

# TECHNIKA MORZA i WYBRZEŻA



ORGAN NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

ROK VI

LUTY 1951

NR 2

## TREŚĆ:

**Prof. inż. W. Tubielewicz:** Siły i czynniki wpływające na stateczność falochronów; **prof. inż. St. Szulc:** Obrabialność metali; **inż. L. Kobyliński:** Zastosowanie kanałów z obiegającą wodą do badania modeli okrętów; **dr. J. Borowik:** Zadania mechanizacji w rybołówstwie morskim i przemyśle rybnym. **Materiały i dyskusje. Omówienia i recenzje. Biuletyn Morskiego Instytutu Technicznego. Przegląd bibliograficzny.**

## СОДЕРЖАНИЕ:

**Проф. инж. В. Тубелович:** Силы действующие на волноломы и факторы влияющие на их устойчивость; **инж. Ст. Шульц:** Податливость металлов обработке; **инж. Л. Кобылинский:** Применение к исследованию судовых моделей каналов с циркулирующей водой; **др. Я. Боровик:** Задачи механизации в морском рыболовстве и рыбной промышленности. **Материалы и прения. Обсуждения и рецензии. Биulletень Морского Технического Института. Библиографический обзор.**

## CONTENTS:

**W. Tubielewicz, M. sc. (Eng.):** Forces Acting upon the Breakwaters and Other Factors Influencing their Stability; **St. Szulc, M. sc. (Eng.):** Machinability of Metals; **L. Kobyliński, M. sc.:** The Circulating Water Channels for Testing Models of Ships; **J. Borowik, dr. sc.:** Mechanisation Problems in Seafisheries and Fishindustry. **Materials and Arguments. Discussions and reviews. The Bulletin of the Institute for Marine Engineering. Bibliography.**

Redaktor Naczelny: prof. inż. St. Huckel.

Komitet redakcyjny: inż. W. Urbanowicz, inż. St. Szymborski, Sekr. redakcji — dr M. Boduszyńska

Wydawca: Naczelna Organizacja Techniczna,

Adres Redakcji: Gdańsk-Wrzeszcz, Politechnika, pok. 104, tel. 316-31. — Przyjmowanie interesantów codziennie w godzinach 9 — 12

Adres Administracji: Administracja Czasopism Technicznych N. O. T., Warszawa, ul. Czackiego 3/5, tel. 89510-16.

Cena numeru pojedynczego 6,— zł, podwójnego — 12,— zł. Prenumerata roczna 72,— zł, dla członków stowarzyszeń branżowych N.O.T. — 36,— zł.

Prenumeratę należy wpłacać na konto PKO Nr XI-5508 w Gdyni.

Ceny ogłoszeń: 1 str. — 1.500,— zł, 1/2 str. — 900,— zł, 1/4 str. — 600,— zł, 1/8 str. — 360,— zł. 1 mm wiersza w szpalcie — 6,— zł, za ogłoszenie na okładce lub za zamówione miejsce cena o 20 procent wyższa; przy ogłoszeniach stałych rabat 20 procent.

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Przedruk dozwolony z podaniem źródła.

Wysokość nakładu: 1000 egzemplarzy. — Format czasopisma: A 4. Objętość numeru: 4 ark. Papier druk, satyn. 70 g. Druk ukończono 30. 1. 51.

Wykonano w Gdańskich Zakładach Graficznych „Dom Prasy“, Gdańsk, Targ Drzewny 11

Zamówienie Nr 154/11.1.51 — W-2-12014

# TECHNIKA MORZA I WYBRZEŻA

MIESIĘCZNIK POSWIĘCONY ZAGADNIENIOM BUDOWNICTWA MORSKIEGO, OKRĘTOWEGO I ŻEGLUGI  
ORGAN NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

ROK VI

LUTY 1951

NR 2

Prof. inż. W. Tubielewicz  
Politechnika Gdańska

## SILY I CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA STATECZNOŚĆ FALOCHRONU

*Przegląd nowoczesnych metod obliczeń wielkości parcia fali i lodu na falochrony oraz prędkości dennych, mogących spowodować niebezpieczne podmycia tych budowli.*

Zasadniczym zadaniem falochronów jest zabezpieczenie pewnego portowego obszaru wodnego, kanału czy redy przed falą, prądami i zamuleniem. W tych warunkach falochron narażony jest na działanie szeregu czynników zewnętrznych, któremu musi się przeciwstawić, przeważnie własną swoją masą. Ze względu na chronienie zwykle bardzo ważnych obszarów, lub obiektów oraz na poważny koszt budowy falochronów, należy dążyć przy ich projektowaniu do właściwego uwzględnienia wszystkich sił i czynników wpływających na stateczność i koszt tej budowli.

Pomijając omówienie obciążeń normalnie spotykanych przy obliczaniu budowli inżynierskich, jak ciężar własny, obciążenie użytkowe, ciągnięcie czy parcie statku, oraz parcie wiatru, którego przy obliczaniu falochronów w ogóle nie bierzemy pod uwagę, zatrzymamy się na głównych siłach i czynnikach oddziałujących na falochron. Zaliczamy do nich:

- I. uderzenie fali morskiej,
- II. parcie i obciążenie lodu,
- III. prądy denne.

### UDERZENIE FALI MORSKIEJ

Zagadnienie uderzenia fali na budowle ochronne dotychczas nie znalazło jeszcze ostatecznego rozwiązania. Po pierwotnych metodach Benedita i Liry\*), które dziś mają już właściwie znaczenie historyczne, przyjęto dla ścianek pionowych i fali nie rozbitej metodę inż. Sainflou. Dla innych wypadków proponowane są odpowiednie metody prof. Dżunkowskiego i prof. Hiroi. Zgodnie z klasyfikacją podaną przez inż. M. E. Płakidę i przyjętą w normie radzieckiej GOST 3255 — 46, warunki występowania uderze-

nia fali można podzielić na cztery grupy, dla których wskazane są różne metody obliczania:

I.p.	Typ budowli i warunki podejścia fali	Głębokość wody przed ścianą	Fala	Metoda obliczeń
1	Ścianka pionowa lub nachylona do poziomu pod kątem $\sim 45^\circ$ .	Powyżej krytycznej ( $H_{kr}$ )	Nie odkształcona	Sainflou
2	Ścianka pionowa. Głębokość niedostateczna. Fala rozбивa się przed ścianką na pewnej odległości. (min. długości fali).	Poniżej krytycznej ( $H_{kr}$ )	Odkształcona (rozbita)	prof. Dżunkowskiego
3	Ścianka pionowa na narzucie kamiennym o znacznej głębokości. Fala rozбивa się na stoku narzutu.	Poniżej krytycznej ( $H_{kr}$ )	Odkształcona (rozbita)	prof. Hiroi
4	Ścianka o nachyleniu pod kątem $\sim 45^\circ$ do poziomu. Fala rozbita na ściance.	—	Odkształcona (rozbita)	prof. Dżunkowskiego

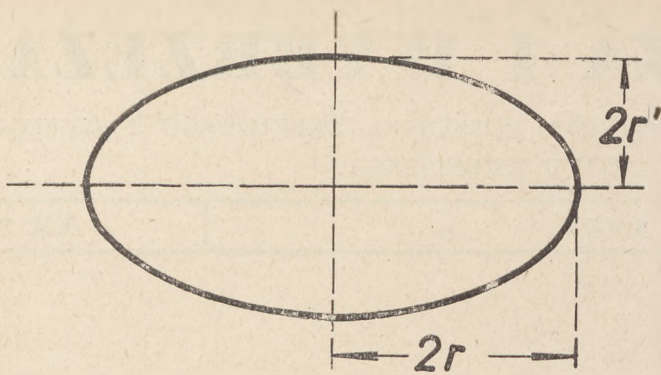
Przy rozważaniu tych metod obliczeń przyjmujemy oznaczenia elementów fali według projektu polskiej normy, tj. długość fali —  $2L$ , wysokość fali —  $2h$  i okres fali —  $2T$ .

W warunkach dostatecznej głębokości, tj. gdy głębokość w miejscu obserwowanym przekracza głębokość krytyczną ( $H > H_{kr}$ ), mamy do czynienia z falą oscylocyjną. Przy głębokości mniejszej głębokość krytyczną ( $H < H_{kr}$ ), mamy do czynienia się fali, zmiana jej zasadniczych elementów, i powstaje fala przenoszona, połączona z ruchem postępowym całej masy wody.

Jako głębokość krytyczną można przyjąć:  
dla dna połego i równego  $H_{kr} = 3h$   
dla dna kamienistego itp., a więc  
o znacznej chropowatości  $H_{kr} = 4h$

W wypadku dysponowania wynikami dostatecznie długich obserwacji, można przyjąć  $H_{kr}$  według tych obserwacji.

\*) Patrz W. Tubielewicz: „Falowanie i wpływ jego na procesy brzegowe” — „Technika Morza i Wybrzeża”, nr 7/8. 1948 r.



Rys. 1

Orbita eliptyczna fali zinterferowanej

**Obliczenie uderzenia fali na ścianki pionowe lub o nachyleniu większym niż 1:1 (metoda inż. Sainflou).**

Przyjmujemy, że głębokość wody przed ścianką jest większa od krytycznej ( $H > H_{kr}$ ), i długość ścianki jest większa od połowy długości fali, tj. od  $L$ . W tym wypadku przed ścianką powstaje stojąca fala zinterferowana o wysokości równej podwójnej wysokości fali normalnej i przy obliczaniu jej siły uderzenia stosuje się metodę inż. Sainflou.

Inż. Sainflou rozwiązał zadanie dla wypadku głębokości ograniczonej, przy którym ruch cząstek odbywa się po orbitach eliptycznych. Uwzględniając falę zinterferowaną, osie elipsy otrzymuje się dwukrotnie większe niż przy fali na morzu; oznaczamy je odpowiednio: pół osi poziomą przez  $2r$ , pół osi pionową przez  $2r'$ .

Równanie podane przez Sainflou dla tego wypadku miało postać następującą:

$$x' = x_0 + 2r \cos kx_0 \cdot \sin \sigma t$$

$$z' = z_0 - 2r' \sin kx_0 \cdot \sin \sigma t - \frac{2\pi r r'}{L} \cdot \sin^2 \sigma t$$

gdzie

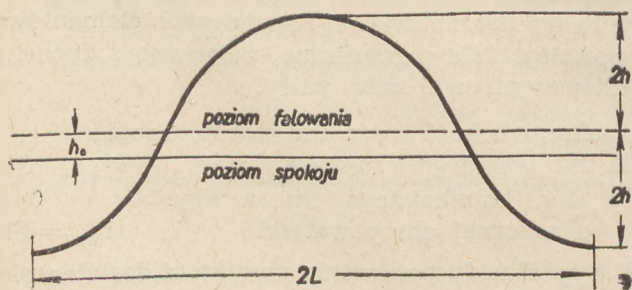
$z'$  i  $x'$  = współrzędne cząstek w momencie falowania,

$x_0$  i  $z_0$  = współrzędne cząstek w momencie spoczynku,

$$\frac{\pi}{L}, \text{ zaś } \sigma = \frac{\pi}{T}$$

$t$  = czas, w którym rozpatrujemy cząstkę, licząc od chwili rozpoczęcia ruchu,

oś  $x$ -ów, skierowana poziomo w prawo,  
oś  $z$ -ów, skierowana w dół.



Rys. 2

Fala zinterferowana

Na głębokości  $z_0$  wielkości  $r$  i  $r'$  pozostają te same, jak i dla fali nie zinterferowanej, tj.

$$r = h \frac{ch k (H - z_0)}{sh (kH)}$$

$$r' = h \frac{sh k (H - z_0)}{sh (kH)}$$

Okres fali pozostaje bez zmiany, tak jak dla fali zwykłej, czyli:

$$2T = 2 \sqrt{\frac{\pi L}{g} \operatorname{ctn} \frac{\pi H}{L}}$$

Wzniesienie falowania  $h_0 = \frac{2\pi r r'}{L}$  (ostatni składnik

równania zasadniczego).

Podstawiając w nim wartości  $r$  i  $r'$ , otrzymamy:

$$h_0 = \frac{2\pi r r'}{L} = \frac{\pi h^2}{L} \cdot \frac{sh 2k (H - z_0)}{sh^2 (kH)}$$

a na powierzchni dla  $z_0 = 0$

$$h_0 = \frac{\pi h^2 sh (2kH)}{L sh^2 (kH)} = \frac{2\pi h^2}{L} \operatorname{cth} (kH) = \frac{2\pi h^2}{L} \operatorname{cth} \frac{\pi H}{L}$$

Sainflou określa ciśnienia hydrodynamiczne na głębokości  $z_0$  według wzorów:

$$p_{\max} = z_0 + 2h \left[ \frac{ch \frac{\pi}{L} (H - z_0)}{ch \frac{\pi H}{L}} \frac{sh \frac{\pi}{L} (H - z_0)}{sh \frac{\pi H}{L}} \right]$$

$$p_{\min} = z_0 - 2H \left[ \frac{ch \frac{\pi}{L} (H - z_0)}{ch \frac{\pi H}{L}} \frac{sh \frac{\pi}{L} (H - z_0)}{sh \frac{\pi H}{L}} \right]$$

gdzie  $z_0$  = współrzędna cząstki w spoczynku.

Na powierzchni morza  $z_0 = 0$ , a  $p_{\max}$  i  $p_{\min}$  wyrażają ciśnienie u szczytu i w dnie fali. W obu wypadkach  $p = 0$ , a więc zgodnie z rzeczywistością, gdyż na powierzchni morza nie może istnieć ciśnienie wody.

Przyjmując  $z_0 = H$ , a więc na głębokości dna morza, i wstawiając tę wartość w poprzednie równanie, otrzymamy ciśnienie hydrodynamiczne na budowlę przy dnie:

$$p_H = H \pm \frac{2h}{ch \frac{\pi H}{L}}$$

W tym wypadku znak plus odnosi się do szczytu fali, a znak minus do jej dna.

Są to podstawowe wzory parcia według metody Sainflou. Parcie to można przedstawić wykreslnie (rys. 3).

Przyjmując, że poziom spoczynku od strony portu i morza jest ten sam, otrzymujemy z obu stron takie same parcia hydrostatyczne słupa wody o wysokości  $H$ , które wzajemnie się znoszą. Wówczas na powierzchni fali  $p_0 = 0$ , a przy dnie, to jest na głębokości  $H$ ,

$$p_{H\max} = + \frac{2h}{ch \frac{\pi}{L} H}$$

$$p_{H\min} = - \frac{2h}{ch \frac{\pi H}{L}}$$

Wykreslnie parcia fali przedstawiają rysunki 4 i 5. W wykresach tych upraszczamy zjawisko

przez wprowadzenie odcinków prostych, zamiast krzywych, właściwych dla parcia obliczanego według metody Sainflou, jak to kreskowanymi liniami zaznaczono na rys. 3. W ten sposób w wypadku podejścia grzbietu otrzymujemy ciśnienie nieco zwiększone, przy podejściu doliny — nieco zmniejszone w stosunku do odnośnych ciśnień obliczonych dokładnie.

Zależnie od parcia dynamicznego fali, występuje dodatkowe parcie wody na podstawę budowli, skierowane ku górze, które można by nazwać parciem podnoszenia. Prof. Dżunkowski proponuje w tym wypadku rozłożyć to ciśnienie na podstawę budowli w postaci trójkąta, którego wielkość od strony morza (parcia fali) będzie się równała  $p_H$ , od strony przeciwnej — zeru. W wypadku podejścia doliny, wykres ten pozostanie bez zmiany, a więc i wielkość parcia będzie ta sama, tj.  $p_H$  i 0, jednak skierowana ku dołowi.

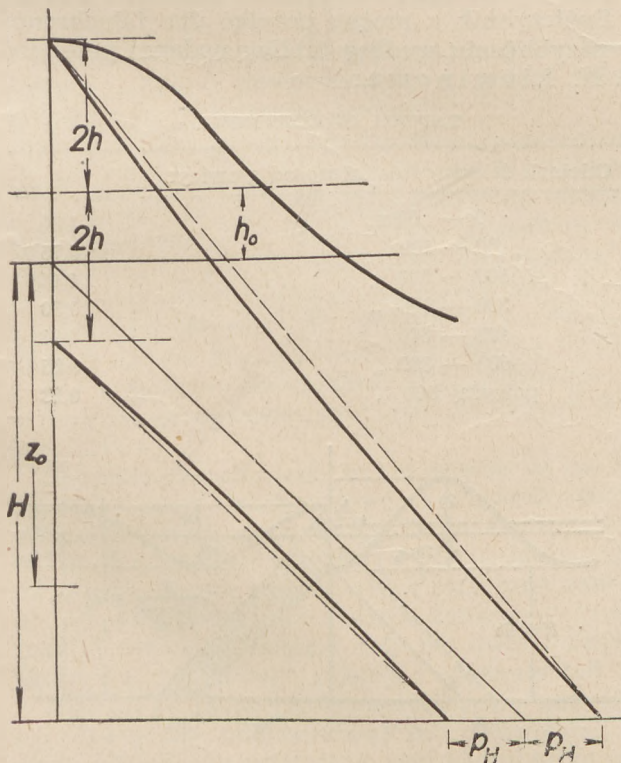
Przyjmując podany sposób rozłożenia parcia podnoszenia, można je wyrazić wzorem:

$$W_d = \mu \frac{p_H b}{2} \gamma$$

gdzie współczynnik  $\mu$  zależny jest od stopnia przykrycia podstawy budowli i waha się w granicach od 0 do 1;  $\mu = 0$  przyjmujemy przy całkowitym przykryciu dna u podstawy budowli, zaś  $\mu = 1$  przyjmujemy przy braku pokrycia. Normalnie zaleca się przyjmować  $\mu = 1$ , gdyż trudno określić stopień przykrycia, tym bardziej, że może ono okresowo zmieniać się. Wypór ten należy uwzględnić przy obliczaniu stateczności falochronu.

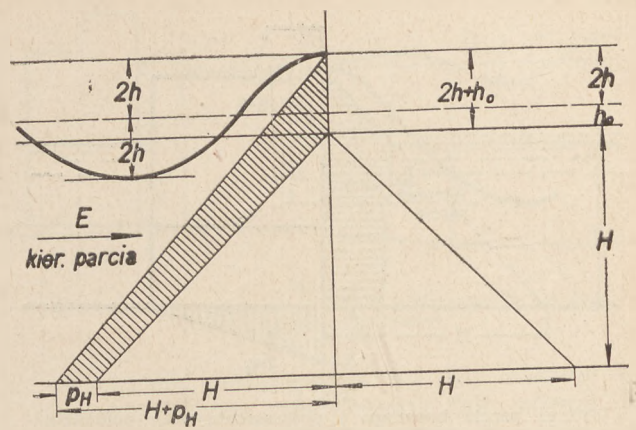
Przyjmując podane metody obliczeń, możemy określić siły i momenty działające na budowlę.

Parcie boczne w tym wypadku można wyrazić wzorem (z różnicy powierzchni trójkątów):



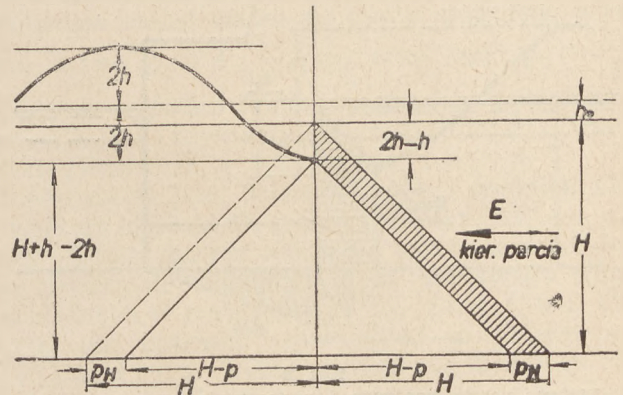
Rys. 3

Wykres parcia wody przy falowaniu wg metody inż. Sainflou



Rys. 4

Parcie od strony morza przy podejściu grzbietu fali



Rys. 5

Parcie od strony portu przy podejściu doliny fali

$$E_m = \gamma \left[ \frac{(H + h_0 + 2h)(H^2 + p_H)}{2} - \frac{H^2}{2} \right]$$

gdzie

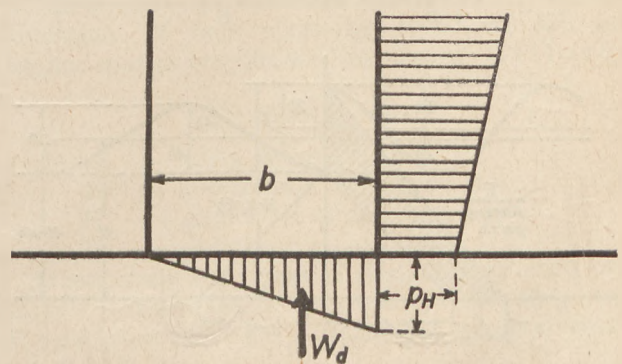
$$h_0 = \frac{4\pi h^2}{2L} \operatorname{cth} \frac{\pi H}{L}$$

$$p_H = \frac{2h}{ch} \frac{\pi H}{L}$$

Moment od siły E:

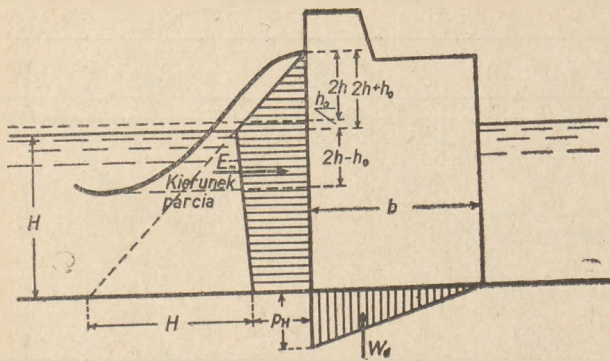
$$M_m = \gamma \left[ \frac{(H + h_0 + 2h)^2 (H + p_H)}{6} - \frac{H^3}{6} \right]$$

Parcie podnoszenia, przyjmując dla bezpieczeństwa  $\mu = 1$ :



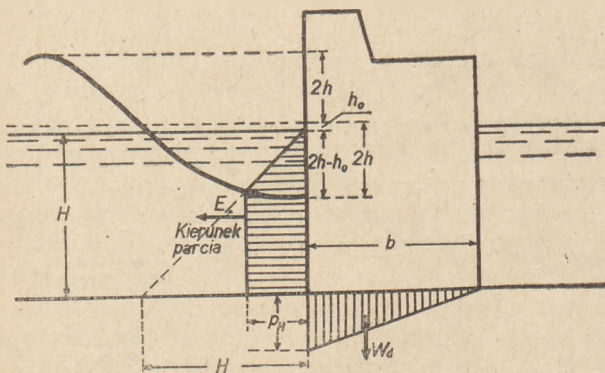
Rys. 6

Wykres parcia podnoszenia



Rys. 7

Wykres parcia bocznego i podnoszenia przy podejściu szczytu fali stojącej



Rys. 8

Wykres parcia bocznego i podnoszenia przy podejściu dna fali stojącej

$$W_d = \gamma \frac{P_H \cdot b}{2}$$

a moment od niego:

$$M_d = \gamma \frac{P_H \cdot b^2}{3}$$

Całkowity moment wywracający wyniesie wówczas:

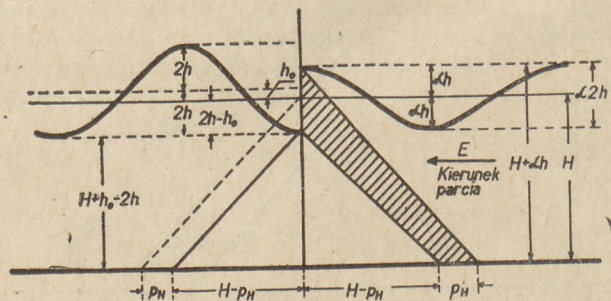
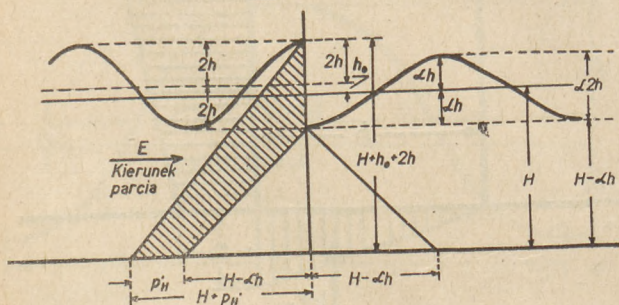
$$M = M_m + M_d$$

Przy podejściu doliny fali parcie działa od strony portu i odpowiednie obciążenia wyniosą:

$$E_p = \gamma \left[ \frac{H^2}{2} - \frac{(H + h_0 - 2h)(H - p_H)}{2} \right]$$

moment wywracający od siły  $E_1$ :

$$M_1 = \gamma \left[ \frac{H^3}{6} - \frac{(H + h_0 - 2h)^2 (H - p_H)}{6} \right]$$



Rys. 9

Wykres parcia fali przy falowaniu dwustronnym:

a) od morza podchodzi grzbiet, od portu dolina fali.

b) od morza podchodzi dolina, od portu grzbiet fali.

Dodatkowe parcie podnoszenia  $W_d$ , w wypadku podejścia doliny fali do ściany falochronu, wyrazi się wzorem podanym uprzednio, lecz będzie skierowane ku dołowi, a więc będzie zmniejszało ciśnienie hydrostatyczne odpowiadające poziomowi spokoju. Podobnie moment od tego parcia pozostaje bez zmian. Parcie w tym wypadku skierowane jest ku morzu.

W warunkach bałtyckich ciężar właściwy wody  $\gamma$  możemy przyjmować dla danego wypadku jak i dla następnych, równy 1.

Jeżeli uwzględnimy falowanie w porcie, tj. wypadek, gdy fala podchodzi z obu stron budowli, przy czym elementy jej mogą być różne, to należy wówczas uwzględniać możliwość podejścia z jednej strony grzbietu, a równocześnie z drugiej strony — doliny fali. Wyrażając w tym wypadku wysokość fali wewnętrznej, w zależności od wysokości fali zewnętrznej, współczynnikiem  $\alpha$ , określonym dla każdego wypadku oddzielnie (kształt i wielkość awanportu lub basenu, odległość od wejścia itp.), możemy wysokość fali w porcie wyrazić wzorem

$$\alpha \cdot 2h$$

Wówczas wyrażenie:

$$P_H = \pm \frac{2h}{ch \frac{\pi H}{L}}$$

przyjmuje postać:

$$p'_H = \pm 2h \left( \frac{\alpha}{ch \frac{\pi H}{L_p}} + \frac{1}{ch \frac{\pi H}{L}} \right)$$

gdzie  $L_p$  — połowa długości fali w porcie. Znak plus dotyczy parcia od morza, minus — od strony portu.

Parcie to łatwo przedstawić wykreślnie (rys. 9).

Spółczynnik  $\alpha$  można przyjąć dla falochronów w przybliżeniu według tablicy podanej przez inż. N. N. Litwinowa:

TABLICA SPÓŁCZYNNIKA  $\alpha$

Odcinek falochronu, licząc od głowicy:	$\alpha$
0 — 50 m	1,00
50 — 100 „	0,75
100 — 200 „	0,67
200 — 400 „	0,50
400 — 600 „	0,33
600 — 800 „	0,25
powyżej 800 „	0,13

Przy falochronach wolno stojących, krótkich,  $\alpha = 1$ .

Niezależnie od podanych wartości, wskazane jest wyznaczyć współczynnik  $\alpha$  laboratoryjnie.

Niezależnie od podanych sił działających na budowle ochronne, należy zbadać prędkości denne, które w niekorzystnych warunkach mogą powodować podmycie budowli. Prędkość tę określamy wzorem:

$$V_{\max} = \frac{2\pi h \cdot n}{\sqrt{\frac{\pi L}{2g} sh \frac{2\pi H}{L}}}$$

gdzie  $n$  = współczynnik zależny od charakteru gruntu i długości fali. Waha się on w granicach od 0,6 do 0,9 i według prof. Dżunkowskiego może być średnio przyjmowany 0,75.

Podana prędkość występuje w pierwszym węźle fali stojącej, a więc w odległości  $\frac{L}{2}$  ( $\frac{1}{4}$  długości fali) od ściany budowli.

Kolejność postępowania przy obliczaniu parcia fali metodą Sainflou jest następująca:

1. Określamy  $h_0$  na powierzchni z wzoru:

$$h_0 = \frac{2\pi h^2}{L} \frac{cth \frac{\pi H}{L}}$$

2. Określamy parcie u podstawy budowli (na dnie) z wzoru:

$$p_{II} = \pm \frac{2h}{ch \frac{\pi H}{L}}$$

3. lub, z uwzględnieniem falowania w porcie, ze wzoru:

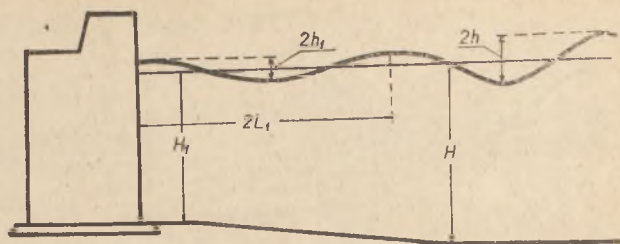
$$p'_{II} = \pm 2h \left( \frac{\alpha}{ch \frac{\pi H}{L_p}} + \frac{1}{ch \frac{\pi H}{L}} \right)$$

Na podstawie tych danych możemy wykonać wykres parcia i przeprowadzić w prosty sposób sprawdzenie stateczności budowli.

W numerze 28 biuletynu Międzynarodowego Kongresu Żeglugi z lipca 1949 r. inż. R. Iribarren ogłosił swoją pracę pt. „Obliczenie falochronów pionowych“, w której, analizując metody obliczeń inż. Liry i inż. Sainflou, wskazuje na słuszność zasady zastosowanej przez inż. Lirę, a różnicy w otrzymanych wynikach na niekorzyść metody Liry w stosunku do metody Sainflou i do wyników doświadczalnych dopatruje się w mylnym przeprowadzeniu samych obliczeń przez inż. Lirę.

Obydwie wspomniane teorie oparte są na klasycznej teorii trochoidalnej i hydrodynamicznej. Teoria tzw. hydrodynamiczna, której zwolennikami są inż. Benézit i inż. Sainflou, łączy w jedną całość energię dynamiczną i statyczną zawartą w fali, gdy druga, tzw. teoria dynamo-statyczna, rozбивa zjawisko odbicia fali na dwie oddzielne składowe: właściwego odbicia i spadania fali.

Inż. Lira w swych wywodach przy obliczaniu składowej siły uderzeniowej fali, wywołanej ruchem orbitalnym cząsteczek, uwzględnił tylko szybkość orbitalną, gdy inż. Iribarren uważa, że



Rys. 10  
Przekształcenie fali przy łagodnie podnoszącym się dnie i przy małej głębokości

w warunkach powstawania tej siły istnieje też i pewna prędkość przenoszenia fali, równa jej prędkości postępowej. W ten sposób do wzoru proponowanego przez inż. Lirę, poza szybkością orbitalną  $v$ , wprowadza on i szybkość postępową  $c$ . Wówczas, miast wzoru na parcie podanego przez inż. Lirę  $p = 4 \frac{V^2}{2g}$ , otrzymamy wzór  $p_1 = \frac{c \cdot v}{g}$ ,

gdzie w wypadku fali nie rozbitej, z jaką mamy normalnie do czynienia przy falochronach o ściankach pionowych,  $c > 2v$ , a więc  $p_1 > p$ .

Metoda ta przy falach słabych i średnich daje rezultaty zbliżone do metody inż. Sainflou, zaś przy falach dużych wielkości parcia wyższe. Jest to zrozumiałe wobec pewnych uproszczeń wprowadzonych w rozważaniach inż. Sainflou, których nie potrzeba wprowadzać w obliczeniach Iribarrrena. Wobec stosunkowo krótkiego czasu, jaki upłynął od chwili ogłoszenia tych wywodów, i braku dyskusji, trudno przewidzieć, która z podanych metod utrzyma się w praktyce.

Dotychczas stosowana jest powszechnie dla głębokości powyżej krytycznej i przy ścianach pionowych wyżej przedstawiona metoda inż. Sainflou.

**Obliczenie metodą prof. N. Dżunkowskiego uderzenia fali na ścianę pionową, gdy głębokość jest niedostateczna, dno zmniejsza swą głębokość łagodnie, fala rozбивa się przed ścianką na pewnej od niej odległości.**

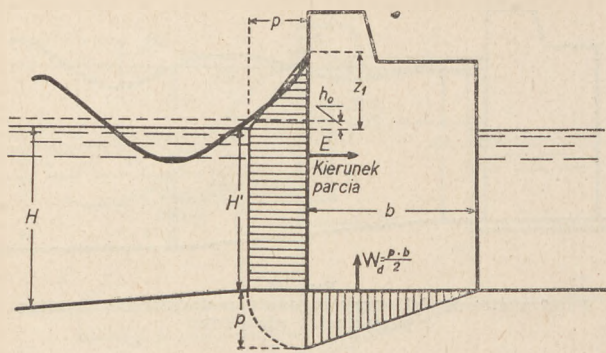
Prof. Dżunkowski przyjmuje tu wysokość fali równą głębokości wody, choć praktycznie będzie ona przeważnie mniejsza. Głębokość wody jest mniejsza od krytycznej. Rozbicie fali następuje na znacznej odległości od budowli. Przyjmujemy, że rozbicie następuje na odległości nie mniejszej niż długość fali. Fala przekształca się i posuwa się dalej ku ścianie, jako fala przybojowa, bez dalszych przemian. W tym wypadku wysokość fali przy ścianie można przyjąć według wzoru Gillarda:

$$2h_1 = 2h \sqrt{\frac{H_1}{H}}$$

gdzie  $2h_1$  — nowa wysokość fali,  
 $2h$  — poprzednia wysokość fali,  
 $H_1$  — głębokość przed ścianką,  
 $H$  — głębokość początkowa.

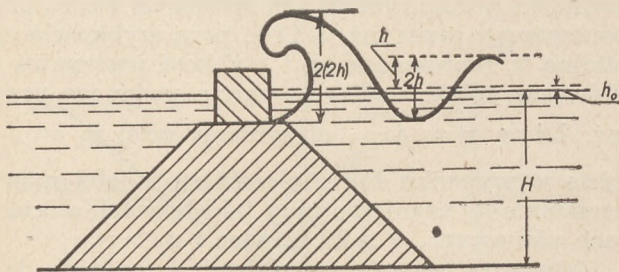
Masa wody i jej cząstki posiadają tu ruch orbitalny i nieznaczny postępowy. Według prof. Dżunkowskiego, ruch ten można wyrazić wzorem:

$$u = 0,75c + v$$



Rys. 11

Wykres parcia fali i podnoszenia dla głębokości niedostatecznych



Rys. 12

Wykres parcia wg metody prof. Hiroi

gdzie  $c$  — prędkość rozchodzenia się fali — prędkość fali,

$v$  — prędkość orbitalna.

Według Lagrange'a:

$$c = \sqrt{gH_1}$$

Prędkość:

$$v = h_1 \sqrt{\frac{\pi g}{L_1} \operatorname{cth} \frac{\pi H_1}{L_1}}$$

gdzie  $2L_1$  — długość nowej fali

$$2L_1 = c \cdot 2T$$

$2T$  — okres fali w otwartym morzu, przy czym

$$2T = 2 \sqrt{\frac{\pi L}{g} \operatorname{cth} \frac{\pi H}{L}}$$

Wzniesienie falowania na powierzchni morza dla fali rozbitej prof. Dżunkowskij przyjmuje:

$$h_0 = 0,25 \cdot 2h_1$$

Ciśnienie hydrodynamiczne według Dubois:

$$p = k \gamma \frac{u^2}{2g}$$

gdzie  $k$  — współczynnik = 1,7 (wg Gaillarda),  
 $\gamma$  — ciężar właściwy wody.

Podniesienie się wytrysku wody, wychodząc z prędkości  $u$ :

$$z_1 = h_1 + h_0 + \frac{u^2}{2g} = 1,5h_1 + \frac{u^2}{2g}$$

Na podstawie obserwacji i doświadczeń, w tym wypadku według prof. Dżunkowskiego ciśnienie rozkłada się następująco:

$$\text{Parcie boczne: } E = p \left( H + \frac{z_1}{2} \right)$$

Parcie na podstawę budowli, obliczane według poprzedniego wywodu wnosi:

$$W_d = \gamma \frac{p \cdot b}{2}$$

Norma radziecka uważa za wskazane sprawdzić laboratoryjnie konstrukcje zaprojektowane na podstawie podanej metody, lub porównać je z już istniejącymi konstrukcjami, pracującymi w podobnych warunkach.

**Obliczanie metodą prof. Hiroi uderzenia fali na ścianę pionową na narzucie kamiennym. Fala rozbija się na narzucie.**

Profesor uniwersytetu tokijskiego Hiroi podał obliczenie dla tego rodzaju wypadku, wychodząc z założenia, że uderzenie jest rezultatem zahamowania dwóch prędkości:

- prędkości ruchu orbitalnego i
- prędkości opadnięcia grzbietu rozbitej fali.

Hiroi przyjmuje:

$$h_{01} = \frac{\pi h^2}{2L}$$

tj. jak dla głębokości dużych.

Maksymalne wzniesienie ponad poziom spokoju:

$$z = 2(2h) - \left| \frac{2h}{2} - \frac{\pi h^2}{2L} \right| = 2h \left( 1,5 + \frac{\pi h}{4L} \right)$$

Prędkość opadania z wysokości  $z$ :

$$v_z = \sqrt{2gz} = \sqrt{2g \cdot 2h \left( 1,5 + \frac{\pi h}{4L} \right)}$$

Prędkość orbitalna:

$$v_0 = 2h \sqrt{\frac{\pi g}{4L}}$$

Ogólną prędkość Hiroi przyjmuje jako:

$$v^2 = v_z^2 + v_0^2 = 2g \cdot 2h \left( 1,5 + \frac{\pi h}{2L} \right)$$

Według formuły Dubois, parcie hydrodynamiczne na  $1 \text{ m}^2$  ściany pionowej wynosi:

$$p = k \gamma \frac{v^2}{2g}$$

Hiroi przyjmuje współczynnik  $K = 2$ , cięż. wł. wody  $\gamma = 1,025$ , przy  $2h : 2L = 1 : 20$  (tj. przy średnim stosunku dla fali oceanicznej):

$$p \cong 3,25 \cdot (2h)$$

i, uwzględniając skośne uderzenie, Hiroi przyjmuje ostatecznie:

$$p = 1,5 \cdot (2h)$$

a wysokość fali określa według wzoru Steven-sona, tj.:

$$2h = 0,45 \sqrt{D}$$

gdzie  $D$  — rozciągłość działania wiatru w milach,  $h$  w metrach.

Przy tych założeniach całkowite parcie boczne wyniesie:

$$E = p(H + z)$$

Parcie podnoszenia pozostaje bez zmian, zgodnie z uprzednimi wywodami.

W wypadku, gdy  $H < 2h$ , Hiroi proponuje przyjąć, zamiast  $2h$ , wielkość  $H$ , a więc rzeczywistą głębokość.

Teoria Hiroi ma szereg niedociągnięć, jednak obecnie nie mamy lepszego rozwiązania dla rozpatrywanego wypadku. Np. przy rozpatrywaniu fali nie odbitej wielkość  $z$  przyjęto zbyt dużą.

Oparcie się na teorii Gerstnera też budzi zastrzeżenia, gdyż dotyczy ona głębokości nie ogra-



niczonych, co nie ma miejsca w wypadku rozpatrywanym. Rozłożenie parcia ponad poziom spokoju też może budzić zastrzeżenia.

**Obliczanie metodą prof. Dżunkowskiego uderzenia fali na ściankę o nachyleniu pod kątem mniejszym od 45° do poziomym.** Fala rozbija się na ścianie.

Uderzenie fali w tym wypadku otrzyma największą wielkość przy załamaniu się grzbietu fali i opadnięciu wody na skarpe ścianki. Głębokość, na której następuje załamanie, Dżunkowski przyjmuje równą 2h. Zakładamy w tym wypadku, że fala w momencie załamania się ma prędkość orbitalną i nieznaczną postępową. W ten sposób cząstki wody na grzbiecie fali posiadają początkową prędkość i poruszają się po drodze parabolicznej, która spotyka się z pochyłością ściany. Zespół tych cząstek tworzy strumień, który uderza w ściankę. Prof. Dżunkowski podaje wielkość tego uderzenia.

Początkową prędkość w momencie załamania się fali przyjmujemy równą u. Rzędną grzbietu fali w stosunku do punktu pochyłości, w którym następuje załamanie się fali, oznaczamy przez  $y_0$ :

$$y_0 = 2h + h + h_0$$

(Wysokość fali równa się w tym wypadku 2h, a nie, jak w początkowym wywodzie dla fali zinterferowanej, 4h, dlatego wzór na  $h_0$  wygląda nieco inaczej).

Podstawiając: 
$$h_0 = \frac{\pi h^2}{2L} \operatorname{cth} \frac{\pi H}{L}$$

otrzymamy: 
$$y_0 = 3h + \frac{\pi h^2}{2L} \operatorname{cth} \frac{\pi H}{L}$$

Prędkość u na szczycie fali przyjmuje Dżunkowski:

$$u = n \cdot c + v$$

gdzie n — współczynnik mniejszy od 1,

c — prędkość postępową fali,

v — prędkość orbitalna.

Podstawiając wartości c i v, tj.:

$$c = \frac{L}{T} = \frac{L}{\sqrt{\frac{\pi L}{g} \operatorname{cth} \frac{\pi H}{L}}} = \sqrt{\frac{L^2}{\frac{\pi L}{g} \operatorname{cth} \frac{\pi H}{L}}} = \sqrt{\frac{gL}{\pi} \operatorname{tgh} \frac{\pi H}{L}}$$

$$v = h \sqrt{\frac{\pi g}{L} \operatorname{cth} \frac{\pi H}{L}}$$

otrzymamy:

$$u = n \sqrt{\frac{gL}{\pi} \operatorname{tgh} \frac{\pi H}{L}} + h \sqrt{\frac{\pi g}{L} \operatorname{cth} \frac{\pi H}{L}}$$

Spółrzedną  $x_0$  punktu B zetknięcia strumienia z powierzchnią pochyłą określimy następująco:

Po czasie t i przy prędkości u współrzedne wyraża się:

$$x = ut; \quad t = \frac{x}{u}$$

$$y = y_0 - \frac{1}{2}gt^2$$

$$y = y_0 - \frac{g}{2} \frac{x^2}{u^2}$$

równanie pochylej:

$$y = x \operatorname{tg} \alpha$$

$$x \operatorname{tg} \alpha = y_0 - \frac{g}{2} \frac{x^2}{u^2}$$

$$\frac{gx^2}{2u^2} + x \operatorname{tg} \alpha - y_0 = 0$$

$$gx^2 + 2u^2 x \operatorname{tg} \alpha - 2u^2 y_0 = 0$$

skąd dla punktu B:

$$x_B = \frac{-u^2 \operatorname{tg} \alpha \pm u \sqrt{u^2 \operatorname{tg}^2 \alpha + 2gy_0}}{g}$$

$$y_B = x_B \operatorname{tg} \alpha$$

Prof. Dżunkowski proponuje dla kąta nachylenia skarpy  $> 26^\circ$  (od 1:1 do 1:2,5) przyjmować  $n = 0$  i  $u = v$ ; a dla kąta nachylenia skarpy  $< 26^\circ$  (od 1:2,5 do 1:4) przyjmować  $n = 0,75$ .

Prędkości składowe w punkcie B:

$$v_x = u$$

$$v_y = \sqrt{2g(y_0 - y_B)}$$

$$y_0 - y_B = \frac{g}{2} \frac{x_B^2}{u^2}$$

skąd

$$v_y = g \frac{x_B}{u}$$

Prędkość strumienia uderzającego:

$$v_B = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

$$v_B = \sqrt{u^2 + \left(g \frac{x_B}{u}\right)^2}$$

Kąt  $\beta$  między kierunkiem strumienia, a poziomem określa równanie:

$$\operatorname{tg} \beta = -\frac{v_y}{v_x} = -\frac{g \frac{x_B}{u}}{u} = -\frac{g x_B}{u^2}$$

Znak minus wskazuje, że kąt liczy się od osi x w dół.

Kąt  $\delta$  między prostą do pochyłej a kierunkiem uderzenia fali wynosi:

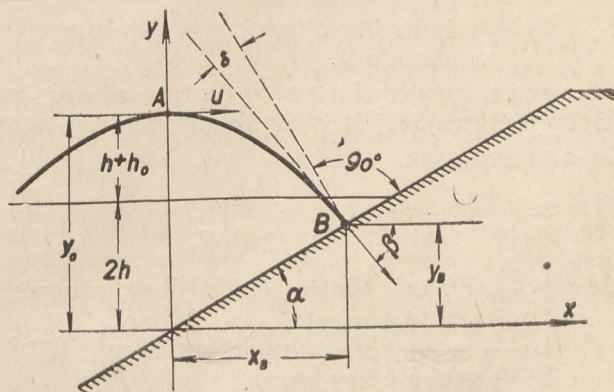
$$\delta = 90^\circ - (\alpha + \beta)$$

Mając te dane, ciśnienie na jednostkę płaszczyzny określamy według wzoru Dubois:

$$p = K \gamma \frac{v_B^2}{2g} \cos^2 \delta$$

gdzie  $K = 1,7$

$\gamma = 1,025$



Rys. 13

Wykres uderzenia fali na ściankę pochyłą ( $\alpha < 45^\circ$ ).

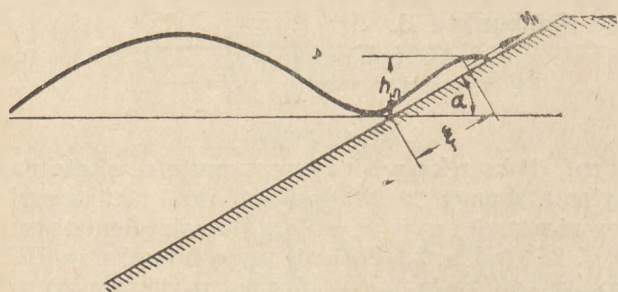
Dla celów praktycznych, dla określenia wysokości budowli, należy obliczyć wysokość zasięgu fali. Prof. Dżunkowski daje wzór empiryczny:

$$h_n = 3,2k \cdot (2h) \operatorname{tg} \alpha$$

Wzór ten stosuje się dla

$$14^\circ < \alpha < 45^\circ$$

gdzie współczynnik  $k$  zależny jest od szorstkości



Rys. 14  
Nabieganie fali na ścianę pochyłą

ściany. Dla betonu i gładkiego bruku przyjmujemy  $k = 1,0$ , dla narzutu kamiennego  $k = 0,70$  do  $0,80$ , zależnie od stanu gładkości narzutu.

Prędkość strumienia wody fali wbiegającej na skarpe w dowolnym jej punkcie w odległości  $\zeta$ , licząc po skarpie, i bez uwzględnienia tarcia, wyniesie:

$$v_n = \sqrt{v_B^2 - 2g \sin \alpha \cdot \zeta}$$

gdzie  $v_B$  i  $\alpha$  według poprzednich oznaczeń.

### PARCIE LODU

Parcie lodu w obszarach zamarzania morza może stanowić poważne obciążenie, którego pomijać nie wolno. Wchodzą tu w rachubę następujące czynniki:

1. parcie poziome, wywołane rozszerzeniem się lodu przy szybkim spadku temperatury,
2. j. w., przy nacisku lodu od wiatru, prądu lub posuwającego się z tych samych przyczyn lodu,
3. obciążenie statyczne od oblodzenia.

Parcie poziome, wywołane zmianą temperatury, możemy określić według wzoru Royena dla wód słodkich:

$$p = 0,94 (t_0 + 1) \sqrt{\frac{t_0}{S_0} (t_0 + 1)^3} \text{ t/mb.}$$

gdzie  $h$  — grubość lodu w metrach,

$t_0$  — różnica temperatur wg Celsjusza,

$S_0$  — minimalny okres czasu, gdy następuje zmiana o  $t_0$ .

Parcie wywołane uderzeniem oddzielnej pływającej kry określamy według wzoru Kuzniecowa:

$$p = \frac{0,43 v L h}{\sqrt{\frac{1}{n \cdot E} + 2ah + \frac{1}{\sigma}}}$$

gdzie  $v$  — szybkość zbliżającej się kry, nie większa od  $1 \text{ m/sek.}$ ,

$L$  — największy wymiar kry w m,

$h$  — grubość kry w m,

$n$  — współczynnik odpowiadający szerokości kry, która przyjmuje udział w odkształ-

eniach sprężystych. Normalnie przyjmujemy  $n = 1$ ;

$E$  — współczynnik sprężystości lodu w  $\text{t/m}^2$  (240.000 dla słodkowodnego i 150.000 dla morskiego),

$a$  — odchylenie budowli na poziomie pokrywy lodowej od obciążenia  $= 1 \text{ t}$ ; np. dla dalby o swobodnej wys.  $H$ , o momencie bezwładności  $I$  i współczynniku sprężystości  $E$ :

$$a = \frac{H^3}{3EI}$$

$\sigma$  — chwilowy opór lodu przeciwko zgnieceniu, który przyjmujemy dla lodu słodkowodnego  $300 \text{ t/m}^2$ , dla morskiego  $200 \text{ t/m}^2$ .

Długość, na którą rozkłada się uderzenie poszczególnej kry, przyjmujemy równą długości poszczególnego elementu (bloku) budowli. W wypadku, gdy szwy dylatacyjne występują rzadziej niż dwukrotna szerokość budowli, rozkładamy parcie na długość równą dwukrotnej szerokości falochronu.

Pionowego obciążenia od oblodzenia na ogół nie bierze się pod uwagę. W naszych warunkach zlodzenie występuje rzadko i na ogół nie uwzględniamy sił wywołanych zlodzeniem. Niemniej jednak, szczególnie przy budowlach lekkich, jak np. drewniane moło wysunięte w morze, dalby itp., należy oczyszczać je od oblodzenia. W razie konieczności uwzględnienia oddziaływania lodu, powinno to być wyraźnie zaznaczone w warunkach projektu.

### PRĄDY DENNE

Niezależnie od sił powstałych od falowania, przyczyną wywołującą odkształcenia, a czasem i katastrofę budowli ochronnych, jest podmycie dna. Powstające, w zależności od głębokości i wielkości fali, prądy dennie są dość znaczne, by w odpowiednich warunkach wzruszyć grunt dna i spowodować osunięcie się lub przewrócenie budowli. Przypuszczalnie były one przyczyną katastrof falochronów, jakie miały miejsce w Walencji, Catanii czy Algierze. Zagadnienie prędkości dennych dalekie jest od ostatecznego rozwiązania, szczególnie jeżeli uwzględnimy różnorodność i zmienność warunków, jakie spotyka się w sąsiedztwie budowli ochronnych.

Maksymalne prędkości dennie określamy zakładając, że głębokość jest mniej więcej stała i przekracza głębokości krytyczne. Wychodzimy przy tym z równań falowania. W tym wypadku dla fali martwej prędkość denną określi wzór:

$$v_{\max} = \frac{\pi h}{\sqrt{\frac{\pi L}{2g} sh \frac{2\pi H}{L}}}$$

Miejsca maksymalnej prędkości przesuwają się z falą i wobec tego będą przechodziły przez wszystkie punkty dna. Jeżeli przed budowlą powstają fale stojące, to punkty maksymalnej prędkości będą powstawały w węzłach, czyli w odległości od ścianki o  $\frac{1}{2} L$ ,  $\frac{3}{2} L$ ,  $\frac{5}{2} L$  itd., a prędkość wyrazi się wzorem:

$$v'_{\max} = \frac{2\pi h}{\sqrt{\frac{\pi L}{2g} sh \frac{2\pi H}{L}}}$$

Punkty te są stałe, ale obecnie jeszcze nie mamy możliwości określić sfery rozmywania.

Według prof. Dżunkowskiego, największe rozmywania powstają w granicach od  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{3}{4}$  L od ścianki, czyli znajdują się po środku między węzłami a wypukłościami fali. Maksymalne szybkości dla dowolnego punktu dna przy falach stojących można otrzymać z wzoru:

$$v_{\max} = \frac{2\pi h}{sh \frac{\pi H}{L} \cdot T} \cdot \cos \frac{\pi x_0}{L}$$

otrzymane z zasadniczych równań falowania.

Badania laboratoryjne wskazują na to, że prędkości praktyczne są mniejsze od wyliczonych. Tłumaczy się to lepkością wody, której wzór nie uwzględnia. Spółczynnik n, zmniejszający prędkość, zawarty jest w granicach od 0,90 do 0,60. Prof. Dżunkowski przyjmuje go jako 0,75 i wówczas:

Prof. inż. Stanisław Szulc  
Politechnika Warszawska

## OBRABIALNOŚĆ METALI

*Wprowadzenie w zagadnienie obrabialności metali. Pierwsza część omawia zagadnienie od strony budowy i własności metali, podaje definicje pojęć obrabialności i skrawalności i omawia kryteria skrawalności. W drugiej części omówiono wpływ szeregu czynników na skrawalność, mianowicie wpływ głównych składników stali, struktury, wielkości ziarna i własności mechanicznych stali. W trzeciej części omówiono skrawalność głównych rodzajów stali, żeliw i stopów nieżelaznych. Główne rodzaje stali węglowych w różnych stanach struktury, stali stopowych oraz nierdzewnych. Wpływ struktury żeliwa na skrawalność, wpływ własności mechanicznych, składników stopowych, wielkości ziarna i stanu powierzchni odlewu. Skrawalność stopów Al, stopów tożyskowych i stopów kolorowych, klasyfikacja tych ostatnich z uwagi na skrawalność.*

### Obrabialność i pojęcia związane

Obrabialnością metalu nazywamy własność, która określa jego podatność na obróbkę mechaniczną. Obrabialność danego metalu nie jest własnością stałą, natomiast ulega zmianom w zależności od jego stanu oraz od rodzaju i od warunków obróbki. Ten sam metal posiada na ogół inną podatność na obróbkę plastyczną, a inną na obróbkę skrawaniem. W zakresie obróbki skrawaniem obrabialność metalu przy toczeniu, frezowaniu itp. także jest różna. Wreszcie w obrębie danego rodzaju obróbki obrabialność metalu jest inna przy obróbce zgrubnej, inna przy wykańczającej; ponadto obrabialność zależy od układu całego szeregu czynników, których zespół ustala własności metalu — fizyczne, mechaniczne, chemiczne i inne, jak np. budowa wewnętrzna, skład chemiczny, itp. Zespół tych czynników decyduje o warunkach skrawania, w skład których zalicza się szybkość skrawania, posuw, głębokość skrawania, zastosowanie chłodziwa itp.

Niejednakowa podatność metalu na poszczególne rodzaje obróbki powoduje, że w obrębie pojęcia obrabialności

$$v''_{\max} = \frac{n \cdot 2\pi h}{\sqrt{\frac{\pi L}{2g} sh \frac{2\pi H}{L}}}$$

W praktyce należy liczyć według tego wzoru, gdyż przy falach nie rozbitych zawsze istnieje możliwość powstania fali stojącej.

Przy fali rozbitej prędkości denne mogą być jeszcze większe właśnie w miejscu rozbicia się fali (punkt B rys. 13). Prof. Dżunkowski proponuje liczyć ją według wzoru:

$$v_B = \sqrt{u^2 + \left(g \frac{x_B}{u}\right)^2}$$

Jednak rozwiązanie to jest przybliżone i niedostatecznie zbadane.

### LITERATURA

1. W. E. Ljachnickij i N. A. Smorodiński, „Morskije porty i gidrotechničeskie sooruzenja”, 1947 r.
2. M. E. Płakida, „Rasczety dziejstwja wołny na ogroditielnyje sooruzenja”, 1947 r.
3. Norma radziecka GOST 3255 — 46.
4. P. R. Tikunow, „Osnownyje položenja po projektirowanju i stroitelstvu wniesnich morskich ogroditielnych sooruzenij”, 1949.
5. P. K. Bożicz i N. N. Dżunkowski, „Morskoe wołnienie i jewo dziejstwje na sooruzenja i bieriega”, 1949.
6. R. Iribarren, „Calcul des Diguees Verticales”. „Bulletin de l'Association Internationale Permanente du Congrès de Navigation”, Nr 28, juillet 1949 r.

należy rozróżnić: skrawalność jako szczególny rodzaj podatności metalu na obróbkę przy użyciu ostrego narzędzia, zaś w obrębie skrawalności:

- a) podatność na oddzielanie się wióra,
- b) „wykańczalność”, tj. podatność na otrzymywanie gładkiej powierzchni w obróbie wykańczającej,
- c) „ścierność”, tj. skłonność metalu skrawanego do ścięcia ostrza narzędzia.

Pierwsze dwie cechy są dodatnie, a trzecia ujemna, z uwagi na trwałość ostrza i na gładkość powierzchni obrabianej. Fakt, że pojęcie skrawalności mieści w sobie trzy inne pojęcia, jest przyczyną trudności w ustaleniu miary skrawalności.

Jako najlepiej skrawalny należy uważać taki metal, który pozwala:

- a) na skrawanie największej objętości metalu w jednostce czasu przy zużyciu minimum mocy oraz przy zachowaniu największej trwałości ostrza.
- b) na osiągnięcie największej gładkości powierzchni obrabianej, przy równoczesnym utrzymaniu tolerancji wymiarów i kształtu obrabianego przedmiotu na możliwie największej obrabianej powierzchni.

Powyższe określenie obejmuje tak dużą ilość różnorodnych warunków, że niemożliwe jest stworzenie takiego układu czynników, który by spełniał równocześnie wszystkie stawiane warunki w sposób optymalny. Dlatego jako osiągalną granicę należy uważać taki skład czynników, który stanowi w z g l ę d n e o p t i m u m, będące w danych warunkach najbardziej skutecznym układem kompromisowym.

Korzystne dla przebiegu skrawania wartości jednych czynników są związane lub uwarunkowane występowaniem niekorzystnych wartości innych czynników. Zmiana jednego z nich może spowodować zmianę samej skrawalności. Z tego powodu porównywanie skrawalności dwóch metali jest możliwe dopiero w odniesieniu do określonego rodzaju obróbki, przebiegającej w określonych warunkach. Porównanie to powinno się odbywać w odniesieniu do względnego optimum warunków skrawania porównywanych metali.

## Kryteria skrawalności

Skrawalność możemy wyrazić przy pomocy:

A. Wartości bezwzględnych, którymi są:

1. Trwałość ostrza, osiągalna przy skrawaniu w ustalonych i niezmiennych warunkach i ewentualnie przy użyciu określonego chłodziwa.

Trwałość ostrza wyraża się wprost w ilości minut rzeczywistego czasu pracy ostrza, lub w ilości sztuk obrobionych przedmiotów, obie wartości przypadające na jednorazowe naostrzenie narzędzia.

2. Gładkość powierzchni obrobionej metalu.

3. Opory skrawania danego metalu dla poszczególnych rodzajów obróbki, lub moc potrzebna do skrawania wióra o określonym przekroju i wymiarach, wyrażona w kg wióra na 1 KM.

4. Wydajność narzędzia, wyrażona w  $\text{cm}^3$  metalu skrawanego w czasie 1 min., przypadających na moc 1 KM.

5. Wielkość obrobionej powierzchni pod stałym naciskiem wywartym na narzędzie jako siła posuwu, wyrażona:

- jako droga wiertła w jednostce czasu (cm),
- jako droga noża tokarskiego przy przecinaniu (cm),
- jako czas w minutach (lub w ilości skoków piły ramowej), potrzebny do przecięcia określonego przekroju metalu pod naciskiem stałej siły.

6. Koszt skrawania 1  $\text{cm}^3$  metalu w określonych warunkach (łączy w sobie zużycie mocy i koszt narzędzia),

7. Wysokość temperatury wytworzonej na krawędzi ostrza,

8. Szybkość skrawania, odpowiadająca żądanej trwałości ostrza danego metalu i warunkom skrawania,

9. Podatność metalu na zachowanie dokładności wymiarów i kształtów w danych warunkach skrawania.

B. Wartości względnej, określonej współczynnikiem skrawalności względnej.

Współczynnik ten jest stosunkiem wartości jednej z własności wymienionych pod A. metalu badanego do znanej wartości tej samej własności innego materiału, przyjętej jako jedność.

Współczynnik skrawalności względnej jest liczbą nie mianowaną.

W obrabianiu rodzaju stali o współczynniku skrawalności równym jedności panuje pewna dowolność; tak np. współczynnik skrawalności = 1,0 przyjmuje się:

- dla stali łatwo obrabialnych automatowych:
  - o składzie 0,15—0,25 C, 0,30—0,60 Mn, 0,055  $S_{\text{max}}$
- l:b
  - o składzie 0,08—0,16 C, 0,60—0,90 Mn, 0,10—0,20 S walcowanych na gorąco,
- dla stali źle obrabialnych:
  - o składzie: 1,0—1,40 C, 11,0—14,0 Mn, kutej, hartowanej w 1040° C wodzie,
- dla żeliw: żeliwa szarego o twardości 177 H<sub>B</sub>.

## Czynniki wpływające na skrawalność metali:

A. Z uwagi na skrawany materiał:

1. Skład chemiczny materiału z uwzględnieniem dodatków dla polepszenia skrawalności,

2. Struktura materiału, zależna od stanu, w jakim się materiał znajduje (lany, obrobiony plastycznie, obrobiony cieplnie itp.),

3. Własności fizyczne materiału (wytrzymałościowe, plastyczne, ciepło właściwe, przewodnictwo cieplne itp.),

4. Jednorodność materiału w odniesieniu do powyższych punktów.

B. Z uwagi na ostrze narzędzia:

- skład chemiczny ostrza,
- struktura ostrza,
- geometria ostrza,
- stan ostrza.

C. Z uwagi na proces skrawania:

- rodzaj obróbki,

2. przebieg skrawania,

3. użyte chłodziwo.

D. Czynniki wtórne, będące wynikiem połączonego działania różnych wyżej wymienionych czynników głównych:

1. stosunek własności fizycznych materiału skrawanego do odpowiednich własności materiału ostrza,

2. skłonność materiału skrawanego do osadzania ostrza wtórnego.

Na obrabialność materiału wpływa również pośrednio stan obrabiarki, tj. sztywność samej obrabiarki, uchwytu i narzędzia oraz sztywność umocowania przedmiotu.

## Wpływ głównych składników stali na skrawalność

Węgiel, jako składnik perlitu, polepsza skrawalność stali podutektoidalnej. Skupienia kruche perlitu przerywają warstwy ciągliwego i źle skrawalnego ferrytu, a posiadając większą od niego wytrzymałość tworzą jednocześnie podparcie dla ferrytu w chwili oddzielania się wióra. Taki układ ferrytu i perlitu zwiększa łamliwość wióra, co stanowi korzystny objaw podczas skrawania.

Stopień skrawalności stali zależy m. in. od stosunku ilości perlitu do ilości ferrytu. Stosunek ten przy zawartości 0,3 C stwarza najlepszą skrawalność stali. Powyżej tego stosunku przewaga perlitu powoduje zbyt wielką twardość stali, wskutek czego skrawalność jej ulega pogorszeniu. Poniżej tego stosunku stal staje się zbyt ciągliwa, zbyt rzadko rozsiany perlit nie tworzy bowiem dostatecznie sztywnego oparcia dla ferrytu, którego ciągliwość staje się w tym wypadku cechą przeważającą metalu.

Mangan podnosi wytrzymałość i zarazem kruchość stali. Zawartość Mn ok. 1,0% wpływa na polepszenie skrawalności. Wyższa zawartość Mn w granicach struktury ferrytyczno-perlitycznej powoduje wzrost wytrzymałości, jednakże bez dostatecznego zmniejszenia ciągliwości, wskutek czego skrawalność doznaje pogorszenia.

Siarka jest składnikiem najczęściej stosowanym dla polepszenia skrawalności. Jest pożądane, by wtrącenia siarczków były równomiernie rozsiane, tak, by nie miały postaci pasemek. Wpływ siarki na skrawalność w tym wypadku jest podobny do wpływu perlitu. Przerywa ona ciągliwość ferrytu i powoduje przez to łamliwość wióra, jednak, w przeciwieństwie do perlitu, bez wpływu na wzrost wytrzymałości stali. Dzięki temu zawartość siarczków wpływa na polepszenie skrawalności stali w znacznie wyższym stopniu niż równa procentowo zawartość perlitu. Domieszki siarki w celu polepszenia skrawalności stosuje się od 0,075 do 0,30% (powyżej 0,10% w stalach automatowych).

Ołów. Domieszki ołowiu do 0,20%, stosowane dla polepszenia skrawalności w stalach martenowskich, są odpowiednikami siarki w stalach bessemerowskich. Stale z domieszką Pb osiągają najwyższą skrawalność w stanie ciągłym na zimno.

Polepszenie skrawalności wskutek domieszki Pb polega na tym, że równomiernie rozmieszczone drobne skupienia Pb nie tylko pomagają do przerwania ciągliwości ferrytu, lecz również wykazują własności „smarne“, zmniejszając tarcie wióra o ostrze.

Fosfor o zawartości ponad normalnie stosowaną ilość polepsza skrawalność dzięki temu, że wpływa na obniżenie ciągliwości, powodując powiększenie ziarna ferrytu, jednego z najgorzej skrawalnych składników.

Jako inne dodatki (rzadziej stosowane) polepszające skrawalność należy wymienić:

Selen lub bizmut — jako dodatki do stali austenitycznych, oraz w małych ilościach srebro, jako domieszka do stali nierdzewnych.

## Wpływ struktury stali na skrawalność

Ferryt, składnik miękki, bardzo ciągliwy, posiada niską wytrzymałość. Ferryt jest źle skrawalny, wykazuje dużą skłonność do tworzenia ostrza wtórnego\*). Tworzenie

\*) Przez „rzeczywisty“ czas pracy ostrza należy rozumieć czas pracy ostrza między dwoma kolejnymi ostrzeniami, po odliczeniu czasu, kiedy dane ostrze nie skrawa.

\*) Zwanego również „naroślą“, „narostem“, lub „nasadką“. Nazwa użyta daje lepsze pojęcie od innych o kształcie i roli osadzonego na ostrzu metalu.

się ostrza wtórnego powoduje, jak wiadomo, silne zużycie ostrza narzędzia.

Wiór stali o przewodzie ferrytu oddziela się, wyrwywając przy tym cząstki powierzchni obrobionej. Dzięki temu uzyskanie gładkiej powierzchni skrawaniem jest trudne u stali o przewodzie zawartości ferrytu.

Dla polepszenia warunków skrawania tych stali wymagany jest stosunkowo duży kąt natarcia ostrza i staranny dobór szybkości skrawania.

Cementyt jako składnik stali jest twardy i kruchy. Nie jest on skrawalny, lecz wykrusza się z łatwością pod naciskiem ostrza. Wielkość i rozmieszczenie ziarn cementytu mają duży wpływ na skrawalność stali i na zużycie ostrza.

Perlit pasemkowy składa się z na przemian ułożonych warstw ferrytu i cementytu. Skrawanie perlitu pasemkowego odbywa się przez wyrwanie warstwy ferrytu i kruszenie warstwy cementytu. Wielkość ziarn perlitu wpływa na skrawalność i na stopień wykończenia powierzchni obrobionej. Skupienia cementytu, otaczające poszczególne ziarna perlitu, utrudniają skrawanie.

Perlit kulkowy składa się z ziarn cementytu o kształcie kulek rozsianych w masie ferrytu. Skrawanie prawdopodobnie nie łamie kulek cementytu, lecz obejmuje wyłącznie ferryt, podczas gdy kulki cementytu stanowią oparcie dla ciągliwego ferrytu, tak, że ostrze może skrawać prawidłowo. Większe ziarna cementytu potęgują zużycie ostrza.

Scrbit — składnik stali ulepszonej cieplnie. Cechuje go wysoka wytrzymałość, twardość i ciągliwość. Żadna z tych cech nie wpływa na polepszenie skrawalności, a jej stopień jest odwrotny do twardości stali o strukturze sorbitycznej. Stale o tej strukturze poddaje się skrawaniu tylko z konieczności, jeśli nie ma innego wyjścia.

Austenit — składnik stali obrobionej cieplnie. Własności austenitu zależą w dużej mierze od składu chemicznego stali; np. stale austenityczne o dużej zawartości Mn są bardzo źle skrawalne, jednakże opanowanie tej trudności jest możliwe przez zastosowanie ostrzy ze stopów spiekanych. Stale austenityczne o wysokiej (ok. 30%) zawartości Ni są ciągliwe, ale nie są twarde.

Większość stali zawiera więcej niż jedną z omówionych typowych struktur. Obrabialność tych stali zależy jednakże nie tylko od obecności i wzajemnego stosunku struktur typowych, lecz również od wielkości, kształtu i rozmieszczenia ziarn poszczególnych struktur.

### Wpływ wielkości ziarna stali na skrawalność

Stale o strukturze gruboziarnistej (wielkości 1—5 skali Mc Quaida i Ehna) posiadają lepszą skrawalność, natomiast stale drobnoziarniste pozwalają osiągnąć wyższy stopień gładkości powierzchni obrobionej, są jednak bardziej ciągliwe. W razie stosowania pojedynczej obróbki cieplnej, wymagania dobrej skrawalności nakazują utrzymanie pewnej optymalnej wielkości ziarna, wynikłej z kompromisu wymagań obróbki zgrubnej i wykańczającej. W wypadku stosowania dwukrotnej obróbki cieplnej można materiałowi nadać takie własności, jakie są najodpowiedniejsze dla poszczególnej fazy obróbki\*).

### Wpływ własności mechanicznych stali na ich skrawalność

Metale dobrze skrawalne powinny cechować niską wytrzymałość, małą ciągliwość, małą ścierność\*\*), oraz dobrą łamliwość wióra.

Z drugiej strony, własności mechaniczne metali i stopów, odpowiadające wymaganiom konstrukcyjnym, są następujące: wysoka wytrzymałość, wysoka ciągliwość, niska ścieralność\*\*\*).

\*) Stosowanie wielokrotnej obróbki cieplnej staje się opłacalne dopiero przy zastosowaniu metod szybkiej obróbki cieplnej.

\*\*) Własność czynna materiału, określająca jego zdolność do ścierania innych materiałów.

\*\*\*) Własność bierna materiału, określająca jego podatność na ścieranie.

Żadne z powyższych ugrupowań własności w stalach nie jest naturalne. W przeciwieństwie do nich, naturalną skłonnością stali jest kojarzenie niskiej wytrzymałości z wysoką ciągliwością, i odwrotnie. Połączenie cech dobrej skrawalności i dobrych własności wytrzymałościowych wymaga natomiast, by obie te własności były zgodnie kierunkowe. Wskutek tego nadanie stali właściwości każdego z wymienionych ugrupowań wymaga odrębnego rodzaju obróbki cieplnej\*), z których każdy ma swoje właściwe miejsce w kolejności procesu obróbki.

Stosowanie dwukrotnej obróbki cieplnej bywa często nieekonomiczne; dlatego dopuszcza się w praktyce kompromis, który godzi wymagania skrawalności z wymaganiami ostatecznych własności mechanicznych materiału, przepisanych wymaganiami konstrukcyjnymi. W takim wypadku nadanie materiałowi podatności na gładkie wykończenie powierzchni oraz przeprowadzenie obróbki w sposób wykluczający odkształcenia są zasadniczymi warunkami, którym jednorazowa obróbka cieplna musi czynić zadość.

Stopień tego kompromisu zależy oczywiście od stanu, w jakim surowy materiał (pręty, odkuwki) został dostarczony do obróbki, oraz od tego, jaką i ilokrotną obróbkę cieplną optaca się, lub jest konieczne stosować.

W odniesieniu do własności materiałów są stosowane kryteria, określające ich przydatność pod trzema różnymi względami. Nie jest obojętne, które z tych kryteriów zastosować, mianowicie:

Wytrzymałość materiału i jego jednorodność, jako własności narzucone względami konstrukcyjnymi, należy opierać na kryterium twardości.

Opór skrawania, jako cecha wymagana przez względy technologiczne, należy określać przy pomocy współczynnika skrawalności.

Wreszcie odporność na ściernianie, jako cechę wymaganą ze względu na trwałość w użytkowaniu, należy określać opierając się na strukturze materiału.

Zastosowanie twardości Brinella w ocenie skrawalności może być ograniczone tylko do ogólnego wskazania wyłącznie w odniesieniu do stali niestopowych, obrobionych plastycznie, oraz do żeliw. Twardość Brinella bowiem nie wykazuje korelacji z innymi własnościami wytrzymałościowymi metali, których wpływ na skrawalność jest większy od wpływu twardości.

### Skrawalność głównych rodzajów stali

Stale „automatowe“ są używane do wyrobu śrub handlowych i innych części nie wymagających wysokiej wytrzymałości. Z uwagi na żadaną tanią wyrobu, stale te muszą być m. in. łatwo skrawalne, tj. okres trwałości ostrza powinien być długi, przy zastosowaniu wysokich szybkości skrawania.

Wymagania skrawalności stawiane tym stalom są następujące: łatwe oddzielanie się wióra, podatność na gładkie wykończenie, niska ścierność, dopuszczająca wysoką trwałość ostrza. Wymaganiom tym odpowiadają w tej grupie stale niskowęglowe z dodatkiem Mn.

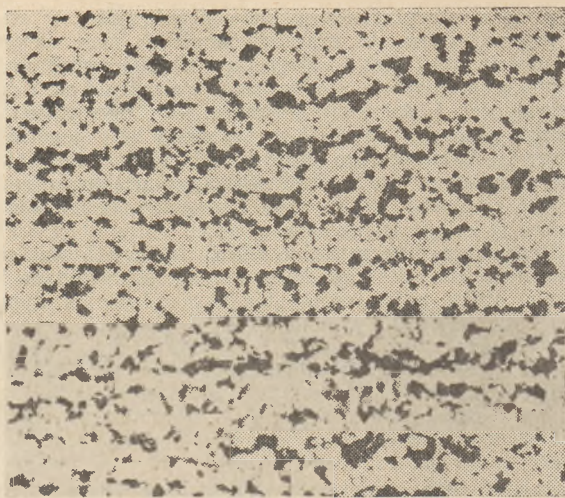
Stale te, produkowane sposobem Bessemera lub Thomasa, są lepiej skrawalne od stali martenowskich, gdyż większa ilość wtrąceń niemetalicznych (tlenki, krzemiany) stali pierwszego rodzaju polepsza ich skrawalność.

Praktyka wykazała, że stale bessemerowskie z dodatkiem 0,2—0,3 S posiadają około 40% lepszą skrawalność od takichże stali martenowskich o zawartości 0,1—0,20 S.

Polepszenie skrawalności stali martenowskich odbywa się m. in. przez dodanie ołowiu (ok. 0,20%) w czasie odlewania wlewka. Najlepsza skrawalność tych stali zachodzi dla struktury perlitycznej pasemkowej, przy wydłużeniu  $A_5 = 13 - 16\%$ , przewężeniu 40%, oraz przy wielkości ziarna 4 (skali Ehna i Mc Quaida).

Obróbka cieplna przez wyżarzanie tych stali wpływa dodatnio na równomierność rozmieszczenia węglików na wskroś masy ferrytu i przez to polepsza skrawalność stali. Również utwardzenie plastyczne wskutek ciągnięcia na zimno polepsza skrawalność tych stali. Polepszenie przypisuje się nie tyle powstałej przy ciągnięciu strukturze smugowej stali, ile zmniejszeniu ciągliwości ferrytu.

\*) Niezależnie od tego, różnice wymagań skrawalności, zachodzące między obróbką zgrubną a wykańczającą, dają się określić jako właściwa skrawalność i wykańczalność.



Rys. 1

Skrawalność zła. Struktura pasemkowa, złożona z ferrytu i perlitu, trwałość 163—187 H<sub>B</sub>.



Rys. 2

Skrawalność dobra. Struktura gruboziarnista Widmanstaettena, trwałość 156—170 H<sub>B</sub>.

Stale niskostopowe do nawęglania. Stale te obrabia się zwykle na gotowo przed nawęglaniem, dlatego nadanie im dobrej skrawalności bez równoczesnego pogorszenia własności wytrzymałościowych jest ważne.

Normalizacja w wysokich temperaturach stali niskostopowych polepsza ich skrawalność bardziej niż żarzenie. Normalizacja wymaga jednak powtórnej obróbki cieplnej dla nadania stali odpowiedniej twardości

Twardość 170—200 Brinella jest uważana za najodpowiedniejszą dla stali do nawęglania, z uwagi na ich skrawalność. Jednakże przy tej samej twardości stali rodzaj struktury może spowodować różnice skrawalności przekraczające 100% wartości współczynnika skrawania.

Rys. 1 i 2 obrazują wpływ struktury stali na skrawalność. (Stal 0,15 C, 0,50 Mn, 1,70 Ni, 0,23 Mo (x100). Wydajność obróbki przy strukturze jak na rys. 2 jest o 52—95% wyższa niż przy strukturze jak na rys. 1.

Granice gruboziarnistości stanowi wypadek utworzenia ziarn podwójnych, lub o niejednakowej wielkości. Taka struktura może jednak powodować odkształcenia przy hartowaniu.

Jakkolwiek gruboziarnistość jest pożądana z punktu widzenia skrawalności, jest ona jednak niedopuszczalna np. dla części, które mają być hartowane z zapobieganiem najmniejszym możliwym deformacjom (koła zębate).

Stale niskostopowe o średniej zawartości węgla w stanie zmięczonym. Te stale można obrabiać przed, lub po ulepszeniu. W razie obróbki przed ulepszeniem, należy je normalizować lub żarzyć. Stale te są stosowane głównie ze względu na ich wysokie własności wytrzymałościowe; wskutek tego, jeśli zachodzi konieczność obróbki w stanie ulepszonym, wyma-

gania skrawalności muszą zejść na drugi plan. Na ogół strukturę odkuwek z tych stali cechuje zbyt duża gruboziarnistość, a często i zbyt duża twardość; bywają one dopuszczane do polepszenia skrawalności.

Obróbka cieplna tych stali jest różna, zależnie od ich typu i przeznaczenia. Np. dla stali niskostopowych średniowęglowych, używanych na koła zębate, najkorzystniejsze warunki skrawalności są następujące:

dla zgrubnej obróbki na automatach struktura perlityczna kulkowa,

dla przeciągania i obwiedniowego nacinania zębów — struktura perlityczna pasemkowa.

W razie stosowania jednorazowej obróbki cieplnej, struktura pasemkowa jest odpowiedniejsza.

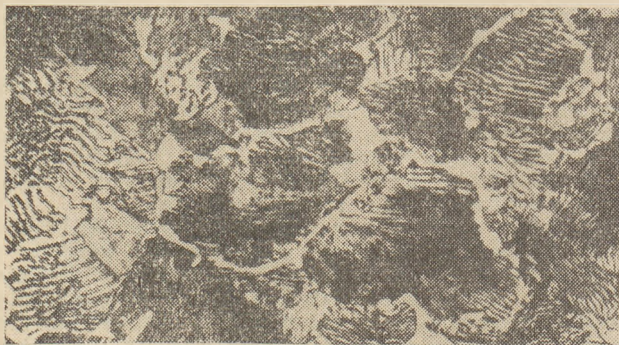
Rys. 3—7 przedstawiają struktury dobrze i źle skrawalne.

Stale niskostopowe o średniej zawartości węgla, ulepszone. Skrawanie tych stali w stanie ulepszonym jest podyktowane żądaniem twardości. Struktura tych stali jest zwykle sorbityczna, źle skrawalna; wskutek tego skrawanie ich jest opłacalne do twardości 330 H<sub>B</sub>, powyżej zaś tej twardości — stosuje się obróbkę skrawaniem tylko w wypadkach specjalnych.

Wpływ składników stopowych na skrawalność. Zachowanie się składników stopowych jest następujące:

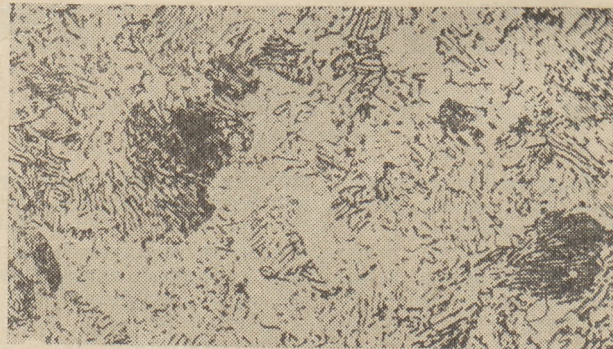
- powodują tworzenie się węglików (np. węglików Cr, W, Mo, V),
- rozpuszczają się w ferrycie (np. krzemoferryt),
- wpływają na stopień ziarnistości budowy stali.

W pierwszym wypadku skrawalność stali stopowych jest prawie równa skrawalności odpowiednich stali węglow-



Rys. 3

Skrawalność dobra. Stal na koła zębate (x 750) Perlit pasemkowy i wolny ferryt



Rys. 4

Skrawalność zła. Perlit częściowo rozłożony, częściowo sferoidyzowany

wych, jednakże dopuszczalna zawartość C, przy której żądana wytrzymałość stali leży w granicach skrawalności, jest niższa niż w wypadku stali węglowych. Żarzenie tych stali jest wskazane dla nadania im skrawalności, podobnie jak odpowiednich stali węglowych.

W drugim wypadku obecność składników tworzących stop z ferrytem powyżej pewnej ilości wpływa na pogorszenie skrawalności. Wpływ struktury stali na skrawalność jest zgodny z przykładem rys. 1 i 2. Dodatki V i Mo mają skłonność do tworzenia struktury drobnziarnistej przy stosowaniu zwykłych temperatur żarzenia lub normalizowania. Polepszenie skrawalności drogą zmiany wielkości ziarna wymaga zastosowania dodatkowej wstępnej obróbki cieplnej przed rozpoczęciem skrawania.

Przy stosowaniu wstępnej obróbki cieplnej konieczne jest zastosowanie powtórnej obróbki cieplnej po skończeniu skrawania, a to dla nadania wymaganych własności wytrzymałości i drobnziarnistej struktury sorbitycznej.

Stale o wysokiej zawartości węgla. Stale te są źle skrawalne. Wymagane jest staranne ich żarzenie dla polepszenia skrawalności i dla uniknięcia kruchości po hartowaniu. Dla obu tych celów struktura perlityczna kulkowa okazała się najlepsza. M. in. stwierdzono, że na polepszenie skrawalności wpływa nadanie struktury perlitu kulkowego z niewielką zawartością perlitu pasemkowego, rozmieszczonego na powierzchni metalu.

Stale nierdzewne. Najczęściej stosowane typy stali do obróbki skrawaniem są: stale chromowe o zawartości 10—13,5 Cr, lub stale o zawartości 12—14 Cr z dodatkami S, lub Se, lub Mo, wreszcie stale Cr — Ni (18—8) z dodatkami P, Se, lub Mo.

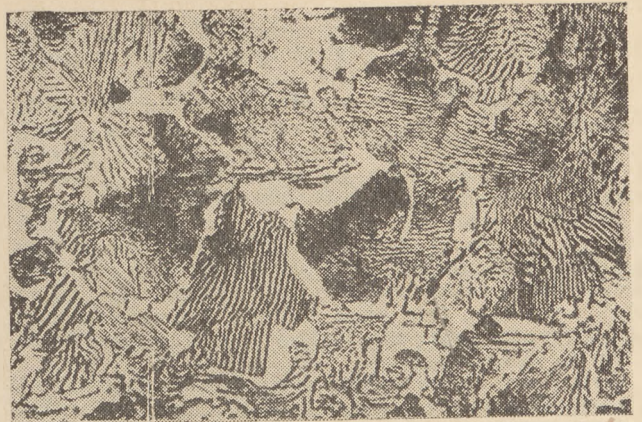
Stale chromowe. Skrawalność nierdzewnych niskowęglowych stali chromowych o niskiej zawartości Cr, dobrze wyżarzonych, jest bliska skrawalności stali węglowych o zawartości 0,45 C.

Najlepszą skrawalność tych stali uzyskano przy  $H_B = 163—187$ . Jako dodatki polepszające skrawalność należy wymienić siarkę z dodatkiem Mo lub Zr. Tworzy ona siarczki jako wtrącenia niemetaliczne, które czynią wióry łatwiej łamliwymi. Polepszenie skrawalności przy pomocy wtrąceń odbywa się jednak kosztem zmniejszenia odporności stali na korozję.

Stale chromowo-niklowe. Wszystkie nierdzewne stale Cr — Ni posiadają strukturę austenityczną, która jest silnie podatna na utwardzenie powierzchniowe. Własność ta wymaga, by skrawanie odbywało się w sposób ciągły, możliwie dużym posuwem i przy zachowaniu bardzo ostrej i gładkiej krawędzi tnącej. Nawet nieznaczne stępienie krawędzi tnącej powoduje tak silne utwardzenie powierzchniowe materiału, którego następnie nie można usunąć nawet szlifowaniem.

Skrawalność tych stali polepsza znacznie żarzenie ich w 815—900° C, które sprawia, że węgiel przenika w formie węglików między kryształy, zwiększając przez to łamliwość wióra. Ta obróbka cieplna wymaga jednak późniejszego dodatkowego żarzenia po obróbce zgrubnej, celem nadania stali własności przeciwkorozyjnych.

Stal uspokojoną natomiast cechuje lepsza skrawalność bez utraty własności przeciwkorozyjnych, dlatego nie wymaga ona powtórnej obróbki.



Rys. 5  
Skrawalność dobra ( $\times 750$ )

Niektóre typy stali nierdzewnych Cr — Ni zawierają dodatki P i Se, które tworzą wtrącenia niemetaliczne, przerywające ciągłość wióra. Te stale mają jednak mniejszą odporność na korozję niż stale Cr — Ni typu 18—8. Na ogół do obróbki nadaje się tym stalom twardość  $H_B = 143—179$ .

### Skrawalność żeliwa

„żeliwo“ jest nazwą ogólną, która obejmuje bardzo szeroką gamę gatunków o dużej rozpiętości własności mechanicznych. Z drugiej strony skrawalność jest pojęciem bardzo złożonym i zależnym od działania stosunkowo dużej ilości czynników. Dlatego określanie związku między dwoma tak rozległymi pojęciami jest trudne.

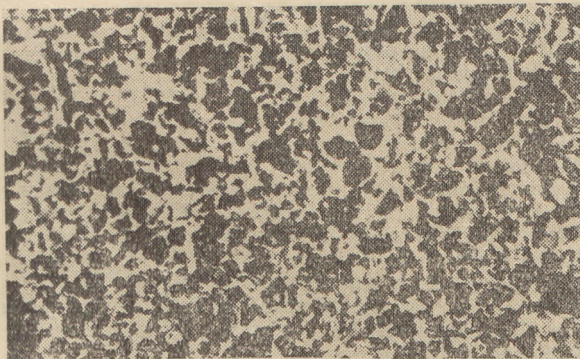
W zależności od składu chemicznego i struktury, żeliwa posiadają różne własności mechaniczne: twardość od  $H_B = 100$  do  $H_B = 600$ , wytrzymałość na rozciąganie w granicach 14 do 85 kg/mm<sup>2</sup>, a wydłużenie w granicach od poniżej 1,0% aż do 20%.

Zależnie od tych czynników, niektóre żeliwa mogą posiadać bardzo dobrą skrawalność, dzięki niskiej wytrzymałości, niskiej ciągliwości i twardości oraz dzięki brakowi składników o wysokim stopniu ścierności, natomiast inne żeliwa mogą być zupełnie nieskrawalne, posiadając np. wytrzymałość na rozciąganie ponad 50 kg/mm<sup>2</sup> przy 8% wydłużenia, lub ponad 80 kg/mm<sup>2</sup> przy 2% wydłużenia.

Za przedstawiciela żeliw o dobrej skrawalności można uważać żeliwo szare, zaś o zupełnie złej — żeliwo białe.

Wpływ struktury żeliw na skrawalność w kolejności malejącej skrawalności jest następujący:

1. żeliwo ferrytyczne o dużej zawartości grafitu i krzemoferrytu,
2. żeliwo perlityczno-ferrytyczne o dużej zawartości grafitu, perlitu i krzemoferrytu,



Rys. 6

Stal 0,30—0,35 C, 0,90—1,10 Cr ( $\times 100$ )  
Struktura po normalizacji. Skrawalność dobra



Rys. 7

Struktura smugowa. Skrawalność zła.

3. żeliwo perlityczne o dużej zawartości grafitu i perlitu,

4. żeliwo pstre o pewnej zawartości grafitu, perlitu i skupisk cementytu w dostatecznej ilości dla stworzenia pstręgo złomu,

5. żeliwo białe o pewnej zawartości perlitu i cementytu.

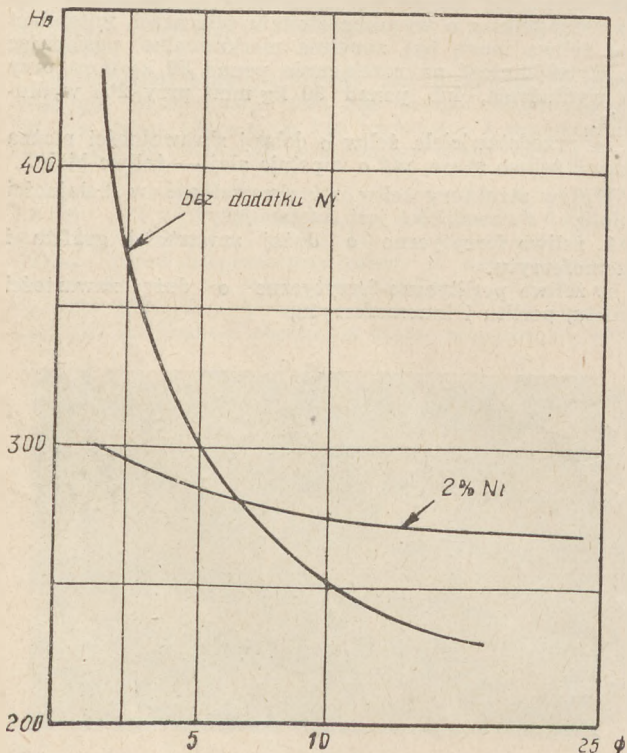
Wpływ wytrzymałości na rozciąganie na skrawalność. U żeliw zachodzi tylko przybliżony związek między ich wytrzymałością na rozciąganie a twardością. Nieprawidłowość tej zależności polega na tym, że twardość żeliwa zależy w mniejszym lub większym stopniu od struktury macierzystej, podczas gdy wytrzymałość na rozciąganie zależy nie tylko od struktury macierzystej, lecz równocześnie od jej spójności, tj. od dwóch czynników, przy czym zarówno wytrzymałość jak i spójność struktury macierzystej wywierają zasadniczy wpływ na skrawalność.

Skrawalność żeliwa wzrasta ze spadkiem wytrzymałości na rozciąganie, ta zaś jest związana ze zmniejszeniem zawartości związanego C i z wzrostem ilości grafitu. Ponieważ w obrębie stałej całkowitej zawartości C i stałego przekroju odlewu zawartość Si reguluje stosunek związanego do wolnego C, przeto do pewnego stopnia zawartość Si świadczy o skrawalności żeliwa.

Wpływ wielkości przekroju odlewu na skrawalność żeliwa. Własności wymienione wyżej odnoszą się do żeliwa o jednostajnej wytrzymałości i twardości, natomiast zmiana przekroju odlewu powoduje zmiany skrawalności w obrębie tego samego odlewu. Większe przekroje są lepiej skrawalne niż małe. Dla niektórych gatunków żeliwa skrawalność rozpoczyna się powyżej pewnej wielkości przekroju. (Gatunki żeliwa o niższej całkowitej zawartości C, wyższej zawartości Si, prawidłowo chłodzone, są mniej czułe na zmiany wytrzymałości wskutek zmiany przekroju).

Składniki stopowe żeliw. Niektóre dodatki stopowe wpływają na przechodzenie C w formę grafitu i przyczyniają się do ujednostajnienia skrawalności w przekrojach różnej wielkości. Takimi dodatkami są Ni, Cu, Ti.

Dodatek Cr pomaga do tworzenia się karbidów, a przy odlewach grubościennych zapobiega wydzielaniu się nadmiaru grafitu w dużych przekrojach. Skłonność Cr do tworzenia karbidów powoduje, że dodany w ilości 0,25% do zwykłego żeliwa, będącego u granicy skrawalności, może zmienić to żeliwo w zupełnie nieskrawalne.



Rys. 8

Wpływ zawartości Ni na twardość żeliwa w zależności od wielkości przekroju odlewu.

Dodatek Mo przyczynia się do wyrównania wytrzymałości i twardości na wskroś dużych przekrojów.

Dodatek Ni (najbardziej rozpowszechniony) stosuje się w ogóle w granicach od 20%\*, zaś dla poprawienia skrawalności — w granicach 0,5—1,5%. W tych granicach dodatek Ni powoduje skłonność do przechodzenia C w grafit. natomiast powoduje utwardzenie struktury macierzystej z dążnością do struktury sorbitycznej przy wzroście zawartości Ni ponad 1,5%. Pod tym względem Ni działa jako składnik zmniejszający lub utwardzający żeliwo, w zależności od wielkości przekroju odlewu.

Dodatek Ni wpływa ponadto na wyrównanie twardości odlewu, mimo wzrostu jego przekroju; dodatek ten zapobiega mianowicie utwardzeniu w małych przekrojach, a utwardza duże, dzięki skłonności do tworzenia struktury sorbitycznej (rys. 8\*\*).

Obróbka cieplna żeliwa. Żeliwa o wytrzymałości 25—34 kg/mm<sup>2</sup>, żarzone do 815° C, powoli chłodzone, odznaczają się bardzo dobrą skrawalnością.

Hartowanie odlewu w 750—815° C wywołuje te same skutki, jak w wypadku stali. Powstaje wówczas struktura martenzytyczna, a głębokość warstwy zahartowanej zależy od szybkości chłodzenia i od dodatków stopowych żeliwa, podobnie jak w stali.

Nadawanie twardości żeliwom przez obróbkę cieplną pogarsza ich skrawalność. Skrawanie takich żeliw wymaga większego zużycia mocy i równocześnie zmniejsza trwałość ostrza w stosunku do tej, jaka powinna mieć miejsce z uwagi na twardość odlewu.

Żarzenie żeliwa szarego w 760—815° C i żeliwa stopowego w 980° C polepsza ich skrawalność.

Całkowicie wyżarzone odlewy z żeliwa szarego posiadają twardość  $H_B = 120-130$ , a żeliwa stopowego  $H_B = 130-180$ .

Błędy równomierności i jakości żeliw. Odlew najgorzej skrawalny decyduje o warunkach skrawania całej partii. Dlatego nierównomierna jakość odlewów nie pozwala osiągnąć wydajności obróbki właściwej dla danego gatunku żeliwa. Pod tym względem warsztat mechaniczny może polegać tylko na wyszkolonym personelu odlewni i na stałej kontroli własności mechanicznych żeliwa.

Wpływ wielkości ziarna. Żeliwo porowate, rzadkie, lub gruboziarniste jest łatwo skrawalne, tj. pozwala na wykorzystanie szybkości skrawania i posuwów, jednakże daje złe wykończenie powierzchni, co świadczy o niskim gatunku żeliwa.

Wpływ stanu powierzchni odlewu. Obecność piasku w zewnętrznej warstwie może uczynić odlew nieobrabiwalnym, mimo dobrej skrawalności wnętrza materiału. Skrawanie płytkim wiórem skóry z przywarłym do niej piaskiem jest nader trudne.

Rys. 9 podaje wykres, obrazujący zależność jakościową między wielkością przekroju, wytrzymałością na rozciąganie i twardością odlewów żeliwnych.

### Skrawalność stopów nieżelaznych

Uwagi ogólne. Czynniki mające wpływ na skrawalność stopów nieżelaznych są następujące:

1. Obecność drugiego składnika nierozpuszczalnego w stanie stałym, lub o ograniczonej rozpuszczalności. Składnik ten może być:

a) typu „smarującego“, jak Pb, grafit, Bi, lub  
b) kruchy — bądź o niskiej wytrzymałości na ścieranie, bądź nie wykazujący przychepności do macierzy, jak np. MnAl<sub>7</sub>.

2. Istotna twardość i ciągliwość metalu podstawowego lub stałego roztworu, wykazywana np. przez względnie twarde i ciągliwe stopy Ni w porównaniu z względnie miękkimi stopami Mg.

3. Skłonność do utwardzenia plastycznego stopu.

Wprawdzie skrawalność stopów nieżelaznych posiada dużą skalę, stopy te posiadają jednak pewne wspólne cechy skrawalności, mianowicie:

\*) Żeliwo o tej zawartości Ni wykazuje budowę austenityczną podłoża.

\*\*) Ważne dla odlewów o zmiennych przekrojach.



1. Dają się one skrawać przy zastosowaniu większych szybkości i większych posuwów niż stopy żelaza.

2. Składniki stopów nieżelaznych, polepszające skrawalność, są dwóch typów:

a) domieszki łatwo topliwe, które mogą się stopić na krawędzi ostrza, przez co nie tylko przerywają ciągłość metalu macierzystego, lecz w rzeczywistości stanowią czynnik smarujący;

b) domieszki kruche o małej spoistości, które ułatwiają oddzielanie się wióra.

3. Struktura: Domieszki równomiernie rozsiiane w masie stopu polepszają skrawalność. Drobnziarnista budowa daje lepszą skrawalność, gdyż domieszki nierozpuszczalne są wówczas lepiej rozmieszczone.

Budowa pasemkowa jest lepiej skrawalna niż smugowa. Wprawdzie budowa smugowa jest lepiej skrawalna w kierunku smug, ale za to gorzej w kierunku prostopadłym do nich.

Skrawalność Al i jego stopów. Czyste Al jest źle skrawalne. Tworzy się długi wiór, a powierzchnia obrobiona jest silnie chropowata. Materiał ma skłonność do deformacji pod naciskiem ostrza.

Zużycie mocy na jednostkę objętości skrawanego stopu jest niskie, a trwałość ostrza dobra, jeśli narzędzie jest ostre, przekrój wióra mały, kąt natarcia duży i chłodzenie obfite. Obróbka plastyczna polepsza skrawalność, zwłaszcza czystego Al.

Dodatki stopowe polepszają skrawalność, ale stopień tego polepszenia zależy od rodzaju i koncentracji dodatków.

Z uwagi na skrawalność, można stopy Al podzielić na 4 grupy w kolejności malejącej skrawalności:

Stopy Al	Skrawalność maleje	Kąty rosną	Ilość chłodziwa rośnie	Posuw maleją
1. Odlewy nieobrabilne cieplnie	↓	↓	↓	↓
2. Odlewy obrabilne cieplnie	↓	↓	↓	↓
3. Materiał walcowany nieobrabilny cieplnie	↓	↓	↓	↓
4. Materiał walcowany obrabilny cieplnie	↓	↓	↓	↓

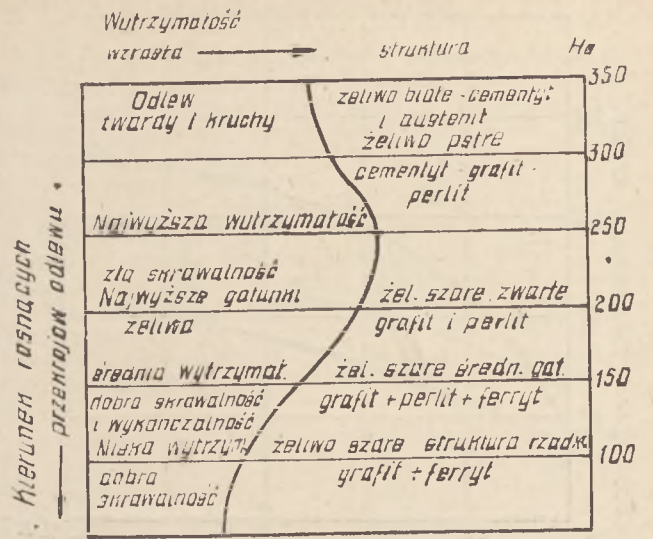
Na ogół skrawalność stopów Al wzrasta ze wzrostem koncentracji składników stopowych w roztworze stałym. Skrawanie stałych roztworów stopów Al wymaga szczególnie ostrych krawędzi tnących. W miarę wzrostu twardości stopu maleje trwałość ostrza, ponadto wzrasta głębokość skrawania, przy której można osiągnąć wysoką gładkość powierzchni; wióry jednakże są typu wstęgowego (długie) i sprężyste. Sztuczne starzenie stopów obniża ich skrawalność, co wyraża się obniżeniem trwałości ostrza i wzrostem zużycia mocy.

W miarę zwiększania ilości dodatków stopowych ponad granicę ich rozpuszczalności w stałym roztworze wiór staje się krótszy, kąty ostrza mogą być mniejsze dla uzyskania jednakowej gładkości powierzchni, natomiast zużycie ostrza wzrasta.

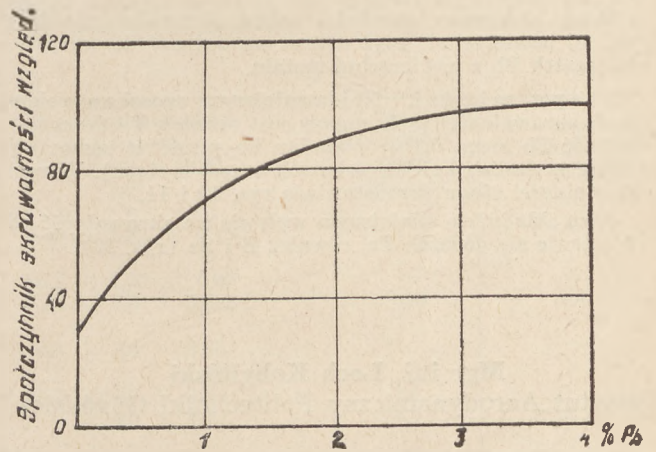
Dodatki Cd, Pb, Bi, Sn, Ti wyraźnie polepszają skrawalność stopów Al. Powodują one łamliwość wiórów (szczególnie dodatek Sn), wpływają na polepszenie gładkości powierzchni, na większą trwałość ostrza i na mniejsze zużycie mocy.

Skrawalność stopów łożyskowych. Zagadnienie to jest o tyle skomplikowane, że tego samego kształtu ostrze ma skrawać metale łożyskowe wraz z panewką stalową. To nastęrcza liczne trudności obróbki, zwłaszcza że skrawanie musi się odbywać poniżej temperatury topliwości Pb. Trwałość ostrza jest w tym wypadku ważna, gdyż wąskie tolerancje wymiarów panewek nie pozwalają na utratę tych wymiarów wskutek ścierania się krawędzi tnących.

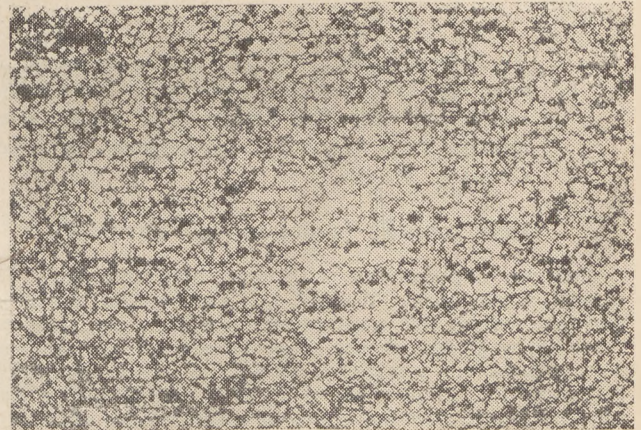
Własności stopów łożyskowych stosuje się tylko do wymagań konstrukcji, nie oglądając się na ich skrawalność. Skrawanie tych stopów odbywa się tylko z uwagi na dokładność wymiarów i gładkość powierzchni.



Rys. 9 Schematyczne przedstawienie związku między wielkością przekroju, wytrzymałością na rozciąganie a twardością odlewów żeliwnych



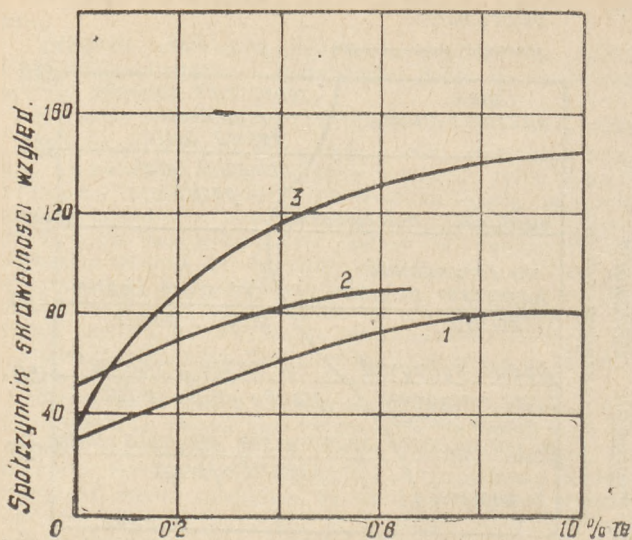
Rys. 10 Wpływ dodatku Pb na skrawalność względną pręta mosiężnego.



Rys. 11 Cząstki Pb w przecie mosiężnym (X 75).

Uszeregowanie znanych stopów łożyskowych w kolejności malejącej skrawalności jest następujące:

1. białe metale o podstawie Pb,
2. brązy ołowiowe,
3. białe metale o podstawie Sn,
4. stopy Cd—Ag,
5. stopy Cd—Ni,
6. nieołowiowe brązy, jak brąz glinowy, brąz cynowy itp.



Rys. 12

Wpływ dodatku Te na skrawalność względną brązu. 1 — brąz handlowy, 2 — brąz krzemowy, 3 — brąz cynowy (1,5% Sn).

Brązy ołowiane, jakkolwiek dobrze skrawalne, nie dają gładkiej powierzchni, gdyż ostrze ma dążność do wrywania cząstek Pb z powierzchni metalu.

Stopy miedzi. Najdawniejszym sposobem poprawienia skrawalności tych stopów jest dodatek Pb (rozpuszczalność Pb sięga 0,1%; nadmiar Pb ponad tę zawartość zostaje w postaci kulek rozszaniach w masie stopu). Wzrost skrawalności stopu przedstawiają rys. 10 i 11.

Jako składnik o silniejszym wpływie na skrawalność od Pb stosuje się dodatek Te, również S i Se (rys. 12).

Mgr inż. Lech Kobylński

Instytut Aerodynamiczny Politechniki Gdańskiej

## ZASTOSOWANIE KANAŁÓW Z OBIEGAJĄCĄ WODĄ DO BADANIA MODELI OKRĘTÓW

*Badanie modeli okrętów metodą holowania ich przez przestrzeń spokojnej wody oraz metodą kanałów z obiegającą wodą. Opis istniejących w różnych krajach urządzeń do tych badań. Kanał obiegowy Politechniki Gdańskiej. Wnioski.*

### Dwie metody badań modeli okrętów

Jednym z podstawowych praw hydrodynamiki jest zasada względności. Według tej zasady, dla przebiegu zjawiska winno być najzupełniej obojętne, czy ciało porusza się względem otaczającego je ośrodka, czy też ośrodek porusza się względem ciała z tą samą prędkością. Jednakże już Dubuat w r. 1779 spostrzegł, że opór płaskiej płyty, zmierzony, gdy płyta poruszała się w nieruchomym zbiorniku wody, był inny niż w wypadku, gdy ta sama płyta była umieszczona nieruchomo w strumieniu poruszającej się z tą samą prędkością wody. Zjawisko to, zwane „paradoksem Dubuat'a“, znalazło rychło wyjaśnienie, niemniej jednak przy praktycznym zastosowaniu zasady względności stwarza pewne trudności. Przyczyną powstania „paradoksu Dubuat'a“ jest fakt, że rozkład prędkości w strumieniu poruszającej się wody nie jest jednostajny. Skutkiem tego prędkość poszczególnych punktów ciała względem ośrodka jest różna, a zatem opór, jako funkcja prędkości, jest inny niż w wypadku poruszania się ciała z jednostajną prędkością poprzez nieruchomy ośrodek.

Stwierdzono, że dodatki polepszające skrawalność charakteryzują duże odległości międzyatomowe, zaś dodatki pogarszające skrawalność — małe (np. Be, Si). Na poprawienie skrawalności wpływają dodatki pierwiastków o dużej liczbie atomowej, położonych na końcu lub w pobliżu końca poszczególnych grup pierwiastków, ułożonych w kolejności ich liczb atomowych.

Wyraźnie ujemny wpływ na skrawalność stopów Cu wywierają Sn i Si.

Stopy miedzi można podzielić ze względu na skrawalność na pięć klas, w kierunku malejącej skrawalności:

I: mosiądze łatwo skrawalne, z dodatkiem składnika szczególnie polepszającego skrawalność,

II: mosiądz bez dodatków, jak w klasie I,

III: brązy o wysokiej zawartości Cu z dodatkiem jednego, lub dwóch składników podnoszących wytrzymałość, twardość i ciągliwość i z dodatkiem innego składnika, polepszającego skrawalność,

IV: stopy jak w klasie III, bez dodatku polepszającego skrawalność,

V: miedź; wskutek występujących równocześnie cech ciągliwości i niskiej twardości w różnym wzajemnym ustosunkowaniu, warunki skrawania miedzi różnią się często od tych dla klasy IV.

### BIBLIOGRAFIA

1. J. D. Armour: Making Steelfree Machining A.S.M., 1938.
2. J. W. Bolton: Some Factors Affecting the Machinability of Cast Steel, Cast Iron and Malleable Iron, A.S.M., 1938.
3. E. J. Feldsztajn: Metody opredieljenja obrabatiwajemosti metalow, Maszgiz 1946.
4. H. B. Knowlton: Machinability of Ingot Iron, Wrought Iron, SAE Steels and Stainless Steels, A.S.M. 1938.
5. Maszynostrojennje, Enciklopedieskij sprawocznik. Maszgiz 1947: a) S. E. Futorian: Obrabatiwajemost konstrukcionnych stali rezaniem, tom III; b) S. B. Futorian: Metody opredieljenja obrabatiwajemosti metalow, tom. IV.
6. G. Schlesinger: Brinnell Hardness Does not Measure Machinability, „American Machinist“, 1947.
7. A. S. M., Metals Handbook, 1948.
8. S. A. E. Handbook, 1938.

„Paradoks Dubuat'a“ musi być uwzględniony przy budowie tuneli aerodynamicznych, w których praktycznie wykorzystuje się zasadę względności w stosunku do modeli samolotów. Podejmuje się przeto specjalne środki dla zapewnienia możliwie jednostajnego rozkładu prędkości w przestrzeni pomiarowej.

Modele okrętów bada się od dawna w ogromnej większości wypadków, holując je poprzez znaczną przestrzeń spokojnej wody. Od dawna też stawiano pytanie, czy nie można by badać modeli okrętów na odwrót, w strumieniu poruszającej się wody. W zasadzie, oczywiście, jest to możliwe, lecz w wodnych kanałach obiegowych, w porównaniu do tuneli aerodynamicznych, występują o wiele większe trudności i, jak dotychczas, wszelkie próby zbudowania takich urządzeń nie dały całkowicie zadowalających rezultatów.

Przy modelowych badaniach lotniczych mamy do czynienia z jednym tylko ośrodkiem — powietrzem. Okręty poruszają się na granicy dwóch ośrodków, powietrza i wody, czemu nieodłącznie towarzyszy powstawanie fal grawitacyjnych. Dla odtworzenia warunków rzeczywistych przy doświadczeniu modelowym; w strumieniu poruszającej się wody musi istnieć swobodna, pozioma i gładka powierzchnia, na której wokół nieruchomo umieszczonego modelu będzie mógł się wytworzyć niczym nie zakłócony układ fal, geometrycznie podobny do układu fal występujących przy okręcenie rzeczywistym. Spełnienie tego wymagania napotyka na największe trud-

ności. Druga trudność, analogicznie do tuneli aerodynamicznych, polega na uniknięciu „paradoksu Dubuat’a”, a więc na otrzymaniu możliwie jednostajnego rozkładu prędkości w przestrzeni pomiarowej.

Zachodzi wobec tego pytanie, czy przy zastosowaniu kanałów z obiegającą wodą występują jakieś korzyści uzasadniające podejmowanie coraz to nowych prób budowy takich urządzeń. Korzyści te są znaczne. W basenach doświadczalnych model holowany jest przy pomocy wózka dynamometrycznego, jadącego po szynach ułożonych po obu stronach basenu. Odliczając czas rozbiegu i czas hamowania, na sam pomiar pozostaje tylko kilkanaście, lub co najwyżej kilkadziesiąt sekund. Po dojechaniu do końca basenu wózek trzeba nawrócić i czekać na uspokojenie się wytworzonych fal. Postępowanie takie zabiera niesłychanie dużo czasu, wskutek czego można wykonać jedynie niewiele doświadczeń w ciągu dnia. przy jednoczesnym bardzo krótkim czasie pomiaru. W kanałach obiegowych istnieje możliwość przeprowadzenia doświadczeń w sposób ciągły, z wyjątkiem zmiany modeli, przy niemal nie ograniczonym czasie samego pomiaru. Pozwoliłoby to na przeprowadzenie ogromnej ilości tak potrzebnych badań modelowych, na których wykonanie przy istniejącym stanie rzeczy trzeba będzie czekać jeszcze długie lata. Dalej, w kanałach obiegowych można przeprowadzać szereg specjalnych badań, które w normalnych basenach modelowych są bardzo trudne, lub wręcz niemożliwe do wykonania.

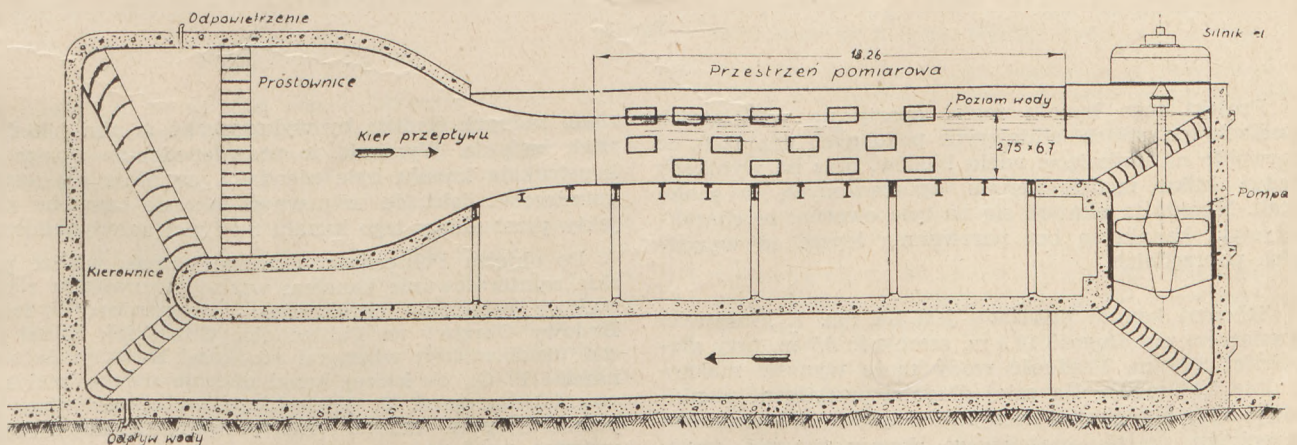
## Istniejące urządzenia

W różnych latach zbudowano w różnych krajach szereg urządzeń, pozwalających na badanie modeli okrętów w strumieniu poruszającej się wody, — nazwijmy je kanałami obiegowymi — lecz żadne z nich nie dało w pełni zadowalających wyników. Wykaz większości istniejących urządzeń wraz z dostępnymi ich charakterystykami podany jest w załączonej tablicy. Wykazu tego jednak w żadnym wypadku nie można uważać za kompletny. W tablicy nie są również uwzględnione liczne, zbudowane po r. 1930, tzw. tunele kawitacyjne. Zasadnicza różnica pomiędzy kanałami obiegowymi a tunelami kawitacyjnymi polega na tym, że w tych ostatnich nie występuje swobodna powierzchnia wody; nie nadają się one więc do tych celów, do jakich przeznaczone są kanały obiegowe.

W dążeniu do zrealizowania strumienia poruszającej się wody o możliwie jednostajnym rozkładzie prędkości w przestrzeni pomiarowej i o gładkiej i poziomej swobodnej powierzchni, stosowano różnorodne rozwiązania. Większość zbudowanych dotychczas kanałów obiegowych zachowuje układ pionowy, przy czym krążąca stale jedna i ta sama ilość wody wprawiana jest w ruch przy pomocy pompy umieszczonej w dolnej części (rys. 1). W górnej części kanału znajduje się przestrzeń pomiarowa. Kanały tego typu budowane były, jak wskazują dane ta-

TABLICA 1

L. p.	Rok budowy	Miejscowość	Wymiary przestrz. pomiarowej dł. x szer. x głęb. (m)	Maks. prędkość wody (m/sek)	Moc silników (MK)
1	1907	Teddington W. Brytan a	5,48 × 0,31 × 0,18	—	—
2	1910	„	19,7 × 1,52 × 0,95	—	—
3	1924	Gdańsk Polska	3,65 × 1,6 × 0,625	6,0	200
4	1927	Hamburg Niemcy	145 × 3,3 × 0,35	—	—
5	1927	„	13,5 × 1,0 × 0,5	1,6	—
6	—	Iowa City St. Zjedn. A. P.	— × 4,9 × 3,1	1,5	nie ma
7	—	„	— × 3,1 × 3,1	3,0	nie ma
8	—	Hanouer Niemcy	6,0 × 1,5 × 0,45	0,5	—
9	1933	Teddington W. Brytania	13,4 × 1,5 × 0,76	—	—
10	1937	Acron St. Zjedn. A. P.	— — —	—	—
11	1937	Grenelle Francja	29,8 × 0,97 × 1,49	7,1	—
12	—	Volkenrode Niemcy	— — —	—	—
13	1944	Newport News St. Zjedn. A. P.	— — —	—	—
14	1944	Carderock St. Zjedn. A. P.	18,3 × 6,7 × 2,75	5,14	2 × 1250



Rys. 1

blicy 1, w najrozmaitszych wymiarach. Do tego typu należą kanały w Gdańsku, Grenelle, Volkenrode, Carderock, Newport News oraz dwa kanały w Teddington.

Prócz tego zasadniczego typu, spotyka się kanały o układzie poziomym, w kształcie pierścienia, ze swobodną powierzchnią wody na całej długości. Do tego typu należy kanał w Acron.

Innego typu rozwiązanie zastosowano w Hanowerze. Woda z dużego zbiornika swobodnie spływała poprzez szereg prostownic do kanału pomiarowego. Przy końcu kanału pomiarowego znajdował się drugi zbiornik, z którego przepompowywano wodę do zbiornika pierwszego, obracając w ten sposób stale jedną i tą samą ilością wody. Podobnie urządzone były oba kanały w Hamburgu, z których jeden przeznaczony był do obserwacji opływów i posiadał szklane okna w ścianach, zaś drugi służył specjalnie do badania modeli na płytkiej wodzie. Ten ostatni był zaopatrzony w wózek dynamometryczny, jak normalne baseny modelowe.

Wreszcie istnieją dwa kanały na uniwersytecie Iowa, w Iowa City, do których czerpie się wodę z rzeki i po przepuszczeniu jej przez kanał pomiarowy z prędkością równą naturalnej prędkości prądu rzecznej odprowadza się z powrotem do rzeki. Mimo wielu niedogodności, jak np. stałej obecności mułu i innych domieszek w wodzie, w kanałach tych wykonano szereg wartościowych badań.

Do najnowocześniejszych kanałów obiegowych należy kanał w Carderock, wchodzący w skład zespołu basenów modelowych David Taylor Model Basin. Jest on szczególnie interesujący zarówno ze względu na swoje wymiary, jak i na środki zastosowane dla zapewnienia dobrych charakterystyk.

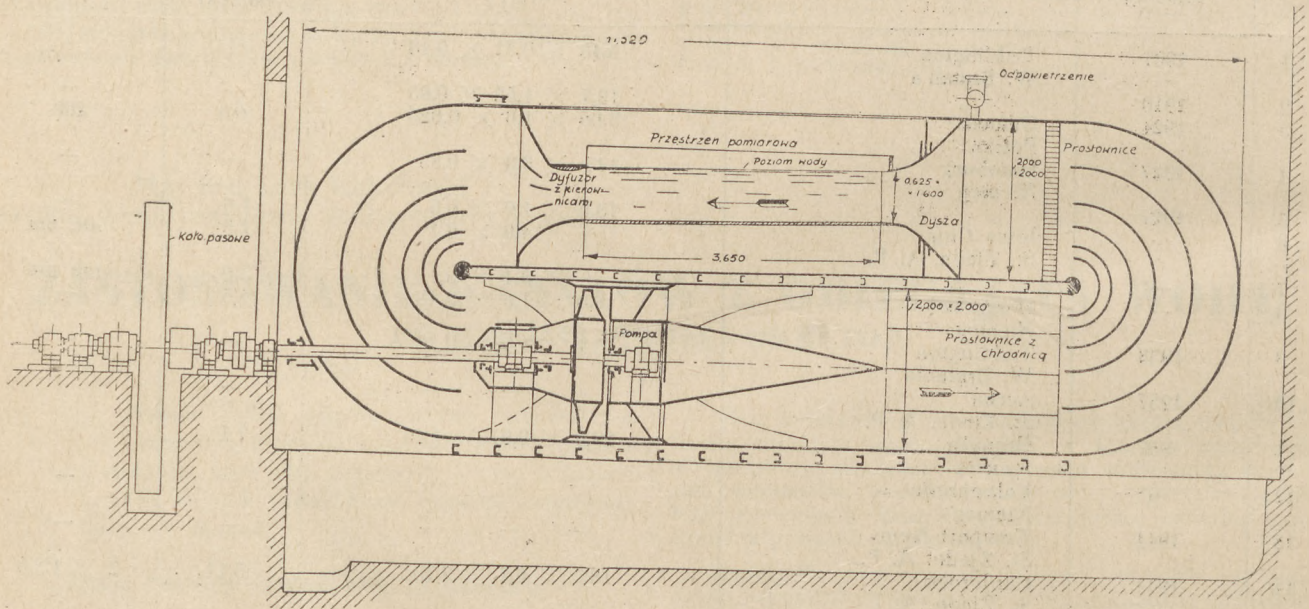
farcia wody o ścianki. W ścianach i dnie przestrzeni pomiarowej umieszczono duże okna obserwacyjne z grubego szkła. Bezpośrednio przed przestrzenią pomiarową znajduje się przestrzeń o znacznie zwiększonej objętości, w celu zniżenia szybkości wody i uspokojenia jej przed wejściem do przestrzeni pomiarowej. Następnie woda wchodzi do przestrzeni o znacznie zwężającym się przekroju, by po nabraniu odpowiedniej prędkości wejść do przestrzeni pomiarowej.

We wszystkich narożach kanału umieszczono kierownice. Prócz tego, przed przestrzenią pomiarową ustawiono siatkę prostownic. Dwa silniki napędowe, o mocy 1250 MK każdy, znajdują się na szczycie konstrukcji kanału i napędzają wirniki pomp osiowych systemu Kaplan'a przy pomocy pionowych wałów. Regulacja prędkości odbywa się przy pomocy nastawiania skoku łopatek pomp.

Konstrukcyjnie kanał wykonany jest, z wyjątkiem przestrzeni pomiarowej, z betonu z wewnętrznym wyłożeniem płytami stalowymi. Przestrzeń pomiarowa wykonana jest całkowicie ze stali. Wewnętrzna powierzchnia kanału jest bardzo starannie wygładzona, celem zmniejszenia do minimum strat hydraulicznych i zaburzeń, i pomalowana specjalnymi ochronnymi farbami.

### Kanał obiegowy Politechniki Gdańskiej

Schemat kanału obiegowego Politechniki Gdańskiej pokazany jest na rys 2. Kanał ten, zaprojektowany jeszcze przed pierwszą wojną światową, został ukończony dopiero około r. 1924. Dotychczas jednakże nie znale-



Rys. 3

Projekt tego kanału został oparty na wieloletnich studiach wszystkich istniejących podobnych urządzeń, co pozwoliło na uniknięcie wielu błędów, oraz na wynikach badań kilku modeli kanału, sporządzonych w małej skali. Metoda ta okazała się na tyle owocna, że charakterystyki kanału są bez porównania lepsze od wszystkich poprzednich.

Schemat kanału pokazany jest na rys. 1. Przestrzeń pomiarowa ma długość 18,3 m, szerokość 6,7 m, przy głębokości 2,75 m. Prędkość wody może wynosić maksymalnie 5,14 m/sek. Na całej długości przestrzeni pomiarowej dno ma pewne nachylenie, zgodne z kierunkiem przepływu, w celu częściowego skompensowania oporu

ziano żadnych śladów, by wykonywano w nim jakiegokolwiek badania. Wynikało to prawdopodobnie z tego, że konstrukcja kanału była nieudana, co zdaje się jeszcze potwierdzać fakt, że w pewnym okresie czyniono projekty przebudowy tego kanału na tunel aerodynamiczny.

Po objęciu Politechniki Gdańskiej przez władze polskie zainteresowanie kanałem wzrosło w związku z rozbudową przemysłu okrętowego i tworzeniem Wydziału Budowy Okrętów na Politechnice Gdańskiej. Kanał został uruchomiony; własnymi środkami Katedry Aerodynamiki P. G., do której kanał obecnie należy, pod kierownictwem prof. J. Wysockiego wykonano wagę do pomiaru oporu modeli oraz przeprowadzono niektóre wstępne pomiary.

Kanał ma całkowitą długość równą 11,250 m, zaś maksymalna moc silnika napędzającego pompę umieszczoną w dolnej, poziomej części kanału wynosi 200 MK. Prześrożeń pomiarowa ma długość 3,65 m, szerokość 1,6 m i średnią głębokość 0,625 m. Regulując obroty silnika, w przestrzeni pomiarowej uzyskać można prędkość w granicach od 0,8 do 6,0 m/sek.

Kanał, wykonany z płyt i kształtowników stalowych, zaopatrzone jest w kierownice i prostownice. Przestrzeń pomiarowa, wykonana z drzewa, ma, podobnie jak w Carderock, pewne nachylenie w kierunku przepływu. Przed przestrzenią pomiarową znajduje się dyfuzor, w którym przewidziane jest, nieczynne obecnie, urządzenie do odsysania powietrza, które może się dostać do obiegu i wydzielać się w jego górnej części.

Przy wstępnych badaniach kanału uzyskano przy prędkości średniej ok. 0,8 m/sek. rozkłady prędkości w przestrzeni pomiarowej, pokazane na rys. 3. Rozkłady te nie są zadowalające i wskazują na istnienie znacznych prędkości stycznych. Dalej, występują znaczne trudności w uzyskaniu gładkiej powierzchni wody w przestrzeni pomiarowej. W najbardziej sprzyjających warunkach, przy prędkości ok. 0,8 m/sek., udawało się uzyskać powierzchnię, na której nie występowały fale większe niż ok. 5 mm wysokości. Przy większych prędkościach tworzyło się na powierzchni kilka fal poprzecznych, których wysokość zwiększała się wraz ze wzrostem prędkości, i które przy prędkości ok. 3 m/sek. przechodziły w jedną wielką, zbalwanioną falę, zajmującą całą przestrzeń pomiarową.

Na podstawie tych wstępnych badań wydaje się, że dla umożliwienia przeprowadzania badań modeli okrętów w kanale konieczne będzie dokonanie pewnych zmian konstrukcyjnych. Z tego powodu projektuje się wykonanie modelu kanału w skali 1:10, lub 1:5, dla przestudiowania możliwości ulepszenia charakterystyk. Droga ta wydaje się najbardziej celowa i jednocześnie najtańsza.

Jednakże, nawet jeśli uda się uzyskać drogą zmian konstrukcyjnych lepsze charakterystyki kanału, będą istniały pewne obiektywne ograniczenia możliwości badawczych, ze względu na jego wymiary i moc.

Maksymalna długość modelu okrętu, jaki może być badany w kanale przy uniknięciu wpływu ścian i dna, może wynosić ok. 1 m. Jeśli weźmiemy najniższą i najwyższą prędkość wody, jaką można w kanale praktycznie uzyskać (0,8 i 2,5 m/sek.), otrzymamy zakres liczb Froude'a:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot L}} \approx 0,26 \div 0,80$$

Powyższy zakres liczb Froude'a wymagałby rozszerzenia w dół, jeśli w grę wchodziłyby badania modeli przeciętnych jednostek handlowych.

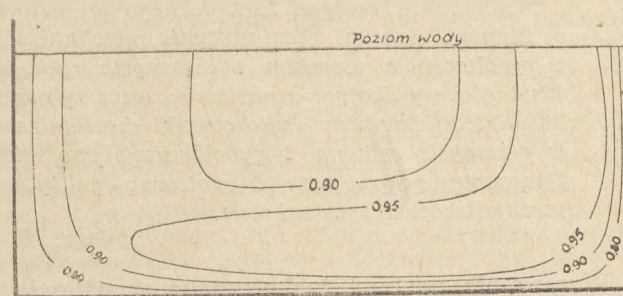
Może to być łatwo dokonane przez rozszerzenie zakresu regulacji obrotów silnika w dół.

Drugie ograniczenie jest poważniejsze. Jeśli dla metrowego modelu przy prędkości ok. 1 m/sek. obliczymy liczbę Reynoldsa:

$$Re = \frac{v \cdot L}{\nu} \approx 10^6$$

to okaże się, że wypada ona w obszarze opływu laminarnego. W praktyce basenów modelowych uważa się, że minimalna liczba Reynoldsa dla modeli okrętów winna wynosić  $Re = (3,5 \div 6,5) \cdot 10^6$ , w przeciwnym wypadku nie ma pewności, czy opływ jest całkowicie turbulentny, i należy stosować środki dla sztucznego zapewnienia turbulencji. Środki turbulencyjne dają dobre rezultaty, jeśli liczby  $Re$  dla modelu są większe niż ok.  $1,8 \cdot 10^6$ ; przy jeszcze mniejszych liczbach  $Re$ , nawet przy użyciu środków turbulencyjnych, nie udaje się zapewnić opływu całkowicie turbulentnego. Czynnikiem poprawiającym nieco sytuację jest niewątpliwie znaczna początkowa turbulencja wody w kanale. W każdym bądź razie, konieczne są tu szerokie studia i porównania z wynikami otrzymywanymi w innych basenach.

Liczne próby zastosowania kanałów obiegowych do badania modeli okrętów nie doprowadziły jeszcze do zadowalających rezultatów. Z drugiej strony istnieją liczne korzyści takich kanałów. Mimo swoich wad, odgrywają one bardzo ważną rolę w funkcjonalnym zespole urzą-



Rys. 3

dzeń badawczych. Rola ta polega przede wszystkim na przeprowadzaniu pomiarów rozkładu ciśnienia w modelach i wokół nich, które w normalnych basenach doświadczalnych są niezwykle utrudnione i ciągną się niekiedy latami. Dalej kanały te służą mogą do pewnych pomiarów wstępnych, jak np. do wstępnego selekcjonowania modeli. Wreszcie istnieje szereg badań specjalnych, które mogą być wykonywane tylko w tych kanałach, jak np. badania kotwiczenia statków i min na prądzie, zastawiania trałów parawanowych itp.

Badania i obserwacje opływu okrętów lub ich części wystających, czy innych ciał, stanowią dalszą dziedzinę zastosowań kanałów obiegowych. Nowe badania nad zastosowaniem roztworu gliny bentonitowej do obserwacji opływów pozwalają na otrzymanie nie tylko doskonałych kolorowych zdjęć opływu różnych ciał, lecz także na ilościowe określenie rozkładu ciśnień wokół ciała na podstawie tych zdjęć.

Wydaje się więc oczywiste, że w istniejącym stanie rzeczy kanał doświadczalny Politechniki Gdańskiej ma obecnie — poza zadaniami dydaktycznymi — ograniczone znaczenie. Jednakże z chwilą, gdy zostanie zbudowany normalny basen modelowy, kanał będzie odgrywał bardzo ważną i ściśle określoną rolę, jako jego wartościowe uzupełnienie. Badania bowiem, które można przeprowadzić w kanałach obiegowych, mają istotny sens jedynie w połączeniu z badaniami wykonywanymi w normalnym basenie modelowym, tj. w basenie z poruszającym się poprzez nieruchomą wodę modelem.

## BIBLIOGRAFIA

1. Flügel G.: Ergebnisse aus dem Strömungsinstitut der Technischen Hochschule, Danzig. „Jahrb. S.T.G.“, 1930.
2. Stanton, T. E.: On the Resistance of Thin Plates and Models in a Current of Water, „Transactions I.N.A.“, 1909.
3. Goede, Zimmermann: Der Kortsche Düsenschlepper, „Schiffbau“, 1933.
4. Hancock, C. H.: The Equipments and Methods Used in Operating the Newport News Hydraulic Laboratory. „Transactions S.N.A.M.E.“, 1948.
5. Saunders, H. E. i Hubbard, C. W.: The Circulating Water Channel for Testing Models at The David Taylor Model Basin, „Transactions S.N.A.M.E.“, 1944.
6. Le bassin d'essai des carences de Paris, „Annales Techniques de la Marine Marchande“, maj — czerwiec 1949.
7. Hoppe, H.: Die beiden Strömungstanks der Hamburgischen Schiffbau-Versuchsanstalt, „Werft, Reederei u. Hafen“, 1934.

## ZADANIA MECHANIZACJI W RYBOŁÓWSTWIE MORSKIM I PRZEMYSŁE RYBNYM

*Wymagania postępu technicznego w ustawie o Planie 6-letnim. Zastosowanie mechanizacji w rybołówstwie morskim i przemyśle rybnym. Trudności wynikające z natury surowca rybnego. Zasadnicze dziedziny zastosowania mechanizacji w przemyśle rybnym i rybołówstwie morskim. Znaczenie gospodarcze i społeczno-polityczne mechanizacji w tym zakresie.*

### Wymagania postępu technicznego w ustawie o Planie 6-letnim

Referując założenia Planu 6-letniego na lipcowym Plenum Komitetu Centralnego ZPR, wicepremier Minc podkreślił, że walka o postęp techniczny jest walką o najszersze zastosowanie zasadniczych składników nowoczesnej techniki, wśród których na pierwszym miejscu wymienił: mechanizację procesów produkcji, elektryfikację i automatyzację obsługi urządzeń kontroli. Szczególny nacisk kładzie mówca na sprawę mechanizacji: „Mechanizacja pracy obejmuje przede wszystkim zastosowanie maszyn tam, gdzie dotąd była zastosowana ciężka praca fizyczna oraz praca w warunkach szkodliwych dla zdrowia“ („Nowe Drogi“ 1950, nr 4, str. 44).

Zadanie mechanizacji pozostało tylko hasłem, o ile by planowi mechanizacji nie towarzyszyła prawidłowa polityka kadr, polegająca m. in. na szkoleniu fachowców, na ułatwianiu zdobycia sprawności przy obsłudze nowoczesnych maszyn, na rozwijaniu ruchu współzawodnictwa i racjonalizatorstwa. Staje się zrozumiałe, że zasada: „postępowa technika i kadry“ przenika każde postanowienie i tkwi w treści niemal każdego zdania ustawy z dnia 21 lipca 1950 r. „O 6-letnim planie rozwoju gospodarczego i budowy podstaw socjalizmu na lata 1950—1955“. W rozdziale pierwszym tej ustawy, która świeżo została ogłoszona w Dzienniku Ustaw (nr 37, poz. 344), zostały zwięźle ujęte podstawowe zadania planu, przy czym w jednym z pierwszych punktów sformułowane zostały zasadnicze postanowienia dotyczące zastosowania postępu technicznego we wszystkich działach pracy. Jako jeden z pierwszych warunków osiągnięcia celów zarysowanych przez ustawę, punkt 3 wspomnianego rozdziału podaje:

„Należy zapewnić systematyczny postęp techniczny i organizacyjny we wszystkich gałęziach gospodarki narodowej, jako warunek, bez którego niemożliwe jest osiągnięcie planowanego tempa wzrostu produkcji i zwiększenia wydajności pracy“.

Z chwilą, gdy gospodarka polska, wstępując na drogę budowy podstaw socjalizmu, zaczyna stosować coraz szerszą mechanizację jako naczelną wymagania postępu technicznego, należy sięgać do doświadczeń Związku Radzieckiego, zarówno przy ustalaniu zasadniczych metod, jak też przy rozwiązywaniu spraw dotyczących poszczególnych dziedzin. Radziecka literatura naukowa poświęca bardzo dużo uwagi zagadnieniom mechanizacji, zarówno w dziale technicznym, jak też ekonomicznym.

Jeżeli chodzi o ogólne metody stosowania mechanizacji, bardzo cenne wywody z zakresu teorii mechanizacji znajdujemy w rozprawie znanych ekonomistów radzieckich L. Berri i K. Klimenko pt. „Mechanizacja procesów pracochłonnych w przemyśle Związku Radzieckiego“, która została ogłoszona w naczelnym piśmie ekonomicznym Wszeczwiązkowej Akademii Nauk „Woprosy

Ekonomiki“ (r. 1949, nr 3, str. 15—32). Według wspomnianych autorów, pierwszeństwo w zastosowaniu mechanizacji posiadają wszystkie te dziedziny produkcji, których liczba zatrudnionych w pracy fizycznej jest szczególnie duża, jak np. wydobywanie węgla, obróbka drzewa, budownictwo, metalurgia i transport, — a jednocześnie sama praca jest wysoce uciążliwa. Są to jednocześnie dziedziny, w których wyzysk robotnika przez dawny system kapitalistyczny był z reguły szczególnie silny. Zastosowanie mechanizacji w tych dziedzinach pozwala na znaczne zaoszczędzenie sił roboczych i kierowanie ich do dziedzin cierpiących na brak siły roboczej. Są to zresztą działy pracy, w których wprowadzenie wszechstronnej i powiązanej mechanizacji obniża wyraźnie koszty produkcji.

Drugim względem zasadniczym przy wprowadzaniu mechanizacji jest możliwość znacznego przyspieszenia procesów produkcji; ma to zasadnicze znaczenie szczególnie przy produkcji środków żywności, lub artykułów chemicznych, ulegających zmianom. Moment ten ma szczególne zastosowanie w dziedzinie rybołówstwa morskiego i przetwórczego przemysłu rybnego.

Trzeci wzgląd, który musi decydować o wprowadzeniu mechanizacji niezależnie od końcowego efektu ekonomicznego, dotyczy tych działów pracy, w których bezpośrednie i trwałe stykanie się fizyczne z surowcem, półfabrykatem, lub produktem końcowym może być szkodliwe dla zdrowia ludzkiego lub połączone z dużym wysiłkiem fizycznym, albo wielkim napięciem nerwowym. Moment ten odgrywa bardzo dużą rolę w przemyśle rybnym.

W oparciu o te trzy względy zasadnicze, w obrębie zagadnień mechanizacji szczególną uwagę poświęcimy sprawie mechanizacji rybołówstwa morskiego i przemysłu rybnego.

### Zastosowanie mechanizacji w rybołówstwie morskim i przemyśle rybnym

W dziedzinie polskiego rybołówstwa morskiego panuje stan daleko idącego zaniedbania technicznego, tradycyjnego dla tej dziedziny gospodarstwa narodowego w ustroju kapitalistycznym. Rybołówstwo, przemysł rybny, handel rybny, bezpośrednia obsługa konsumenta — wszystkie te dziedziny w układzie kapitalistycznym przyciągały przedsiębiorców szerególnego typu: pragnęli oni uniknąć wkładów, a oczekiwali możliwie wyższych zarobków, ze względu na ryzyko, jakie ponosili, mając do czynienia z towarem szybko ulegającym zepsuciu oraz poddanym bardzo silnym wahaniom ilościowym, wpływającym w warunkach nie skrupowanej inicjatywy prywatnej na bardzo duże wahania ceny ryb, szczególnie w hurcie. Przemysłowcy i kupcy, idąc na tego rodzaju hazardowne przedsięwzięcie, zmierzali z reguły do tego, żeby inwestować jak najmniej, opłacać robotników, przeważnie kobiety i dzieci, jak najgorzej i obracać kapitałem jak najszybciej; w związku z tym właśnie w tej dziedzinie obserwuje się bardzo znaczne rozdrobnienie inicjatywy i dużą ilość członów pośrednich — półhurtu, drobnego detalu i domokrążców, jak też różnego rodzaju drobnych i miniaturowych zakładów przetwórczych, których urządzenia uragały wszelkim pojęciom higieny.

Socjalistyczna gospodarka rybna w Polsce Ludowej odziedziczyła ten smutny spadek po okresie kapitalistycznym i, co gorsze, razem z tym pewną sumę złych tradycji, które dotychczas jeszcze nie zostały w pełni zastąpione przez nowe zasady gospodarowania.

Przed organizatorami rybołówstwa, przetwórstwa rybnego, dystrybucji i spożycia ryb w Polsce Ludowej stanęło niezmiernie trudne zadanie przekształcenia od podstaw całego poprzedniego systemu i w związku z tym poczynienia ogromnych wkładów inwestycyjnych. Rozmiary tych zadań dadzą się ocenić wtedy tylko, gdy się weźmie pod uwagę, że, jednocześnie z zadaniem przekształcenia samego systemu gospodarczego, przed rybołówstwem i przemysłem rybnym w Polsce stanęło zadanie nieprzerwanego powiększania produkcji. Pod koniec Planu 3-letniego połowy ryb morskich przekroczyły czterokrotnie wysokość połowów przedwojennych, ambitne zaś zadania Planu 6-letniego przewidują 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>-krotne powiększenie wyników r. 1946. Poziom produkcji ryb morskich w r. 1955 ma przekroczyć 160 tys. ton i będzie stokrotnie wyższy od poziomu, na którym w 1920 r. rozpoczęła Polska gospodarkę rybną na swoim wybrzeżu morskim.

Pozwolimy sobie zilustrować na przykładzie ilościowym powstające w związku z tym zadania w dziedzinie zmechanizowania czynności pracochłonnych. Na 1 kg przypada przeciętnie 6—7 sztuk śledzi, które mają stanowić znaczną część połowów; sztuki ryb dorszowych i płastugi z Morza Północnego ważą znacznie więcej, ale przeciętna waga jednej sztuki w ogólnym połowie zostanie wyrównana przez udział szprota i drobnych śledzi bałtyckich. Możemy więc z małą obawą błędu powiedzieć, że w 1955 r. około jednego miliarda ryb ma przejść przez ręce robotnika rybołówstwa morskiego i przemysłu rybnego. Trzeba przy tym zdać sobie sprawę ze złożonych zabiegów łączących się z przewozem, wyładunkiem, przygotowaniem ryby do spożycia, z wysyłką i dostarczeniem konsumentowi w postaci dania. Ryba przechodzi co najmniej 12—15 razy z rąk do rąk, co przy obecnym poziomie technicznym naszego przemysłu rybnego należy brać literalnie.

W żadnym innym przemyśle mechanizacja pracy nie ma tak wdzięcznych zadań; w żadnym innym określenie „rewolucja postępu technicznego“ nie odzwierciedla tak wymownie przemiany, która ma przekształcić od podstaw samą istotę dokonywanych zabiegów.

Ekonomiści obliczają, że w obecnym stanie rzeczy na 1 osobę zatrudnioną przy połowie ryb przypadają 3 do 5 osób zatrudnionych przy usługach związanych z przetwórstwem i dystrybucją produktów rybnych. Chodzi więc o zaoszczędzenie rąk, o zmniejszenie ryzyka chorób zawodowych, na które cierpią robotnicy stykający się z rybołówstwem i przemysłem rybnym.

Poza tym wszystkim bardzo istotnym bodźcem jest możliwość zrealizowania planów drogą przyśpieszenia procesów technologicznych i zmniejszenia ryzyka zepsucia znacznych ilości zdobytego produktu. Jedną z zasadniczych cech rybołówstwa morskiego jest jego sezonowość, a następnie bardzo silne wahania w połowach, będące wynikiem losowego przebiegu procesów biologicznych w morzu, które nie dają się z góry ustalić metodą prawdopodobieństwa. Przemysł rybnym powinien więc zawsze posiadać duże rezerwy techniczne, pozwalające na równie szybkie przerobienie surowca w ilościach 3 i 4, a nawet czasem 10 razy większych od przeciętnej.

Nawet przy pomyślnym stanie organizacji rybołówstwa oblicza się, że blisko 2 proc. połowów ulega zepsuciu jeszcze przed dostarczeniem do portu. Każde niedociągnięcie ze strony przemysłu rybnego powoduje dalsze znaczne zwiększenie ilości zepsutej ryby. W warunkach technicznych polskiego rybołówstwa morskiego jedynie flota dalekomorska utrzymuje się w podanych wyżej granicach. Zepsucie ryb pochodzących z rybołówstwa przybrzeżnego z reguły utrzymuje się na poziomie znacznie wyższym, szczególnie w okresie letnim, kiedy może dochodzić do 20 proc.; główne znaczenie ma tu szybkość działania aparatu przyjęcia i przeróbki ryby. Trzeba również brać pod uwagę znaczne ilości ryby, która ulega zepsuciu w trakcie dystrybucji oraz przy przeróbce.

Nic dziwnego, że problem mechanizacji, i to mechanizacji całkowitej, wszechstronnej i powiązanej, jest przedmiotem szczególnego zainteresowania ekonomistów i techników rybackich na całym świecie. We wszystkich 12—15 punktach węzłowych procesu technologicznego, o których była poprzednio mowa, tzn. wszędzie tam, gdzie ryba lub produkt rybny przechodzi „z rąk do rąk“,

— instalowane są mechanizmy, automaty, taśmy zastępujące człowieka, przyspieszające wielokrotnie szybkość procesu i gwarantujące większą czystość, podnoszące stan zdrowotny zatrudnionych i ogólne bezpieczeństwo pracy.

Na bazie tych wymagań mechanizacji powstały we wszystkich krajach morskich osobne biura konstrukcyjne i cały przemysł wyrobu maszyn dla potrzeb rybactwa. O ile katalogi podobnych fabryk w państwach kapitalistycznych są obstawione tajemnicą i patentami, gwarantującymi zyski wynalazcom i eksploatacjom pomysłów, o tyle osiągnięcia w tej dziedzinie Związku Radzieckiego są dla nas otwartą księgą, z której możemy czerpać bogate doświadczenie. Sporo materiałów z tej dziedziny ogłoszono w miesięczniku radzieckim „Rybnoje Choziajstwo“ i udostępniono czytelnikom polskim w czasopiśmie „Gospodarka Rybna“. Interesujące są szczególnie sprawozdania z dwóch konferencji ogólnokrajowych, poświęconych wszechstronnemu oświetleniu mechanizacji w przemyśle rybnym, które się odbyły w Moskwie — pierwsza pod koniec 1948 r., druga na początku 1950 r.\*) Ze sprawozdań tych wynika, że w ośrodkach wielkiego rybołówstwa przemysłowego zostały nieomal całkowicie zmechanizowane jedynie czynności związane z przyjmowaniem ryby na pokład, umieszczeniem jej w ładowniach statków oraz z wyładunkiem w portach i przystaniach rybackich. Wszystkie te wysoce pracochłonne czynności, wykonywane dotąd ręcznie i przedłużające ogromnie nieproduktywny pobyt statku na morzu i w porcie, zostały zmechanizowane za pomocą urządzeń hydrotechnicznych, jak pompy rybne i transport w potoku wodnym (korytkowy\*\*).

Dużym sukcesom konstruktorskim i wielkim korzyściom ekonomicznym, uzyskanym w wyniku hydromechanizacji na odcinku połowu ryb, nie towarzyszyły, niestety, odpowiednie przemiany na terenie portów i zakładów przemysłowych. W związku z tym sprawozdania z obrad ostatniej konferencji stwierdzają, że w wyniku zastosowania nowych hydromechanicznych metod ładowania i wyładunku ryb powstała duża dysproporcja między zdolnością podażą a możliwościami technicznymi zakładów przetwórczych. Wobec niedostatecznego postępu w dziedzinie zmechanizowania czynności w tych zakładach, chłodniach i punktach rozdzielczych, postawiono jako zagadnienie szczególnie pilne wprowadzenie i na tym odcinku równie doskonałych maszyn, dla zastąpienia zabiegów dokonywanych dotychczas częściowo, lub przeważnie ręcznie. Prowadzona jest obecnie w Związku Radzieckim bardzo intensywna praca w dziedzinie dostosowania do powszechnego użycia w różnych działach przemysłu rybnego ogólnie znanych typowych maszyn, które mają służyć do automatycznego ważenia, mycia, sortowania, odglawiania, odgardlania, patroszenia, filetowania, pakowania do beczek, pudełek, a nawet do nanizywania na pręty w wędzarniach, co należy do najbardziej kłopotliwych i pracochłonnych zadań w przemyśle rybnym.

## Trudności wynikające z natury surowca rybnego

Gdy weźmiemy do rąk podręcznik akademicki maszynoznawstwa rybnego, albo katalog fabryki urządzeń przemysłu rybnego, spotkamy się z zasadniczym podziałem treści nie według dokonywanych czynności, lecz według głównych gatunków przemysłowych. Np. podręcznik Michajłowa i Rosatkiewicza: „Urządzenia technologiczne fabryk konserw rybnych“ ma takie rozdziały: 1. Maszyny do obróbki ryb łososiowych, 2. Maszyny do obróbki śledzi, 3. Maszyny do obróbki ryby białej, 4. Maszyny do obróbki dorsza, 5. Maszyny do obróbki ryby przeznaczonej do solenia. W każdym z tych działów jest mowa o poszczególnych czynnościach: myciu, odgardlaniu, odglawianiu, ćwiartkowaniu, filetowaniu itp. Jest to zupełnie zrozumiałe, ponieważ ostateczny produkt technologiczny, tak bardzo różnorodny zależnie od tego, z jakim ma się do czynienia surowcem począt-

\*) „Rybnoje Choziajstwo“, nr 1/1949 i nr 3/1950.

\*\*) Urządzenia te zostały omówione przez inż. Dunin-Marcinkiewicza w nr 8/9 „Techniki Morza i Wybrzeża“ (1950).

kowym, decyduje o tym, że konstrukcja maszyn do pozornie podobnych czynności jest zupełnie odmienna w odniesieniu do sardynki, śledzia, dorsza lub łososa.

Konstrukcja maszyn dla przemysłu rybnego przedstawia szczególne trudności, wynikające z samej natury surowca rybnego i hamujące realizację zasad wszechstronnej i powiązanej mechanizacji.

Te strukturalne trudności są trojakiego rodzaju. Przede wszystkim wynikają one z dużej różnorodności gatunków ryb, a w ramach danego gatunku — z rozpiętości rozmiarów różnych roczników wchodzących w skład połowu. Z tego wynika ogromna różnorodność takich zasadniczych elementów, jak waga, długość i objętość poszczególnych sztuk. Komplikuje to w wysokim stopniu zadania konstruktora maszyn, szczególnie jeżeli chodzi o sortowanie, odgardlanie, patroszenie i filetowanie.

Druga istotna trudność wynika z sezonowości rybołówstwa oraz z bardzo dużych ilościowych i jakościowych wahań połowów z roku na rok. Wymaga to utrzymywania bardzo dużych rezerw, które są potrzebne na okres dużego nasilenia połowów, a w okresie średniego i niższego nasilenia stanowią inwestycję martwą.

Trzecia trudność, która ogranicza możliwość powszechnego zastosowania maszyn określonego typu, plynie z lokalizacji rybołówstwa i przemysłu rybnego. Nawet przy dążeniu do najdalszej centralizacji urządzeń przemysłowych, nie wydaje się wskazana taka sytuacja, w której na polskim wybrzeżu morskim, o ogólnej długości przeszło 500 km, istniałyby tylko dwa ośrodki przemysłu rybnego: Świnoujście i Gdynia. Z samej struktury rybołówstwa, eksploatującego różnego rodzaju narzędziami bardzo odległe od siebie tereny połowów i posiłkującego się przy tym statkami rybackimi różnej wielkości, wynika m. in. to, że połowy bałtyckie, połowy przybrzeżne i połowy na zalewach tylko w pewnej części dadzą się skierować do głównych baz przemysłu rybnego w Gdyni i Świnoujściu. Właśnie te kierunki rybołówstwa zapewnają nam obecnie  $\frac{3}{4}$  ogólnej ilości połowów ryb morskich, zaś w 1955 r. będą stanowiły przeszło 50 procent ogólnej wartości. O ile można sobie wyobrazić w naszych warunkach pełną mechanizację jednego czy dwóch dużych ośrodków przemysłowych, trudniej będzie się sprawa przedstawiała w stosunku do trzech lub czterech dodatkowych ośrodków z mniejszym obrotem.

Wszystkie omawiane cechy surowca i struktury rybołówstwa morskiego nabierają szczególnego znaczenia, gdy weźmiemy w rachubę, że chodzi tu nie o jedną maszynę, lecz o zespół powiązanych ze sobą dziesięciu, czy nawet piętnastu maszyn, z których każda przeznaczona jest do zadań bardzo skomplikowanych i precyzyjnych, jak np. przy sortowaniu, odgardlaniu, filetowaniu, albo nanizywaniu drobnych ryb na przętę.

Należało by wspomnieć również o trudnościach dodatkowych, wynikających po pierwsze z braku konstruktorów, należących obeznanych z procesem technologicznym, po drugie — z braku odpowiedniego przygotowania ideologicznego, pozwalającego na właściwą ocenę sytuacji człowieka pracy. Przejście z pracy ręcznej na maszynową przyczynia się do skomplikowania zagadnienia udziału człowieka w procesie wytwórczym. Nic więc dziwnego, że dotychczas jeszcze poglądy, które wzięły początek z zasady opłacalności porównawczej pracy człowieka i maszyny, zasady głęboko sprzecznej z socjalistycznym stosunkiem do tych spraw.

Technicy krajów kapitalistycznych obliczają\*, że dzięki mechanizacji wydajność pracy człowieka podwoiła się w ciągu ostatnich 30 lat. Jednocześnie przepowiadają, że w fabryce przyszłości na 1 osobę prowadzącą maszynę i bezpośrednio związaną z produkcją przypadać będzie aż 5 do 7 osób, zajmujących się utrzymaniem maszyn w biegu i jej konserwacja. Stąd plynie wyraźny nakaz traktowania sprawy mechanizacji łącznie i nierozdzielnie ze szkoleniem specjalistów techników, tak silnie akcentowany przez kierowników naszego życia gospodarczego i politycznego.

W związku z tym stają przed konstruktorem maszyn nie tylko zagadnienia wynikające z mnogości wymiarów ryb, sezonowych wahań ilościowych i z potrzeby jak najszybszego operowania masowym materiałem, ale też dwa momenty „humanistyczne”, które winien dodatkowo mieć na uwadze.

Po pierwsze, doniosłe znaczenie w mechanizacji posiadają anatomiczne, fizjologiczne i psychologiczne właściwości człowieka. W przemyśle rybnym tradycyjnie zatrudnione są przeważnie kobiety i młodociani, których uzdolnienia i ograniczenia muszą być brane w rachubę przy konstruowaniu aparatów.

Po drugie, trzeba się z góry liczyć z napięciem pracy, które wytwarza się przez mechanizację i nowe tempo procesów technologicznych. Napięcie to można z góry rozstrządać przez stwarzanie odpowiednich urządzeń albo ostrzegawczych, albo automatycznie regulujących czynności maszyn. Zharmonizowanie działań człowieka z biegiem prac maszyny jest nowym doniosłym zadaniem konstruktorów maszyn.

Sprawy poruszone ostatnio, niejako na marginesie zasadniczego zagadnienia, posiadają duże znaczenie w dziedzinie przemysłu rybnego, w którym ogólne warunki pracy człowieka układają się niepomyślnie. Natura surowca wymaga bowiem, aby wszystkie czynności dokonywane były w temperaturze możliwie niskiej, w atmosferze bardzo wilgotnej i w stałym zetknięciu z cieciami i solami. Organizm pracownika zatrudnionego w przemyśle rybnym jest narażony na potrójne niebezpieczeństwo. Po pierwsze, pracując przeważnie na otwartym powietrzu, w bardzo przewiewnych halach, albo, co jeszcze gorsze, w pomieszczeniach wilgotnych, zimnych lub nie nadających się do klimatyzacji, np. przy piecach wędzarnianych, jest on narażony na przebywanie przez długie godziny w warunkach sprzyjających zaziębieniu, skąd częste są wypadki grypy, zapalenia górnych dróg oddechowych i reumatyzmu ze wszelkimi ciężkimi następstwami.

Po drugie, pracownicy są stale narażeni na skaleczenia, ułucia, zadraśnięcia, poranienia ostrymi narzędziami, jako nieuniknioną konsekwencję ręcznej manipulacji niezliczonej ilości sztuk ryb, patroszonych, odgardlanych, filetowanych, solonych, pakowanych itp. Przy zniszczeniu naturalnego aparatu ochronnego, jakim jest zdrowy i nie naruszony naskórek, niewinno, zdawało by się, skaleczenia stają się początkiem skomplikowanych nieraz zaburzeń ogólnych, zapaleń ropnych, wyprysków i egzem, które podnoszą procent uzasadnionej absencji nieraz do niepokojących liczb.

Trzeci wreszcie moment, zwiększający niebezpieczeństwo nie zmechanizowanej pracy w przemyśle rybnym i w rybołówstwie, polega na tym, że ogólne warunki klimatyczne nad Bałtykiem są szczególnie trudne, wskutek ogólnej surowości, małej ilości dni słonecznych i silnych wahań ciepłoty. Wymaga to szczególnej odporności organizmu. W okresie Planu 6-letniego zatrudnienie w gospodarce morskiej ma się zwiększyć co najmniej dwukrotnie, czyli na każdego pracownika mniej lub więcej uodpornionego i wprawionego przyjdzie prawdopodobnie z poza wybrzeża jeden nowy, nie przyzwyczajony ani do klimatu, ani do ciężkich warunków pracy w przemyśle rybnym, warunków pogłębiających trudności klimatyczne.

Już same względy higieny pracy w przemyśle rybnym i w rybołówstwie są wystarczające, żeby postawić zagadnienie mechanizacji tej dziedziny w całej rozciągłości. Dążeniem konstruktorów maszyn dla przemysłu rybnego powinno być, aby przemysł ten, zmodernizowany i racjonalizowany na zasadach pełnej mechanizacji, aż do wprowadzenia systemu potokowego, dawał zatrudnionym w tym dziale ludziom warunki nie tylko zdrowej, ale też łatwej i bezpiecznej pracy.

## Zasadnicze dziedziny zastosowania mechanizacji w przemyśle rybnym i w rybołówstwie morskim

Z dotychczasowych rozważań wynika z całą oczywistością niezwykle bogactwo tematyki zastosowania postępu technicznego w rybołówstwie morskim i przemyśle rybnym. Terentjew, wybitny specjalista radziecki w zakresie mechanizacji przemysłu rybnego, laureat Nagrody Stalinowskiej, współautor podręcznika z zakresu

\* Hatch T. E.: Human Problems in Industrial Machine Design. „The Journal of Industrial Hygiene and Toxicology”, 1949. Vol. 31/4.



mechanizacji hydraulicznej\*), wymienia jedynie w zakresie transportowo-przeładunkowym 34 zasadnicze czynności, do których zostały zastosowane 34 maszyny hydrauliczne, należące do specjalnego „parku maszyn transportowo-przeładunkowych”. Ilość maszyn stosowanych przy obróbce i przetwórstwie rybnym jest znacznie większa, przy czym dla poszczególnych zadań skonstruowano po kilka, a nieraz po kilkanaście typów maszyn. W radzieckim piśmiennictwie fachowym toczy się obecnie dyskusja na temat selekcji właściwych typów i stworzenia standardowych i bardziej uniwersalnych maszyn.

Zadanie, które nam tu przyświeca, to jedynie usystematyzowanie powiązanych ze sobą różnorodnych zamówień, płynących dla polskiego świata technicznego z dziedzin rybołówstwa morskiego, przemysłu przetwórczego oraz żywienia zbiorowego. W tym celu podajemy najbardziej ogólną charakterystykę czterech zasadniczych dziedzin zastosowania mechanizacji. Rzecz jasna, nie mamy wcale ambicji stworzenia jakiegoś katalogu, ani nawet wyczerpującego wyliczenia piętrzących się tutaj najważniejszych zagadnień. Będziemy się starali podkreślić te punkty, które wymagają najwcześniejszego i najbardziej pełnego zastosowania zasad postępu technicznego.

### Konstrukcja właściwych typów statków rybackich

Obecna flotyła rybacka jest zbiorem dosyć przypadkowym jednostek najrozmaitszego pochodzenia i wszelkich możliwych typów. Cechą najbardziej jednolitą polskiej floty rybackiej jest jej podeszły wiek i w związku z tym niedostosowanie do spełnianych zadań w zupełności nowych warunkach. Dotyczy to wszystkich trzech dziedzin rybołówstwa: przybrzeżnego, bałtyckiego i dalekomorskiego; ta ostatnia jest może najbardziej pod tym względem upośledzona, gdyż wszystkie niemal jednostki są nie tylko niedoskonałe ze względu na wiek i uzbrojenie techniczne, ale ponadto pod względem samej konstrukcji, budowy i silników powołane są do żeglugi w oparciu o bazy znacznie bliższe niż te, z których obecnie wychodzą na połów.

W dziedzinie konstrukcji i technicznego uzbrojenia nastąpiła tymczasem prawdziwa rewolucja. Ścisłe dostosowanie wielkości i szybkości statków rybackich do terenów połowu i odległości tych terenów od bazy, z drugiej zaś strony daleko posunięte zmechanizowanie wszystkich szczególnie ciężkich czynności fizycznych przy połowie i przeładunku ryby, przerzucenie na statek niektórych zabiegów technologicznych, czyniące ze statku rybackiego mniejszą lub większą przetwórną ryb, albo zamrażalnię, wreszcie zaopatrzenie statków rybackich w wysoce precyzyjne przyrządy pomocnicze, nawigacyjne oraz wywiadowcze przy poszukiwaniu ławic ryb — wszystko to z gruntu zmienia dotychczasowy obraz statku rybackiego, zasięg jego żeglugi, charakter czynności na nim dokonywanych oraz skład załogi i jej wymagania co do komfortu i higieny.

Radzieckie piśmiennictwo fachowe poświęca szczególnie dużo uwagi dyskusji na temat właściwych typów statków rybackich dla różnych terenów połowu i rodzajów narzędzi, na temat zasięgu małych i dużych trawlerów i ich opłacalności zależnie od tej czy innej konstrukcji. Również sprawa wyposażenia we wszelkie mechanizmy, sprawa bazy pływającej dla zaopatrywania statków dłużej pozostających na terenach połowu, sprawa przeróbki ryby na statkach rybackich — stale zajmują uwagę specjalistów radzieckich i są przedmiotem wymiany zdań na temat zdobytych doświadczeń. Wydaje się, że pięć lat doświadczeń naszych rybaków dostarczyć może polskim konstruktorom wiele cennego materiału dotyczącego właściwych typów statków rybackich. Tematyka tego działu jest nie tylko obszerna, ale też bardzo żywa i aktualna.

Bardzo istotnym momentem, dotychczas niedostatecznie uwzględnianym, jest zapewnienie niezbędnego komfortu życiowego załogom statków rybackich i stworzenie

warunków higieny i bezpieczeństwa pracy. Ważnym, a dotąd nierozwiązanym problemem jest zaopatrzenie załogi w zdrową wodę pitną i skonstruowanie właściwego typu aparatu do chlorowania wody.

### Standaryzacja sprzętu rybackiego i racjonalizacja połowów

W kilku wyższych zakładach technicznych, poświęconych technice i ekonomice rybołówstwa w Związku Radzieckim, istnieją osobne katedry i specjalne laboratoria naukowe, poświęcone wyłącznie zagadnieniom teorii działania narzędzi połowu. Najstarsza z tych katedr w Instytucie moskiewskim została założona blisko 40 lat temu przez wybitnego specjalistę o światowej sławie prof. Baranowa, który jest też autorem dużego podręcznika z tej dziedziny\*).

Przejsie z indywidualnej, drobnokapitalistycznej gospodarki, zazdrośnie strzegącej swych inwencji i mnożącej coraz to nowe odchylenia od zasadniczych typów narzędzi, wprowadzanych jako wyraz postępu technicznego, przejście od tego systemu do systemu gospodarki społecznej, powodującej koncentrację czynności przygotowawczych i zadań zaopatrzenia oraz odbioru w dużych, jednolicie zorganizowanych i ściśle ze sobą powiązanych przedsiębiorstwach połowowych i przetwórczych, — powoduje głębokie przemiany w podejściu do wszystkich zagadnień organizacyjnych, gospodarczych i technicznych. W żadnej dziedzinie ta przemiana nie sięga tak głęboko i nie wprowadza tak rewolucyjnych przemian, jak właśnie w dziedzinie konstrukcji właściwych narzędzi i racjonalnego podziału ich na typy, odpowiednio do statków, na których mają być używane, i do terenów, na których mają się odbywać połowy poszczególnych gatunków ryb. Tematyka tego działu techniki rybackiej jest szczególnie bogata: nie tylko sprawy bezpośrednio związane z konstrukcją narzędzi i podziałem ich na typy, ale też normy użycia materiałów, metody konserwacji narzędzi, najdalej idąca mechanizacja czynności przy stosowaniu tych narzędzi oraz cały szereg technicznych inwencji związanych z poszukiwaniem odpowiednich miejsc połowu, przede wszystkim drogą oceny stopnia skupienia ryb.

Miarą postępu technicznego w tej dziedzinie pomocniczej aparatury usprawniającej połowy ryb jest coraz szersze stosowanie na statkach rybackich aparatury ultradźwiękowej, nie tylko w postaci echo-lotów dla nieustannego śledzenia zmian reliefu dna, lecz też w postaci zbliżonej do radaru, pozwalającej na dokładne umiejscawianie ławic ryb i ocenę ich gęstości. Ta ostatnia aparatura, wprowadzona w Związku Radzieckim jak również na Zachodzie, dokonuje przewrotu w dawnych pojęciach o poszukiwaniu terenów połowu i stosowaniu narzędzi. Ostatnio w rybołówstwie duńskim na 150 kutrach zainstalowano tego rodzaju aparaturę. Duńska prasa fachowa stwierdza, na podstawie porównań dokonanych w ciągu pierwszych 6 miesięcy 1950 r., że instalacje te przyczyniły się do wzrostu połowów ryb o 30% w porównaniu do statków pozabawionych tych urządzeń, a dokonujących połowów w identycznych warunkach. Trzeba również wziąć pod uwagę znaczne skrócenie czasu pobytu na morzu statków skutecznie łowiących, w związku z czym ogólna rentowność statków zaopatrzonych w urządzenia radarowe wzrasta w stopniu wyższym niż absolutna liczba uzyskanych ryb.

### Racjonalizacja urządzeń przeładunkowych w portach rybackich

W tej dziedzinie mamy trzy zasadniczo od siebie różniące się grupy zagadnień. Po pierwsze, duży splot zagadnień technicznych, związanych z ogromnym socjalistycznym zadaniem budowy bazy rybackiej w Swinoujściu, będącej — obok Nowej Huty — jednym z większych zadań przebudowy ustroju i stworzenia bazy materialnej socjalizmu w ramach Planu 6-letniego. Na mniejszą skalę podobne zadania stają też przed portem rybackim we

\*) A. Terentjew, W. Millar i N. Czernigin: Mechanizacja hydrauliczna w przemyśle rybnym, Moskwa 1950.

\*) F. I. Baranow: Teoria i obliczanie narzędzi połowu ryb, Moskwa 1948, wyd. 2, s. 436.

Władysławowie i poniekąd również w Gdyni. We wszystkich tych portach rybackich chodzi o stworzenie warunków technicznych dla całkowitej mechanizacji przeladunku ryby, załadowania sprzętu rybackiego oraz zaopatrywania w lód i bunkier.

Druga grupa zagadnień o charakterze specyficznie rybackim, radykalnie różniąca się od poprzedniej, wiąże się z nakazem modernizacji i znacznej rozbudowy zaniedbanych dotychczas małych portów rybackich, a więc Kołobrzega, Darłowa, Ustki, Łeby, jak też drobnych przystani nad Zalewem Szczecińskim i wzdłuż linii wybrzeża. Chodzi m. in. o usunięcie trudności na wejściu i wyjściu, jak też o wprowadzenie bardziej racjonalnych konstrukcyj drewnianych przy renowacji nabrzeży i budowie nowych basenów.

Szczególnie szeroki wachlarz zagadnień skupia się w trzeciej grupie, związanej z mechanizacją czynności dokonywanych na terenie portów rybackich. Chodzi mianowicie o dostosowanie do naszych warunków konstrukcyj hydromechanicznych, szczegółowo omówionych na łamach „Techniki Morza i Wybrzeża“ przez inż. D u n i n - M a r c i n k i e w i c z a.

## Modernizacja przemysłu przetwórczego na terenie portu

Chodzi tu nie tylko o stworzenie właściwych typów maszyn dla zastąpienia pracy ręcznej przy myciu, sortowaniu, odgardlaniu, patroszeniu, filetowaniu i przy wszystkich innych czynnościach, którym poddawana jest ryba w toku przetwarzania jej w produkt spożywczy, a o których było mowa w innych częściach naszych uwag. Nie mniej ważna jest sprawa stworzenia ogólnej koncepcji technicznej, która by powiązała działanie poszczególnych mechanizmów w jeden system nieprzerwanego potoku, obejmującego te wszystkie czynności pracochłonne w mniejsze lub szersze, zamknięte w sobie cykle prac całkowicie zmechanizowanych.

Z zagadnieniami tej grupy wiąże się ściśle niezmiernie doniosłe dla dalszego rozwoju całego gospodarstwa rybnego w Polsce sprawy racjonalizacji i modernizacji systemu zbiorowego żywienia, jeżeli chodzi o właściwe wykorzystanie produktów rybnych przez nowego konsumenta. Jest to dziedzina, która dotąd stała zupełnie poza zasięgiem techników i technologów polskich. Chodzi o konstrukcję właściwych typów pieców smaźnionych, o zbadanie właściwości różnych tłuszczów, znormalizowanie wyrobu różnych konserw stałych i niestałych, o właściwe zastosowanie zamrażania i przechowywania w chłodzie itp. Jest to dziedzina dotychczas zupełnie dziewicza, jeżeli chodzi o zastosowanie postępu technicznego i systematyczną pracę naukowo-badawczą.

## Znaczenie gospodarcze i społeczno-polityczne mechanizacji rybołówstwa i przemysłu rybnego

Poruszony przez nas szeroki zespół zagadnień technicznych odpowiada najpilniejszym potrzebom modernizacji, usprawnienia i racjonalizacji jednej z najbardziej zacofanych pod względem technicznym dziedzin gospodar-

stwa morskiego. Należy je oceniać nie tylko z tego stanowiska, że są to sprawy dla polskiego świata technicznego zupełnie nowe i bardzo interesujące, mimo że nieco kłopotliwe ze względu na brak tradycji w tym zakresie. Na zagadnienia te należy spojrzeć również pod kątem odpowiedzialności, jaka ciąży na technice morza i wybrzeża za obecny stan rzeczy, a szczególnie za wykonanie zadań, które postawił tej dziedzinie Plan Sześcioletni.

W ciągu najbliższych 5 lat w pożywieniu ludności polskiej ryba morska, tak bardzo dotychczas upośledzona, ma awansować z 2 kg rocznie na osobę na 6 kg. Z punktu widzenia techniki wydobycia odpowiednich ilości ryb z morza sprawa nie nasuwa większych trudności. Natomiast wielkie trudności piętrzą się wobec problemu doprowadzenia tej ryby do konsumenta w postaci pełnowartościowego, zdrowego, smacznego i jednocześnie taniego produktu spożywczego. Zadania tego nie da się wykonać, o ile nie zostanie znacznie przyspieszony przebieg procesu technologicznego przekształcania surowca rybnego w artykuł spożywczy, i to przyspieszony do ostatnich granic, dostępnych przy obecnym stanie postępu technicznego. Jest to niemal jednoznaczne z wprowadzeniem jak najdalej idącej mechanizacji i powszechnego stosowania najbardziej postępowych metod mrożenia, konserwowania i racjonalnego przygotowania dań rybnych w żywieniu zbiorowym.

Obok wymienionych wyżej ogromnych korzyści, które niesie ze sobą mechanizacja procesów wytwórczych i przeladunkowo-transportowych, zastosowanie zasad postępu technicznego w rybołówstwie i przemyśle rybnym daje dwie inne korzyści, na które nieraz zwracają uwagę technicy i ekonomiści radzieccy, mianowicie ogromne oszczędności przy użyciu rąk roboczych oraz możliwość oszczędzenia kubatury pomieszczeń nowobudowanych zmechanizowanych zakładów rybnych. Praktyka radziecka wykazuje\*, że zakłady zmechanizowane wymagają o 30%\* mniejszej kubatury niż zakłady oparte przeważnie na pracy ręcznej.

Ostatnio rybackie piśmiennictwo techniczne Związku Radzieckiego podkreśla szczególnie silne związki między mechanizacją a charakterem społecznym warsztatów produkcji rybnej. Jednocześnie podkreśla się szczególną rolę w całości tych zadań jednoczesności oraz ścisłego ze sobą powiązania poczynań na różnych odcinkach gospodarstwa rybnego. Wynika stąd potrzeba powoływania do życia zgranych ekip technicznych, opracowujących wspólnie konstrukcję różnych maszyn, które mają być wprowadzone jednocześnie do użycia w sposób ściśle ze sobą powiązany. W czasopiśmie „Rybnój Choziajstwo“ inż. D o r m i e n k o \*\*) zwraca uwagę na duże znaczenie uwzględniania w samym początku końcowych celów i opracowywania planów technicznych w określonych cyklach, odpowiadających kręgom czynności całkowicie zmechanizowanych i jednocześnie bardzo ściśle dostosowanych w swojej wydajności do innych części składowych przemysłu. Tylko w ten sposób da się uniknąć zamieszania, które jest nieuniknione w wypadkach tworzenia się „wąskich gardeł“, tak dobrze nam znanych z początkowych stadiów rozwoju naszego przemysłu rybnego.

# MATERIAŁY I DYSKUSJE

## JESZCZE O USTALANIU FAKTYCZNEJ NOŚNOŚCI PALI

W związku z artykułem dyskusyjnym prof. Boguckiego, umieszczonym w nr 11 „Techniki Morza i Wybrzeża“, chciałbym dorzucić kilka uwag odnośnie proponowanych przez autora współczynników bezpieczeństwa przy obliczaniu faktycznej nośności pali.

Uważalibyśmy, przede wszystkim, za celowe dokładniej sprecyzować, co należy rozumieć pod „poprawnie wykonanym próbnym obciążeniem“. Z treści artykułu mniej uważny czytelnik mógłby wywnioskować, że chodzi tylko

\*) Inż. Illutowicz: Zadania zastosowania nowej techniki. „Rybn. Choziajstwo“, nr 1/1947.

\*\*) Inż. D o r m i e n k o: Głębiej poznawaj doświadczenia w dziedzinie mechanizacji produkcji „Rybn. Choziajstwo“, nr 11/1950.

się znikome. Z teoretycznych rozważań dochodzimy do wniosku, że odległość ta zależy od średnicy pala, kąta rozchodzenia się obciążeń w gruncie oraz od długości pala. Dopiero przy odległościach wynoszących ok. 0,20—0,25 długości pala wzajemne ich oddziaływanie zanika prawie zupełnie. Oczywiście, praktycznie te odległości mogą być jeszcze mniejsze i, przy rozstawie pali rzędu 0,125 — 0,1 ich długości, można by już z tym oddziaływaniem nie liczyć się.

Ze wszystkich współczynników wchodzących do wzoru na „n” tylko „c” należy traktować jako współczynnik bezpieczeństwa, wprowadzony w celu zabezpieczenia się przed niespodziankami, jakie kryje w sobie grunt, jeśli chodzi o jego zdolność przejmowania obciążeń od pala. Pozostałe współczynniki zależne są, przede wszystkim, od dokładności obliczeń i rodzaju obciążeń, a nie od właściwości nośnych podłoża.

Współczynniki „c” nadane zostały dwie wartości, w zależności od jednolitości lub niejednolitości gruntu. Wydaje się celowe, aby tę sprawę również szczegółowiej naświetlić. Jeśli grunt, do którego wbijamy pale, składa się z różnych, pod względem właściwości mechanicznych, warstw — można go nazwać niejednolitym, ale dokładność wyniku próbnego obciążenia pala bardzo mała, albo wcale nie będzie zależała od tego, czy grunt składa się z jednej, czy też z kilku warstw, gdyż ta dokładność zależy przede wszystkim od poprawnego przeprowadzenia próby. Rzecz będzie się miała zupełnie inaczej, jeśli na terenie projektowanej budowy występuje zmienność układu uwarstwienia, wyrażająca się choćby tylko w zmiennej grubości występujących warstw. Wtedy nośność pala, otrzymana w wyniku próbnego obciążenia, może poważnie różnić się od nośności pala w innym miejscu na terenie tej samej budowli, i właśnie tym można uzasadnić wprowadzenie współczynnika „c”. Zeby to lepiej podkreślić, proponowałbym, zamiast pojęcia jednolitości, wprowadzić pojęcie „jednostajności uwarstwienia”.

Jeśli chodzi o samą wielkość współczynników, pozwalam sobie wysunąć następujące propozycje.

Dolną granicę współczynnika „b” uważam za słuszniejsze obniżyć do 1,0, gdyż jeśli obciążenia są tylko stałe, zastosowanie zwiększonego współczynnika „b” może być uzasadnione tylko nie przewidzianymi wstrząsami, lub też niedokładnościami w samych założeniach obliczeniowych. I pierwsze i drugie nie mogą wywołać zbyt wielkich i długotrwałych przeciążeń, które posiadałyby istotne znaczenie dla pali fundamentowych, biorąc pod uwagę właśnie najbardziej niekorzystne zestawienie wszystkich występujących obciążeń, wprowadzane zawsze do obliczeń statycznych, o czym mówi też autor w swoim artykule. Jednoczesne występowanie wszystkich niekorzystnych obciążeń jest rzadkie, tak że na ogół zawsze rozporządzamy pewnym zapasem dla przejścia lokalnych przeciążeń.

Przy określaniu górnej granicy tegoż współczynnika „b” należało by, moim zdaniem, uwzględnić szczególnie warunki występowania obciążeń zmiennych. Pewne podniesienie wartości „b” w stosunku do jego najmniejszej wartości jest uzasadnione „zmęceniem” gruntu przy występowaniu zmiennych obciążeń. Ponieważ jednak pale są obliczane na występowanie największych obciążeń i ponieważ zwiększenie obciążeń użytkowych o pewien procent niekoniecznie oznacza zwiększenie obciążeń wszystkich pali o ten sam procent, oraz biorąc pod uwagę sztywność płyt fundamentowych, uważałbym za możliwe zmniejszenie i tej górnej granicy i proponowałbym określić ją na 1,2 dla fundamentów sztywnych i na 1,3 dla fundamentów elastycznych. Wartość b = 1,5 należy

natomiast zostawić dla obciążeń dynamicznych, zwłaszcza jeśli chodzi o grunty piaszczyste, w których obciążenie jest już w pierwszym momencie przejmowane bezpośrednio przez szkielet gruntowy, a nie przez wodę, jak to się dzieje w gruntach ilastych.

Współczynnik „c” dla obu wypadków uwarstwienia uważałbym natomiast za zbyt mały.

Na konieczność ostrożniejszego oszacowania tego współczynnika składają się następujące okoliczności:

- niedociągnięcia przy wykonywaniu próbnego obciążenia w warunkach terenowych, z którymi zawsze trzeba się liczyć;
- brak danych porównawczych, ponieważ z reguły obciążenie próbne wykonuje się tylko raz na terenie danej budowy. Fakt, że próby wykonuje się w miejscu najbardziej niekorzystnego układu warstw, nie zawsze może przemawiać przeciw temu argumentowi, nie zawsze można bowiem z całą pewnością stwierdzić, choćby mając przed sobą wyniki wierceń, w którym miejscu występuje naprawdę najbardziej niekorzystny układ.
- Grunt, choćby o jednolitym uwarstwieniu, zawsze jest materiałem niepewnym, i nierzadko odznacza się w znacznym stopniu odmiennymi cechami, nawet przy bardzo niewielkich odległościach miejsc badanych.

Biorąc powyższe pod uwagę, a zwłaszcza punkt „c” oraz fakt, że przy wszelkich materiałach budowlanych (nie wyłączając stali) stosujemy większe współczynniki bezpieczeństwa przy określaniu naprężeń dopuszczalnych, które są niejako odpowiednikiem nośności gruntu, proponowałbym współczynnik „c” dla gruntów o jednostajnym uwarstwieniu podwyższyć do 1,25, dla gruntów o niejednostajnym uwarstwieniu do 1,5. Tę górną granicę można by ustalić dla wypadku, gdy warstwy zmieniają swą miąższość na terenie budowy do połowy swej największej wartości, przy czym najmniejsza grubość warstwy, jaką przy tych rozważaniach należało by brać pod uwagę, powinna wynosić 1,0 m.

Współczynnik 1,25 można też dopuścić dla gruntów o niejednostajnym uwarstwieniu, ale tylko pod warunkiem, że na terenie budowy zostały wykonane co najmniej dwa próbne obciążenia, przy czym rezultaty tych prób nieznacznie tylko od siebie się różnią.

Tabela współczynników, ułożona przez prof. Boguckiego, miałaby, przy uwzględnieniu powyższych uwag następujący układ:

- a — bez zmian,
- b = 1,0 przy obc. wyłącznie stałym,
- b = 1,2 przy zmiennym obc. statycznym — 50% obc. całk. i dla fund. sztywnych,
- b = 1,3 j. w., ale dla fundamentów elastycznych,
- b = 1,5 przy występowaniu obciążeń dynamicznych,
- c = 1,25 przy gruntach o jednostajnym uwarstwieniu, lub też przy uwarstwieniu niejednostajnym, ale przy wykonaniu dwóch lub więcej próbnych obc.,
- c = 1,5 przy gruntach o niejednostajnym uwarstwieniu, jeśli wykonano tylko jedną próbę, a zmiany miąższości warstw dochodzą do 50% ich największej grubości.

Skrajne wartości dla „n” byłyby:

$$n_{\min} = 1,0 \times 1,0 \times 1,25 = 1,25$$

$$n_{\max} = 1,1 \times 1,2 \times 1,5 = 2,0 \text{ obc. zm. stat. — fund. sztywne}$$

$$n_{\max} = 1,1 \times 1,3 \times 1,5 = 2,15 \text{ obc. zm. stat. — fund. elast.}$$

$$n_{\max} = 1,1 \times 1,5 \times 1,5 = 2,5 \text{ obc. dynam.}$$

Inż. P. Słomianko

**POKÓJ**

**ZWYCIĘŻY**

**WOJNĘ!**

# OMÓWIENIA I RECENZJE

## MECHANIZACJA PRAC PRZEŁADUNKOWYCH W PORTACH

### WÓZKO-SZTAPLARKA

Po drugiej wojnie światowej wprowadzono w portach nowy sprzęt, który zrewolucjonizował szybkość i technikę operacji przeładunkowych. Wózko-sztaplarka jest wyrazem koniecznego zwiększenia zmechanizowania drogi, jaką musi odbyć wszelki towar zarówno w produkcji fabrycznej, jako „transport wewnętrzny” oraz narzędzie produkcji (np. hutnictwo), jak i w portach, w produkcji usług przeładunkowych, i to we wszystkich relacjach. Wózko-sztaplarka powstała ze zmechanizowania ręcznego wózka do przewozu produkowanych części w zakładach przemysłowych oraz ręcznej sztaplarki, służącej do dźwigania tych części i piętrzenia ich dla lepszego wykorzystania miejsca w magazynach. W ten sposób powstała zwięźle zbudowana, zdolna do podnoszenia i przewozu oraz holowania przyczepek wózko-sztaplarka, zwana również „wózkiem paletowym” lub „widelcowym”.

Ogólne wymagania eksploatacyjne stawiane tej maszynie są następujące: prawidłowa równowaga przy obciążeniu, możliwie duży udźwieg i wysokość podnoszenia, jak najmniejszy promień skrętny pojazdu, ze zdolnością operowania nawet w najwęższych gankach magazynowych, szybkość podnoszenia, łatwość obsługi. Aby sprostać tym zadaniom, konstruktorzy, z niewielkimi wyjątkami, rozwiązali budowę w ten sposób, że wózko-sztaplarka posiada szybkość około 15 km/godz. w jeździe do przodu i wstecz, przy czym przednie koła są napędowe, zaś koła, lub koło tylne, połączone są z systemem kierowniczym. Przedni widelec, osadzony na ramie z rurowym wodzidłem, przeważnie działa systemem hydraulicznym i jest umieszczony z przodu pojazdu. Kierowca siedzący z tyłu umieszczony jest dostatecznie wysoko, aby mógł widzieć widelec, nawet w pozycji całkowicie spuszczonej do ziemi. Cały pojazd jest w ten sposób obliczony, że ciężar spoczywający na urządzeniu podnośnikowym (widelcu) jest zrównoważony ciężarem silnika lub baterii akumulatorów. Zdolność dźwigania wózko-sztaplarek waha się od 500 kg do 3 ton, istnieją jednak wózko-sztaplarki do podnoszenia wagonów kolejowych o zdolności udźwigu 15 ton. Przeciętna szybkość podnoszenia wynosi ok. 2,70 m na 15 sekund, całe zaś urządzenie podnośnikowe wraz

z ramą może być przechylone do tyłu o 15°, aby zapewnić całkowitą równowagę w załadunku, oraz do przodu o 2—5°, celem ułatwienia rozładunku (wraz z paletą, która spoczywa na widelcu i stanowi prostokątny, podwójnie zbity blat, na którym spoczywa towar). Paleta jest w środku pusta, co umożliwia przesunięcie widelca przez jej środek, celem podniesienia całego ładunku ułożonego na palecie. (Stąd pochodzi nazwa „wózka paletowego”).

Zwłaszcza w wypadku, gdy chodzi o towar jednolity w standartowym opakowaniu, może on na tej samej palecie opuścić fabrykę, odbyć drogę koleją, zostać spiętrzony w magazynie portowym, załadowany na statek, aby wreszcie trafić do odbiorcy na tej samej palecie, na której opuścił wytwórnię. Oczywiście jasne jest, że nie każdy ładunek oraz nie w każdym kierunku da się „spaletyzować” jak wyżej, wymaga to bowiem zgrania bardzo wielu elementów na licznych odcinkach drogi, jaką odbywa towar od producenta do odbiorcy. Korzyści jednak całkowitej paletyzacji są bardzo duże: skracają czas produkcji, stanowiąc w pewnych działach najlepsze rozwiązanie transportu wewnętrznego; dzięki operowaniu na wszystkich odcinkach transportu całą paletą, wraz z towarem na niej ułożonym, unika się uszkodzeń poszczególnych sztuk na skutek przekładania. Dzięki operacjom całymi paletami, przy minimalnym zużyciu roboczogodzin otrzymujemy bardzo wysokie normy przeładunkowe, wyzwalaając w ten sposób cenne siły robocze, które można zatrudnić na innym odcinku pracy. Zasadniczą wadą „paletyzacji” jest konieczność bardzo poważnej inwestycji na palety oraz dodatkowego aparatu organizacyjno-administracyjnego, którego zadaniem jest zorganizowanie i przygotowanie transportu na paletach poprzez wszystkie odcinki drogi do miejsca przeznaczenia i ewidencja palet znajdujących się w obrocie wewnętrznym i zewnętrznym. Trzeba również zwrócić uwagę na stratę powierzchni magazynowej na skutek piętrzenia towarów wraz z paletami oraz na straty na frachtach morskich i kolejowych. Dlatego też palety winny być zrobione z lekkiego metalu, przy jak najmniejszej objętości.

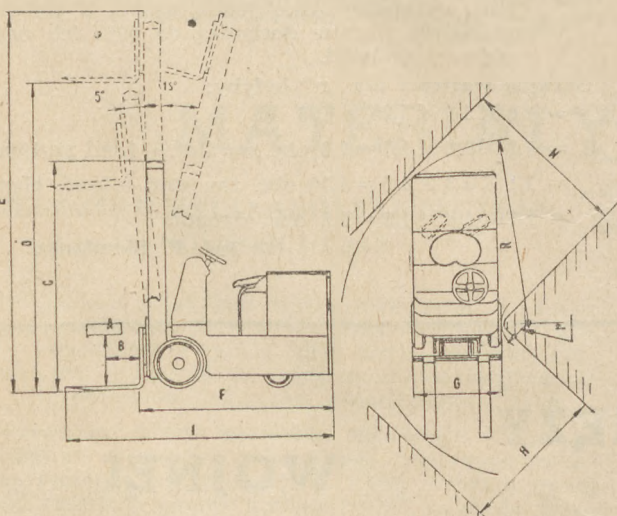
Zaznajamiając się bliżej z tym nowoczesnym sprzętem przeładunkowym, warto wspomnieć o zasadniczych jego typach. Odnośnie napędu istnieją cztery zasadnicze rodzaje: 1. napęd benzynowy, 2. przy pomocy baterii elektrycznych, 3. benzynowo-elektryczny, 4. silnikowy typu Diesla.

Pierwszy typ posiada dużą zaletę ciągłości pracy i łatwości obsługi oraz niskiego stosunkowo kosztu inwestycyjnego. Jeśli chodzi o drugą grupę, to do poważnych zalet należy liczyć cichy i pozbawiony spalin bieg, zmniejszenie ryzyka pożaru, niższy koszt eksploatacji; sprzęt o napędzie elektrycznym ograniczony jest jednak w swej eksploatacji na skutek konieczności ładowania akumulatorów. Typ trzeci, najrzadziej spotykany (raczej używany przy dźwigach samochodowych jako elektro-Diesel), stanowi kompromis pomiędzy pierwszym a drugim typem. Czwarty rodzaj, o napędzie Diesla, został wprowadzony do takich przeładunków, gdzie ryzyko pożaru jest tak wielkie, że użycie wyżej wspomnianych typów napędu jest absolutnie niemożliwe, a wózki elektryczne musiałyby posiadać specjalne zabezpieczenia i hermetyczne silniki. W takim wypadku nawet urządzenie rozrusznikowe, zamiast elektrycznego startera, zastąpione jest kompresorem powietrznym.

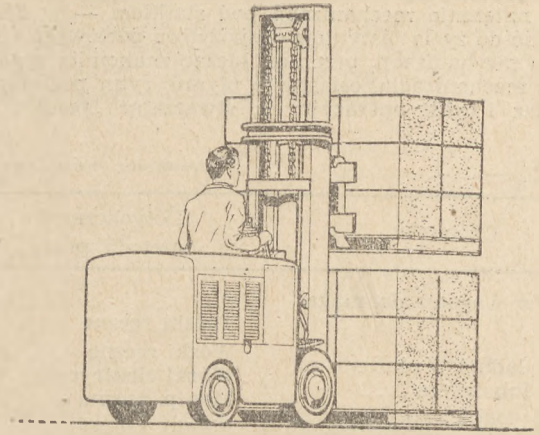
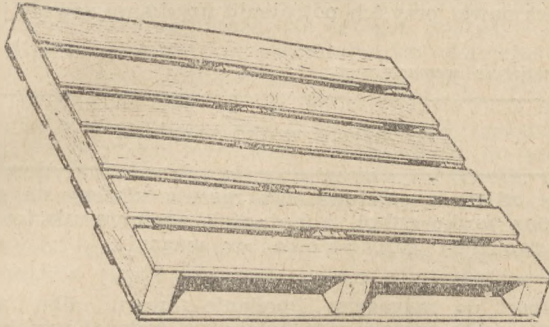
Odnośnie ogumienia należy zauważyć, że przeważa głównie pełne, mimo że możliwości wyeliminowania wstrząsów w czasie jazdy są znikome, gdyż, w razie pęknięcia gumy pompowanej, wózko-sztaplarka, będąc w danej chwili pod obciążeniem, mogłaby w ten sposób stracić równowagę na skutek przechyłu.

Należy rozróżnić następujące zasadnicze działy zastosowania wózko-sztaplarki: produkcja, magazynowanie, transport wewnętrzny, sztaplarka.

A	B	C	D	E	F	G	H	R	r	I
2.000	300	2.000	3.000	3.500	2.250	1.000	1.800	2.000	150	2.800



Rys. 1



Rys. 2

### Produkcja

Na tym odcinku zastosowania wózko-sztaplarki chodzi przede wszystkim o skrócenie czasu poszczególnych procesów. Dzięki jej zastosowaniu osiągamy ciągłość dostawy wszystkiego tego, co jest potrzebne dla zachowania ciągłości pracy. Dzięki wózko-sztaplarcie osiągamy umieszczenie obiektów pracy w pozycji potrzebnej do dalszej obróbki, wskutek czego zaoszczędzamy zbędną manipulację ręczną (specjalny typ podnośnika z widelcem, mającym zdolność obrotu dookoła osi poziomej). W hutnictwie zaoszczędza się przez zastosowanie wózko-sztaplarki czas potrzebny na ostudzenie pieca do ponownego załadowania; system ten przede wszystkim został wprowadzony w hutnictwie radzieckim.

Dzięki poważnym możliwościom dźwigania, można nawet w najszcuplejszym miejscu manipulować ciężkimi i mało poręcznymi konstrukcjami. Do tego celu wózko-sztaplarki wyposażone są, oprócz widelca, w sworzeń, na który nałożyć można np. obręczę do kół wagonowych, lub inne ciężkie przedmioty o podobnej formie. Zastosowanie dźwigni ramiennej z hakiem na końcu pozwala na wkładanie ciężkich przedmiotów z niższego poziomu na wyższy, przez otwór lub wąskie drzwi, do wnętrza. Urządzenie to pozwala np. na wygodne ładowanie ciężkich skrzyń do krytego wagonu, bez rampy kolejowej.

Przy zastosowaniu wózko-sztaplarki do produkcji często, zamiast widelca z paletą, używa się specjalnie przystosowanego wózka, spoczywającego na widelcu, który dzięki wózko-sztaplarcie zmienia bez trudności poziom i w ten sposób, z jednego piętra na drugie, może wędrować nawet na szynach, stosownie do przewidzianych procesów produkcyjnych. Wreszcie wózko-sztaplarkę można zastosować jako ruchomą platformę w takiej produkcji, która odbywa się powyżej 1,5 m od poziomu podłogi.

### Magazynowanie

Dobra eksploatacja każdego magazynu wymaga jak najekonomiczniejszego wykorzystania powierzchni, przy

nałżytnej przelotowości towarowej, mierzonej w tonach fizycznych na m<sup>2</sup> użytkowej powierzchni magazynu.

Przy wykorzystaniu powierzchni magazynowej nieocenione usługi oddaje nam wózko-sztaplarka, dzięki której możemy piętrzyć towar w magazynie wraz z paletami, lub bez nich. W pierwszym wypadku obsada robotnicza potrzebna do piętrzenia całkowicie odpada, w drugim zaś jest poważnie zmniejszona. Osiągamy więc dzięki wózko-sztaplarcie poważne oszczędności w sile roboczej. Należy również podkreślić, że czas manipulacji towarem przy piętrzeniu, rozpiętrzaniu i transporcie do i z środków transportowych bardzo znacznie zmniejsza się, zwłaszcza przy zastosowaniu „paletyzacji”; mimo zwiększenia szybkości manipulacji towarem, zmniejsza się do minimum możliwość uszkodzeń poszczególnych sztuk, ułożonych na palecie. Ten sposób pracy zwiększa w dużym stopniu jej bezpieczeństwo, czyniąc proces piętrzenia szybkim, łatwym i nie wymagającym wysiłku mięśni ludzkich.

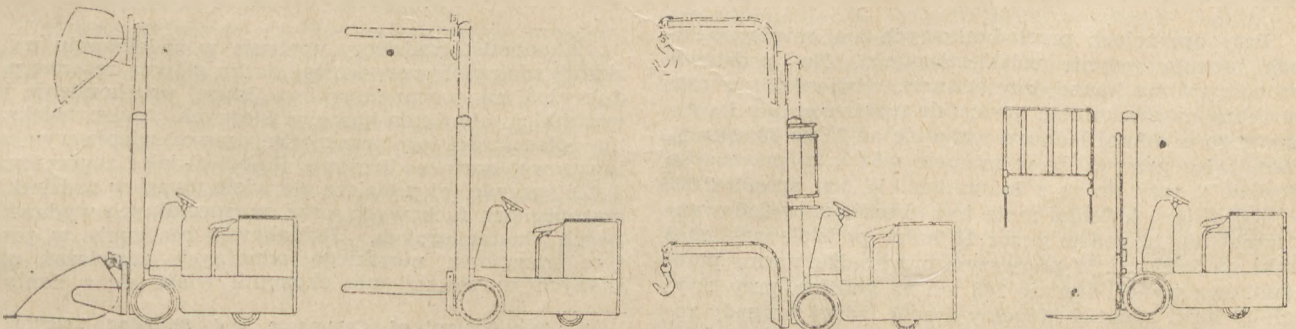
### Transport wewnętrzny

Zastosowanie wózko-sztaplarki w transporcie wewnętrznym da się najlepiej zilustrować tabelką, umieszczoną na następnej stronie i odnoszącą się do relacji wagon—magazyn—wagon, lub statek.

Z przytoczonego przykładu wyciągamy te same wnioski: wyzwolenie zbędnej siły roboczej przy zastosowaniu wózko-sztaplarki, skrócenie czasu manipulacji itd.

### Sztauerka

Walka o tonomile zmusza każdego armatora do jak największego skrócenia czasu postoju statku w porcie, dlatego też, zwłaszcza w latach powojennych, w ZSRR i w innych krajach na obu półkulach czynione były próby, głównie przez przedsiębiorstwa robót fizycznych, zwiększenia szybkości operacji przeładunkowych. Należy przy tym zaznaczyć, że z technicznego punktu widzenia główną zasadą, która dominuje we wszystkich sposobach za- i wyładunku statku, jest, że towar wjeżdża lub wyjeżdża na zmechanizowanych środkach transpor-



Rys. 3

towych przez specjalne wrota w burtach statku. Niezależnie od natężenia mechanizacji pod statkiem — w ZSRR powołano do życia instytucję dyspozytora portowego i komisarza mechanizacji, przez co, łącząc znakomitą organizację z mechanizacją, osiągnięto płynny rytm poszczególnych faz i cykli operacyjnych, stwarzając „potok”. Im

3-lukowym 3 brygady robotnicze dokonałyby tego przeładunku w 10 dni, pracując ręcznie z wydajnością 200 ton na dobę\*).

Jakkolwiek normy kanadyjskie są śmiesznie niskie przy pracy ręcznej w porównaniu z naszymi osiągnięciami, lecz nawet przy ich potrojeniu uzyskamy zawsze jesz-

*Zastosowanie wózko-sztaplarki w transporcie wewnętrznym*

Czynność	Dotychczasowa metoda pracy	Przy użyciu wózko-sztaplarki
Towar z wagonu do magazynu:		Towar zdjęty z paletami, lub ręcznie ułożony na podstawioną wózko-sztapl., z możliwością zdejmowania towaru z dowolnej wysokości w wagonie.
a) wyładunek i ułożenie na wózku lub tacze	Taczki ręczne Wózki ręczne Wózki elektryczne Manip. ręczna	Transport do magazynu i podanie towaru albo wraz z paletą, albo zdjęcie go z palety, na żądanej wysokości, w czasie piętrzenia. Ta sama czynność odwrotnie, w relacji magazyn-wagon, lub statek.
b) transport z wagonu do magazynu	Manip. ręczna Manip. mechaniczna	
c) piętrzenie towaru w magazynie	Manip. ręczna	
d) rozpiętrzanie	Manip. ręczna	
e) transport z magazynu do wagonu, statku	Manip. ręczna Manip. mechaniczna	

bardziej jednolity jest towar, tym łatwiejsze jest zmechanizowanie procesów przeładunkowych; jednakże nawet najbardziej zróżniczkowana drobica, stanowiąca kompozycję ładunku, wcale nie wyklucza zastosowania mechanizacji, stwarzającego jeden ciąg (cykl), np. ze sztaplą w magazynie aż do wnętrza statku, bez zbędnego przekładania towaru.

Przez użycie wózko-sztaplarok towar nie jest już narażony na rzucanie na nabrzeżu w czasie wyładunku z wagonów, na ręczne taczowanie pod statek, gdzie znów ręcznie układany jest w hiwy na stropach i siatkach, które często osłabiają lub uszkadzają opakowanie. Następnie towar nie jest narażony na możliwość uderzenia o boki luku, co z natury rzeczy przynosi uszkodzenie i może mieć bardzo poważne następstwa, gdy na skutek wstrząsu część towaru wysunie się ze stropu lub szetu i spadnie do luku. Tych niebezpieczeństw unikamy przez użycie wózko-sztaplarki.

Po spuszczeniu towaru do luku jest on narażony na przewracanie (kantowanie), przesuwanie, podnoszenie, obijanie o kanty innych towarów, podważanie łomem; należy również wspomnieć o pokusie kradzieży, która powstaje przy tych operacjach ręcznych. Wózko-sztaplarka zdejmuje towar eksportowy z wagonu i składa go delikatnie na wózku o napędzie mechanicznym z przyczepką, który natychmiast po załadowaniu odjeżdża do statku, do którego dostaje się przez wrota w burcie, a następnie windą o niezmiernie prostej konstrukcji zjeżdża na dno statku. Tam statkowa wózko-sztaplarka zdejmuje przywieszony ładunek i piętrzy go wewnątrz statku aż pod pokład. W czasie tej czynności pusty wózek z przyczepką wraca po dalszy ładunek, inny zaś, pełny wózek przez ten czas zjeżdża do ładowni celem rozładunku przez wózko-sztaplarkę.

Przy operacjach przeładunkowych na międzypokładach pracują jedynie wózki-sztaplarki. Na podstawie chronometrażów kanadyjscy sztauerzy stwierdzili, że czas potrzebny na zawieszenie towaru do wnętrza statku i spiętrzenie go w dolnej ładowni waha się od 25 do 30 sekund, można więc przyjąć, że w minucie wózek z przyczepką odbędzie 2 razy drogę z ładunkiem. W ten sposób 2.000 ton jednolitego ładunku może być obecnie za/wyładowane w mniej niż 12 godzin przez 18 ludzi, podzielonych na 3 ganki, na 3 lukach. W pierwszym przykładzie norma przeładunkowa wynosi średnio 166 ton na godzinę, przy czym tych 18 ludzi stanowi niepełny zespół jednej brygady robotniczej, która, ładując 6 ton na godzinę, potrzebowałaby 333 roboczo-godzin, lub 41 dni, aby załadować 2.000 ton tegoż ładunku przy manipulacji ręcznej. Przy statku

cze przeszło 3-krotne skrócenie czasu załadunku przy użyciu wyżej opisanej mechanizacji. Zastrzeżenia fachowców co do „paletyzacji” jako koniecznego warunku takiego systemu przeładunku nie są całkowicie słuszne, bowiem skrzynie, dzięki przybiciu do ich dna kawałków kantówki, umożliwiającą przesunięcie widelca, mogą być bez palet manipulowane z pełną gwarancją powodzenia. Najbardziej jednak pożądana jest unifikacja ładunku; zastosowanie specjalnych kontenerów do drobnicy wysyłanej w jednym kierunku zdałoby tutaj egzamin.

Omawiając zastosowanie wózko-sztaplarki w sztauerce, nie można pominąć użycia pewnego rodzaju wózko-sztaplarki jako szufli trymerskiej do trymowania ładunków sypkich. Sprzęt ten różni się od wózko-sztaplarki jedynie tym, że, zamiast widelca, wyposażony jest w szufłę łupinową o objętości 1/2 m<sup>3</sup>, która po zaczerpnięciu podnosi się do góry i zdolna jest wysypać zawartość na skutek przechylenia szufli. Sprzęt ten o ciężarze od 1,5 do 6,5 ton zostaje wprowadzony do wnętrza statku celem zgarnięcia (trymowania) rudy i innych towarów sypkich w końcowej fazie wyładunku statku. Faza ta obejmuje ok. 20 proc. całkowitego ładunku statku, w zależności od trymowności (budowy) danego statku. Szufła trymerska wpuszczona do luku w momencie, w którym choćby najmniejsza część podłogi jest wolna od towaru, zastąpi pracę 12—15 trymerów, zdolność zaś jej jest większa niż dźwigu z chwytakiem, który pracuje na danym luku\*\*).

Inż. M. K. Wołowski

**GRAFICZNA METODA OBLICZANIA STRUKTURY ŁADUNKU CELEM PEŁNEGO WYZYSKANIA NOŚNOŚCI I POJEMNOŚCI STATKU**

Ekonomiści radzieccy upatrują w zwiększeniu wyzyskania zdolności przewozowej statku główną rezerwę produkcyjną transportu morskiego, której uruchomienie jest warunkiem obniżenia kosztów własnych, a więc zwiększenia opłacalności tego transportu, oraz ożywienia wymiany towarowej, zarówno krajowej (kabotaż) jak i zagranicznej. Toteż sprawie tej poświęca się wiele uwagi w radzieckich czasopiśmiech fachowych oraz w specjalnych wydawnictwach ekonomicznych. Jednakowoż realizacja w praktyce transportu morskiego odnośnych rozwiązań uzyskanych w płaszczyźnie ekonomii wiąże się z koniecz-

\* ) „The Journal of Commerce and Shipping Telegraph”, 12. 7. 1948.

\*\* ) M. Morozow: Mechanizacja triumfnych robot, wyd. Morskiej Transport 1949.

nością odpowiednich rozwiązań technicznych. To stadium realizacji technicznej wskazań ekonomicznych odnośnie pełnego wyzyskania zarówno nośności jak i pojemności netto jest przedmiotem rozważań specjalistów-techników radzieckich. Podjęte jeszcze przed drugą wojną światową próby opracowania metody obliczania struktury ilościowej i jakościowej ładunku z wyżej scharakteryzowanego punktu widzenia odznaczały się na ogół znacznym skomplikowaniem środków i wymagały bardzo wiele czasu.

W nr 1/1950 miesięcznika „Morskiej Floty” inżynierowie D. Pasternak i A. Mironenko dają krótki przegląd stosowanych metod doboru ładunku, przeprowadzają ich krytykę, zwłaszcza w odniesieniu do metody graficznej Serowa, i wreszcie proponują własną metodę graficzną, dyskutując jej zalety w porównaniu z poprzednimi metodami.

Wśród znanych metod rozwiązywania tego ważnego zagadnienia eksploatacyjnego należy wymienić następujące:

1. Metoda praktycznego kompletowania ładunku dla każdego statku, oparta na doświadczeniach poprzednich załadunków. Metodę tę należy uznać za najmniej właściwą, ponieważ w rzeczywistości nie zapewnia ona całkowitego wyzyskania nośności i pojemności statku w wypadku zmian w składzie ładunku.

2. Metoda analityczna, oparta na rozwiązaniu układu dwóch równań dla ciężaru i dla objętości:

$$x + y = N_n \quad (1)$$

$$u_1 x + u_2 y = P \quad (2)$$

gdzie:

$x$  — ilość pierwszego ładunku,

$y$  — ilość drugiego ładunku,

$u_1, u_2$  — odpowiednie objętości właściwe obu ładunków (objętość 1 tony ładunku),

$N_n$  — nośność statku netto,

$P$  — pojemność ładunkowa statku.

Ta metoda zapewnia właściwe rozwiązanie zadania. W wypadku dwóch różnych ładunków, których ilość nie jest nam znana, można uznać tę metodę za najwłaściwszą. W wypadku znacznej różnorodności ładunku posługiwanie się metodą analityczną jest niewygodne, ze względu na wielką liczbę możliwych wariantów rozwiązań.

3. Metoda graficzna, opracowana w r. 1938 przez inż. Serowa. Jest ona najodpowiedniejsza oraz dostępna dla szerokiego kręgu pracowników żeglugi, pozwala bowiem na szybkie i dostatecznie dokładne rozwiązanie omawianego zagadnienia w odniesieniu do dowolnej ilości ładunków. Jednakowoż, mimo wymienionych zalet, metoda ta dotychczas nie znalazła w radzieckiej flocie morskiej praktycznego zastosowania. Niewątpliwie należy to przypisać temu, że — niezależnie od prawidłowego teoretycznego rozwiązania zadania — sam sposób sporządzania wykresu według projektu inż. Serowa jest skomplikowany i wymaga oddzielnych opracowań dla każdego statku, zaś w wypadku statków żeglugi nieregularnej — dla każdego rejsu.

Istota metody graficznej Serowa jest następująca:

Wzajemna zależność między nośnością i pojemnością ładunkową statku może wyrazić się równaniem:

$$P = p \cdot N_n$$

gdzie:

$P$  — pojemność ładunkowa statku,

$N_n$  — jego nośność ładunkowa (netto),

$p$  — ładunkowa pojemność właściwa.

Powyższe wyrażenie jest równaniem prostej, przechodzącej przez początek układu współrzędnych, w którymi na osi odciętych odклада się wielkości nośności ładunkowej (netto) statku, zaś na osi rzędnych — wielkości pojemności ładunkowej. Ta prosta nachylona jest do osi odciętych pod kątem  $\alpha$ , którego tangens odpowiada ładunkowej pojemności właściwej statku (rys. 1). Współrzędne punktu A oznaczają odpowiednio nośność ładunkową oraz pojemność ładunkową danego statku.

Analogicznie można rozpatrywać zależność między objętością i ciężarem ładunków:

$$U = u \cdot Q$$

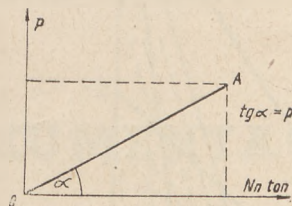
gdzie:

$U$  — objętość ładunku,

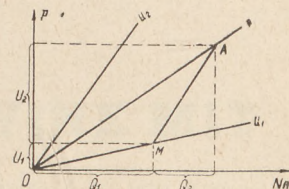
$Q$  — ciężar ładunku,

$u$  — objętość właściwa danego ładunku, brana z odpowiednich spisów.

W układzie osi współrzędnych powyższe równanie będzie również przedstawiało prostą, przechodzącą przez początek układu pod kątem, którego tangens równa się objętości właściwej danego ładunku.



Rys. 1



Rys. 2

Na rys. 2 widzimy wykres przedstawiający prostą, która charakteryzuje ładunkową pojemność właściwą statku „p”, oraz szereg prostych, które charakteryzują odpowiednio objętości właściwe rozważanych ładunków  $u_1, u_2$  itd.

Z rys. 2 wynika jasno, że załadowanie danego statku wyłącznie ładunkiem o objętości właściwej  $u_1$  spowoduje niepełne wyzyskanie pojemności ładunkowej statku przy całkowitym wyzyskaniu jego nośności ładunkowej. Z drugiej strony załadowanie statku wyłącznie ładunkiem  $u_2$  spowoduje niepełne wyzyskanie nośności ładunkowej statku przy całkowitym wypełnieniu jego kubatury.

Pierwszy ładunek  $u_1$  będziemy w dalszym ciągu nazywali ładunkiem „ciężkim” ( $u_1 < p$ ), drugi zaś — „lekkim” ( $u_2 > p$ ). W wypadku, gdy objętość właściwa danego ładunku odpowiada ładunkowej pojemności właściwej statku, nazywamy ten ładunek „normalnym” ( $u = p$ ).

Rzecz jasna, iż właściwe rozwiązanie zadania polega na racjonalnym doborze ładunków lekkich i ciężkich. Zadanie to można rozwiązać graficznie w następujący sposób: prostą ładunku ciężkiego ( $u_1$ ) wykreślamy z punktu 0, zaś prostą ładunku lekkiego ( $u_2$ ) z punktu A, równoległą do pierwotnego kierunku tej prostej, wyprowadzonej z początku układu współrzędnych.

Rzuty punktu M, jako punktu przecięcia prostych lekkiego i ciężkiego ładunku, na osie współrzędnych odpowiednio wyznaczają ilość i objętość każdego z rozważanych ładunków (rys. 2).

Taka jest zasada graficznego rozwiązania zadania w wypadku dwojakiego ładunku. W analogiczny sposób rozwiązuje się zadanie w wypadku większej różnorodności ładunku, wówczas jednak konieczne jest ustalenie ilości poszczególnych ładunków, oprócz dwóch, w zależności od konkretnych warunków załadunku, lub też od obecności tych ładunków w porcie wyjścia, natomiast w stosunku do pozostałych dwóch ładunków należy rozwiązać zadanie w sposób wyżej opisany.

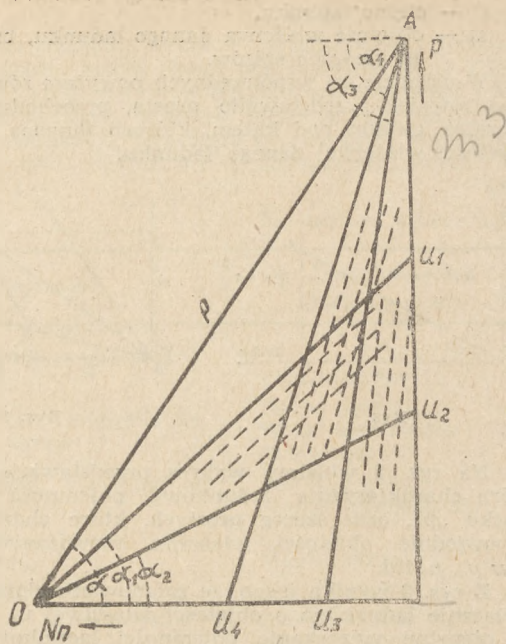
Ponieważ różnorodność ładunku jest zjawiskiem najpospolitszym, Serow proponuje następującą metodę sporządzania wykresu i rozwiązania struktury załadunku dla tych najczęściej spotykanych wypadków (rys. 3):

1. Rysujemy trójkąt prostokątny, którego podstawa odpowiada w przyjętej skali nośności ładunkowej (netto) statku, zaś wysokość — pojemności ładunkowej. Przeciwnprostokątna w tym trójkącie wyobraża ładunkową pojemność właściwą statku.

2. Z wierzchołka kąta przeciwległego wysokości trójkąta prowadzimy proste ładunków ciężkich. W tym celu odkładamy, począwszy od podstawy trójkąta, kąty, których tangensy odpowiadają objętościom właściwym danych ładunków i pod tymi kątami prowadzimy z punktu 0 proste.

3. Z wierzchołka kąta przeciwległego do podstawy trójkąta prowadzimy proste ładunków lekkich, odkładając odpowiednie kąty od prostej przechodzącej przez punkt A równoległą do podstawy trójkąta.

4. Wykreślamy proste równoległe do każdej z poprzednio poprowadzonych prostych. Odległości między tymi prostymi równoległymi mogą być dowolne.



Rys. 3

5. Z początku układu współrzędnych kreślimy linię łamaną, której poszczególne odcinki mają kierunki zgodne z kierunkami prostych odpowiadających danym ładunkom, lub też prostych równoległych do nich. Linia łamana kończy się w punkcie A. W tych warunkach rzuty poszczególnych odcinków linii łamanej na osi odciętych wyznaczają ilość poszczególnych ładunków w tonach, natomiast rzuty ich na osi rzędnych wyznaczają objętości poszczególnych ładunków.

Ta metoda kompletowania ładunku pozwala na uwzględnienie wielkiej liczby wariantów rozwiązań. Jednakowoż przedstawia ona również wiele wad i braków: przy sporządzaniu takiego wykresu trzeba w każdym wypadku wyznaczać kąty dla odpowiednich tangensów oraz kreślić wiele prostych, co zabiera dużo czasu, utrudnia posługiwanie się wykresem i zmniejsza jego przejrzystość. Metoda ta wymaga sporządzania osobnych wykresów dla każdego statku i rejsu na podstawie uprzed-

nio obliczonej nośności ładunkowej (netto), która zmienia się w zależności od elementów rejsu; wobec tego strata czasu na sporządzenie wykresu przewyższa oszczędność czasu obliczeń w porównaniu z metodą analityczną.

Celem uproszczenia wykonania wykresu oraz udostępnienia go szerokim kołom tych pracowników żeglugi, którzy zajmują się kompletowaniem ładunku dla statków, inżynierowie Pasternak i Mironenko proponują tzw. wykres uniwersalny, mogący służyć dla wszelkich typów statków (rys. 4). Wykres ten może być uprzednio przygotowany i powielony w formie blankietów. Każdy taki blankiet może służyć dla wykonania jednego wykresu i powinien być dołączony do rejsowego sprawozdania kapitana.

Na osi odciętych nanosimy wielkości nośności ładunkowej (netto) w tonach, w granicach rzeczywistych wielkości (w danym wypadku wielkość maksymalna  $N = 15.000$  t); na osi rzędnych odkładamy wielkości pojemności ładunkowej statków w  $m^3$ , również w granicach rzeczywistych wielkości.

Na blankietach odbite są trzy rzędne pomocnicze (dla  $N_n = 2.000, 5.000$  i  $10.000$  t), na które naniesione są skale wielkości objętości właściwych ładunków, odpowiadające stosunkom objętości ładunków do ich ciężarów ( $m^3/t$ ).

Wartość poszczególnych odcinków skal jest różna, mianowicie: przy  $N_n = 10.000$  t wartość odcinka podziałki wynosi  $0,1 m^3/t$ , przy  $N_n = 5.000$  t —  $0,2 m^3/t$ , przy  $N_n = 2.000$  t —  $0,5 m^3/t$ .

Technika wykonania tego wykresu jest tak prosta, że nie wymaga szczegółowych objaśnień.

Sposób posługiwania się tym wykresem w konkretnym wypadku jest następujący:

Niechaj będzie zadany następujący załadunek statku o nośności ładunkowej 9.300 t i pojemności ładunkowej 12.500  $m^3$ : konserwy owocowe w skrzyniach —  $u_1 = 2,50 m^3/t$ ; klepka dębowa w wiązkach —  $u_2 = 1,60 m^3/t$ ; surówka w blokach —  $u_3 = 0,23 m^3/t$ ; wełna w balotach —  $u_4 = 5,00 m^3/t$ .

Dla rozwiązania tego zadania trzeba przede wszystkim nanieść na wykres punkt A, odpowiadający założonym wielkościom nośności i pojemności ładunkowej statku (rys. 4). Połączywszy początek układu współrzędnych (punkt 0) z odpowiednimi wielkościami założonych objętości właściwych na podziałkach pomocniczych, otrzymamy wiązkę prostych, odpowiadających rozpatrywanym ładunkom. W tym wypadku wielkości tangensów kątów otrzymanych przez wykreślenie owych promieni będą równe odpowiednim objętościom właściwym ładunków.

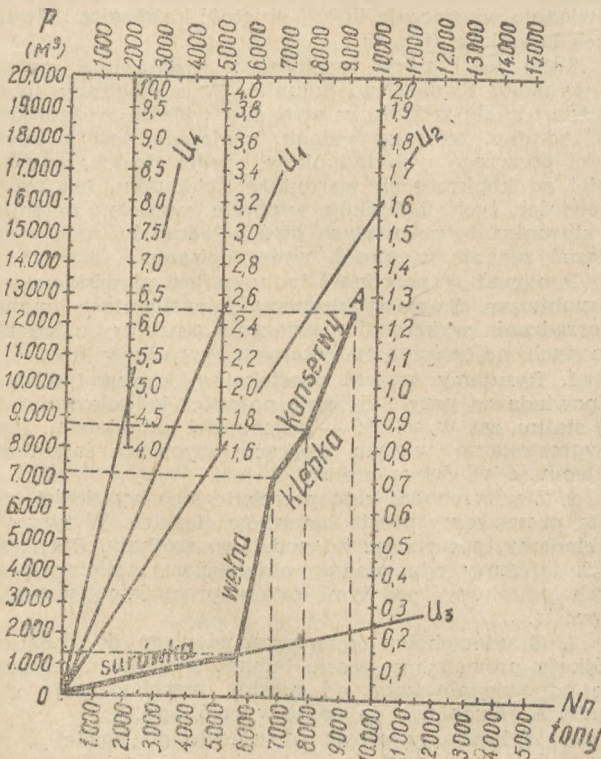
Dla rozwiązania zadania trzeba wyprowadzić z punktu 0 linię łamaną, złożoną z czterech odcinków, której koniec przypada w punkcie A; tylko w tym wypadku będzie zachowany warunek całkowitego wyzyskania nośności i pojemności ładunkowej statku.

Pierwszy odcinek linii łamanej pokrywa się z jednym z promieni przechodzących przez punkt 0, następne zaś odcinki powinny być równoległe do odpowiednich promieni. Długość poszczególnych odcinków wyznacza się albo dowolnie, przy swobodnym wyborze ilości każdego z założonych ładunków, albo też w zależności od konkretnych warunków załadunku.

Rzuty odcinków linii łamanej na oś odciętych wyznaczają ilość każdego ładunku w tonach. Rzuty na oś rzędnych wyznaczają objętości wypełnione danymi ładunkami.

W naszym wypadku otrzymujemy następujące wyniki: konserwy 1.500 t — 3.750  $m^3$ , klepka 1.000 t — 1.600  $m^3$ , surówka 5.630 t — 1.300  $m^3$ , wełna 1.170 t — 5.850  $m^3$ .

Jak widać z powyższego przykładu, posługiwanie się wykresem jest bardzo proste, nie wymaga większej ilości czasu, zapewnia dostateczny stopień dokładności, pozwala rozpatrywać różnorodne warianty rozwiązań i zwalnia od konieczności wykonywania obliczeń analitycznych.



Rys. 4



## WARUNKI PRENUMERATY CZASOPISM TECHNICZNYCH W 1951 ROKU

Instytucje wydające czasopisma techniczne:

Naczelna Organizacja Techniczna

Państwowe Wydawnictwa Techniczne

Wydawnictwa Komunikacyjne

działając na podstawie wytycznych Komisji Wydawnictw Technicznych przy Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego

- biorąc pod uwagę doniosłą rolę, jaką prasa techniczna powinna spełniać przy realizacji Planu 6-cioletniego,
- w dążeniu do uprzystępnienia literatury fachowej jak najszerszym rzeszom pracowników,

ujednoliciły warunki przedpłaty i ceny czasopism technicznych na rok 1951.

Wysokość normalnej przedpłaty została uzależniona od objętości czasopisma.

Przedpłatę ulgową ustalono dla wszystkich czasopism jednakowo w wysokości zł 1,50, bądź zł 3.— za jeden zeszyt poszczególnego czasopisma, bez względu na objętość.

Wyżej wymienione instytucje wydawnicze proszą związki zawodowe, instytucje i przedsiębiorstwa gospodarki uspołecznionej, stowarzyszenia inżynierów i techników, kluby racjonalizatorów, dyrekcje szkół zawodowych oraz koła naukowe studentów szkół wyższych i szkół technicznych, aby przystąpiły do zorganizowania zbiorowej przedpłaty czasopism technicznych.

*Czasopisma wydawane przez Naczelną Organizację Techniczną*

### Grupa A

Nazwa czasopisma	Konto PKO	Częstość ukazywania się	Cena minim. 1951	Przedpłata normal.			Przedpłata ulgowa		
				kwart.	pół- roczna	roczna	kwart.	pół- roczna	roczna
Architektura	I-4632	mies.	15.—	45.—	90.—	180.—	18.—	36.—	72.—
Gospodarka Wodna	I-1960/113	"	7.50	22.50	45.—	90.—	9.—	18.—	36.—
Inżynieria i Budownictwo	I-1505/110	"	9.—	27.—	54.—	108.—	9.—	18.—	36.—
Przegląd Elektrotechniczny	I-4242/113	"	9.—	27.—	54.—	108.—	9.—	18.—	36.—
Przegląd Geodezyjny	I-130/110	"	6.—	18.—	36.—	72.—	9.—	18.—	36.—
Przegląd Mechaniczny	I-4665	"	6.—	18.—	36.—	72.—	9.—	18.—	36.—
Przegląd Papierniczy	I-15595	"	4.50	13.50	27.—	54.—	9.—	18.—	36.—
Przegląd Techniczny	I-8503	"	9.—	27.—	54.—	108.—	4.50	9.—	18.—
Przegląd Telekomunik.	I-4430	"	6.—	18.—	36.—	72.—	9.—	18.—	36.—
Przemysł Chemiczny	I-4680/112	"	12.—	36.—	72.—	144.—	9.—	18.—	36.—
Technika Lotnicza	I-8100	kwart.	6.—	6.—	12.—	24.—	3.—	6.—	12.—
Technika Morza i Wybrzeża	XI-5508/112	mies.	6.—	18.—	36.—	72.—	9.—	18.—	36.—

### Grupa B

Energetyka	I-15593	mies.	6.—	18.—	36.—	72.—	9.—	18.—	36.—
Gazeta Cukrownicza	I-1544	"	4.50	13.50	27.—	54.—	9.—	18.—	36.—
Gaz, Woda i Technika Sanitarna	I-1133/113	"	6.—	18.—	36.—	72.—	9.—	18.—	36.—
Materiały Budowlane	I-8211	"	6.—	18.—	36.—	72.—	9.—	18.—	36.—
Mechanik	I-624	"	9.—	27.—	54.—	108.—	9.—	18.—	36.—
Papiernik	I-15595	"	3.—	9.—	18.—	36.—	4.50	9.—	18.—
Przegląd Budowlany	I-1022/110	"	9.—	27.—	54.—	108.—	9.—	18.—	36.—
Przegląd Skórzany	VII-4472	"	4.50	13.50	27.—	54.—	9.—	18.—	36.—
Przegląd Spawalnictwa	I-9437	"	4.50	13.50	27.—	54.—	9.—	18.—	36.—
Przemysł Motoryzacyjny		kwart.	7.50	7.50	15.—	30.—	3.—	6.—	12.—
Przemysł Drzewny	I-16205	mies.	4.50	13.50	27.—	54.—	9.—	18.—	36.—
Przemysł Rolny i Spożywczy	I-4629/113	"	7.50	22.50	45.—	90.—	9.—	18.—	36.—
Przemysł Włókienniczy	VII-2350	"	9.—	27.—	54.—	108.—	9.—	18.—	36.—
Szkło i Ceramika	VII-731/114	"	4.50	13.50	27.—	54.—	9.—	18.—	36.—
Wiadomości Elektrotechn.	I-4242/113	"	3.—	9.—	18.—	36.—	4.50	9.—	18.—
Wiadomości Telekomunik.	I-4430	"	3.—	9.—	18.—	36.—	4.50	9.—	18.—
Horyzonty Techniki		mies.	3.—	9.—	18.—	36.—	9.—	18.—	36.—

## Grupa A

Nazwa czasopisma	Konto PKO	Częstość ukazowania się	Cena minim. 1951	Przedpłata normal.			Przedpłata ulgowa		
				kwart.	półroczna	roczna	kwart.	półroczna	roczna
Biuletyn Przemysłu Materiałów Ogniotrwałych, Gliwice, Łabędzka 45	III 5571/110	półrocz.	6.—	—	—	12.—	—	—	6.—
Przegląd Górniczy, Katowice, Stawowa 19	III—5572/110	mies.	9.—	27.—	54.—	108.—	9.—	18.—	36.—
Hutnik, Katowice, Stawowa 19	III—5574/110	„	9.—	27.—	54.—	108.—	9.—	18.—	36.—

## Grupa B

Cement, Sosnowiec, 3-go Maja 22	III—5315/110	mies.	4.50	13.50	27.—	54.—	9.—	18.—	36.—
Chemik, Katowice, Stawowa 19	III—5570/110	„	4.50	13.50	27.—	54.—	4.50	9.—	18.—
Nafta, Kraków, Łobzowska 49	IV—2651	„	6.—	18.—	36.—	72.—	9.—	18.—	36.—
Przegląd Odlewniczy (pismo nowe będzie wydawane od 1. I. 51)			6.—	18.—	36.—	72.—	9.—	18.—	36.—
Wiadomości Górnicze, Katowice, Stawowa 19	III—5573/110	mies.	4.50	13.50	27.—	54.—	4.50	9.—	18.—
Wiadomości Hutnicze, Katowice, Stawowa 19	III—5575/110	„	4.50	13.50	27.—	54.—	4.50	9.—	18.—

## Czasopisma wydawane przez Wydawnictwa Komunikacyjne

## Grupa A

Drogownictwo, W-wa, Kazimierzowska 5	I—8523	mies.	6.—	18.—	36.—	72.—	9.—	18.—	36.—
Motoryzacja, W-wa, Żurawia 24a m. 21	I—1955/110	„	4.50	13.50	27.—	54.—	4.50	9.—	18.—
Przegląd Kolejowy, W-wa, Kazimierzowska 52	I—8523	mies.	7.50	22.50	45.—	90.—	9.—	18.—	36.—

Do korzystania z przedpłat ulgowych są uprawnieni: Przy zgłaszaniu prenumeraty czasopism zaliczonych do grupy A — czasopisma na poziomie magistersko-inżynierskim i B — czasopisma na poziomie inżyniersko-technicznym

— członkowie Stowarzyszeń Technicznych, zrzeszonych w NOT, przy indywidualnym zgłaszaniu prenumeraty czasopism technicznych wydawanych przez NOT, bez względu na ilość abonowanych egzemplarzy, oraz przy zgłaszaniu prenumeraty zbiorowej powyżej pięciu egzemplarzy jednego z czasopism technicznych wydawanych przez PWT i WK;

— studenci wyższych uczelni przy zgłaszaniu prenumeraty zbiorowej powyżej pięciu egzemplarzy jednego z czasopism technicznych wydawanych przez NOT, PWT, WK, poprzez koło naukowe lub inne zrzeszenie studentów wyższych uczelni.

Przy zgłaszaniu prenumeraty czasopism zaliczonych do grupy B

— członkowie związków zawodowych — poprzez oddział związku lub radę zakładową,

— uczniowie szkół zawodowych — poprzez dyrekcję szkoły,

— kluby racjonalizatorskie, przy zgłaszaniu prenumeraty zbiorowej powyżej pięciu egzemplarzy jednego z czasopism technicznych wydawanych przez NOT, PWT, WK.

Jednocześnie przypominamy, że zamówienia na prenumeratę normalną i ulgową czasopism technicznych wydawanych przez NOT należy kierować na adres: Warszawa, ul. Czackiego 3/5 — Dział Czasopism Technicznych, a należności przekazywać na konta PKO dla każdego czasopisma oddzielnie.

Członkowie Stowarzyszeń zrzeszonych w NOT wpłacają należności za prenumeratę ulgową czasopism technicznych wydawanych przez NOT tylko na jedno konto PKO— I-16598/110, bez względu na tytuł zamawianego czasopisma.

Zgłoszenia prenumeraty i przekazywanie należności za czasopisma wydawane przez PWT, WK należy przysyłać bezpośrednio na adresy i nr nr kont PKO podane przy każdym tytule czasopisma.

Uwaga: cena 1 egz. czasopisma „Horyzonty Techniki“ w prenumeracie normalnej i ulgowej jest jednako-