mianowicie jego troskliwość i wielkoduszność, z jaką odnosił się do każdego młodszego pracownika naukowego, jego radość, gdy zapoznawał się z sukcesami naukowymi kolegów lub uczniów. Listy M. T. Hubera, które hojnie rozsyłał, często do przygodnie poznanych lub nieznanymi pracownikami naukowymi, zawierały nieodmiennie zachętę, pokrzepienie i ojcowską radę. Trudno określić, ile w ten sposób przysporzył krajowi naukowców, oraz ile nowego dorobku nauce, ten wielki Uczony, i drogi, najzacniejszy Człowiek, którego odejście „na ujemną stronę płaszczyzny XY“, jak sam określał żartobliwie lecz z nutą smutku, stało się niepowetowaną stratą dla nauki polskiej i wszystkich Jego przyjaciół.

dr inż. Jerzy Nowiński

Książki nadesłane

Dr inż. Rafael Rucki — ZASADY I METODA PROJEKTOWANIA MECHANIZACJI BUDOWY — Format B5, str. 131, rys. 39. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 15.—

Praca omawia istotę zagadnienia mechanizacji budowy, przedstawia jej cele oraz wyszczególnia korzyści, ustala podstawowe zasady projektowania mechanizacji na tle analizy procesów budowlanych i zagadnień transportu, podaje obliczenie najkorzystniejszego rozmieszczenia dźwigów na budowie i kryteria oceny wykorzystania maszyn.

Książka przeznaczona jest dla inżynierów-plastyków, techników, kierowników robót i studentów inżynierii.

Prof. inż. Ladislav Homola — MASZYN ELEKTRYCZNE PRĄDU ZMIENNEGO. cz. II — Format B5, str. 180, rys. 167. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 13,50.

Książka stanowi tom II pracy pt. „Maszyny elektryczne prądu zmiennego“. Omawia zasadę działania, rodzaje uzwojeń i konstrukcję maszyn indukcyjnych; podaje ogólne wiadomości o prądnicach asynchronicznych, regulatorach indukcyjnych i silnikach asynchronicznych specjalnych oraz szczegółowe przykłady obliczenia silników asynchronicznych różnych typów z uwzględnieniem wykresu kołowego. Książka przeznaczona jest dla techników projektujących maszyny elektryczne w przemyśle, dla ruchowców oraz dla studiujących w szkołach średnich i wyższych.

Dr inż. Arvid Palmgren — ŁOŻYSKA TOCZNE — Format B5, str. 235 rys. 195. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 26.—

Książka zawiera opisy budowy zasadniczych rodzajów łożysk tocznych, analizę sił występujących w łożyskach, obliczanie dopuszczalnych obciążeń, wytyczne zastosowania łożysk tocznych, sposoby ich zakładania i zdejmowania oraz ich konserwację. Praca prze-

znaczona jest dla inżynierów i techników konstruktorów maszyn oraz użytkowników łożysk tocznych.

„ŚLADEM INŻ. KOWALOWA“ — sprawozdanie z narady inżynierów i techników w Katowicach zorganizowanej przez NOT w Katowicach. Format A5, str. 68, rys. 5. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 4.—

Adam Drecki — OKNA ŻELBETOWE — Biblioteka betoniarza nr 1 — Format A5, str. 126, rys. 58. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 12.—

Praca omawia zagadnienia związane z produkcją okien żelbetowych, zawiera opisy ich zalet, wad, rodzajów i sposobów wykonania; książka przeznaczona jest dla projektantów wyrobających okna żelbetowe.

Dr inż. Zygmunt Klonowski — NOWOCZESNE METODY TECHNOLOGII LAKIERÓW — Format A5, str. 212, rys. 41. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 8.—

Praca jest pionierską próbą przedstawienia podstaw teoretycznych produkcji farb i lakierów. Przeznaczona jest dla techników i inżynierów przemysłu farb i lakierów i może być również wykorzystana przy szkoleniu fachowców w tej dziedzinie.

P. Ginzburg — WSKAZÓWKI DLA OBSŁUGUJĄCYCH APARATURĘ SYNTEZY AMONIAKU — Format B6, str. 105, rys. 9. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 8.—

Książka zawiera opis technologiczny procesu syntezy amoniaku oraz podaje wskazówki, jak uniknąć niedokładności produkcyjnych; jest ona przeznaczona dla robotników kwalifikowanych zatrudnionych przy syntezie amoniaku.

Inż. Eugeniusz Czyż — WZORY I PRZYKŁADY LICZBOWE OBLICZEŃ STATYCZNYCH. Zeszyt VI. Instytut Techniki Budowlanej — Format A5, str. 43, rys. 43. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 10.—

Praca omawia zagadnienie obliczania belek pracujących na zginanie, przedstawia na przykładach liczbowych dobieranie przekrojów tych belek, analizuje racjonalne ich wymiarowanie oraz podaje zasady i wzory obliczeń podpór. Książka przeznaczona jest dla inżynierów budowlanych, studentów inżynierii i praktykujących statyków.

A. Władziewicz i M. Jakobson — USTAWIANIE, UŻYTKOWANIE I NAPRAWA OBRABIAREK DO METALI — Format A5, str. 216, rys. 57, tablic 141. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 18.—

Książka ma charakter podręcznego poradnika, przeznaczona przede wszystkim dla technicznych pracowników inspekcji maszyn w zakładach obróbki metali. Omówiono w niej podstawy gospodarki obrabiarkami i podano wiele praktycznych wskazówek dotyczących użytkowania i obsługi obrabiarek oraz planowania i technologii ich napraw.

Inż. B. Junosza-Humiński — CO KAŻDY PALACZ KOTŁOWY WIEDZIEĆ POWINIEN — Format A5, str. 69, rys. 36. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 3.50.

Książka ma charakter szkoleniowy dla palaczy obsługujących najprostsze typy kotłów. Opisane są w niej podstawowe zasady fizyki wyjaśniające palaczowi pracę kotła. Książka zawiera opisy najpopularniejszych typów kotłów stosowanych w przemyśle oraz zasady obsługi i konserwacji.

G. Gulajew — ORGANIZACJA STANOWISKA ROBOCZEGO W FABRYKACH BUDOWY MASZYN — Format A5, str. 117 rys. 115. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 10.—

Książka podaje podstawy racjonalnej organizacji stanowiska roboczego w warunkach produkcji seryjnej. Na konkretnych przykładach zanalizowano ruchy robocze robotnika i wskazano chwyt właściwy i najmniej męczący oraz zwrócono uwagę na racjonalne rozmieszczenie na stanowisku roboczym narzędzi, przedmiotów do obróbki i innych materiałów. Praca przeznaczona jest dla inżynierów, techników, mistrzów i brygadzystów w fabrykach budowy maszyn.

A. Smiriagin i A. Szpagin — STOPY CYNOWE I ICH STOPY ZAMIENNE — Format B5, str. 96. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 10.—

Książka zawiera cenne, podane w zwięzłej formie, dane o składach, własnościach i zastosowaniach stopów cynowych i co ważniejsze — o ich stopach zamiennych. Te dane, jak również umieszczone w niej instrukcje sporządzania stopów zamiennych, wylewania łożysk i spajania — powinny przyczynić się do rozpowszechnienia wartościowych stopów zamiennych w wielu gałęziach przemysłu krajowego, a tym samym do znacznych oszczędności w gospodarce metalami deficytowymi.

Książka przeznaczona jest głównie dla mistrzów, techników i inżynierów przemysłu hutniczego i maszynowego.

Inż. Jerzy Nechay — WYPRAWY SZLACHETNE I KAMIEN SZTUCZNY. Format B5, str. 187, rys. 155. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 22.—

Praca zawiera podstawowe wiadomości z zakresu technologii, przygotowywania zapraw szlachetnych i sztucznego kamienia, wykonywania z tych materiałów elewacji i innych części budowli oraz rzeźb i ozdób. Podręcznik przeznaczony jest dla techników, majstrów i uczących się.

Dr med. Leonard Lisiecki — DORAŻNA POMOC WYPADKOWA — Format A5, stron 168, rys. 111, tablic 3. Wydawnictwo PWT, 1951, cena zł 8.—

Wskazówki praktyczne zachowania się i niesienia pierwszej pomocy w razie zaistnienia wypadku w pracy lub gdziekolwiek. Broszura zawiera poza tym załącznik z budową ciała ludzkiego.

Przeznaczona jest do użytku nie tylko na kopalniach, lecz służyć może radą we wszelkich wypadkach w pracy i w domu.

Kronika

POWOŁANIE PREZYDIUM KOMITETU NAGRÓD PAŃSTWOWYCH

W związku z uchwałą Rady Ministrów w sprawie ustanowienia Państwowych Nagród, powołane zostało Prezydium Komitetu Państwowych Nagród za osiągnięcia w dziedzinie nauki, postępu technicznego i sztuki w składzie następującym: przewodniczący — prof. Jan Dębowski, z-cy przewodniczącego — inż. Stanisław Bartoszewicz, red. Paweł Hoffman, Prezes Leon Kruczkowski, rektor Stanisław Kulczyński, prof. Aleksander Zelwerowicz.

URUCHOMIENIE HUTY „CZĘSTOCHOWA“

W dniu 12 czerwca br., na 40 dni przed terminem, ruszyła największa i najnowocześniejsza w Polsce stalownia w Częstochowie. Urządzenia nowej stalowni zostały wykonane całkowicie w kraju.

Na uroczystość uruchomienia stalowni przybyli przedstawiciele Rządu i Partii z premierem Józefem Cyrankiewiczem na czele.

Osiągnięcie to odbiło się szerokim echem w całym kraju pobudzając jeszcze bardziej aktywność załóg, które wnoszą Nową Hutę, fabryki samochodów, elektrownie, fabryki włókiennicze i inne wielkie budowle socjalizmu. Z tych potężnych budowli płyną meldunki o zobowiązaniach, podejmowanych przez robotników, techników i inżynierów, którzy nie chcą pozostawać w tyle za budowniczymi huty „Częstochowa“.

UTWORZENIE INSTYTUTU JEZYKOZNAWSTWA PRZY AKADEMII NAUK ZSRR

Na posiedzeniu Prezydium Akademii Nauk ZSRR postanowiono utworzyć specjalny Instytut Językoznawstwa przy Akademii Nauk jak również przystąpić do wydawania specjalnego czasopisma pt. „Zagadnienia Językoznawstwa“.

UTWORZENIE PAŃSTWOWEGO WYDAWNICTWA NAUKOWEGO

Prezydium Rządu powzięło uchwałę w sprawie powołania do życia przedsiębiorstwa państwowego pod nazwą „Państwowe Wydawnictwo Naukowe“, które będzie centralną instytucją wydawniczą w zakresie publikacji naukowych i podręczników dla wyższych uczelni. Uchwała Prezydium Rządu przewiduje ponadto przystosowanie istniejących zakładów poligraficznych do potrzeb wydawnictw naukowych.

WIECZOROWA SZKOŁA INŻYNIERSKA W RADOMIU

Radom, jeden z największych ośrodków przemysłu skórzanego w kraju otrzyma wkrótce pierwszą w Polsce placówkę naukową, w której będą się kształcić kadry inżynierów-garbarzy. Będzie to Wydział Garbarski Wieczorowej Szkoły Inżynierskiej, który rozpocznie działalność w nowym roku akademickim 1951/52.

WYDAWCA: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA, WARSZAWA, Czackiego 3/5

Komitet Redakcyjny: prof. inż. IGNACY BRACH, mgr inż. PAWEŁ KOSIERADZKI, mgr inż. EDWARD ŁYSAKOWSKI inż.-mech. EUGENIUSZ MAŁKIEWICZ, mgr inż. STANISŁAW KULESZA, mgr inż. JAN OBALSKI, prof. dr inż.

ROBERT SZEWAŁSKI, mgr inż. ADAM TADEUSZ TROSKOŁAŃSKI

Redaktor Naczelny: mgr inż. MARIAN WAKAŁSKI

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

Sekretarz redakcji: HALINA MIKULSKA

Redaktor techniczny: CZESŁAW PIEKARSKI

Rysunki wykonał: STANISŁAW LIPIŃSKI

PKO Nr konta 1-19881/110.

PLAN BADAŃ DOŚWIADCZALNEJ KOMORY SPALANIA NA PALIWO PŁYNNNE

Dotychczasowe badania komory spalania, przeprowadzone w Instytucie Techniki Ciepłej, miały charakter wstępny. Celem ich było ogólne zaznajomienie się zespołu ludzi czynnych przy badaniu komory z jej działaniem oraz zaznajomienie się i nabranie wprawy w posługiwaniu się przyrządami pomiarowymi.

Rozplanowane obecnie zasadnicze badania komory spalania, mają na celu pomierzenie wszystkich głównych parametrów, mających wpływ na pracę komory spalania, obliczenie jej sprawności oraz dostarczenie materiałów doświadczalnych dla znalezienia najlepszego rozwiązania konstrukcyjnego.

Wytyczne badań komory spalania.

Przydatność badanej komory spalania oceniana jest na podstawie:

- a — sprawności spalania,
- b — możliwie najmniejszego spadku ciśnienia w komorze,
- c — utrzymania stałości palenia i sprawności w szerokim zakresie stosunków powietrza do paliwa,
- d — jednostajnego rozkładu temperatur na wylocie z komory, będącego wynikiem dobrego wymieszania spalin,
- e — nie osadzania się nagarów i sadzy w komorze spalania,
- f — długotrwałości materiałów komory.

Badania pójdą w czterech kierunkach:

chemiczno-fizycznym, aerodynamicznym, termodynamicznym i mechanicznym.

Zasadnicze badania komory spalania przeprowadzane będą na specjalnym stoisku do badania komór spalania.

Badania wtryskiwaczy.

Używane przez I.T.C. wtryskiwacze są jednego typu. Wykonać należy przeróbkę tych wtryskiwaczy w celu zmniejszenia ich wydatku (przez zmniejszenie przekroju kanałików zawirowujących) oraz powiększenia kąta wtrysku (przez wytoczenie stożka na końcu oprawki wtryskiwacza). Dla przerobionych wtryskiwaczy w ilości 5—6 sztuk wykonać charakterystyki (ciśnienie w ąta — wydatek w kg/godz) na stoisku, z uwzględnieniem małych ciśnień. Wykonać wtryskiwacz na małe ciśnienia (projekt inż. Roszkowskiego), przeprowadzić próby i wykonać jego charakterystykę.

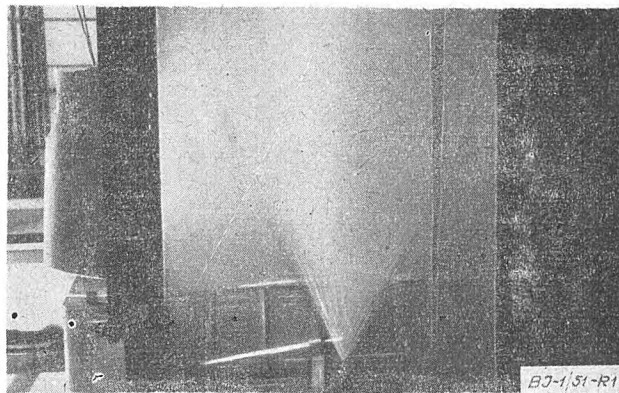
Badania paliwa.

Zapas paliwa w magazynie powinien umożliwiać systematyczne prowadzenie prób z komorą spalania. Z każdej partii sprowadzonego oleju gazowego należy pobrać próbkę paliwa, dla użytku laboratorium chemicznego, celem zbadania wartości opałowej paliwa oraz innych jego własności w miarę potrzeby jak: ciężaru właściwego, składu, ilości wody, popiołu, lepkości itd.

Laboratorium chemiczne.

Ze względu na wysoki stopień rozcieńczenia spalin na wyjściu z komory oraz trudności analizy próbek ze

strefy palenia, gdzie jest zarówno niespalone paliwo jak i produkt jego rozkładu oraz gazy spalinowe, dotychczasowe metody analizy spalin przy pomocy aparatu *Orsata* czy też analizatora elektrycznego, opartego



Rys. 1. Stoisko do badania wtryskiwaczy. Widoczny wyraźnie stożek paliwowy wtryskiwacza.

na zasadzie zmiany oporu w strumieniu gazów spalinywych, okazują się niewystarczające. Już bardzo nikłe zmiany stanu chemicznego spalin mają poważny wpływ na zmianę sprawności komory spalania. Pomimo to do czasu opracowania własnych dokładnych metod analizy spalin, względnie oparcia się na metodzie spektroskopowej, korzystać należy z dotychczasowej aparatury.

W tym celu nieodzownym jest przygotowanie laboratorium, między innymi, do intensywnego pobierania i analizowania próbek.

Przy analizie spalin określić należy objętościowe udziały typowych niespalonych składników jak: tlenek węgla, metan, węglowodory niezmienione (niekrakowane), kwas mrówkowy, formaldehyd oraz węgiel. Należy również określić ilość i stopień osadzania się sadzy w kanale wylotowym oraz nagarów i osadów.

Oddział komór spalania opracował szczegółową instrukcję postępowania przy prowadzeniu badań komory spalania. Z instrukcji podajemy niżej główne wytyczne, w myśl których należy przeprowadzić badania.

Pomiar ilości i prędkości powietrza przepływającego przez zimną komorę spalania.

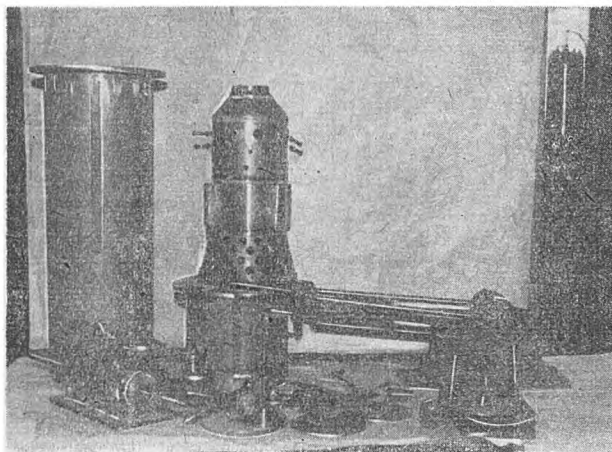
Powietrze obecnie dostarczane jest do komory spalania ze sprężarki typu *Rootsa*. Ciśnienie jego wynosi ok. 1,3 ata. W montażu jest sprężarka próbna *BC1* projektowana przez dr inż. K. Szalwińskiego. Sprężarka ta dostarczać będzie powietrze o ciśnieniu 4,5 ata.

Do pomiaru wydatku powietrza użytego do spalania i chłodzenia komory spalania, zastosowane są 3 kryzy pomiarowe. Do pomiaru rozkładu ciśnień i prędkości na wlocie i wylocie komory spalania zastosowane są dwie ruchome, specjalnie skonstruowane rurki pomiarowe, typu *Pitota*.

a — Przy pomocy tych rurek pomiarowych należy sprawdzić wydatek kryz. Wydatek zmieniać, wy-

puszczając część powietrza przez uchylenie zaworu przy sprężarce i przez zmianę otwarcia przepustnic na kanałach doprowadzających.

- b — Pomiar rozkładu ciśnień i prędkości na wlocie i wylocie komory. Zwiększenie prędkości przepływu uzyskujemy przez odpowiednie ustawienia zaworów pływakowych, z których jeden znajduje się przed komorą spalania, drugi zaś przed wylotem do komina.



Rys. 2. Komora spalania przed montażem. Widoczne wszystkie części komory z niektórymi przyrządami pomiarowymi.

Najpierw mierzyć należy ciśnienie dynamiczne w dwu prostopadłych do siebie płaszczyznach, gdy to jest określone, wówczas mierzyć ciśnienia statyczne i przy ich pomocy korygować wskazania ciśnień dynamicznych, otrzymanych poprzednio. Podobnie postępować na wylocie komory. Całkowity spadek ciśnienia w komorze spalania można bezpośrednio określić z tych dwóch pomiarów.

- c — Pomiar wydatku i rozkład prędkości powietrza wewnątrz właściwej komory spalania. Badanie przeprowadzić przy pomocy dwóch rurek pomiarowych, z których jedna wchodzi do środka komory przez otwór świecy zapłonowej druga zaś umieszczona jest przed wieńcem łopatek zawirujących na wlocie do właściwej komory spala-

Pomiar stosunku ilości powietrza do paliwa przy czynnej komorze spalania.

Pomiar stosunku powietrza do paliwa przeprowadzony będzie dla dwóch typowych wtryskiwaczy o zbliżonych wydatkach, lecz różniących się zasadniczo charakterem wtrysku paliwa (kątem stożka paliwowego) oraz pracujących na różnych ciśnieniach wtrysku: jeden na niskich, drugi na wysokich ciśnieniach.

Podczas wszystkich niżej podanych pomiarów należy mierzyć następujące wielkości: rozkład ciśnienia statycznego i dynamicznego na wlocie i wylocie komory, rozkład temperatur na wylocie komory spalania, przy pomocy specjalnego przyrządu ruchomego z umieszczoną w nim termoparą, pobranie każdorazowe próbek spalin do analizy. Chłodzony wodą przyrząd pomiarowy pozwala na zmierzenie rozkładu temperatur i pobranie spalin z dowolnego punktu na wylocie komory spalania oraz z wnętrza samej komory.

- a — Zmiana ilości paliwa przy stałych wydatkach i szybkościach powietrza. Pomiary przeprowadzić dla dwóch wtryskiwaczy. Wydatek pierwszego zmieniać przez zastosowanie różnych ciśnień 10—40 ata) dla drugiego stosować wysoki zakres ciśnień (50—90 ata). Kąt wtrysku paliwa obu wtryskiwaczy jest różny i zmienia się wraz z ciśnieniem.
- b — Zmiana ilości powietrza przy stałym wydatku paliwa. Pomiary proponowane tutaj są w swych założeniach podobne do pomiarów w punkcie poprzednim, mają jednak za cel zbadanie stosowności rozszerzonego zakresu stosunków powietrza do paliwa. W badaniach tych, odwrotnie niż w punkcie a, eliminujemy wpływ charakteru wtrysku paliwa, a co z tym związane, wpływ charakteru spalania, spowodowanego coraz to inną wielkością kropelek, a przez to i ich sposobem wymieszania z powietrzem. Dobierać ilość powietrza, aby stosunek powietrza do paliwa rozszerzył na zakres 45 : 1 do 90 : 1.
- c — Zmiana szybkości przepływu powietrza przy stałym wydatku paliwa. Badanie ma na celu określenie wpływu jaki wywiera na proces spalania różna szybkość przepływającego powietrza przez komorę spalania.

Badania specjalne:

Badania specjalne doświadczalnej komory spalania na paliwo płynne rozpoczną się bezpośrednio po badaniach zasadniczych i będą sprowadzały się między innymi do następujących zagadnień:

- a — Szczegółowe zbadanie wpływu zmiany ilości powietrza pierwotnego i wtórnego na proces spalania przez zmianę przesłonięcia na samej komorze.
- b — Zbadanie wpływu zawirowania na proces spalania przez zastosowanie różnych łopatek na wlocie do komory.
- c — Badanie wpływu kąta stożka paliwowego rozpylacza na spalanie.
- d — Dalsze badanie świecy żarowej i iskrowej w celu określenia możliwości ich zapłonu przy dużych szybkościach przepływu powietrza — zastosowanie osłonek na świecach. Dla optymalnych warunków spalania znalezienie charakterystyki komory (przy różnych prędkościach i ciśnieniach powietrza) oraz zbadanie osadzenia się nagarów, sadzy i osadów.
- e — Spalanie bezpłomienne i badanie wpływu różnych czynników katalizujących na proces spalania.
- f — Badanie szybkości rozchodzenia się płomienia w zależności od gatunku paliwa, stopnia rozcieńczenia, temperatury, ciśnienia paliwa i powietrza, itd.

U w a g i :

Eksperymentalna komora spalania na paliwo płynne została skonstruowana i wykonana w Instytucie Techniki Ciepłej.

Niezależnie od spalania paliwa płynnego, opracowuje się spalanie gazu oraz pyłu węglowego. Prace te są już daleko posunięte.

Do zasilania pyłem węglowym zostanie dostosowane obecnie istniejące stoisko, po dokonaniu niezbędnym zmian konstrukcyjnych oraz zainstalowaniu koniecznych dodatkowych urządzeń.

PRZEGLĄD BIBLIOGRAFICZNY MECHANIKI

OPRACOWANY PRZÉZ OŚRODKI DOKUMENTACJI
GŁÓWNEGO INSTYTUTU MECHANIKI

DODATEK DO MIESIĘCZNIKA „PRZEGLĄD MECHANICZNY”

ROCNIAK 2

WARSZAWA, LIPIEC 1951

NR 7

OŚRODEK DOKUMENTACJI OBRABIAREK I NARZĘDZI

P — POMIARY ORAZ PRZYRZĄDY I URZĄDZENIA POMIAROWE

PH — Przyrządy oparte na zasadzie hydraulicznej i pneumatycznej.

139 PH:PB 681.2.621.9—79 B2 7—51

Molle R. **Prawa metrologii pneumatycznej i ich zastosowanie w konstrukcji nowych aparatów, wykonanych w laboratoriach Akademii w Mons.** „Les lois de la métrologie pneumatique et leurs application à la réalisation d'appareils nouveaux exécutés dans les laboratoires de la Faculté de Mons”. *Revue Gén. de Mécanique*, Paris, mies., t. 34, nr 13, 1950, s. 26, 24 × 31 cm, 5 str., 6 fot., 6 rys., 2 wyk., 1 mikrogr. — Matematycznie ujęta zasada konstrukcji przyrządów pomiarowych pneumatycznych. Opis konstrukcji oraz zastosowań niektórych przyrządów opartych na tej zasadzie.

S — OBRÓBKA SKRAWANIEM

SF1 — Frezowanie.

140* SF1:SO1:EK 621.914:658.51 B2 7—51

Martelotti M. **Wybór produkcyjnych sposobów frezowania. (III).** „Selection of Production Milling Processes (III)”. *Machinist*, London, tyg., nr 36, 1950, s. 1305, A4, 3 str., 3 fot., 1 rys., 1 poz. bibl. — Problem zmniejszenia czasu traconego przy mocowaniu a zarazem całkowitego czasu wyrobu jednej sztuki, osiąganego przez zastosowanie mocowania kilku sztuk w jednym lub kilku uchwytach, rozładowywanych na zmianę w trakcie frezowania. Podano wzory określające całkowity czas operacji, ilość mocowanych sztuk itp. dla różnych wypadków obróbki.

141* SF1 921.914.1—434 B2 7—51

Martelotti M. **Jak frezować powierzchnie obrotowe w warsztacie.** „How to Mill Cylindrical Surfaces in the Toolroom”. *Machinist*, London, tyg., t. 94, nr 30, 1950, s. 1103, A4, 4 str., 2 fot., 4 rys., 1 poz. bibl. — Przegląd sposobów frezowania powierzchni walcowych lub zbliżonych do nich, głównie za pomocą ruchu wahadłowego przedmiotu lub narzędzia. Podano geometryczne zależności między kształtem narzędzia, promieniem krzywizny powierzchni oraz ruchem wahadłowym.

142* SF1:SS1:SL1:UE 621.91.07:621.9—229.39 B2 7—51

Martelotti M. **Przyrządy umożliwiające przeprowadzenie różnorodnych warsztatowych operacji frezowania.** „Attachements Perform Diversified Toolroom Milling Operations”. *Machinist*, London, tyg., t. 94, nr 32, 1950, s. 1185, A4, 4 str., 4 fot., 5 rys., 1 poz. bibl. — Przykłady różnych operacji wykonanych na frezarce dzięki zastosowaniu specjalnych przyrządów. Opisano dłutowanie rowków skrawanych, struganie odlewów, toczenie powierzchni sferycznych i szlifowanie. Podano niektóre dane cyfrowe, dotyczące warunków skrawania.

143* SF1:EK 621.914:658.54 B2 7—51

Chisholm A. J. **Analiza praktycznych warunków skrawania.** „An Analytical Study of Practical Machining Conditions”. *Machinery*, London, tyg., t. 75, nr 1939, 1949, s. 891, 18×24 cm, 3 str., 2 rys., 1 poz. bibl. — Zagadnienie wydajności ekonomicznej operacji obróbki frezowania. Podano nomogramy służące do znalezienia optymalnych warunków skrawania, dla których jednostkowy koszt produkcji wypadła najmniejszy.

SK — Wykonywanie kół zębatach.

144* SK1:ST1:NK 621.91.07:621.9.013 B2 7—51

Ziwicki A. W. **Obróbka powierzchni cylindrycznych wirujących nożami tarczowymi.** „Obróbka cylindrycznych powierzchni wraszczajuszczymijsia dyskami rieczcami”. *Stanki i Instrument*, Moskwa, mies., t. 21, nr 7, 1950, s. 21, A4, 1,3 str., 5 rys. — Zagadnienie możliwości zastosowania procesu wiórkowania nożem tarczowym na tokarkach i strugarkach. Przeprowadzono analizę mechaniki skrawania nożem krążkowym i określono metody projektowania kształtu ostrza. Autor wymienia liczne zalety tej metody skrawania nie podając jednak wyników badań.

SL1 — Toczenie.

*145 SL1:UK 921.941.1—47 B2 7—51

Narzędzia kierowane krzywką do toczenia zbieżności na automatach. „Cam-Operated Tools Turn Tapers on Auto”. *Machinist*, London, tyg., t. 94, nr 28, 1950, s. 1051, 2 str., 1 fot., 3 rys. — Opis operacji toczenia otworów zbieżnych i przecinania. Podano warunki toczenia oraz konstrukcję specjalnych imaków narzędziowych do tych operacji.

SP1 — Przeciąganie i piłowanie.

146* SP1 621.919.3.033/034 B2 7—51

Barton L. C., H. K. **Krótkosuwowe przeciąganie odlewów wtryskowych.** „Short-Stroke Broaching of Die Castings”. *Machinery*, London, tyg., t. 75, nr 1931, 1949, s. 615, 18×24 cm, 7,5 str., 10 rys. — Przegląd metod przeciągania odlewów wymagających, wskutek swych własności (kruchosc), szczególnie ostrożnego postępowania. Opisano różnego typu przeciagacze, zwrócono uwagę na błędy obróbki oraz podano warunki skrawania.

SS1 — Szlifowanie.

147* SS1:NK 621.914.2:621.923.6 B2 7—51

Witowski J. **Ostrzenie frezów.** Warszawa, 1949, SIMP, D, 18×11 cm, 62 str., 21 fot., 43 rys., 5 tab. — Po ogólnym przedstawieniu typów frezów i elementów geometrycznych ostrza, autor szczegółowo omawia sposoby ostrzenia wszystkich typów frezów podając rodzaj obrabiarki, średnicę i warunki szlifowania. Zestawiono sposoby ostrzenia głowic frezarskich z nożami stalowymi i ze spiekanych węglików metali na maszynach rozmaitych typów. W zakończeniu podano opis narzędzi, przyrządów pomocniczych i pomiarowych oraz warunki stawiane szlifierkom narzędziowym.

148* SS1:UK 621.923.6-229.323.6:621.923.6—589 B2 7—51

Meysers W. F. Co., Bedford, USA. **Sposób szlifowania zaokrąglenia wierzchołka freza śrubowego.** „Method of Grinding and End Radius on a Helically-Fluted Cutter”. *Machinery*, London, tyg., t. 75, nr 1934, 1949, s. 727, 18×24 cm, 1 str., 1 rys. — Opis urządzenia, posiadającego uchwyt podziałowy do zamocowania szlifowanego noża oraz krzywkę regulującą ruch tarczy szlifierskiej po żądanym promieniu.

149* SS1 621.923.12—462.2 B2 7—51

Szlifowanie bezkłowe przedmiotów o małej średnicy. „Centreless Grinding Small-Diameter Work”. *Machinery*, London, tyg., t. 75, nr 1933, 1949, s. 679, 18×24 cm, 1,6 str., 2 fot., 3 rys. — Opisano sposób szlifowania igieł stosowanych w przemyśle filcowym. Szlifowanie takie stosuje się również w przemyśle precyzyjnym (zegary, przyrządy), gdzie obrabia się bardzo cienkie

S — OBRÓBKA SKRAWANIEM c. d.

druty. Przedstawione urządzenie zezwala na szlifowanie przedmiotów o średnicy do 0,07 mm z dokładnością do 0,0025 mm.

ST1 — Teoria skrawania.

150* ST1:SL1 621.91.07:621.785.1 B2 7—51

Plużański S. prof. **Obróbka skrawaniem przy wysokich temperaturach.** Przegląd Mechaniczny, Warszawa, mies., t. 9, nr 1—3, 1950, s. 52, A4, 5,2 str., 3 wykry., 3 tab., 3 poz. bibl. — Autor podaje wyniki doświadczeń nad toczeniem i struganiem na gorąco przeprowadzonych w Politechnice Warszawskiej. Danych liczbowych co do wartości oporu skrawania nie podano, stwierdzono jedynie, iż spadek oporu skrawania następuje znacznie wolniej niż spadek R_r . Przedstawiono wnioski dotyczące trudności napotykaných przy obróbce na gorąco.

151* ST1:SL1:SF1:SS1:SW1:SP1
621.91.07.034:621.9.011.034 B2 7—51

Henry Wiggin & Co, Ltd. **Obróbka stopów „Nimonic“.** „Machining the Nimonic Series of Alloys“, Machinery, London, tyg., t. 75, nr 1936, 1949, s. 775, 18×24 cm, 7,5 str., 7 fot., 4 rys. — Opis własności obróbczych stopów Nimonic, stosowanych w konstrukcji turbin parowych, ustalonych na podstawie obserwacji wielu firm brytyjskich. Podano ogólne wskazówki, jakich zasad należy przestrzegać, aby uzyskać najlepsze wyniki, oraz szczegółowe warunki skrawania dla frezowania, przeciągania, toczenia, szlifowania, wiercenia i przecinania piłami. Dla każdego rodzaju obróbki zalecono odpowiednie narzędzia zamieszczając ich dane konstrukcyjne (geometria). Wskazano na rodzaje cieczy chłodzących.

SU1 — Skrawanie szybkościowe.

152* SO1:ST1:EK 658.54:621.91.07 B2 7—51

Ministerstwo Stankostrojenja SSSR. **Warunki skrawania szybkościowego metali.** „Rieżimy skorostnowo rieżanja mietallow“. Moskwa, 1950, Maszgis, cena 8 rb. D, A5, 127 str., 79 tab., 46 poz. bibl. — Podano normalne warunki skrawania narzędziami ze spieków na tokarkach i frezarkach. Ułożono tablice dla najczęściej spotykanych materiałów obrabianych i dla spieków używanych w przemyśle ZSRR. Dane cyfrowe, dotyczące szybkości skrawania, siły obwodowej i mocy, pozwalają również określić klasę gładkości powierzchni otrzymywanej w wybranych warunkach. Prócz tablic podano wzory, wg. których tablice zostały ułożone. Książka ma służyć za podstawę do ustalenia norm czasu i organizowania oddziałów mechanicznych zakładów metalowych.

153* SU1 621.9.01:621.91.07 B2 7—51

Larin M. N. **Szybkościowe skrawanie metali.** „Skorostnowo rieżanje mietallow“. Moskwa, 1950, Izdat. „Pravda“, cena 50 kop. D, A5, 32 str., 6 rys., 2 wykry., 10 tab. — Wychodząc z wzoru na skrawaną objętość autor rozpatruje kolejno warunki, które mogą spowodować zwiększenie wydajności i zatrzymuje się na szybkości skrawania. Przytacza dane, dotyczące spieków radzieckich wraz z ich własnościami fizycznymi, i biorąc pod uwagę sposób tworzenia się wióra, odkształcenie warstwy skrawanej, temperaturę i sposób zużycia narzędzia dochodzi do określenia właściwej geometrii ostrza i warunków szybkościowego skrawania. Kolejno omówiono warunki szybkościowego frezowania i toczenia przytaczając odpowiednie tablice liczbowe. Podano rozwiązanie konstrukcyjne narzędzi specjalnych, takich jak np. noża Kbiek. Omówiono także przecinkową metodę wykonania gwintu, modernizację obrabiarek i przystosowanie ich do skrawania szybkościowego.

SW1 — Wiercenie.

154* SW:SK 921.95 B2 7—51

Lebiediew M. S., Kommissarow W. J. **Wiertacz.** „Swierłuszczik“. Moskwa, 1950, Trudrieziewizdat, D, A5, 177 str., 140 rys., 32 tab. — Książka podaje podstawowe wiadomości z wiercenia, rozwiercania i pogłębiania, zasadnicze pojęcia z teorii skrawania oraz

geometrii wiertel. Omawia krótko materiały skrawane i narzędziowe, ich własności mechaniczne i obróbkę cieplną. W dalszym ciągu zamieszczone są zasadnicze wiadomości o obrabiarkach do wiercenia, przyrządach używanych przy wierceniu, o mierzeniu otworów pod gwint i nacinaniu gwintu w otworach. Porusza wreszcie główne pojęcia o dokładności obróbki oraz zagadnienie podniesienia wydajności i organizacji pracy przy wierceniu. Ogólnie biorąc książka zawiera całość wiadomości, jakie powinien posiadać rzemieślnik pracujący na wiertarkach.

155* SW1:OS 621.951.1:621.954 B2 7—51

Precyzyjne operacje obróbki otworów. „Precision „Boring“ Operations“. Machinery, London, tyg., t. 75, nr 1932, 1949, s. 647, 18×24 cm, 2 str., 2 fot., 3 rys. — Terminem „boring“ określono operacje wiercenia, toczenia, toczenia czołowego oraz zbieżności i żłobienia rowków dokonane za jednym lub dwoma mocowaniami przedmiotu na automatycznej wiertarce poziomej. Opisano przebieg cyklu obróbki, obudowy łożysk kulkowych oraz wentyli i części pompy. Obrabiane powierzchnie są względem siebie koncentryczne lub prostopadłe. Krzywka sterowana automatycznie wentylami solenoidowymi.

U — UCHWYTY I PRYZRZĄDY

UK — Konstrukcja uchwytów i przyrządów.

156* UK:SL1:SU1 621.941—229.335 B2 7—51

G. G. Kły **obrotowe do toczenia szybkościowego.** „Wrzaszczajuszczesja cientry dla skorostnowo toczenija“. Stanki i Instrument, Moskwa, mies., t. 21, nr 7, 1950, s. 16, A4, 5,1 str., 15 rys., 4 tab. — Opis konstrukcji i wymiary dawnych kłów obrotowych i obecnych. Podano analizę ich zachowania się w pracy oraz porównano sztywność i wpływ na gładkość powierzchni. Załączono analizy sił działających na różne typy kłów. Podano przepisy obsługi i sposoby mocowania w kłach różnych typów.

157* UK 621.924—229.39 B2 7—51

Kaniwczenko I. T. **Pneumatyczny przyrząd do maszyn do szlifowania i docierania.** „Pneumaticzeskoje pri-sposoblenje k szlifowalno-protirocznym stankam“. Stanki i Instrument, Moskwa, mies., t. 21, nr 7, 1950, s. 24, A4, 0,5 str., 2 rys. — Pneumatyczne urządzenie, zezwalające na mocowanie przedmiotów poddawanych szlifowaniu i docieraniu otworów wewnętrznych głowicami z prostymi kamieniami. Uchwyt zabezpiecza również przed owalizacją szlifowanego otworu.

158* UK:OW 621.941.23—229.3 B2 7—51

Kowtun P. G. **Uchwyt zaciskowy.** „Cangowyj patron“. Stanki i Instrument, Moskwa, mies., t. 21, nr 7, 1950, s. 24, A4, 0,3 str., 2 rys. — Uchwyt do pracy na rewolwerówce nie wymagający stosowania mechanizmu zaciskowego w tylnej części wrzeciona, zapewniający centrowanie z dokładnością do 0,10 mm. Zacisk znajduje się bezpośrednio na uchwycie.

159* UK:OW 621.9—229.3 B2 7—51

Lalin W. M. **Uchwyty i zaciski tarczowe.** „Torczewyje cangi i zaimy“. Stanki i Instrument, Moskwa, mies., t. 21, nr 7, 1950, s. 26, A4, 0,6 str., 5 rys. — Opisano zalety uchwytów i zacisków tarczowych membranowych, ich prostotę, dokładne centrowanie itd. Podano rysunki konstrukcji i przykłady zastosowania.

160* UK:OW 621.941.2—229.3:621.991 B2 7—51

Gubin M. S. **Głowica do rolkowania gwintu.** „Rieżbonakatnaja gołowka“. Stanki i Instrument, Moskwa, mies., t. 21, nr 7, s. 27, A4, 1,6 str., 4 rys. — Konstrukcja głowicy zaopatrzonej w trzy rolki, umieszczonej we wrzecionie lub koniku tokarki mogącej rolkować gwint z szybkością do 2000 obr./min. Obraca się głowica, względnie rolkowana śruba. Podkreślono wygodę zastosowania takiej głowicy i oszczędności, jakie ona przynosi w produkcji.

U — UCHWYTY I PRYZRZĄDY c. d.

161* UK 621.952—229.2 B2 7—51

Korona A. B. **Uchwyt do wkręcania kołków śrubowych.** „Patron dla wvncziwanja spilek“. Stanki i Instrument, Moskwa, mies., t. 21, nr 7, 1950, s. 29, A4, 1,3 str., 1 fot., 2 rys. — Przyrząd do wkręcania kołków śrubowych, w którym uchwyt zostaje otwarty po zakończeniu pracy bez zatrzymania wrzeciona, dający zamontować się na każdej wiertarce ze stożkiem Morse'a. Zastosowanie uchwytu powoduje skrócenie czasu pracy.

162* UK 621.914—229.39 B2 7—51

Mawson R. **Przyrząd frezarski ze specjalnym urządzeniem mocującym.** „Milling Fixture with Unusual Locating Feature“. Machinery, New York, mies., t. 56, nr 12, 1950, s. 185, A4, 1,5 str., 1 rys. — Przyrząd mocujący do frezowania rowków z dużą dokładnością. Opis sposobu działania przyrządu i konstrukcji. Rysunek przyrządu.

163* UK 621.914—229.512.6 B2 7/8—51

Olson E. N. **Uchwyt z hydrauliczną szczęką do mocowania odlewów o nieregularnym kształcie.** „Vise with Hydraulic Jaw for Clamping Irregular Shaped Castings“. Machinery, New York, mies., t. 56, nr 12, 1950, s. 188, A4, 0,5 str., 1 rys. — Uchwyt frezarski posiadający urządzenie hydrauliczne, dzięki któremu można zamocować kilka części o nieregularnym kształcie, bez względu na ich różnice w wymiarach. Ciśnie-

nie oliwy zapewnia równomierny rozkład sił mocujących.

164* UK:OC:SW1 621.952—229.24 B2 7—51

Wisconsin Drill Head Co, USA. **Nastawna wielowrzecionowa głowica wiertarska z łożyskami walcowymi.** „Adjustable Multiple Drill Head with Needle Roller Bearing“. Machinery, London, tyg., t. 75, nr 1940, 1949, s. 927, 18×24 cm, 0,5 str., 1 rys. — Rysunek i opis konstrukcji głowicy wiertarskiej, umożliwiającej ustawienie środka wiertła w dowolnym punkcie koła o określonej konstrukcją średnicy.

165* UK 621.918—229.39 B2 7—51

Przyrząd do zbiorowego przeciągania zbieżnych rowków. „Fixture for the Multiple Broaching of Tapered Grooves“. Machinery, London, tyg., t. 75, nr 1938, 1949, s. 825, 18×24 cm, 2 str., 2 rys. — Opis i konstrukcja przyrządu do mocowania części maszyn tkackich, w których należy wyźłobić zbieżne rowki oliwne.

166* UK:SL1 621.941—229.323.6 B2 7—51

Jacobs Mfg. Co, West Hartford, USA. **Tarcza tokarska firmy Jacobs.** „Jacobs Lathe Chuck“. Machinery, London, tyg., t. 75, nr 1936, 1949, s. 799, 18×24 cm, 0,5 str., 2 fot. — Opis konstrukcji tarczy, posiadającej wymienne wkłady gumowe (syntetyczne) umożliwiające uchwycenie wałków w granicach 1/16 : 1 3/8". Tarcza odznacza się dużą dokładnością i dużą siłą zacisku.

OŚRODEK DOKUMENTACJI KONSTRUKCJI MECHANICZNYCH

A — DŹWIGI

A2 — Podnośniki.

1* A22 621.863:621.9—5 B3 7—51

Wołkow D. P. i Czerienko W. P. **Obliczenie grzania się hamulców wciągarek budowlanych.** „K rasczotu tormozow stroitielnych lebedok na nagriew“. Mechanizacja Stroitelstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 9, wrzes. 50, s. 12, A4, 4,5 str., 3 wykr., 1 tab. — Stosowanie we wciągarkach bębnowych stalowych oraz okładzin ciernych hamulców o dużym współczynniku tarcia pozwala na zmniejszenie wymiarów tarcz hamulcowych, a więc i ich ciężaru, jednocześnie jednak wzrasta grzanie się hamulców, co powoduje szybsze ich zużycie. Przeprowadzono próby przez NNII Strojormasz w latach 1948—1949 z wciągarkami zbierarek i spycharek wykazały, że dotychczasowe sposoby obliczeń hamulca są niedostateczne i należy uwzględnić nie tylko moc jednostkową tarcia p. v, ale i współczynnik tarcia oraz kąta opasania. Moc badano przy pomocy watomierzy samopiszących. Rozkład temperatur na powierzchni tarczy hamulcowej i bębna przy różnych okresach pracy ujęto w wykresy krzywych nagrzewania i stygnięcia. W wyniku badań wyprowadzono wzory matematyczne pozwalające na dokładniejsze obliczenie hamulców.

A4 — Żurawie

2* A4 621.873:625.1 B3 7—51

Bielak D. I., Korba N. J. **Prototyp żurawia kolejowego K-251.** „Nowyj żeleznodoroznyj kran K-251“. Mechanizacja Stroitelstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 11, list. 50, s. 4, A4, 4,5 str., 1 fot., 5 rys., 3 tab. — Zakłady Budowy Dźwigów w Odessie opracowały prototyp żurawia kolejowego K-251 na normalnej platformie czterosiowej, o udźwigu 25 t., wysięgniku 15 m. i napędzie silnikiem spalinowym 2D-6 o mocy 150 KM. i 1500 obr/min. Mechanizm jazdy żurawia napędzany jest niezależnym silnikiem elektrycznym, zasilanym z generatora prądu stałego. Generator z kolei napędzany jest przy pomocy przekładni łańcuchowej od silnika spalinowego. Pozwoliło to na wyeliminowanie po-

wszechnie stosowanych skomplikowanych skrzyniek przekładniowych. Żuraw cechuje: prostota konstrukcji mechanizmów, zwrotność, łatwość obsługi, łatwość transportu i uruchamiania (1,2 godz.) oraz, dzięki zastosowaniu własnego napędu, niezależność w pracy. Żuraw zakwalifikowano do produkcji seryjnej.

3* A4 621.873:625.1 B3 7—51

Istomin G. P., Kostin M. I. **Żuraw kolejowy K-103.** „Żeleznodoroznyj kran K-103“. Mechanizacja Stroitelstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 10, paźdz. 50, s. 1, A4, 4 str., 2 fot., 4 rys., 1 tab. — Zakłady Budowy Dźwigów im. Powstania Styczniowego opracowały prototyp żurawia kolejowego K-103, napędzanego silnikiem spalinowym Diesla o mocy 80 KM i 835 obr/min. Udźwig żurawia — 10 t., długość wysięgnika 10 m., waga — 34,5 t. Dźwig może pracować z hakiem lub chwytakiem. Został on dodatkowo zaopiniowany i zakwalifikowany do produkcji seryjnej.

4* A4 627.2:621.873:656.225 B3 7—51

Litwinienko A. A. **Inicjator przodujących metod pracy.** „Inicjator pieredowych metod raboty“. Mechanizacja trudnojomych i tiazolych rabot, Moskwa, mies., nr 11, list. 50, s. 47, A4, 1 str., 1 fot., 1 rys. — Starszy maszynista, obsługujący żurawie w kijowskim porcie rzeczonym, F. F. Sribnyj zainicjował przeładunek materiałów sypkich w portach żurawiami (obrotowymi) w przeciwieństwie do przeładunku przenośnikowego) oraz zastosował kontenery. Dzięki temu osiągnięto znacznie większą szybkość przeładunku.

5* A4:B2:C3 627.2:658.561:621.8 B3 7—51

Nosowskij Je. M. **Stachanowska praca zespołowa w Porcie Zachodnim stolicy.** „Kolektiwnaja stachanowskaja rabota w Zapadnom Portu stolicy“. Mechanizacja trudnojomych i tiazolych rabot, Moskwa, mies., nr 11, list. 50, s. 43, A4, 4 str., 3 fot., 1 rys., 2 tab. — Opis organizacji pracy całkowicie zmechanizowanego Zachodniego Portu w Moskwie. Dzięki zastosowaniu stachanowskich metod pracy i użyciu szeregu maszyn, jak: żurawie, transportery, koparki itp., osiągnięto pierwsze miejsce we wszechzwiązkowym socjalistycznym współzawodnictwie pracy.

A — DŹWIGI c. d.

6* A4:B6:A23:A24 658.561:69.0025:656.225:625.5
B3 7—51

Budnikow M. S., Jegnus M. Ja. **Budowa domów mieszkalnych metodą potokowo-członową.** „Potoczno-racjonalne stroitielstwo żyłych domów“. *Miechanizacja trudojomkich i tiaziołych rabot, Moskwa, mies., nr 11, list. 50, s. 23, A4, 4 str., 8 fot., 1 rys.* — Opis potokowo-członowej metody budowy domów mieszkalnych w osiedlu „Stroitiel“ w Dniepopietrowsku. Zastosowano dziesięć równoległych członów, obejmujących całokształt prac, jak: budowlane, instalacyjne, nawierzchniowe, grodzeniowe itp. Dzięki użyciu szeregu maszyn i kontenerów osiągnięto bardzo dobre wyniki. Postulowano się następującymi urządzeniami i maszynami: żuraw „Pionier 2“, żuraw „Żuraw“, żuraw samochodowy, kolejka linowa, wózki akumulatorowe zwykłe i widłowe, wyciągi jednosłupowe oraz estakady wyładunkowe. Metoda oszczędnościowa godna naśladowania.

B — URZĄDZENIA PRZENOŚNIKOWE

B2 — Przenośniki cięgnowe.

7* B21 621.867 B3 7—51

Kogan I. Ja. **Transporter przenośny T-125.** „Pierienosnyj transportierpitatiel T-125“. *Miechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 8, sierp. 50, s. 24, A4, 1 str., 2 fot.* — Zakład Maszyn Budowlanych w Dniepopietrowsku rozpoczął seryjną produkcję przenośnego transportera T-125 konstrukcji WNI Strojdomasz. Transporter ma ramę z rurek i napęd od silnika elektrycznego, kołnierзовego, który jest wmontowany wewnątrz ramy. Długość transportera wynosi 5 m, a szerokość taśmy 400 mm. Całość waży 165 kg. Taśma bez końca czyni pracę transportera spokojną i długotrwałą. Przy ustawianiu poziomym wydajność wynosi 62,5 m³/godz., zaś przy ustawianiu pod kątem 24° do poziomu — 43 m³.

8 B21 621.867 B3 7—51

Kogen I. Ja. **Transporter przewoźny T-126 o długości 15 m.** „Pieriedwiznoj transportier T-126 dlinoj 15 m.“ *Miechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 12, grudz. 50, s. 20, A4, 2 str., 2 fot.* — W zakładach im. Lenina w Nikopolu rozpoczęto seryjną produkcję przewoźnego transportera T-126 według projektu WNI Strojdomasz. Jest to transporter lekki, rurkowy o długości 15 m. i szerokości taśmy 400 mm. Waży tylko 650 kg. Silnik elektryczny, o mocy - 17 KW. Ciekawe rozwiązanie mechanizmu podnoszenia pozwala na zmianę wysokości w granicach od 1,5 m. do 7,8 m. Wydajność maksymalna wynosi 35 m³/godz. Transporter rozbiera się na cztery części: dwie części ramy i dwie podpory. W czasie prób stwierdzono trwałość konstrukcji i łatwość obsługi.

C — MASZyny I SPRZĘT BUDOWLANY

C2 — Maszyny do robót budowlanych.

9* C 624.132.00.6 B3 7—51

Lwow I. N. **Przedłużenie czasu użytkowania przez napawanie części maszyn budowlanych i drogowych.** „Powsyżenje srokow służby dietalej stroitielnych i doroznyh maszin putiom napławki“. *Miechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 10, paźdz. 50, s. 13, A4, 4,5 str., 11 fot., 1 rys., 2 tab.* — Opisano metodę regeneracji przez napawanie części maszyn budowlanych i drogowych na przykładzie zębów koparek, szczech łamaczy i gąsienic. Laboratorium Spawalnictwa WNI Strojdomaszu opracowało szereg składów stopów do napawania, w zależności od warunków w jakich pracuje dana część. Metoda ta, szeroko stosowana w Związku Radzieckim, jest prosta i niejednokrotnie pozwala na remont maszyny bez demontażu. Jest również szybka (napawanie jednego ogniwa gąsienicy trwa 12—14 min) i łatwa do opanowania (nauka trwa 8—10 dni).

10* C21 621.97:624.154 B3 7—51

Wałuckij I. I. **Młoty parowe o działaniu różnicowym do wbijania pali.** „Swajnyje młoty diferencjalnowo diejstwja“. *Miechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 8, sierp. 50, s. 21, A4, 3,5 str., 1 fot., 4 rys., 1 tab.* — Opis konstrukcji młotów parowych o pojedynczym i podwójnym działaniu oraz młotów o działaniu różnicowym. Udowodnienie wyższości młotów różnicowych, przy których martwy ciężar młota wynosi 85%, a energia uderzenia, w porównaniu do młotów podwójnego działania, jest wyższa o 10%.

C3 — Maszyny do czerpania i ładowania.

11* C31 621.879.22 B3 7—51

Bogaczewskij S. I. **Pewne odmiany w konstrukcji koparki E-505.** „O niekotorych izmienienjach konstrukcii ekskawatora E-505“. *Miechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 11, list. 50, s. 24, A4, 1 str., 3 rys.* — Nadmierne zużywanie się łańcucha rolkowego oraz koła napędzającego i napędzanego spowodowało przekonstruowanie tego napędu. Zastosowano łańcuch zębaty, który okazał się znacznie trwalszy. Zmieniono także konstrukcję napędu pompy przeponowej oliwnej zastępując popychacz płaski popychaczem rolkowym.

12* C31 621.879.22 B3 7—51

Wołkow D. P. **Badania doświadczalne procesów włączania mechanizmu obrotu koparki E-505.** „Eksperimentalnyje issledowanja processow wkluczenja porotnowo miechanizma ekskawatora E-505“. *Miechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 10, paźdz. 50, s. 5, A4, 4 str., 3 fot., 4 rys., 2 wykr.* — Badano procesy włączania mechanizmu obrotu koparki E-505 zmieniając kolejno szereg urządzeń zabezpieczających przed gwałtownością hydraulicznego włączania sprzęgieł. W pewnym stopniu udało się to osiągnąć dzięki użyciu tłoków — amortyzatorów z dwudziestu czterema tarczami sprężynującymi i otworami dławiącymi, konstrukcji zakładów w Kowrowie oraz zastosowaniu dźwigni pomysłu inż. Uljanowa. Najlepsze jednak wyniki dał zawór opracowany przez inż. Fiejgina. Interesujące badania ujęto w wykresy.

13* C31 621.879.22 B3 7—51

Riebrov A. S., Bierkman I. Ł. **W sprawie zwiększenia wydajności koparek łożyskowych z napędem jednosilnikowym.** „K woprosu uwieliczenja proizvoditelno-sti ekskawatorow-łopat s odnotornym priwodom“. *Miechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 8, sierp. 50, s. 4, A4, 5 str., 3 rys., 8 wykr.* — Zwiększenie wydajności koparki przez zmniejszenie ciężaru łyżki i sił przy kopaniu wymaga zmiany układu mocy silnika i niektórych mechanizmów przy napędzie jednosilnikowym. Zmieniono mechanizm naporu, ze względu na jego największe zapotrzebowanie mocy. Przeprowadzone próby wykazały zmniejszenie momentu obrotowego z 85 kgm na 63 kgm, spadek obciążenia mechanizmów o 35% oraz zwiększenie wydajności o 50%.

14* C31 621.879.22 B3 7—51

Pietiers Je. K. **W sprawie lepszego wykorzystania koparek.** „Za łuczszyje ispolzowanje ekskawatorow“. *Miechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 8, sierp. 50, s. 1, A4, 3,5 str., 1 tab.* — Zwiększenie wydajności koparki przez zastosowanie łyżek o różnych pojemnościach (wymennych), w zależności od rodzaju gruntu, w jakim ma pracować koparka. Pojemność łyżek, obecnie stosowanych w koparkach, jest obliczona na pracę w gruntach ciężkich. Przy przejściu koparki do pracy w gruntach średnich i lekkich, przy łyżce o tej samej pojemności, wydajność koparki nie jest całkowicie wykorzystana. Zwiększając pojemność łyżki tym bardziej im grunt jest lżejszy, powiększamy równocześnie wydajność koparki od 20% do 45%. Rozważanie powyższe oparto na obliczeniach teoretycznych.

C — MASZyny I SPRZĘT BUDOWLANY c. d.

15* C31 621.879.22:624.132:69.0025 B3 7—51
Diegtiariew A. P. **Stachanowcy na koparkach**. „Stachanowcy — ekskawatorszcziki“. Mechanizacja trudnojomych i tiazolych robot, Moskwa, mies., nr 11, list. 50, s. 21, A4, 1,5 str. — Opis metod pracy zastosowanych przez stachanowców-racjonalizatorów i pracowników inzynieryjno-technicznych przy obsłudze koparek w okręgu leningradzkim. Dzięki dobrej organizacji pracy, doskonałej konserwacji maszyn i w odpowiednim czasie przeprowadzonym remontem, osiągnięto wydatne zwiększenie wydajności. Szczytowa wydajność, bo ponad 300% normy osiągnął maszynista koparki Szestakow.

16* C32 621.879.22:624.132:69.0025 B3 7—51
Kostin M. I. **Koparka wieloczerpakowa o poprzecznym czerpaniu EM-301**. „Mnogokowszewyj ekskawatör popieriecznawo czerpanja EM-301“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 11, list. 50, s. 12, A4, 4 str., 4 rys. — Podano wyniki badań prototypu koparki wieloczerpakowej EM-301, wykonanej przez zakłady „Krasnyj Ekskawator“, wg projektu WNII Strojdomasz. Koparka ta, zbudowana na szynach, ma napęd elektryczny wielosilnikowy do poszczególnych operacji. Wyeliminowano więc tutaj skrzynki przekładniowe. Moc silnika jazdy i czerpania — 34 KW przy 975 obr/min, ciężar wraz z transporterem i silnikami — 22,2 t. Wydajność przy 40 czerpakach o pojemności 301 każdy — 45 m³/godz. Urobek wynosi średnio na roboczo-zmianę 375 m³, co odpowiada wydajności pracy 75 ludzi. Obsługę koparki stanowi 9 osób (3 obsługuje maszynę, 6 przesuwa tory), wobec czego oszczędność w ludziach na jedną roboczo-zmianę wynosi 66 osób. Koparkę zakwalifikowano do produkcji seryjnej.

17* C32:C4 621.879.22:626.86 B3 7—51
Manujtów Ju. G. **Przyczepne koparki płuźne do rowów KM-800 i KM-1000 A**. „Pricepnyje płuźnyje kanawokopatieli KM-800 i KM-1000 A“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 10, paźdz. 50, s. 11, A4, 1,5 str., 2 fot., 1 rys., 1 tab. — Zakłady Budowy Maszyn Drogowych im. Stalina wykonały dwa prototypy koparek do rowów, według projektu Instytutu Mechanizacji Rolnictwa Akademii Nauk ZSSR. Koparka typ KM-800, przeznaczona do kopania w gruntach niezbyt ścisłych, w ciągu godziny w gliniastej ziemi kopie rów długości 1,75 km o głębokości 0,8 m i o szerokości: u dołu 0,2 m, u góry 0,45 m, zużywając 40—50 kg/km materiałów pędnych. Koparka KM-1000 A, przeznaczona do robót torfowych, po jednym przejściu kopie rów długości 1,7 km, głębokości 1 m, szerokości: u dołu 0,2 m, u góry 0,4 m, zużywając 70 kg/km materiałów pędnych. Wydajność koparki KM-800 przewyższa wyniki pracy ręcznej 75—90-krotnie, koparki KM-1000 A przewyższa wyniki pracy ręcznej 60—70-krotnie. Obie koparki zakwalifikowano do produkcji seryjnej.

18* C32:C4 621.879.22:626.86 B3 7—51
Cariewskij A. M. Wukołow A. A. **Koparka wieloczerpakowa EM-502 do robót wodno-melioracyjnych**. „Mnogokowszewyj ekskawatör EM-52 dla irrigacionnomielioratiwnych robot“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 10, paźdz. 50, s. 9, A4, 2,5 str., 3 fot., 3 rys. — Prototyp koparki wieloczerpakowej EM-502 o poprzecznym czerpaniu, na ciągniku gąsienicowym, do kopania rowów od 520 mm szerokości i 25 m głębokości. Napęd silnikiem spalinowym typu STZ-NATI. Wydajność przy kopaniu rowów 25,6—28,2 m³/godz., przy oczyszczaniu kanałów 56—68 m³/godz. Zwrot o 180° trwa 3—4 min. W wyniku badań stwierdzono całkowitą przydatność w pracy i zakwalifikowano do seryjnej produkcji.

C4 — Maszyny do wzruszania, czerpania i przesuwania urobku.

19* C42 621.879:331.876.1:331.876.2 B3 7—51
Dmitriukowski A. L. **Zastosowanie stachanowskich metod organizacji przy pracy spycharek**. „Stachanowskije

metody organizacii buldoziernych robot“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 9, wrzes. 50, s. 9, A4, 2,5 str., 7 rys. — Opis szeregu metod pracy, mających na celu podniesienie wydajności spycharek. W Związku Radzieckim niejednokrotnie zastępowano pracę koparek pracą spycharek, przez co osiągnięto dwukrotny wzrost wydajności. Podano szereg metod pracy przodowników-stachanowców Tarachanowa i Piskunowa, Lubajewa i Panfiejewa, którzy niejednokrotnie osiągnęli normy ponad 400%. Wyniki te nie są ostateczne, gdyż technicy stachanowcy stale doskonaliły swe metody.

20* C43 625.7.00.23 B3 7—51
Prussak B. N. **Prototyp równiarki przyczepnej średniego typu D-241**. „Nowyj pricepnoj grejdier średniowo tipa D-241“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 11, list. 50, s. 20, A4, 1,5 str., 3 fot. — Podano wyniki badań prototypu równiarki przyczepnej D-241, zbudowanej przez Zakłady Budowy Maszyn Drogowych w Briańsku. Równiarkę przeznaczono do budowy dróg gruntowych, dróg z nawierzchnią oraz hasypów. Może ona pracować w przyczepie z ciągnikiem TD-54 lub ASchTZ-NATJ, względnie z samochodem ZIS-150. Dopuszczalna szybkość jazdy na kołach żelaznych wynosi 16 km/godz., na ogumionych 50 km/godz. Długość lemiesza — 300 mm (skretny pod kątem 28° do poziomu), waga — 3000 kg. Konstrukcja prosta i trwała, zwrotna i oszczędna w pracy.

21* C44 621.879 B3 7—51
Szulga W. Ja. **W sprawie zbierarek samochodowych i przyczepnych**. „W woprosu o samochodnyh i pricepnyh skrieperach“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 9, wrzes. 50, s. 7, A4, 2,5 str., 2 tab., 1 wykr. — Porównywanie pracy zbierarki samojedznej, o pojemności 14 m³ ze zbierarką D-147, o pojemności 6 m³, w przyczepie do ciągnika. Badania wykazały, że obie zbierarki mają pewne wady. Wadą zbierarki samojedznej jest zależność od rodzaju gruntu, natomiast wadą zbierarki D-147 jest ograniczona odległość jazdy, a mianowicie do 400 m, zaś w wyjątkowych wypadkach do 800 m. Dane porównawcze ujęto w tablice i wykres.

22* C44 621.879 B3 7—51
Diejnięgo Ju. B. **Badanie zbierarek o pojemności 15 m³**. „Ispytanja skrieperow jomkostju 15 m³“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 8, sierp. 50, s. 9, A4, 4 str., 3 fot., 3 rys., 4 tab. — Zakłady im. Kuluszczenki wyprodukowały prototyp zbierarki D — 188, konstrukcji WNII Strojdomasz, o odchylnym dnie do wysypywania urobku. Badania prototypu przeprowadzono na gruntach ścisłych, uprzednio wzruszonych (bez wzruszenia ziemi ciągnik nie był w stanie zapełnić objętości. Z wydobytego urobku koparka sypała wał pokonując wzniesienie do 16°. Wydajność zbierarki wynosiła do 160 m³/godz.; urobek był przewożony na odległość 150 m. Wykryto pewne niedokładności w pracy zbierarki, które dadzą się usunąć przy produkcji seryjnej.

C5 — Maszyny do przygotowywania kruszywa.

23* C51 621.926 B3 7—51
Bauman W. A. **Badania łamaczy szczekowych**. „Issledowanje szczekowych drobiłok“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 9, wrzes. 50, s. 1, A4, 6 str., 2 fot., 8 rys. 6 wykr. — Przeprowadzono badania łamaczy szczekowych przez WNII Strojdomasz. Zbadano wpływ wielkości skoku i ilości wahań szczęki ruchomej na wydajność łamaczy, wielkości sił powstających w czasie kruszenia, mocy potrzebnej do kruszenia i momentu na kole zamachowym oraz zalezionej punkt przyłożenia równoważnej siły wypadkowej. Przy badaniach użyto elektrycznych aparatów pomiarowych, opartych na zasadzie mostków Wheatstone'a, samoczynnie rejestrujących. Próby te dokładnie wyjaśniły proces kruszenia oraz wykazały, że stosowane metody elektrycznych pomiarów są w praktycznym zastosowaniu wystarczająco dokładne.

C — MASZyny I SPRZĘT BUDOWLANY c. d.

C6 — Urządzenia i maszyny do produkcji betonu i wyrobów betonowych.

24* C6 691.8:69.0025 B3 7—51

Brawierman M. Je. **Mechaniczny wypychacz w maszynie do formowania bloków Ja K-2**. „Mechaniczeskij wytatkiwatel bloków k szlakoblocznomu stanku Ja K-2“. *Miechanizacja Stroitielstwa*, Moskwa, mies., t. 7, nr 12, grudz. 50, s. 22, A4, 1 str., 1 rys. — W maszynie pomysłu autora artykułu zastosowano zmechanizowany wypychacz do formowania bloków Ja K-2, dzięki czemu zwiększono produkcję o 30%, jak również uzyskano łatwiejszą obsługę maszyny.

25* C61:C84:C85 621.929 B3 7—51

Wasiljew A. A., Gadziński J. **Typowa zmechanizowana wytwórnia asfaltobetonu**. „Miechanizirowanij linijnyj asfaltobetonnyj zawod“. *Miechanizacja Stroitielstwa*, Moskwa, mies., t. 7, nr 11, list. 50, s. 8, A4, 3,5 str., 5 rys. — Opisano typową zmechanizowaną wytwórnię asfaltobetonu z zastosowaniem prototypu mieszarki D-125, o wydajności 25 t/godz. Podano także przykład przyjmowania bitumu z wagonów kolejowych, podgrzewania go i magazynowania.

26* C61:C62 621.92:621.929 B3 7—51

Urusow M. M. **Betoniarki na samochodach**. „Awtobetonmieszalki“. *Miechanizacja Stroitielstwa*, mies., t. 7, nr 12, grudz. 50, s. 16, A4, 1 str., 1 rys. — Zakłady „Dormaszina“ w Moskwie wyprodukowały 2 prototypy betoniarek na samochodach 6-629 i C-224, wg projektu WNII Strojdomasz. Betoniarki te są przeznaczone do wyrobu betonu w czasie jazdy lub na miejscu budowy, względnie do transportu betonu świeżego. Betoniarka C-629 zmontowana jest na samochodzie ZIS-150. Mieszalnik o pojemności 1,6 m³ jest ustawiony pod kątem 27° do poziomu. Pobiera on napęd z silnika samochodu. Wymiary gabarytowe wynoszą 2890×2280 mm, ciężar — 2308 kg. Betoniarka C-224 jest zmontowana na podwoziu samochodu IaAZ-200. Pojemność mieszalnika wynosi 20 m³. Napęd mieszalnika odbywa się silnikiem typu GAZ-MK o mocy 30 KM.

27* C62:C63 69.0025:624.132 B3 7—51

Barlajew M. **Rura-wibrator C-267**. „Wibrochobot C-267“. *Miechanizacja Stroitielstwa*, Moskwa, mies., t. 7, nr 10, paźdz. 50, s. 23, A4, 1 str., 1 fot., 1 rys. — Wibrator C-267, konstrukcji WNII Strojdomasz, do podawania betonu na głębokościach do 1,5 m stosuje się w miejscach gdzie ubijanie jest niemożliwe. Całość urządzenia składa się z silosa, kilku rur oraz zaworów zamykających. Trzy wibratory o napędzie indywidualnym niedopuszczają do zatrzymywania się betonu w rurze. Złącza rur posiadają pewien luz, co umożliwia przesuwanie dolnego końca w granicach 2 metrów. Całość waży 1160 kg. Wibratory C-267 są już produkowane seryjnie.

28* C62 621.67:691.32:69.0024 B3 7—57

Barlajew K. M., Bieriezowski K. K., Kuźel S. I. **Badanie pracy pompy S-252 przy budowie drapaczy**. „Opyt ekspluatacji betononasosa S-252 na stroitielstwie wysotnowo doma“. *Miechanizacja Stroitielstwa*, Moskwa, mies., t. 7, nr 9, wrzes. 50, s. 16, A4, 3 str., 2 fot., 3 rys., 1 tab. — Badano pracę pompy S-252 produkcji Maszyn Budowlanych w Rostoku. Przy pomocy tej pompy transportowano beton o różnym składzie, dostarczany przez dwie betoniarki o pojemności 425 l. każda. Wytypowano skład betonu zapewniający spokojną pracę pompy eliminując uderzenia hydrauliczne. Przy pracy na 3 zmian, pompa przetransportowała 7500 m³ betonu osiągając wydajność do 21,2 m³/godz. i zużywając do 18,7 KW przy 52 obr/min. Przy długości przewodów około 145 m ciśnienie

w pompie wahało się od 8 do 12 atm. Zastosowanie pompy pozwoliło na zmniejszenie ilości robotników o 50%.

29 C63 691.32:69:625.8 B3 7—51

Narkirier D. I. **Urządzenie do odpowietrzania betonu C-235**. „Ustanowka dla wakuumirowanja betona C-253“. *Miechanizacja Stroitielstwa*, Moskwa, mies., t. 7, nr 8, sierp. 50, s. 16, A4, 4,5 str., 2 fot., 6 rys., 2 tab. — Ministerstwo Budowy Maszyn Drogowych i Budowlanych wykonało urządzenie do odpowietrzania betonu C-253 według konstrukcji WNII Strojdomasz. Urządzenie to ma na celu zwiększenie wytrzymałości betonu. Znajdzie ono zastosowanie w budownictwie hydrotechnicznym, przemysłowym itp. Badania wypadły dodatnio. Wyniki ujęto w tablice.

C7 — Maszyny do robót w zaprawie i robót wykańczających.

30* C7 621.928:69.0025 B3 7—51

Gusakov M. A. **Sito wibracyjne O-26 do przedcedzania farb**. „Wibrosito O-26 dla proceziwanja kolerow“. *Miechanizacja Stroitielstwa*, Moskwa, mies., t. 7, nr 12, grudz. 50, s. 23, A4, 1 str., 1 fot. — Sito wibracyjne do przedcedzania roztworów farb malarskich konstrukcji WNII Strojdomasz, o wymiarach gabarytowych 455×195×310 mm. Napęd elektryczny o mocy silnika 0,2 KW i 2800 obr/min; 2 siatki mosiężne o 900 i 400 otworów/cm². Wydajność przy cedeniu farb klejowych wynosi 400—450 l/godz., farb olejnych — 300 do 350 l/godz. Produkcja seryjna w toku.

31* C7 621.928:69.0025 B3 7—51

31Kuzin I. I. **Sito wibracyjne C-255 do przedcedzania roztworów wyprawowych**. „Wibrosito C-255 dla proceziwanja nakrywocznych rastworow“. *Miechanizacja Stroitielstwa*, Moskwa, mies., t. 7, nr 10, paźdz. 50, s. 19, A4, 1 str., 1 fot., 1 rys. — Sito wibracyjne do przedcedzania roztworów wyprawowych. Wydajność sita wynosi 1—1,2 m³/godz., gdy tymczasem wydajność pracy człowieka na robocz-zmiane 0,6—0,8 m³. Napęd elektryczny. Moc silnika 0,4 KW przy 2800 obr/min. Badanie prototypu, przeprowadzone przez WNII Strojdomasz, wypadło dodatnio. Produkcja seryjna w toku.

32* C7 69.0025:621.928:621.929:621.67 B3 7—57

Samodajew Je. T. **Doświadczenia z budowy**. „Iz opyta strojek“. *Miechanizacja Stroitielstwa*, Moskwa, mies., t. 7, nr 10, paźdz. 50, s. 21, A4, 1,5 str., 3 rys. — Trzy opisy urządzeń budowlanych. 1) Zmechanizowane urządzenie do przedcedzania roztworów do robót sztukatorskich. Wydajność tego urządzenia wynosi 0,5—1,5 m³/godz., całość waży 68 kg, moc silnika elektrycznego 0,55 KW. 2) Agregat składający się z sita do przesiewania piasku o wydajności 3—5 m³/godz. i mieszarki do zapraw o pojemności 325 l. 3) Pompa do podawania mleka wapiennego z silosa do zbiornika i mieszarka do zapraw. Wydajność pompy 3 m³/godz.

33* C7 621.67:69:693 B3 7—51

Kuźel S. I. **Prototypy pomp do zapraw**. „Nowyje roztworonasosy“. *Miechanizacja Stroitielstwa*, Moskwa, mies., t. 7, nr 9, wrzes. 50, s. 19, A4, 1,5 str., 2 fot., 1 rys., 1 tab. — Zakłady Maszyn Budowlanych w Rostoku produkują seryjnie prototypy pomp do zapraw o wydajności 1,2 i 3 m³/godz. Cechuje je jednolita konstrukcja, zwarta budowa oraz płaska, gumowa przepona, która daje się łatwo wykonać nawet na budowie. Pompa waży 180 kg. Zmiana wydajności następuje przez zmianę silnika oraz wału wykorzystanego. Pompy pracują w zespole z mieszarką do zapraw i kompresorem. Agregat taki, o wydajności 8 m³/godz.,

C — MASZYNY I SPRZĘT BUDOWLANY c. d.

może podawać na odległość do 6 m, przy wysokości 15 m osiągając pięciokrotne zwiększenie wydajności w porównaniu do pracy murarzy. Badania potwierdziły pewną i wydajną pracę pomp.

34* C7 691.53:691.0025:621.929:621.67 B3 7—51

Ruffel N. A. **Pompa-mieszarka do mleka wapiennego.** „Nasos-mieszarka dla izwiestkowawo mołoka“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 10, paźdz. 50, s. 17, A4, 1,5 str., 1 fot., 3 rys. — Opis zmechanizowanej metody otrzymania mleka wapiennego w zbiornikach i podawania go na środki transportowe, względnie mieszarki przy pomocy pompy-mieszarki. Wysokość podawania do 6 m, wydajność do 6 m³/godz. Napęd silnikiem elektrycznym o mocy 1,5 KW i 1500 obr/min. Badania przeprowadzone przez CEIL WNIOMS wypadły dodatnio.

C8 — Maszyn do budowy i utrzymania nawierzchni drogowych.

35* C8 625.7:625.7.00.25 B3 7—51

Prussak B. N. **Nowy typ zgarniacza śniegu na podwoziu samochodowym.** „Nowyj plūznyj awtomobilnyj sniegoczystitiel“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 12, grudz. 50, s. 18, A4, 1 str., 1 fot., 2 rys. — Zakłady Budowy Maszyn Drogowych w Szczerbakowie wyprodukowały prototyp samochodowego zgarniacza śniegu D-229, zmontowanego na samochodzie ZIS-150. Służy on do odgarniania świeżego śniegu o warstwie do 30 cm, przy szybkości jazdy 35 km/godz. Wymiary gabarytowe lemiesza wynoszą: długość — 4200 mm, szerokość 2620 mm, lemiesz skrętny pod kątem do 55°. Zgarniacz waży 1000 kg. Po zbadaniu zaopiniowano go do seryjnej produkcji.

36* C8:C85 625.7.00.25:625.85 B3 7—51

Borodaczew I. P., Garbier M. R. **Badania skraparki do bitumu D-154.** „Ispitanja awtogudronatora D-164. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 11, list. 50, s. 16, A4, 4 str., 4 rys. 4 wykr. — Badano prototyp skraparki do bitumu D-164 o pojemności 5000 l. Badania przeprowadzono w warunkach normalnej pracy i na specjalnie zbudowanym stanowisku w WNII Strojdomasz. Ustalono właściwości konstrukcyjno-eksploatacyjne skraparki oraz charakterystykę techniczną systemu rozprowadzającego. W celu uzyskania najlepszych warunków skrapiania i wydajności zmieniano szybkość skrapiania i regulowano obroty pompy. Wyniki badań przedstawiono na wykresach.

37* C8:C85 625.7.00.25:625.85 B3 7—51

Garbier M. R., Wołk K. P. **Nowy typ skraparki do bitumu D-251 na podwoziu samochodowym.** „Nowyj awtogudronator D-251“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 12, grudz. 50, s. 17, A4, 2 str., 2 fot., 3 rys., 1 tab. — Zakłady Budowy Maszyn Drogowych w Kurgańsku wyprodukowały prototyp skraparki do bitumu D-251, na podwoziu samochodowym ZIS-150, o wymiarach gabarytowych 6600×2300×2400 mm. Pojemność załadunkowa zbiornika wynosi 3600 l. Izolacja zbiornika (wata szlana) zapewnia minimalny spadek temp. transportowanego bitumu, a mianowicie 2^o godz. (przy bezwietrznej pogodzie i temp. powietrza 12—15^o). Ciężar bez załadunku wynosi 6060 kg, z załadunkiem — 9385 kg. Pompa do bitumu jest napędzana od silnika samochodowego. W czasie badań stwierdzono całkowitą przydatność skraparki i zakwalifikowano ją do produkcji seryjnej.

38* C8 621.913:6281/2 B3 7—51

Kudrin I. A. **Wiertarka pozioma GBM-2.** „Gorizontalnaja burilnaja maszina GBM-2“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 10, paźdz. 50, s. 20, A4, 1,5 str., 2 fot., 1 rys., 1 tab. — Prototyp wiertarki poziomej GBM-2, konstrukcji Zakładów „Zaporożstroj“, do wiercenia poziomych otworów na przewody gazowe lub wodne, gdzie kopanie sposobem odkrywkowym napotyka na trudności (duże miasta, tereny zbrojeniowe). W porównaniu do robót ziemnych,

prowadzonych metodą odkrywkową osiągnięto 65% oszczędności (wykop, zasypywanie, ubijanie). Wiercenie otworu na rurę kanalizacyjną o średnicy 430 mm. i długości 9,5 m, trwało 110,55 min., na głębokość wiercenia 3 m; zużycie energii wyniosło 1,23 KW/1 m³. Zalecono usunąć pewne usterki konstrukcyjne w celu zwiększenia wydajności.

39* C84 625.8:625.7.00.25 B3 7—51

Estrin M. J. **Maszyny do budowy nawierzchni betonowych.** „Masziny dla postrojki betonnych pokrytij“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 12, grudz. 50, s. 10, A4, 6 str., 6 fot., 2 rys., 5 tab. — Zakłady Dormaszina w Nikołajewie wyprodukowały i zbadaly komplet maszyn na szynach do budowy nawierzchni betonowych. Komplet ten zapewnia potokową, zmechanizowaną produkcję i składa się z maszyn następujących: rozdzielnic betonu i silos typu D-181 A, maszyna do wykańczania nawierzchni typu D-182 A (z wózkiem transportowym), podbijarka szyn D-194 A, nóż wibracyjny I-1 oraz pomost roboczy D-195 A do zacierania powierzchni i zalewania szpar dylatacyjnych. Wszystkie maszyny są napędzane elektrycznością. W czasie badań kładziono nawierzchnię o grubości od 20 do 40 cm badając jakość ubijanego betonu, jak również zachowanie się maszyn w czasie pracy. Kolejno poddano analizie wyniki badań, omawiając szczegółowo konstrukcję maszyn, ich zalety i wady. Wyniki ujęto w tablice.

40* C84 625.8:625.7.00.25 B3 7—51

Wasiljew A. A. **Zespołowa budowa nawierzchni cementowo-betonowych.** „Kompleksnoje stroitielstwo cementno betonnych doroznych pokrytij“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 12, grudz. 50, s. 4, A4, 6 str., 3 fot., 9 rys. — Omówienie szeregu nowoczesnych, zmechanizowanych metod budowy nawierzchni betonowych, zapewniających potokową produkcję całości prac poczynając od prac przygotowawczych, a kończąc na ostatecznym ich wykończeniu. Kolejno opisano szereg maszyn i urządzeń, przy pomocy których budowano nawierzchnie betonowe o standardowej szerokości 7 m. Grubość warstwy ulegała wahaniom od 20 do 30 cm. W ciągu 10 godz. układano 200 do 250 mb betonu i używano 30 do 40 m³/godz. Wyróżniono maszynę D-239 konstrukcji CNIIPS MPS, wykonującą pracę równiarki, walca i ubijacza, oraz opisano ciekawe urządzenie do odpowietrzania betonu konstrukcji WNII Strojdomasz.

C12 — Sprzęt i narzędzia powietrzne i elektryczne.

41* C12 621.9:621.313 B3 7—51

Annikow I. F., Zondiel S. A. **Prototyp uniwersalnego przyrządu elektrycznego UEK-1.** „Nowyj uniwersalnyj elektroiinstrument UEK-1“. Mechanizacja Stroitielstwa, Moskwa, mies., t. 7, nr 9, wrzes. 50, s. 20, A4, 3 str., 8 fot., 1 rys., 1 tab. — Opis prototypu przyrządu uniwersalnego UEK-1, według projektu tow. Kulikowa, pracownika Zakładów „Elektroiinstrument“ w Leningradzie. Przyrząd ten znajduje zastosowanie w niewielkich, modelarskich stolarniach i pracowniach obróbki drzewa, tam gdzie roboty nie mają charakteru masowego. Służy do wykonywania następujących robót: wiercenia w drzewie i metalu, cięcia przy pomocy piły tarczowej, strugania kształtowego, toczenia, frezowania i polerowania.

42* E1 622.34:622.233 B3 7—51

Basow D. Ł. **Mechanizacja zespołowa kounradzkiej kopalni rudy.** „Kompleksnaja mechanizacja kounradzkowo rudnika“. Mechanizacja trudnojkiich i tiazolych robot, Moskwa, mies., nr 11, list. 50, s. 17, A4, 4,5 str., 4 fot., 1 rys., 6 tab. — Wprowadzono zespołową mechanizację wszystkich procesów w odkrywkowej kounradzkiej kopalni rudy. Dzięki temu osiągnięto wydane powiększenie wydobywania. Przemysłowa mechanizacja dała dobre wyniki.

OŚRODEK DOKUMENTACJI TECHNIKI CIEPLNEJ

Z — ZAGADNIENIA TEORETYCZNE
I BADAWCZE

- 153 Z04 533.601 B4 6—51
Watson R. B., Horton C. W. **Rozproszenie fali radarowej przez klin przewodzący.** „On the Diffraction of a Radar Wave by a Conducting Wedge“. Journal of Applied Physics, New York, mies., t. 21, nr 8, sierp. 30, s. 802, B5, 2 str., 3 rys., 1 wyk., 6 poz. bibl. — Zdjęto obraz rozproszenia fal radarowych na krawędzi idealnie przewodzącego klina. Teoretyczny obraz osiągnięto opierając się na przybliżonym rozwiązaniu wg. Pauli. Stwierdzono zgodność. Cienki klin dawał rozproszenie podobne do rozproszenia przez przewodzącą półpłaszczyznę. Wyniki mogą znaleźć zastosowanie do klinowych skrzydeł samolotów i pocisków rakietowych przy dużych szybkościach.
- 154 Z04 621.6—532 B4 6—51
Sears W. R. **Przepływ cieczy sprężalnej przy szybkościach rzędu szybkości dźwięku.** „Transonic Potential Flow of a Compressible Fluid“. Journal of Applied Physics, New York, mies., t. 21, nr 8, sierp. 50, s. 771, B5, 8 str., 9 rys., 3 wyk., 20 poz. bibl. — Badanie ruchu płynów sprężalnych o szybkościach bliskich szybkości dźwięku. Dyskusja słuszności równań ruchu, szybkości pod i nad dźwiękowej dla przepływu o szybkości dźwięku. Krótki przegląd metod rozwiązania tego problemu przez różnych badaczy, w założeniu nieburzliwego przepływu przy przyśpieszaniu i zwalnianiu szybkości dźwięku. Próby tłumaczenia niezgodności z danymi teoretycznymi przepływu cieczy doskonałej.
- 155 Z04:D12z 621.6:621.253.5 B4 6—51
Markow N. M. **O przestrzennym przepływie cieczy w kolejno następujących po sobie kierowniczych i wirujących palisadach turbiny.** „O prostranstwiennom potokie zidkosti w posledowitelno raspolozhennykh napravlajuszchej i wpszeczajuszchejsja turbinnych rieszetach“. Doklady Akad. Nauk SSSR, Moskwa—Leningrad, t. 71, nr 2, s. 245, B5, 4 str., 2 poz. bibl. — Rozpatrzone przepływy o charakterze przestrzennym w warstwie przysięennej łopatek turbinowych. Wyprowadzono odpowiednie równania, których analiza wskazuje na możliwość płynięcia warstwy nie tylko ku wierzchołkowi lecz i ku podstawie łopatki.

D — CZĘŚCI MASZYN, SILNIKÓW
I URZĄDZEŃ CIEPLNYCH

- 156 Dz 621.888 B4 7—51
„Negator“ — sprężyna z opadającą charakterystyką. „Der „Negator“ — Federn mit negativer Charakteristik“. VDI-Nachrichten, Düsseldorf, 2-tyg., t. 4, nr 3, 7 lutego 50, s. 2, B3, 0,2 str., 1 rys., 1 poz. bibl. — Opis działania i konstrukcji sprężyny pomysłu W. J. Cooka i P. C. Clarke'a, posiadających charakterystykę „siła — wydłużenie“ równoległą do osi wydłużenia lub opadającą ze wzrostem wydłużenia.
- 157 Dz 621.888 B4 7—51
Pierścieniowa sprężyna amortyzująca. „Die Dosenreinigungsfeder“. VDI-Nachrichten, Düsseldorf, 2-tyg., t. 4, nr 6, 22 marz. 50, s. 2, B3, 0,1 str., 2 rys. — Opis sprężyny amortyzującej dla pojazdów i maszyn stałych, w kształcie puszki ściskanej, w której energia mechaniczna pochłaniana jest przy pomocy tarcia.
- 158 Dz 621—59 B4 7—51
Hamulec płytkowy — Dunlop. „Die Dunlop — Plattenbremse“. VDI-Nachrichten, Düsseldorf, 2-tyg., t. 4, nr 1, 7 stycz. 50, s. 2, B3, 0,1 str., 1 rys. — Opis urządzenia do pochłaniania energii kinetycznej przy zmniejszeniu wybiegu dla lądujących samolotów w postaci hamulca płytkowego, sterowanego hydraulicznie.
- 159 Dz 621—59 B4 7—51
Hamulec zwalniający „Telma“. „Der „Telma“ — Verlagsamer“. VDI-Nachrichten, Düsseldorf, 2-tyg., t. 4, nr 21, 7 list. 50, s. 2, B3, 0,2 str., 2 fot., 1 rys. — Opis działania i budowy pomysłowego hamulca zwalniającego, opartego na zasadzie elektromagnetycznej, zamieniającego energię kinetyczną ruchu obrotowego na prąd Foucaulta.
- 160* Dz:D12w 681.621:621.253.5 B4 7—51
A. V. (Roe Canada Ltd.) **Kopiowanie trzywymiarowe.** „Three Dimensional Copying“. Aircraft Production, Londyn, mies., t. 12, nr 141, lip. 50, s. 209, A4, 2,6 str., 3 fot., 1 rys. — Opis nowego typu kopiarzy do reprodukcji profili łopatek turbin. Zasada działania, analogiczna jak w pantografie, pozwala na obróbkę skrawającą i wykańczającą. Przechodząca obróbka umożliwiona jest przez przesuw stołu z profilem obrabianym w jednej płaszczyźnie i ruchy narzędzia w drugiej. Napęd hydrauliczny.
- 161 D02z:C07z:P07 621.182:662.87 B4 7—51
Rosahl O. **Przepływ, zapalenie i spalanie w komorach paleniskowych nowoczesnych wielkich wytwornic pary.** „Strömung, Zündung und Verbrennung in den Feuer-räumen neuzeitlicher Grossdampfzerzeuger“. Z. VDI, Düsseldorf, t. 93, nr 2, 11 stycz. 51, s. 25, A4, 11 str., 2 fot., 12 rys., 16 wyk., 1 tab., 15 poz. bibl. — Przedstawiono wyniki badań nad szeregiem instalacji kotłowych na pył węglowy o wydajności 4—125 t/h dokonanych w latach ostatnich. Omówiono przebieg zapalania przy różnych paliwach, zagadnienie strumienia pędnego oraz trójkąta zapalania. Omówiono także sprawę powstawania i istotę „płomienia kolistego“, jego zalety, instalacje o mocy granicznej (400 t/godz. na pył węglowy z węgla brunatnego) oraz urządzenie zwane „Zyklon“.
- 162* D02z:ZO21 621.6:621.438 B4 7—51
Fizyka i chemia spalania. „Fizika i chimja rieaktivnowo dwizenja“. Zbiór tłumaczeń pod red. Sokolnika A. S. Moskwa, 1949, Izdat. Innostronnoj Lit. cena 14 rb. A-A5, 185 str., 19 fot., 39 rys., 39 wyk., 18 tab., 22 poz. bibl. — Wybór najciekawszych publikacji z ostatnich lat na temat działania komór spalania turbin gazowych, dający ogólny pogląd na prace rozpoczęte w tym kierunku i obejmujący prace następujące: Wohlenberg W. „Wpływ rozciągłości powierzchni rozdziału reakcji na spalanie gazowych składników paliwa“ — próba ujęcia teoretycznie procesu spalania burzliwego; Watson E. i Clarke J.: „Aparatura i procesy spalania w lotniczych turbinach gazowych“ — wyczerpujące omówienie wyników badań doświadczalnych; Cleveland F.: „Palmiki wtórne w silnikach turbostrumieniowych“; Baxter A. i Kell C.: „Przeciążanie silników strumieniowych wtórnym spalaniem“; Lloyd P.: „Określanie sprawności komory spalania turbiny gazowej metodą chemiczną“ i Moore D.: „Metoda pneumatyczna pomiarów wysokich temperatur gazów“.

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

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

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