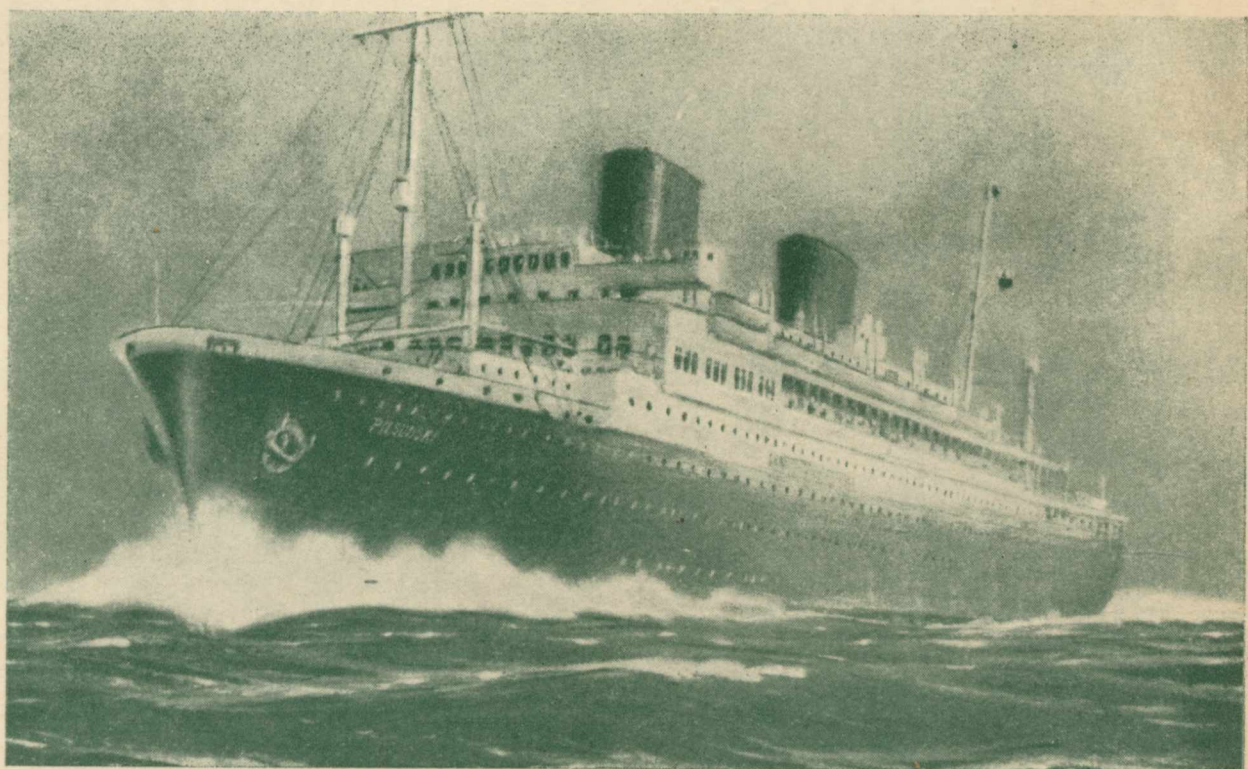


PRZEGLĄD MECHANICZNY

DAWNIEJ „MECHANIK”



WIDOK BUDOWANEGO OBECNIE WE WŁOSZECH POLSKIEGO OKRĘTU TRANSATLANTYCKIEGO „PIŁSUDSKI”

ENERGETYKA

KONSTRUKCJA

OBROBKA METALI

METALoznawstwo

ORGAN STOWARZYSZENIA INŻYNIERÓW MECHANIKÓW POLSKICH

ROK 1935

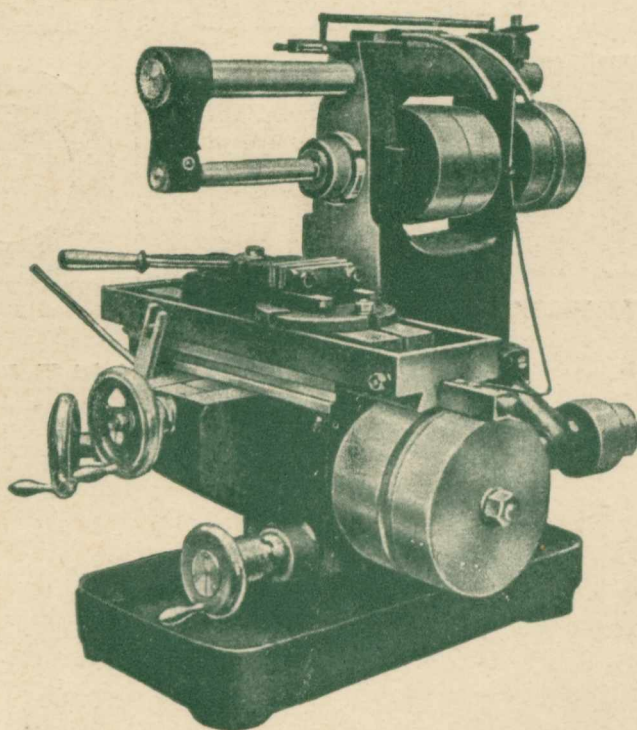
Nr. 2

„P I O N I E R”

F A B R Y K A O B R A B I A R E K

SP. Z OGR. ODP.

WARSZAWA, UL. KROCHMALNA 71 TEL.: 6 95-86, 6 95-83



Frezarka pozioma stołowa

Serjowa
fabrykacja
precyzyjnych
obrabiarek
do metali

OFERTY NA ŻĄDANIE

SP. AKC. J. JOHN W ŁODZI

WYKONYWA W ODDZIELE **OBRABIAREK:**

TOKARKI SZYBKOBIEŻNE o wzniesieniu kłów 230, 650, 300 mm.
dla napędu elektrycznego oraz z pędni.

TOKARKI o wzniesieniu kłów 150 mm dla napędu nożnego.

WIERTARKI SŁUPOWE o największej średnicy wiercenia 32 i 40 mm.

APARATY, KOTŁY i MISY z żeliwa ługo-kwaso- i ogniodpornego.

BIURA WŁASNE:

WARSZAWA, POZNAŃ, KRAKÓW, LWÓW, GDAŃSK, KATOWICE

Wpływ przewężenia na wydłużalność próbek przy rozrywaniu*)

Dr. inż. A. Krupkowski, Profesor Akademii Górniczej w Krakowie

Zależność pomiędzy wydłużeniem a długością pomiarową próbki. — Wzór autora, ujmujący charakter odkształcenia na całej długości próbki. — Próby zastosowania tego wzoru do przeliczania wyników rozrywania próbek 5-krotnych na 10-krotne dają wyniki dodatnie. — Spółczynnik k , jako funkcja wydłużenia przewężeniowego. — Stwierdzenie, że wzór daje przybliżoną regułę podobieństwa. — Zastosowanie wzoru do próbek według polskich norm wojskowych.

ZAGADNIENIE dotyczące zależności pomiędzy wydłużeniem przy rozerwaniu a pomiarową długością próbki jest wciąż aktualne i właściwie do tej pory nie zostało rozwiązane w sposób zadowalający. Prawo podobieństwa, odkryte w r. 1878 przez Labasteur'a i Marie'go¹⁾, nieco ten problem wyjaśniło. Jak wiadomo, głosi ono, że wydłużalność prętów okrągłych jest stała, o ile zachowany jest stosunek długości pomiarowej (l_0) do średnicy (d_0). Jednakże na podstawie tej reguły nie możemy wcale wnioskować, jak będą się wydłużać próbki, w których stosunek $\frac{l_0}{d_0}$ ulega zmianie.

W roku 1905 C. Bach podał wzór na wydłużalność metali w zależności od długości pomiarowej (l_0):

$$A = a + \frac{b}{l_0}, \dots \dots \dots (1)$$

gdzie A — wydłużalność, a i b — współczynniki charakterystyczne dla danego metalu.

Według badań C. Bacha i E. Baumanna (1916 r. i 1924 r.)²⁾, W. Gordona (1925 r.)³⁾ oraz G. Sachsa (1929 r.)⁴⁾ powyższy wzór (1) sprawdza się dosyć dobrze, wymaga jednak znajomości dwóch współczynników. Ponadto należy zwrócić uwagę, że wyrażenie (1) doprowadza do nieskończonej wydłużalności $A \rightarrow \infty$ przy nieskończonej małej długości $l_0 \rightarrow -\infty$, co jest w jawnej sprzeczności z doświadczeniem.

Zależność podobna do (1)

$$A = a + \frac{b}{l_0}, \dots \dots \dots (2)$$

*) Referat wygłoszony na VIII Zjeździe Inż. Mech. Polskich.

¹⁾ Prawo jednakowych wydłużeń przy rozrywaniu geometrycznie podobnych próbek. Barba rozszerzył to prawo na próbki o przekroju prostokątnym.

²⁾ Bach C. i Baumann R. Z. d. Ver. deutsch. Ing. 60 (1916) 854. Bach C. i Baumann R. Elastizität und Festigkeit, Berlin 1924.

³⁾ Gordon W. Revue de Métall. 22 (1925) 686.

⁴⁾ Sachs G. Mitt. der deutschen Materialprüfungsanstalten, Sonderheft 2, str. 114. 1926.

doprowadza do gorszych wyników, jak wynika to z prac W. Gordona (1925 r.) i G. Sachsa (1929 r.).

Pozatem należy przytoczyć jeszcze wyrażenie zaproponowane w r. 1922 przez C. A. Bartella

$$A = \frac{A_n}{\left(\frac{l_0}{11,3 \sqrt{F}}\right)^p}, \dots \dots \dots (3)$$

gdzie A_n — normalne jednostkowe wydłużenie przy rozerwaniu na długości $l_0 = 10d_0$, F — przekrój pręta, p — stała zależna od metalu.

Analizując zjawiska, zachodzące przy odkształcaniu się rozciąganych metali, zwróciłem już uwagę⁵⁾, że wzór empiryczny nie może dać dobrych wyników, a jedynie mógłby znaleźć zastosowanie wzór teoretyczny, który ujmowałby charakter odkształcenia na całej długości próbki, aż po szyjkę przewężenia. W wyniku szeregu rozważań doszedłem do wniosku, że najlepiej ilustrują swobodne rozciąganie okrągłych prętów metalowych dwa równania, znajdujące się ze sobą w ścisłym związku.

$$A_m = a + \frac{\frac{C}{1-C} - a}{km \left(\frac{C}{1-C} - a \right) + 1} \dots \dots \dots (4)$$

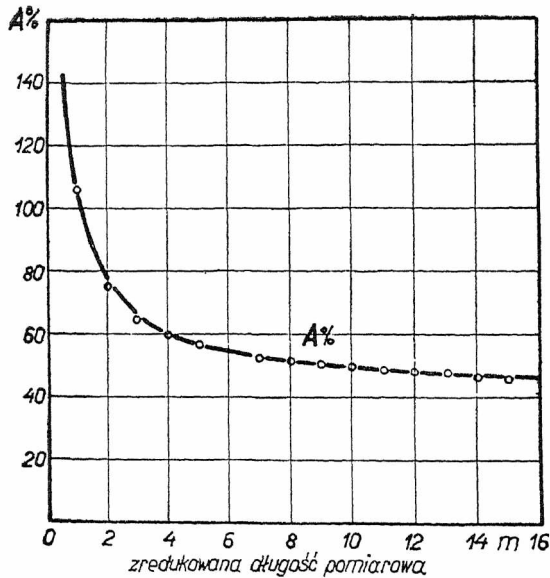
$$\frac{d_m}{d_0} = \sqrt[3]{1 + a + \frac{\frac{C}{1-C} - a}{\left[km \left(\frac{C}{1-C} - a \right) + 1 \right]^2}} \dots \dots \dots (5)$$

A_m — jest wydłużeniem przy rozerwaniu na długości $l_0 = md_0$,

⁵⁾ Prace Zakładu Metalurgicznego Politechniki Warszawskiej prowadzone pod kierunkiem Prof. Dr. W. Broniewskiego: Tom. II. Dr. inż. A. Krupkowski: „Mechaniczne własności miedzi”, wydane nakładem Akademii Nauk Technicznych r. 1930. A. Krupkowski: Propriétés mécaniques du cuivre, Revue de Métallurgie 28. (1931), 529, 598, 641. 29. (1932), 16, 74.

d_0 — początkowa średnica próbki, d_m — średnica próbki po rozerwaniu,
 C — przewężenie w szyjce przy rozerwaniu,
 a — współczynnik równomiernego jednostkowego wydłużenia,
 k — współczynnik zależny od metalu.

Jednocześnie wykazałem, że zależność (4) ilustruje dobrze wydłużalność miedzi wyzarzonej, jak to wyjaśnia rys. 1. Wzór (4) nie jest łatwy do obliczeń, gdyż zawiera kilka wartości pomiarowych.



Rys. 1. Całkowite jednostkowe wydłużenie A próbki rozerwanej z miedzi wyzarzonej w zależności od zredukowanej pomiarowej długości m .
 Linja wykreślona według wzoru punkty — na podstawie doświadczenia

Pragnąłbym tutaj wykazać na przykładach, że wzór (4) da się doprowadzić do formy dogodniejszej po odpowiednich przekształceniach.

Równanie (5) może przybrać postać

$$\left[\frac{d_0}{d_m} \right]^2 = 1 + a + \frac{C}{1-C} - a \cdot \frac{1}{\left[km \left(\frac{C}{1-C} - a \right) + 1 \right]^2} \quad (6)$$

Oznaczmy przewężenie w odległości $l_0 = md_0$ przez C_m ; w myśl rysunku 2:

$$C_m = 1 - \left[\frac{d_m}{d_0} \right]^2 \quad (7)$$

Z porównania (6) i (7) dostaniemy

$$\frac{1}{1 - C_m} = 1 + a + \frac{C}{1-C} - a \cdot \frac{1}{\left[km \left(\frac{C}{1-C} - a \right) + 1 \right]^2} \quad (8)$$

a biorąc pod uwagę (4)

$$\frac{1}{1 - C_m} = 1 + a + \frac{(A_m - a)^2}{C - a} \quad (9)$$

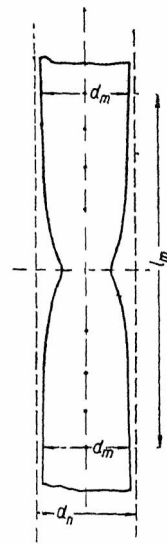
dochodzimy do:

$$a = \frac{C}{1-C} - \frac{C_m - A_m^2}{1 - C_m - 2A_m} \quad (10)$$

$$k = \left[\frac{1}{A_m - a} - \frac{1}{C - a} \right] \cdot \frac{1}{m} \quad (11)$$

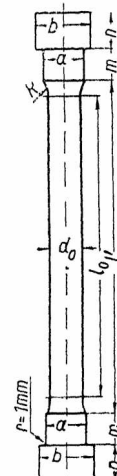
Mając współczynniki a i k z danych doświadczalnych według (10) i (11), można wyznaczyć dowolną wydłużalność na odcinku $l_0 = md_0$ ze wzoru (4)

Wzory (10), (11) i (4) stosują się właściwie do prętów swobodnie rozciąganych. Natomiast w rzeczywistości musimy uwzględnić wpływ główek próbek na ich wydłużalność. Stąd też przy rozrywaniu próbek danego kształtu możemy uzyskać nieco inne wartości współczynników k i a niż przy swobodnym rozciąganiu dostatecznie długiego pręta. Zresztą niektóre typy próbek tak zostały opracowane, ażeby metalowi zapewnić możliwie swobodne odkształcenie. Do takich należą próbki wojskowe, opracowane przez Komisję Normalizacyjną M. S. Wojsk.



Rys. 2. Schemat konturów rozerwanej próbki miedzi.

d_n d_0 — początkowa średnica,
 d_m — średnica po odkształceniu na końcach odcinka l_m



Rys. 3. Schemat próbki na rozciąganie według projektu Polskich Norm Wojskowych

Na rys. 3 podany jest schemat próbki typu wojskowego. Zauważyć możemy charakterystyczne łagodne 2-stopniowe przejście od główek do części cylindrycznej, pozatem długość cylindrycznej części obliczona jest z pewnym zapasem i przekracza długość pomiarową.

TABLICA I
 Skład chemiczny metali użytych do badań.

Metale	Temperatura wyzarzania	Cu %	Ni %	Al %	Zn %	Fe %	Mn %	Pb %	S %	C %	Si %	Sn %	P %
Glin	300°	brak	—	reszta	—	0,58	—	—	—	—	0,14	—	—
Miedź	500°	99,91	brak	—	ślady	brak	—	0,035	0,005	—	—	—	—
Mosiądz α	500°	71,48	—	—	28,62	—	—	—	—	—	—	—	—
Mosiądz $\alpha + \beta$	500°	59,30	—	—	reszta	0,036	—	1,28	—	—	—	0,03	—
Nikiel	750°	—	reszta	—	—	0,17	0,11	—	0,03	0,16	—	—	—
Żelazo Armco	750°	0,108	—	—	—	reszta	0,005	—	0,021	0,03	0,02	—	0,01
Stal	—	—	—	—	nie analizowano	—	—	—	—	0,7	—	—	—

Na podstawie wzorów (4), (10) i (11) można z próby rozerwania, przeprowadzonej na próbce 5-krotnej (A_5), określić wydłużenie odpowiadające próbce 10-krotnej (A_{10}). Przez porównanie wyników doświadczalnych z obliczonymi możemy sobie wyrobić sąd, w jakim stopniu wyprowadzone wzory odpowiadają rzeczywistości.

Do badań użyto szeregu metali, których skład podaje tabela 1. Celem ujednostajnienia własności próbek poddano je wyżarzaniu w próżni w odpowiednich temperaturach w ciągu $\frac{1}{2}$ godziny. Próbkę wytaczano według norm wojskowych, przyczem dla kilku metali stosunek $l_0 : d_0$ odbiegał nieco od przyjętych norm.

Tabela 2 podaje zestawienie wyników, osiągniętych przy rozrywaniu krótkich próbek, zaś tabela 3 — długich. Z danych doświadczalnych tabeli 2 można wyprowadzić wartości a i k według równań (10) i (11). Jako przykład, przytaczam miedź.

TABELA 2
Własności mechaniczne próbek krótkich

Nr.	Metale	d_0 mm	m	A_m %	C %	C_m %	R kg/mm ²	k	a %	B
1	Glin	4,99	5	28,5	89,5	6,2	9,3	0,860	5,90	12
2	"	5,53	4,5	32,4	87,9	7,8	9,1	0,864	7,60	14
3	Miedź	5,01	5	60,4	74,7	29,5	22,6	0,917	40,3	0,39
4	Mosiądz α	5,03	5	63,1	79,1	30,8	35,3	0,956	43,4	0,30
5	Mosiądz $\alpha + \beta$	5,01	5	47,6	57,2	27,0	39,9	1,46	35,6	1,02
6	Nikiel	5,22	4,8	60,2	80,7	29,1	39,2	0,988	40,2	0,26
7	Żelazo Armco	4,97	5	43,1	74,2	19,0	32,9	0,914	22,9	0,37
8	Żelazo Armco	5,42	4,6	46,8	72,1	24,2	32,6	0,801	22,5	0,42
9	Stal 0,7 C	5,01	5	18,5	43,0	8,1	86,8	1,42	0,69	1,46

W tym wypadku próba na rozerwanie dała:

$$C = 1 - \left[\frac{2,52}{5,005} \right]^2 = 0,747;$$

$$A_5 = \frac{15,11}{25,00} = 0,604.$$

Średnica na odcinku pomiarowym $m = 5$ wynosiła: 0,421 mm, 0,421 mm, 0,421 mm, 0,420 mm, co średnio wynosi

$$d_m = 4,208 \text{ mm, stąd}$$

$$C_5 = 1 - \left[\frac{4,208}{5,005} \right]^2 = 0,295.$$

Z powyższych danych otrzymujemy:

$$(10) \quad a = 0,403,$$

$$(11) \quad k = 0,917,$$

$$(4) \quad A_m = 0,403 + \frac{1}{0,917m + 0,392}$$

TABELA 3.
Własności mechaniczne próbek długich

Nr.	Metale	d_0 mm	m	A_m %	C %	R kg/mm ²
1	Glin	5,51	9,1	18,4	87,8	9,0
2	"	4,99	10	17,3	87,5	9,1
3	Miedź	4,99	10	50,0	74,9	22,5
4	"	9,99	10	49,03	75,9	22,1
5	Mosiądz	5,03	10	53,3	80,5	35,5
6	Mosiądz $\alpha - \beta$	4,97	10	44,4	57,8	40,2
7	Nikiel	5,45	9,2	47,3	83,6	—
8	Żelazo	5,26	9,5	34,85	74,4	32,0
9	"	4,99	10	36,4	75,0	32,3
10	Stal 0,7 C	5,00	10	15,1	40,0	87,8

W podobny sposób uzyskujemy współczynniki a i k dla szeregu metali; ich zestawienie zawiera tabela 2. Otrzymane wartości pozwalają w myśl (4) obliczyć wydłużalność długich próbek. Znalezione dane można z kolei porównać z wynikami doświadczeń (tabela 3). Odpowiednie zestawienie wydłużalności obliczonej i znalezionej podaje tabela 4.

TABELA 4
Porównanie wyników doświadczalnych z wynikami obliczeń

Kolumna 3 zawiera wydłużalność według wzorów (10), (11) i (4).
Kolumna 4 podaje wydłużalność przy stosowaniu wzorów (25) i (26).

Nr.	Metale	1 m	2 A_m % znalezione	3 A_m % obliczone	4 A_m % obliczone
1	Glin	9,1	18,4	19,3	17,7
2	"	10	17,3	18,2	18,2
3	Miedź	10	49,5	50,8	51,7
4	Mosiądz α	10	53,3	53,5	54,1
5	Mosiądz $\alpha + \beta$	10	44,4	42,0	41,6
6	Nikiel	9,2	47,3	51,0	50,4
7	Żelazo Armco	9,5	34,9	34,4	34,7
8	"	10	36,4	33,8	36,9
9	Stal 0,7 C	10	15,1	13,3	14,9

Do obliczeń kolumny 3 przyjęto z danych tabeli 2 następujące wartości średnie: dla glinu: $k = 0,862$, $a = 6,75\%$, $B = 0,13$; dla żelaza: $k = 0,858$, $a = 22,7\%$, $B = 0,395$.

Przy wyliczaniu wartości wydłużalności podanych w kolumnie 4 brano metale parami w ten sposób, ażeby numery tablicy 2 i 4 wzajemnie sobie odpowiadały.

Jak możemy osądzić, zgodność pomiędzy kolumną 2 i 3 tej tabeli jest zadowalająca. Poszczególne odchylenia idą w różnych kierunkach i zawarte są w granicach błędów doświadczalnych, wywołanych niejednorodnością materiału, skazami przy obtaczaniu i t. p. czynnikami ubocznymi. Naprzykład użyte do badań żelazo Armco pochodzenia niemieckiego zawierało dużo żużla widocznego pod mikroskopem, stąd jest rzeczą zrozumiałą, że taki materiał może dać pewne odchylenia przy próbie. Istotnie, przy próbce $m = 9,5$ (tab. 3) uzyskano $A = 34,9\%$, gdy w tym samym czasie próbka $m = 10$ dała $A = 36,4\%$, a należało oczekiwać wręcz odmiennych wyników. Z tego też względu zgodność pomiędzy obliczonymi i znalezionymi wartościami nie może być większa od tej, jaką się osiąga przy rozrywaniu dwóch jednakowych próbek tego samego metalu.

Współczynnik k jest związany z własnościami materiału. Ponieważ wyznacza on wydłużalność przewężeniową, przeto powinien znajdować się w zależności od $\left[\frac{C}{1-C} - a \right]$, to jest

$$k = f \left(\frac{C}{1-C} - a \right) \dots (12)$$

lub — oznaczając $\frac{1}{\frac{C}{1-C} - a}$ symbolem B —

$$k = f(B) \dots (13)$$

Zależność (13) można ujawnić, opierając się na następujących rozważaniach teoretycznych. Przypuśćmy, że rozerwalimy pręt z plastycznego me-

tału o znacznym przewężeniu (C). Ze środkowej części możemy wykroić odcinek, obejmujący szybkę przewężenia. Pozostałe dwa kawałki złożone razem będą nam ilustrowały metal o mniejszym przewężeniu (C_x). Ażeby wydłużalność była odniesiona do tej samej co poprzednio pierwotnej długości pomiarowej, musimy jednocześnie posunąć się poza dawne kreski, odpowiadające $m = l_0 : d_0$, tak daleko, aż przybrany materiał zrównoważy objętościowo wykrojony środek. Obliczmy teraz nowe wartości przewężenia (C_x) i wydłużenia (A_x) przy zerwaniu.

Zakładając, że przewężeniu C odpowiada współczynnik k₀, a C_x — współczynnik k_x, z równania (8) dostaniemy

$$\frac{C_x}{1-C_x} - a = \frac{\frac{C}{1-C} - a}{\left[k_0 x \left(\frac{C}{1-C} - a \right) + 1 \right]^2} \quad (14)$$

stąd wprowadzając

$$B_x = 1 : \left(\frac{C_x}{1-C_x} - a \right) \quad (15)$$

otrzymamy

$$B_x = \frac{\left[k_0 x \left(\frac{C}{1-C} - a \right) + 1 \right]^2}{\frac{C}{1-C} - a} \quad (16)$$

przyczem x oznacza długość wykrojonego odcinka przed odkształceniem, wyrażoną w wielokrotności średnicy początkowej.

Pozatem z równ. (4) dochodzimy do:

$$A_x = a + \frac{\frac{C_x}{1-C_x} - a}{k_x m \left(\frac{C_x}{1-C_x} - a \right) + 1} \quad (17)$$

Wydłużenie przewężeniowe

$$b_x = A_x - a, \quad (18)$$

skąd uzyskamy, biorąc pod uwagę (17) i (18),

$$b_x = \frac{1}{k_x m + B_x} \quad (19)$$

Ostateczny wzór brzmi:

$$k_x = \left[\frac{1}{b_x} - B_x \right] : m \quad (20)$$

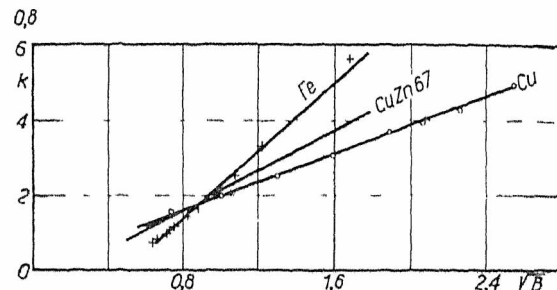
Wydłużenie przewężeniowe można wyliczyć, opierając się na (19)-tym wzorze cytowanej już pracy (A. Krupkowski, 1930, str. 13):

$$b_x = \left[(m+x) \left(1 + \frac{\frac{C}{1-C} - a}{k_0 (m+x) \left(\frac{C}{1-C} - a \right) + 1} \right) - x \left(1 + \frac{\frac{C}{1-C} - a}{k_0 x \left(\frac{C}{1-C} - a \right) + 1} \right) \right] : m - 1 \quad (21)$$

Wreszcie więc na podstawie wzorów (16), (20) i (21) można znaleźć $k = f(B)$, o ile wykonamy

tylko jedną próbę rozciągania dostatecznie plastycznego metalu. Weźmy jako przykład miedź wyżarzona. Przy jej rozerwaniu osiągnąłem (A. Krupkowski, 1930, l. c.): $C = 0,75$, $a = 0,409$, $k_0 = 1,20$. Przyjmując, że pomiarowa długość równa jest 10-krotnej średnicy, to jest, że $m = 10$, oraz zakładając kolejno $x = 0, 0,1, 0,2, 0,3$ i tak dalej, wyprowadzimy ze wzorów (16), (20) i (21) szereg odpowiadających sobie wartości współczynników k i B_x. Otrzymane dane ilustrują bieg funkcji $k = f(B)$ ⁶⁾, podany na rys. 4 (linja Cu). Możemy z łatwością stwierdzić, że interesująca nas zależność da się wyrazić wzorem

$$k = p \sqrt{q} B. \quad (22)$$



Rys. 4. Zależność k = f(B).

Linja Cu została wykreślona według wzoru teoretycznego na podstawie próby rozerwania Prosta Fe wyznaczono z danych Prof. W. Broniewskiego i Króla (1933). Bieg linii Cu/Zn 67 oparto na wynikach Prof. W. Broniewskiego i Pełczyńskiego (1934).

Równanie (22) potwierdza się doświadczalnie. Możemy się tutaj oprzeć na wynikach osiągniętych przez Prof. Dr. W. Broniewskiego i współpracowników⁷⁾ przy badaniu zgniecionego żelaza oraz mosiądzów. Tak więc żelazo powyżej zgiętu z = 12,75% nie ujawnia przy zrywaniu wcale równomiernego wydłużenia (a = 0). W tym wypadku wyrażenia (15) i (20) przybierają nader prostą postać:

$$B = \frac{1-C}{C}, \quad (23)$$

$$k = \left[\frac{1}{b} - \frac{1-C}{C} \right] \quad (24)$$

Znając odpowiednie wartości przewężenia (C) oraz wydłużenia przewężeniowego (b), znajdziemy według (23) i (24) dane do wyznaczenia $k = f(B)$ (linja Fe, rys. 4). W podobny sposób została wykreślona linja dla mosiądzu plastycznego (CuZn 67).

Obserwując bieg prostych na wykresie 4, dochodzimy do wniosku, że wyrażenie (22) potwierdza się. Gdyby linje (Fe) i (CuZn 67) biegły razem, świadczyłoby to o istnieniu następującej reguły podobieństwa: próbki po zerwaniu są geometrycznie podobne, gdy zwiężenie w szyjce, odniesione do średnicy uzyskanej w chwili osiągnięcia granicy

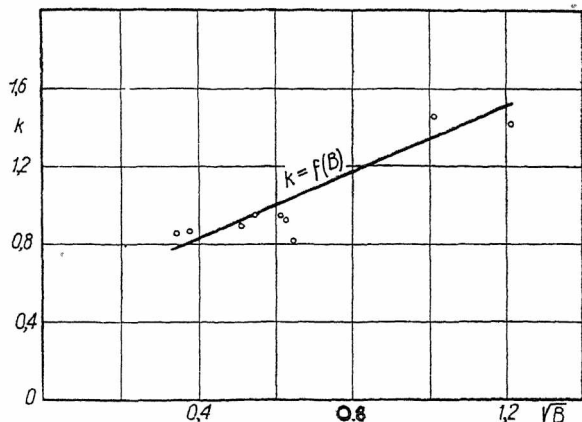
⁶⁾ Po ujawnieniu charakteru funkcji $k = f(B)$ celem uproszczenia będzie opuszczony indeks x przy dalszych symbolach

⁷⁾ Prace Zakładu Metalurgicznego Politechniki Warszawskiej prowadzone pod kierunkiem Prof. Dr. W. Broniewskiego, wydane nakładem Akademii Nauk Technicznych. Tom III rok 1933, str. 27; W. Broniewski i J. Król, Badania nad zgięciem żelaza Tom IV r. 1934, str. 17. W. Broniewski i T. Pełczyński. O zgięciu, odpuszczaniu i wyżarzaniu mosiądzów.

równomiernego wydłużenia, jest równe. Inaczej mówiąc, podobieństwo uwarunkowane jest równaniem

$$\frac{C}{1-C} - a = \text{const.}$$

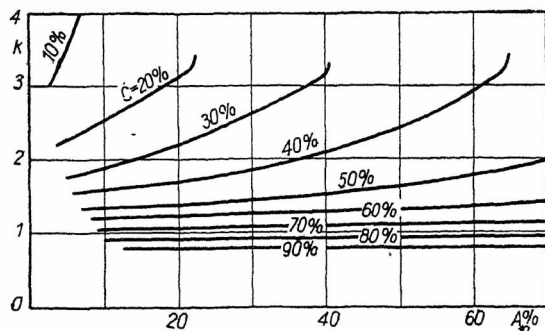
W rzeczywistości jednak krzywe doświadczalne na rys. 4 rozchodzą się, co świadczy o tym, że każdy metal przy rozciąganiu zachowuje do pewnego stopnia swą indywidualność i że podobień-



Rys. 5. Zależność $k = f(B)$ dla próbek wytoczonych według norm wojskowych.

stwo próbek po zerwaniu jest tylko przybliżone. Stąd wypływa trudność ustalenia ścisłego uniwersalnego wzoru, któremu podlegałyby wszystkie metale.

Przybliżona reguła podobieństwa próbek rozrywanych może też oddać przysługę. Na rys. 4 stwierdzamy stały wzrost współczynnika k w zależności od (B) , przy czym charakter tego wzrostu jest taki, jak przewidywaliśmy, wychodząc z czysto teoretycznych przesłanek. Pozatem należy zauważyć, że rozejście się doświadczalnych krzywych (Fe) i (CuZn 67) w miarę wzrostu B jest niejako sztucznie wyolbrzymione. Tak więc dla ostatniego punktu prostej, odpowiadającej żelazu, mamy $k=5,6$, co odpowiada wydłużeniu $b=1,7\%$. Gdyby wartość tego współczynnika wynosiła $k=4$, tak jak dla mosiądzu (CuZn 67), w takim razie $b=2,3\%$. Różnica $2,3 - 1,7 = 0,6\%$ bynajmniej nie jest tak wielka, jak można byłoby sądzić według rysunku 4.



Rys. 6. Zależność współczynnika k od wydłużalności (A_{10}), odpowiadającej 10-krotnej próbce.

Liczby na wykresie odnoszą się do linii stałych przewężeń.

Z kolei przystępujemy do ustalenia $k = f(B)$ dla próbek typu polskich norm wojskowych. Opierając się na danych tabeli 2, rozmieszczamy odpo-

wiednie punkty na wykresie (5): układają się one w bliskości prostej, którą można wyrazić równaniem

$$k = 0,5 + 0,85 \sqrt{B} \dots (25)$$

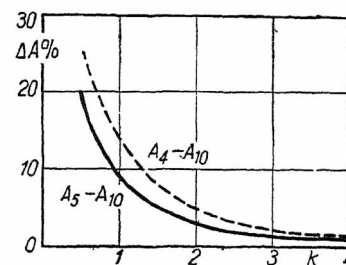
Stąd, mając współczynnik B , obliczony dla szeregu metali przy doświadczeniach z próbkami krótkimi (tab. 2), możemy znaleźć wartość k ze wzoru (25), która pozwoli wyznaczyć różnicę pomiędzy wydłużeniem przy zrywaniu próbki n -krotnej a m -krotnej. Na podstawie równania (4) i (25) różnica ta wynosi

$$A_n - A_m = \frac{1}{mk + \frac{(k-0,5)^2}{0,72}} - \frac{1}{nk + \frac{(k-0,5)^2}{0,72}} \quad (26)$$

Odejmując tę różnicę od wydłużalności próbek krótkich (tab. 2), osiągamy wydłużalność odpowiadającą próbkom długim. Kolumna 4 tabeli 4 podaje wyniki przeliczeń. Możemy ustalić dostateczną zgodność tej kolumny (4) z (2).

Na podstawie wzorów (15), (17) i (25) możemy uzyskać szereg wykresów $k = f(A_m)$, odpowiadających różnym wartościom przewężenia C_1, C_2, C_3 i tak dalej, przy czym początkową pomiarową długość uważamy za stałą ($m = \text{const.}$). Sposób obliczenia jest następujący. Zakładamy jakąś wartość przewężenia $C_p = \text{const.}$ Podstawiając we wzorze (15) kolejno a_1, a_2, a_3, \dots otrzymamy szereg wartości B_1, B_2, B_3, \dots , skąd według (25) zdobywamy odpowiednie k_1, k_2, k_3, \dots , a te znowu — zgodnie z wyrażeniem (17) — pozwolą wyznaczyć A_1, A_2, A_3, \dots

Rys. 6 podaje uzyskane w ten sposób krzywe, odpowiadające 10-krotnej długości pomiarowej. Widzimy, że na wielkość współczynnika k wpływa nie tylko wydłużenie przy rozerwaniu (A), lecz także przewężenie (C).



Rys. 7. Różnica pomiędzy wydłużalnością próbki 5-krotnej i 10-krotnej w zależności od współczynnika k .

Rys. 7 ilustruje obliczoną według (26) różnicę wydłużalności pomiędzy 5-krotną i 10-krotną próbką typu polskich norm wojskowych, wykreślona w zależności od współczynnika k . Porównując rys. (6) z (5), dochodzimy do przekonania, że największą różnicę w wydłużalności wykażą metale o dużym przewężeniu. Metale o małym przewężeniu nie powinny ujawnić większych różnic w wydłużalności przy zrywaniu krótkich i długich próbek. Pozatem rysunki (6) i (7) unaoczniają nam, że różnica wydłużalności przy stosowaniu różnego typu próbek da się przedstawić na wykresie jako zależność

$$A_n - A_m = F(C, A_m, n, m) \dots (27)$$

i może być badana doświadczalnie bez opierania się na teoretycznych założeniach.

W zakończeniu pragnąłbym zaznaczyć, że niniejszy szkic bynajmniej nie wyczerpuje całości zagadnienia, gdyż przeprowadzono doświadczenia nieliczne i oparte jedynie na próbkach wytocz-

nych według norm wojskowych. Powstaje więc pytanie, jak się przedstawia wydłużalność odmiennego typu próbek, w których odkształcenie metalu jest mniej swobodne, a wpływ główek większy. Wydaje się jednak prawdopodobne, że i w tym wypadku wyprowadzone wzory w pewnej modyfikacji znalazłyby zastosowanie.

• • •

L'influence de la contraction sur l'allongement des éprouvettes au cours des essais à traction.

R é s u m é

Après avoir rappelé les formules représentant la relation entre l'allongement et la longueur de mesure d'une éprouvette, déduites par Labasteur et Marie, Bach, Bartell et d'autres, l'auteur constate qu'une formule empirique ne peut pas donner de résultats satisfaisants et que seulement une formule théorique, représentant le caractère de la dé-

formation sur toute la longueur d'une éprouvette, pourrait être appliquée avec succès.

Il donne une formule de ce genre (4) en fonction de la contraction de l'éprouvette et montre les résultats de son application (après quelques transformations) pour le calcul de l'allongement d'une éprouvette d'une longueur $l = 10 d$, d'après la valeur obtenue pour l'éprouvette $l = 5 d$, pour divers métaux, en comparant ces résultats avec les données expérimentales.

Les résultats étant satisfaisants, l'auteur passe à l'analyse du coefficient k de sa formule, montre son calcul en fonction de la contraction et de l'allongement dû à la contraction et donne la valeur de ce coefficient pour divers métaux (fig. 4). L'analyse de ces données le conduit à la conclusion que chaque métal conserve son individualité au cours de la traction et que la similitude des éprouvettes n'est qu'approximative.

Ensuite l'auteur s'occupe de la détermination du coefficient k pour les éprouvettes du type admis par les normes polonaises militaires.

W sprawie norm odbioru turbin parowych

Dr. Inż. **W. Borowicz**,
Profesor Politechniki Łwowskiej

Zarzuty stawiane przez autora zastosowanym w normach wzorom do przeliczania zmierzonego rozchodu pary na warunki gwarancyjne. — Przeliczenie rozchodu pary w turbinach przeciwpięznych i kondensacyjnych. — Proponowane poprawki w normach.

W PROJEKCIE norm $\frac{PN}{R-201}$ z dnia 12.I.1934 oraz w zmienionym projekcie z dnia 6.V.34 są przewidziane w § 54 i 60 wzory, według których „powinny być dokonane przeliczenia” zmierzonego rozchodu pary na warunki gwarancyjne, wzgl. odwrotnie.

Ustalenie takich wzorów jest jednak rzeczą bardzo trudną, jeżeli nie wprost niemożliwą; należałoby tu uwzględnić, oprócz zmian parametrów pary, jeszcze właściwości konstrukcyjne różnorodnych typów turbin. Tę trudność zrozumiała Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna C E I, obradująca w Nowym Jorku w roku 1926, która „uchwaliła jednomyślnie, że nie należy podawać ogólnych wzorów dla poprawek, dotyczących odchyień warunków w czasie badań odbiorczych od warunków gwarancyjnych. Liczbowe wartości tych poprawek powinny być ustalone osobno dla każdej turbiny i dla każdej jej odmiany”. W tym celu „mają być przeprowadzone dodatkowe badania”, przyczem zwrócono uwagę na to, że „dodatkowe badania mogą rozwinąć się do rozmiarów dużego elaboratu”. Publikacja tejże Komisji z roku 1931 (zeszyt 45) w sprawie turbin parowych również nie przewiduje specjalnych wzorów, natomiast w § 106 podaje, że „cyfrowe wartości poprawek powinny być ustalone dla turbiny przed próbami”, a w jaki sposób ma się to odbyć — pozostawia uznaniu obu stron zainteresowanych.

Również Niemcy nie podają wzorów na przeliczenie pomiarów w swych „Regeln für Abnahmeversuche an Dampfturbinen”, DIN 1943 z roku 1931 oraz w poprzednim wydaniu z roku 1925, tylko wskazują w § 69 na pewne metody, według których przeliczenie ma nastąpić.

Wzorom w tej formie, w jakiej są ujęte w § 59 projektu Norm Polskich, zarzuciłem, że nie są oparte na podstawach teoretycznych. Na posiedzeniu Komisji Turbin i Maszyn Parowych w Warszawie w dniu 28 maja r. ub. dowiedziałem się od

p. prof. Chrzanowskiego, że autorem przewidzianych w tym § wzorów jest ASEA.

Zajmiemy się sprawą przeliczeń rozchodu pary ab ovo. Jedyny właściwy punkt wyjścia, z jakiego należy przeprowadzić przeliczenie rozchodu pary, jest odniesienie rozchodu pary w obu warunkach (gwarancji i pomiaru) do odpowiednich wyzyskanych spadków cieplnych, otrzymanych z wykresu $i-S$.

Ogólny wzór takiego przeliczenia miałby postać

$$m = m_{zm} \cdot \frac{h_{s\,zm}}{h_{s\,gw}} \cdot \delta, \dots \dots \dots (1)$$

gdzie δ miałyby różne wartości, zależnie od rodzaju turbiny.

Spółczynnik δ można przedstawić jako funkcję stosunku efektywnych spadków cieplnych

$$\delta = \Delta \cdot \frac{\eta_{e\,zm}}{\eta_{e\,gw}} \dots \dots \dots (2)$$

Wobec tego, że z dostateczną dokładnością można założyć, iż mechaniczne współczynniki sprawności pozostają równe w warunkach gwarancji i pomiarów, piszemy

$$\eta_{m\,gw} = \eta_{m\,zm} \dots \dots \dots (3)$$

Wtedy

$$\delta = \Delta \cdot \frac{\left(\frac{\eta_e}{\eta_m}\right)_{zm}}{\left(\frac{\eta_e}{\eta_m}\right)_{gw}} \dots \dots \dots (4)$$

albo

$$\delta = \Delta \cdot \frac{\eta_{i\,zm}}{\eta_{i\,gw}},$$

gdzie η_i jest wewnętrznym współczynnikiem sprawności. Przeliczenie sprowadziliśmy więc do postaci

$$m = m_{zm} \cdot \frac{a_{zm}}{a_{gw}} \Delta,$$

gdzie a_{zm} i a_{gw} są to istotnie wyzyskane spadki cieplne (rys. 1).

b) wprowadzić współczynnik, uwzględniający charakter (właściwości konstrukcyjne) turbiny;

c) zmienić wzór w tym kierunku, aby dawał wyniki sprawiedliwe dla obu stron, t. j. dla dostawcy i odbiorcy;

d) poddać rewizji wyrazy *a*, *b*, *c*, celem otrzymania dokładniejszych wyników.

Po przeprowadzeniu tych zmian otrzymamy w najlepszym wypadku wzór, przy którego używaniu będziemy jednak musieli posługiwać się krzywymi. Wobec tego i ta metoda przeliczeń sprawdziła się znowu do formy (1), która jest znacznie prostsza od metody francuskiej.

Ciekawe są wyniki porównań równoległego zastosowania wzorów z § 59 i 60 projektu norm. Porównanie to wykonali pp. inż. Biedrzycki i Pac (T. C. 1929, str. 178).

TABELA I

Moc turbiny w kW	Poprawka według norm francuskich w %	Poprawka według wzoru (9) w ‰
250	2,6	4,8
300	5	5
500	1,9	1,0
1000	2,9	3,6
1400	1,7	1,5

TABELA II

Moc turbiny w kW	Poprawka według norm francuskich w %	Poprawka według wzoru (4a)* w ‰
1200	6,9	14
1850	9,0	16,8
2050	9,0	14,6
2500	6,9	3,1(?)

*) Czy istotnie ta poprawka jest obliczona według wzoru (4a), może również według (9)?

Z tych zestawień można wnioskować, że wyniki otrzymane przez zastosowanie tych wzorów są bardzo rozbieżne. Który z tych wzorów daje poprawniejsze wyniki, z tego porównania wnioskować nie możemy. Może po uwzględnieniu odmiennej interpretacji η_e i δ , według pisma ASEA z dnia 12 czerwca 1934 r., oraz po przeprowadzeniu gruntownej rewizji wzorów francuskich otrzymamy lepszą zgodność wyników.

W każdym razie wzory zamieszczone w § 59 i 60, w obecnej swej postaci, nie nadają się—mojem zdaniem—do umieszczenia w normach polskich. Jeżeli normy mają być niebawem wydane, radzę postąpić w podobny sposób, jak CEI oraz specjalna komisja V. d. I. Mojem zdaniem, odnośne paragrafy należy zredagować w sposób następujący:

§ 58. Celem stwierdzenia, czy gwarantowany rozchód pary zostałby dotrzymany, gdyby badania były wykonane w warunkach przewidzianych w gwarancji, należy zmierzone rozchody pary przeliczyć na warunki gwarancyjne.

Przeliczeń dokonywa się według zasad podanych w następujących § 59, 60 i 61, jednak z uwzględnieniem § 2.

§ 59. Dla turbin przeciwprężnych oraz dla turbin pracujących jako części turbiny, zmierzone rozchody pary przelicza się odwrotnie proporcjonalnie względem spadków adiabatycznych, jeżeli rozprężanie pary odbywa się wyłącznie w obszarze pary przegrzanej.

§ 60. Dla turbin kondensacyjnych oraz dla turbin przeciwprężnych, w których rozprężanie pary przechodzi z obszaru pary przegrzanej w obszar pary wilgotnej, dostawca powinien dostarczyć w terminie przewidzianym w § 10 wykresy, potrzebne do przeliczeń rozchodu pary. Wykresy te należy zbudować na zasadzie zmiany spadku cieplnego przy uwzględnieniu zmiany efektywnej (termodynamicznej) sprawności turbiny".

§ 61. Końcowe zdanie: „Ilość pary pobieranej należy przeliczać według zasad wymienionych w § 59, względnie § 60, zaś ilość pary skroplonej według zasad § 60".

Lwów, dn 6 grudnia 1934 r.

● ● ●

Sur les normes de réception des turbines à vapeur.

R é s u m é

L'auteur montre que les formules, admises par les normes polonaises, pour la comparaison de la consommation de la vapeur pendant l'essai de réception et de la consommation d'après la garantie ne sont pas justifiées théoriquement. Il rappelle le calcul de la consommation de la vapeur par une turbine à contrepression et à condensation et donne son projet des amendements à introduire dans les normes en question.

Metoda stroboskopowa w zastosowaniu do pomiaru siły tłoczenia pras korbowych

Inż. **W. Biernawski**, SIMP, st. asystent Zakładu Obróbki Metali Politechniki Warszawskiej

Sposoby wyznaczania oporów tłoczenia — Metoda pośrednia autora. — Opis aparatury. — Przykład wyznaczenia oporów na prasie mimośrodowej.

Opory tłoczenia, występujące w prasach mimośrodkowych (korbowych), osiągają, jak wiemy, znaczne wartości i są o charakterze wybitnie dynamicznym.

Pomiar takich sił może być dokonany różnymi sposobami, a mianowicie:

1. Przez pomiar bezpośredni lub pośredni sprężystych odkształceń elementów, poddanych bezpośredniemu działaniu sił na nie cisną-

cych. W tym wypadku element sprężysty może przenosić:

- a) całkowitą siłę (membrany stalowe—czujnikowy pomiar odkształceń, kwarc — pomiar napięć),
- b) nieznaczną część siły (membrany stalowe z hydraulicznym przekazywaniem odkształceń lub w połączeniu z elektrolitycznym lub węglowym przekaźnikiem o zmiennej oporności wewnętrznej).

2. Przez pomiar trwałych odkształceń (zgniotki).

Wszystkie wyżej wymienione metody nastroczą wiele trudności zarówno pod względem konstrukcyjnym (przeróbka uchwytów dla tłoczników), jak również samego pomiaru. Dla uniknięcia tych niedogodności, można użyć metody pośredniej, polegającej na pomiarze zmian szybkości kątowych koła zamachowego prasy podczas tłoczenia.

W czasie pracy zjawia się moment hamujący, dzięki któremu koło zamachowe zmienia swą szybkość kątową.

Pomiędzy zmianą szybkości kątowej a momentem hamującym zachodzi zależność:

$$M = J \frac{d\omega}{dt} = J \varepsilon_x, \quad (1)$$

gdzie

M — moment hamujący,

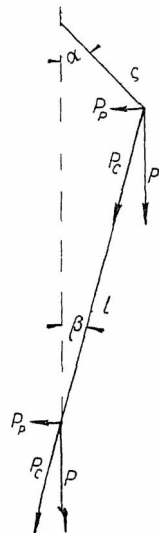
J — moment bezwładności układu ruchomego, zredukowany na oś koła zamachowego,

$\frac{d\omega}{dt} = \varepsilon_x$ — opóźnienie kątowe podczas tłoczenia, po wyłączeniu dopływu energii.

Rozpatrzmy po kolei każdy z tych czynników.

1. Moment hamujący.

Podczas tłoczenia działa na tłocznik siła P , będąca składową pionową siły P_c , przenoszonej przez korbówód, rys. 1.



Rys. 1.

Oznaczmy:

ρ — promień korby (mimośrod),

l — długość korbowodu,

α — kąt bieżący między promieniem a osią prasy,

β — kąt bieżący między korbowodem l a osią prasy,

r — promień wału koła zamachowego,

μ — współczynnik tarcia,

P_p — składową poziomą siły P_c ,

M_t — moment hamujący podczas biegu luzem.

Wobec małej zazwyczaj wartości stosunku $\frac{\rho}{l}$

(np. dla jednej z pras amunicyjnych $\frac{\rho}{l} = \frac{22,5}{445,0} =$

$= 0,0506$) możemy nie brać pod uwagę wpływu tarcia w prowadnicach pionowych suwaka, które pochodzi od składowej poziomej siły, działającej w korbowodzie.

Moment hamujący można wobec tego wyrazić wzorem:

$$M = P\rho \sin \alpha + P_p \operatorname{tg} \beta \cos \alpha + P_c \mu r + M_t \quad (2)$$

Ponieważ $l \operatorname{tg} \beta \approx l \sin \beta = \rho \sin \alpha$,

$$\operatorname{skąd} \quad \operatorname{tg} \beta \approx \frac{\rho}{l} \sin \alpha,$$

$$\operatorname{oraz} \quad P_c \mu r \approx P \mu r,$$

przeto podstawiając otrzymamy:

$$\begin{aligned} M &= P\rho \sin \alpha + P \frac{\rho^2}{l} \sin \alpha \cos \alpha + P \mu r + M_t = \\ &= P \left(\rho \sin \alpha + \frac{\rho^2}{l} \sin \alpha \cos \alpha + \mu r \right) + M_t \quad (3) \end{aligned}$$

Oznaczając

$$\rho \sin \alpha + \frac{\rho^2}{l} \sin \alpha \cos \alpha + \mu r = K_1,$$

uzyskamy wzór o następującej postaci:

$$M = K_1 P + M_t \quad (14)$$

2. Moment bezwładności J układu ruchomego, zredukowany na oś koła zamachowego.

Moment bezwładności J można wyznaczyć na drodze obliczeniowej, co jednak sprawia dość duże trudności, bądź też na drodze doświadczalnej.

Punktem wyjścia jest określenie mocy, pobieranej przez ruchomy układ w czasie biegu luzem, oraz pomiar liczby obrotów koła zamachowego prasy w chwili wyłączenia dopływu energii, jak również pomiar czasu od chwili wyłączenia dopływu energii do chwili całkowitego zatrzymania koła.

Oznaczając przez:

W — moc dostarczoną,

M_t — moment tarcia w chwili biegu luzem,

n — liczbę obrotów w chwili wyłączenia dopływu energii,

t — czas od chwili wyłączenia dopływu energii do chwili zatrzymania koła zamachowego,

η — współczynnik sprawności silnika elektrycznego przy danym obciążeniu W ,

$\varepsilon_l = \frac{d\omega}{dt}$ — opóźnienie kątowe koła zamachowego prasy, biegnącej luzem, po wyłączeniu dopływu energii,

$$\operatorname{otrzymamy:} \quad W = \frac{2\pi M_t n}{60 \cdot 75 \eta} \cdot 736 \text{ watów,} \quad (5)$$

$$\operatorname{stąd} \quad M_t = \frac{60 \cdot 75 W}{2\pi \cdot 736 n} \eta. \quad (6)$$

Z drugiej strony

$$M_t = \varepsilon_l J, \quad (7)$$

$$\operatorname{gdzie} \quad \varepsilon_l = \frac{d\omega}{dt} = \frac{2\pi n}{60 t} = \operatorname{const.} \quad (8)$$

w założeniu ruchu jednostajnie opóźnionego.

Zatem

$$J = \frac{M_t}{\varepsilon_l} = \frac{60 \cdot 75 W \cdot 60 t \cdot \eta}{2\pi \cdot 736 n \cdot 2\pi n} = 9,3 \frac{W t \eta}{n^2} \quad (9)$$

Podstawiając do wzoru (1) wyznaczone wartości M ze wzoru (4) i momentu bezwładności ze wzoru (9), otrzymamy:

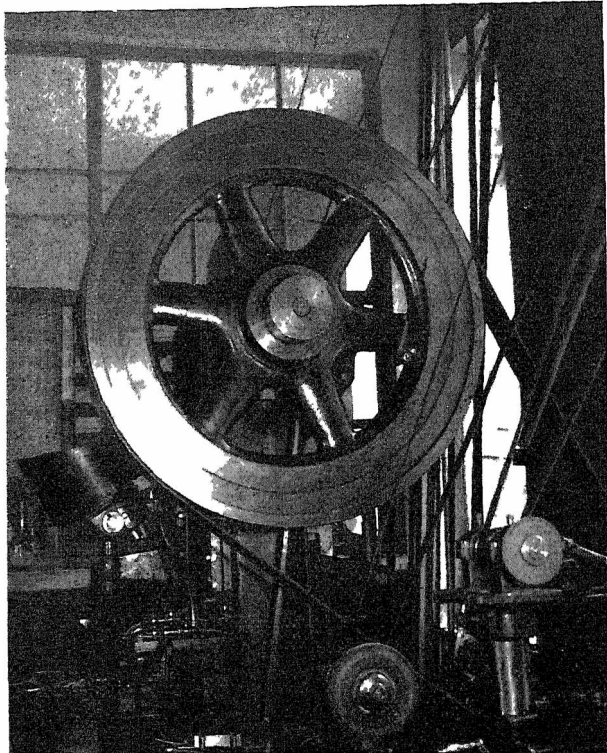
$$K_1 P + M_t = \frac{M_t}{\varepsilon_l} \varepsilon_x,$$

$$\operatorname{stąd} \quad P = \frac{M_t}{K_1} \left(\frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_l} - 1 \right) \quad (10)$$

3. Wyznaczanie $\frac{d\omega}{dt}$ w funkcji kąta α .

Dla określenia przyspieszenia kątowego zastosowano następującą metodę: na kole zamachowym

umieszczono lampkę elektryczną, zasilaną z bateryjki, której włókno żarzące się było fotografowane podczas ruchu koła zamachowego poprzez wirującą tarczę z czterema szczelinami, skierowanymi



Rys. 2. Koło zamachowe prasy. Po stronie prawej widoczna lampka elektryczna, zasilana z bateryjki przytwierdzona do ramienia koła

promieniowo, rys. 2 i 3. Tarcza była napędzana przez silnik elektryczny, którego obroty można było regulować w sposób ciągły zapomocą oporników

Obracająca się tarcza otwierała i przysłaniała obiektyw, wskutek czego wirujący punkt świetlny został zdjęty w postaci szeregu kresiek, rozmieszczonych na obwodzie koła¹⁾

Obroty silnika dobrano w taki sposób, ażeby czas między dwoma następującymi po sobie otwarciem obiektywu wynosił 0,02 sek, czyli liczba obrotów silnika wynosiła 1 500 obr/min

Uzyskanie wymienionej wyżej liczby obrotów osiągnięto drogą synchronizacji obrotów tarczy z częstotliwością prądu zmiennego w sposób następujący: przed wirującą tarczą zawieszono lampkę neonową. Ilość obrotów tarczy regulowano tak długo, póki obserwowana poprzez szczeliny tarczy lampka neonowa nie przestała migać, świecąc stale lub gasnąc zupełnie²⁾.

Otwarcie oraz zamknięcie obiektywu wykonywał obserwator zapomocą elektromagnesu; włączano prąd do elektromagnesu w chwili kiedy tłoczniak znajdował się w najwyższym położeniu i wyłączało na chwilę przed końcem jednego obrotu od tego położenia

Przed rozpoczęciem tłoczenia wyłączało dopływ energii do silnika, wskutek czego tłoczenie odbywa-

¹⁾ W celu uzyskania większej ilości punktów, głównie dla określenia maksymalnej siły tłoczenia, należy umieścić dwie lub trzy lampki na różnych promieniach i w różnych odległościach od osi koła

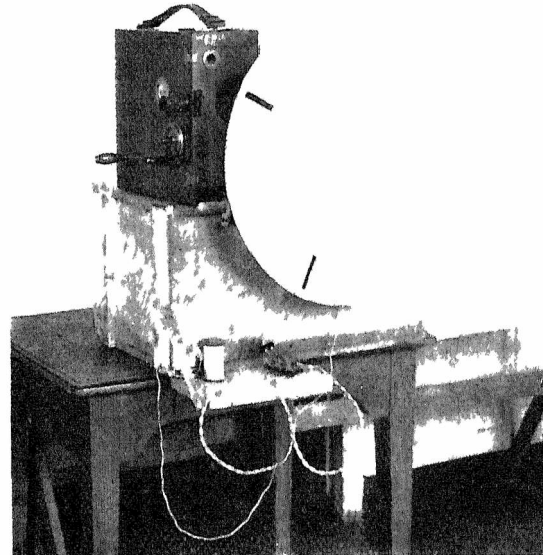
²⁾ Można było użyć do tego celu silnika synchronicznego

ło się kosztem energii kinetycznej ruchomego układu.

Z otrzymanego w ten sposób zdjęcia, przez pomiar odległości między poszczególnymi kreskami, można było wyznaczyć $\frac{d\omega}{dt} \epsilon_x$.

Przykład Wyznaczenie oporów tłoczenia na prasie mimosrodowej

Na prasie odbywa się tłoczenie miseczki mosiężnej



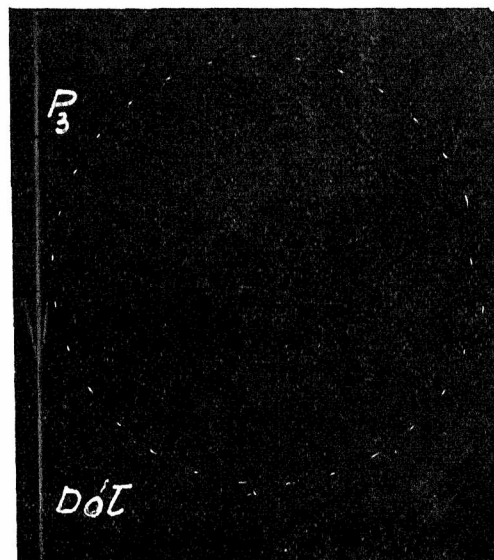
Rys. 3. Tarcza z czterema szczelinami, umieszczona w równych odstępach na obwodzie koła napędzana silnikiem elektrycznym. Za tarczą aparat fotograficzny

Na zasadzie zdjęć ruchomego punktu świetlnego, rys. 4, obliczamy ϵ_x dla poszczególnych kątów σ

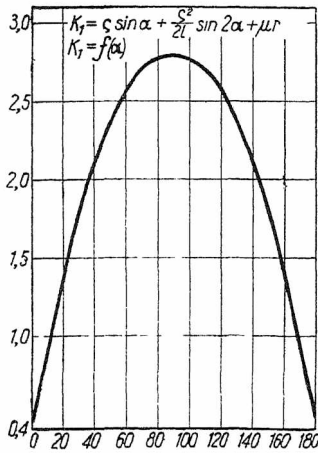
Następnie określamy M_t (moment tarcia) i ϵ_t (opóźnienie kątowe maszyny, biegnącej luzem po wyłączeniu silnika)

M_t otrzymujemy ze wzoru

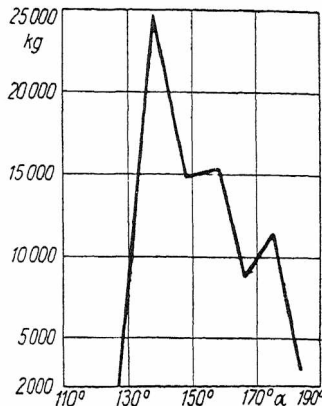
$$M_t = \frac{60 \cdot 75}{2 \cdot 736} W \eta_1, \text{ gdzie}$$



Rys. 4. Zdjęcie żarzącego się włókna lampki elektrycznej, przytwierdzonej do ramienia obracającego się koła zamachowego prasy, poprzez wirującą tarczę



Rys. 5. Krzywa, przedstawiająca zależność między współczynnikiem K_1 a kątem korby prasy.



Rys. 6. Wykres oporów tłoczenia w zależności od kąta korby prasy.

W — jest to moc, pobierana przez prasę, podczas biegu luzem, odczytywana na watomierzu,
 γ_1 — sprawność silnika, odczytywana z wykresu,

$$\varepsilon_t \text{ — ze wzoru } \varepsilon_t = \frac{2\pi n}{60 t}$$

n — liczba obrotów w chwili wyłączenia dopływu energii, odczytywana na tachometrze,
 t — czas od chwili wyłączenia dopływu energii do chwili zatrzymania koła zamachowego.

Powyższe dane podstawiamy do wzoru:

$$P = \frac{M_t}{K_1} \left(\frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_t} - 1 \right),$$

przyczem dla danego kąta α podstawiamy odczytaną wartość K_1 z krzywej, przedstawiającej zależność K_1 od α (rys. 5), przy danym promieniu mimo-

środu ρ , długości korbowodu l oraz promieniu wału w łożyskach r .

W ten sposób, na zasadzie otrzymanych danych, można wykreślić krzywą oporów tłoczenia w zależności od kąta korby prasy, podaną na rys. 6.

● ● ●

La méthode stroboscopique appliquée à la détermination de la force du pressurage des presses à manivelle.

R é s u m é

La méthode consiste en la détermination stroboscopique des variations des vitesses de rotation du volant de la presse pendant le pressurage après l'interruption du courant, ainsi qu'en la détermination empirique du moment d'inertie de toute l'équipement mobile réduit à l'axe du volant.

Pendant le pressurage se présente le moment freinant grâce auquel le volant change sa vitesse angulaire. Entre la variation de la vitesse angulaire et le moment freinant a lieu la relation suivante:

$$M = J \frac{d\omega}{dt} = J \varepsilon_x.$$

Étant à connaissance du moment d'inertie de toute l'équipement mobile réduit à l'axe du volant, ainsi que du ralentissement angulaire $\frac{d\omega}{dt}$, on peut calculer le moment freinant M et de là aussi la force de pressurage P en fonction de l'angle de la manivelle α .

Le ralentissement angulaire est déterminé à l'aide de la photographie (à travers le disque tournoyant, muni de trous disposés diamétriement) du filament incandescent de la lampe électrique, fixée au volant tournoyant.

Les tours du disque sont synchronisés avec la fréquence du courant alternatif à l'aide d'observations à travers le disque de la lampe à néon.

De la photographie obtenue de cette façon par la détermination de la distance entre les différents points, l'on détermine $\frac{d\omega}{dt}$ en fonction de α , et ensuite, étant à connaissance du moment d'inertie J , déterminé empiriquement, l'on calcule le moment M et la force P en fonction de α (fig. 6).

NOWE IDEE I ZDARZENIA W ŚWIECIE NAUKI I WYTWÓRCZOŚCI

O ciężkim wodorze

BYWAJĄ odkrycia, które są dziełem szczęśliwego przypadku, bywają inne, które zjawiają się w sferze dedukcji logicznej lub matematycznej zanim ujrzą światło konkretnej rzeczywistości. Odkrycie promieni Röntgena było przypadkowe; odkrycie radu — nawskroś logiczne. Ciężki wodór jest już — w drugim roku swego życia — niemal tak sławny, jak swego czasu rad, w obu przypadkach nagroda Nobla przypadła szczęśliwym odkrywcom. A jednak, chociaż analogia między radem i ciężkim wodorem narzuca się wprost wobec olbrzymiego wpływu, jaki to nowe ciało wywarło na fizykę i chemię, narodziny ciężkiego wodoru każą raczej myśleć o astronomii, gdyż jego genezą była nadzwyczajna precyzja pomiarów. Ścisłej biorąc, źródłem odkrycia była nietylko sama precyzja, ile niewytłumaczona rozbieżność między wynikami, otrzymanymi za pomocą dwu równie precyzyjnych metod wyznaczania ciężaru atomowego.

Dr. L. Wertenstein, Profesor Wolnej Wszechnicy Polskiej

Jedną z tych metod chemia uprawia od stu lat, — nic dziwnego, że doprowadziła ją do bardzo wysokiego stopnia doskonałości. Druga liczy niecałe lat dwadzieścia, a jednak rości sobie pretensje do tego, by dorównać, a nawet przewyższyć dawną. Muszę powiedzieć o niej kilka słów, gdyż jest to konieczne do zrozumienia artykułu.

Ciężar atomowy chemika to ciężar mola (lub określonego ułamka mola) danego pierwiastka. Z definicji mola wynika, że zawiera on zawsze tę samą liczbę atomów. W XIX wieku (i na początku obecnego) zakładano, że wszystkie atomy tego samego — w chemicznym znaczeniu — pierwiastka mają tę samą masę; ciężar atomowy był wówczas liczbą proporcjonalną do ciężaru jednego atomu. Inaczej po odkryciu odmian pierwiastków chemicznych, czyli izotopów. Mol zawiera zawsze tę samą liczbę atomów, ale atomy nie są już identyczne; ciężar atomowy jest już tylko proporcjonalny do przeciętnego ciężaru jednego atomu;

odzyskałby dawne znaczenie, gdybyśmy umieli izotopy oddzielić w zupełności.

Istotnie, udaje się to dość dobrze w przypadku wodoru i neonu, natomiast wszystkie inne mieszaniny izotopowe mogą być rozdzielone tylko w bardzo nieznacznym stopniu. Natomiast istnieje metoda niezawodna, ograniczona do przypadku, gdy badany pierwiastek istnieje w formie „promienistej”, t. j. wiązki utworzonej ze stosunkowo niewielkiej liczby atomów. Jest to metoda promieni kanalikowych, zastosowana po raz pierwszy w tym celu przez J. J. Thomsona i znajdująca najdoskonalszy wyraz w słynnym spektrografie mas F. A. Astona. Promienie kanalikowe składają się z dodatnich jonów, powstających i wyzyskujących znaczną prędkość w wyładowaniu elektrycznym w rozrzedzonej gazie. Pod działaniem poprzecznego pola elektrycznego i magnetycznego promień rozszczepia się na tyle promieni, ile jest jonów różnej masy, każdy jon ulega odchyleniu od prostoliniowego biegu w stopniu tem większym, im mniejsza jest jego masa. Padając na kliszę, rozdzielone już wiązki promieni i z o t o p ó w wysświetlają oddzielne prążki, czyli widmo mas pierwiastka. Dokładny pomiar odległości prążków prowadzi do dokładnej znajomości masy. W oznaczeniach Astona przeciętny błąd względny jest mniejszy od 1/100%, a zatem tego samego rzędu wielkości, co najdokładniejszych pomiarów chemicznego ciężaru atomowego.

Zapomocą tej metody Aston porównał masę atomu wodoru z masą atomu tlenu i znalazł, że mają się one do siebie jak 1,00777 do 16,000, w zupełnej zgodności ze stosunkiem chemicznych ciężarów atomowych, który wynosi 1,00778 do 16,0000. Przez długi czas nikt nie wątpił, że oba te podstawowe w chemii pierwiastki są „prawdziwe”, t. j. nie posiadają izotopów, to też zgodność ta napałała równem zadowoleniem serca chemików i fizyków. W r. 1930 jednak Giaouque i Johnston, badając optyczne widmo pochłaniania tlenu, stwierdzili, że zawiera on izotopy 17 i 18 w ilości zbyt małej, aby mogły wywołać zaczerwienie klisz Astona, a jednak dostatecznej do zepsucia dopiero co wymienionej harmonji. Jeżeli liczba 16 odpowiada normalnej mieszaninie izotopów tlenu, to masa izotopu najobfitszego, jedynego, który jest dostrzegalny na kliszy spektrografu mas, musi być — jak to łatwo wyliczyć — o ok. 2/10000 mniejsza, t. j. wynosić 15,9965. Gdyby zatem wodór był jedyny w swoim rodzaju, stosunek jego masy do masy tego izotopu, czyli wielkość oznaczana bezpośrednio w spektrografie, powinniśmy wynosić 1,00778 : 15,9965, czyli 1,00793 : 16. Pomiar Astona — jak to widzieliśmy — nie potwierdza tego stosunku.

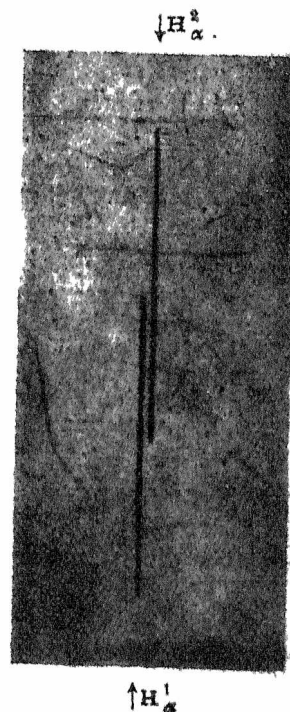
Jest wielką zasługą amerykańskich uczonych Birgego i Menzela, że na podstawie tak subtelnych różnic postawili śmiałą hipotezę istnienia izotopu wodoru o masie 2. Hipoteza ta przywracała zgodność metod chemicznej i fizycznej; jeżeli bowiem ciężar atomowy wodoru jest również przeciętnym ciężarem mieszaniny, to prawdziwy ciężar lekkiego wodoru, czyli tego, którego prążek widzimy na kliszach, musi być nieco mniejszy od przeciętnego i dlatego może pozostawać w tym samym stosunku do najbliższego tlenu,

co przeciętny wodór do przeciętnego tlenu. Birge i Menzel posunęli się nawet jeszcze dalej i wyliczyli, że zgodność zupełna jest możliwa tylko w przypadku, gdy względna zawartość izotopu 2 w zwykłym widmie wynosi 1 : 6000. To arcsubtelne rozumowanie wydawało się oparte na kruchych podstawach, a jednak wystarczyło profesorowi Urey'owi z Colorado, aby wspólnie ze współpracownikami Brickweddem i Murphym podjąć trud poddania go kontroli eksperymentu. Urey zastosował zwykłą w próbach oddzielania izotopów metodę frakcjonowanej dystrylacji, mianowicie odparowywał ciekły wodór (w temp. — 250°C). Należało spodziewać się, że lekki, t. j. pospolity wodór będzie parował obficie, ciężki zaś osiągnie większą koncentrację w cieczy. Istotnie, gdy pozostało już bardzo niewiele cieczy, udało się uzyskać — po wyparowaniu i tej resztki wyraźne dowody istnienia poszukiwanego izotopu 2 (rys 1 i 2). W spektrografie mas



Rys. 1. Widma mas: wodoru zwykłego (u góry) i wzbogaconego w izotop ciężki (u dołu).

Strzałki wskazują cienki prążek, który potwierdza istnienie wodoru ciężkiego.



Rys. 2. Prążki widma optycznego wodoru: u góry prążek H₂ ciężkiego wodoru, u dołu — lekkiego. Widać wyraźnie różnicę długości fal obu prążków.

pojawiły się zamiast jednego dwa prążki, ale i widmo optyczne zmieniło charakter. Tuż obok pierwszego z prążków, znanych pod nazwą prążków Balmera, ujrano w odległości odpowiadającej różnicy długości fali 1,7 Ångströmów słabiutki jeszcze prążek nowego wodoru. Niewątpliwie musiał to być dla odkrywców moment równie doniosły, jak chwila, w której małżonkowie Curie dostrzegli po raz pierwszy prążki radu. Ale matematyczny charakter odkrycia ciężkiego wodoru wyraża się między innymi i w tem, że na podstawie teorii można było przewidzieć bardzo dokładnie położenie jego prążków, co oczywiście było niemożliwe w przypadku radu.

Teoria atomu Bohra poucza nas, że ruchy elektronów, a zatem i częstość oraz długość fali wysyłanego w „przeskokach” światła zależy tylko od ładunku jądra, w założeniu, że jądro jest nieru-

chome. Gdyby to założenie było słuszne, prążki ciekłego wodoru powinnyby znajdować się dokładnie w tych samych miejscach co lekkiego, ponieważ jądra obu izotopów mają ten sam ładunek, równy jednośc. W rzeczywistości jednak nieruchomy jest tylko *środek ciężkości* układu. Ponieważ jest położony bardzo blisko jądra, wynika stąd bardzo nieznaczne zakłócenie ruchu elektronu — podobnie w zagadnieniu obiegu planet możemy niekiedy zaniedbać ruch słońca, umieszczając *błędnie* środek ciężkości układu słonecznego w środku słońca. Można wyliczyć, że wszystko odbywa się tak, jak-gdyby jądro było nieruchome, elektron zaś posiadał masę zmniejszoną o $1/1846a$ swej wartości (1846 — to stosunek masy protonu, t. j. jądra wodoru, do masy elektronu), gdzie a jest ciężarem atomowym pierwiastka. Ponieważ a zwykłego wodoru wynosi 1, a ciężkiego 2, widzimy, że „elektron ciężkiego wodoru” jest o $1/3700$ cięższy od „elektronu lekkiego wodoru”. Na tej podstawie wyliczamy, że długość fali każdego prążka ciężkiego wodoru powinna być o $1/3700$ mniejsza od długości fali odpowiedniego prążka lekkiego wodoru. Ponieważ długość fali pierwszego prążka wynosi 6660 \AA , przesunięcie ku fioletowi powinno wynosić $1,8 \text{ \AA}$, co doskonale zgadza się z obserwacją.

Podobnie jak w odkryciu radu, dowód optyczny był tylko zwiastunem rozpoczęcia wielkiej kampanji badawczej. Z dokładnym oznaczeniem ciężaru atomowego poszło łatwiej niż w przypadku radu; nie było konieczne otrzymanie nowego pierwiastka w czystym stanie, wystarczył taki stopień koncentracji, który pozwoliłby ujrzeć prążek masy ciężkiego wodoru w spektrografie Astona. W ten sposób *Bainbridge* oznaczył ciężar atomowy ciężkiego wodoru; równa się on $2,0134$, a przeto odstępuje od zasady liczb całkowitych jeszcze bardziej niż ciężar atomowy zwykłego wodoru.

Następną fazą było oddzielenie w czystym stanie ciężkiego wodoru. Początkowe próby frakcjonowania wodoru okazały się żmudne i niepraktyczne. Nie od rzeczy będzie wyjaśnić krótko zasadę, na której opiera się każda metoda oddzielania izotopów. Niech będzie r_0 stosunek ilości ciężkiego składnika do lżejszego. Usuwamy część substancji zapomocą jakiegokolwiek procesu zależnego od masy cząsteczek (dyfuzja, parowanie etc.). Lżejsze atomy są usuwane zawsze szybciej, np. s razy. Mamy zatem, oznaczając przez A i B ilości lżejszego i cięższego izotopu, przez r stosunek tych ilości, po upływie czasu t :

$$\frac{dA}{dt} = -skA; \quad \frac{dB}{dt} = -kB;$$

$$A = A_0 e^{-skt}; \quad B = B_0 e^{-kt} \quad \text{oraz} \quad e^{kt} = (e^{skt})^{\frac{1}{s}} = \left(\frac{A_0}{A}\right)^{\frac{1}{s}};$$

$$\frac{B}{A} = r = \frac{B_0}{A_0} e^{(s-1)kt} = r_0 (e^{kt})^{s-1} = r_0 \left[\left(\frac{A_0}{A}\right)^{\frac{1}{s}}\right]^{s-1} = r_0 \left(\frac{A_0}{A}\right)^{\frac{s-1}{s}}.$$

Jeżeli izotopu B jest mało, stosunek $\frac{A_0}{A}$ jest zbliżony do stosunku pierwotnej i końcowej ilości całej mieszaniny. Widzimy, że względne wzbogace-

nie mieszaniny $\frac{r}{r_0}$ jest tem większe, im *mniej* zostało substancji, t. j. im $\frac{A_0}{A}$ jest większe oraz im zabieg jest skuteczniejszy, t. j. im s jest większe.

W przypadku mieszanin pierwiastków ciężkich s jest bardzo zbliżone do jednośc, ponieważ względna różnica masy izotopów jest bardzo mała. Możemy wtedy wzór zasadniczy napisać

$$\frac{r}{r_0} = \left(\frac{A_0}{A}\right)^{s-1},$$

gdzie $s - 1$ jest małym ułamkiem, wynoszącym np. $1/50$. Wówczas

$$\frac{r}{r_0} = \sqrt[50]{\frac{A_0}{A}},$$

co oznacza, że chcąc podwoić stosunek izotopów musimy mieć $\frac{A_0}{A} = 2^{50} \approx 10^{15}$.

Ten przykład liczbowy dowodzi olbrzymiej trudności frakcjonowania izotopów.

W przypadku wodoru sprawy przedstawiają się znacznie korzystniej. Prędkość wymykania się lżejszego izotopu jest w większości stosowanych zabiegów (parowanie w próżni, dyfuzja i t. d.) odwrotnie proporcjonalna do \sqrt{a} , w przypadku wodoru zatem s powinno wynosić $\frac{1}{2}$.

Wzór zasadniczy pisze się zatem

$$\frac{r}{r_0} = \left(\frac{A_0}{A}\right)^{\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}}} \approx \sqrt[3,5]{\frac{A_0}{A}}.$$

Aby zatem podwoić ilość ciężkiego wodoru, należy ilość lekkiego wodoru zmniejszyć $2^{3,5} = 1,3$ razy. Chcąc koncentrację zwiększyć 1000-krotnie.

t. j. doprowadzić ją do $1/5$, należałoby mieć $\frac{A_0}{A} =$

$1000^{3,5} = 30$ miliardów. Stąd wniosek, że nawet wyjątkowo dogodne warunki frakcjonowania ciężkiego wodoru nie rokują dobrych wyników, jeżeli będziemy się obracali w kole utartych sposobów, *G. N. Lewis* powziął myśl zastosowania metody bardzo prostej, która a priori nie wydawała się lepsza od innych, która jednak nadspodziewanie okazała się wręcz znakomita. Uczony ten elektrolizował wodę w nadziei, że lekki wodór będzie wydzieliał się w większych ilościach. Niewątpliwie rzeczywistość przewyższyła jego najsmielsze przewidywania.

Lewis elektrolizował rozcieńczony ług sodowy w naczyniu z niklowymi elektrodami i stwierdził, że s , t. j. stosunek względnych ilości wydzielającego się lekkiego i ciężkiego wodoru, jest nieoczekiwanie wielki, mianowicie waha się w zależności od natury i stanu elektrod od 5 do 7. Stosując wzór ogólny, znajdujemy, że chcąc powiększyć koncentrację 1000-krotnie musimy mieć

$$\frac{A_0}{A} = 1000^{\frac{5}{5-1}} = 1000^{\frac{5}{4}} = 6000,$$

co znaczy, że wystarczy 6 litrów wody elektrolizować dopóty, dopóki nie pozostanie 1 cm^3 . *Lewis* użył jako materiału pierwotnego wody z fabrycznych wanien elektrolitycznych, z których nie wylewano jej w ciągu wielu lat.

Można dowieść, że po upływie dostatecznie długiego czasu, w wannie, w której uzupełnia się tylko od czasu do czasu normalną ilość cieczy i w której strata wody przez parowanie jest nieznaczna, musi ustalić się stosunek ciężkiego do lekkiego wodoru s razy, t. j. 5 do 7 razy większy od stosunku charakteryzującego zwyczajną wodę. Taka woda powinna zatem zawierać około 1/1000 „ciężkiej” wody i doskonale nadaje się do dalszego frakcjonowania.

Uskutecznione na wielką skalę badania Lewisa doprowadziły do otrzymania zupełnie czystej ciężkiej wody, t. j. związku $(H^2)_2O$. Tem samym została rozwiązana również sprawa przyrządzania czystego ciężkiego wodoru.

Metoda Lewisa jest dzisiaj stosowana w wielu laboratorjach, a nawet w niektórych fabrykach chemicznych, wyrabiających ciężką wodę na potrzeby laboratorjów. Jediną jej wadą jest to, że jest bardzo kosztowna. W celu otrzymania 1 cm czystej ciężkiej wody należy wyelektrolizować co najmniej 100 litrów „najlepszej” wody z wapien elektrolitycznych, t. j. wydzielić ok. 10 kg wodoru. Łatwo wyliczyć, że ta operacja pochłania ok. 1000 kilowatgodzin; stąd wniosek, że może się „kalkulować” tylko tam, gdzie energia elektryczna jest bardzo tania. 1 gram ciężkiej wody kosztował kilka miesięcy temu 200 zł.; możliwe, że obecnie cena jest niższa.

Jak zaznaczałem, przyczyną skuteczności metody elektrolitycznej jest niespodziewanie wysoka wartość „spółczynnika frakcjonowania” s. Znako- mity niemiecki fizyk Hertz, laureat Nobla, zdołał jednak uczynić z metody opartej na dyfuzji przez porowate ścianki godną rywalkę metody elektrolitycznej. Ponieważ współczynnik s, charakteryzujący dyfuzję (i wiele zjawisk analogicznych), wynosi zaledwie $1/2$, Hertz zestawił w niezwykle pomysłowy sposób całą baterję komór dyfuzyjnych, realizując przebieg, który można nazwać przez analogję „rektyfikacją dyfuzyjną”. Zapomocą tej aparatury wspomniany badacz otrzymuje zupełnie czysty ciężki wodór. Koszt tej operacji jest, o ile mogę o tem sądzić, znacznie niższy niż koszt elektrolizy.

Stosunkowo wielka łatwość otrzymywania ciężkiego wodoru zadecydowała o wyjątkowym stanowisku tego ciała wśród innych izotopów. Pomijając izotopy promieniotwórcze, z których każdy posiada osobną nazwę, izotopy tego samego pierwiastka traktowano jako jego bezimienne odmiany i wszystkie oznaczano tym samym symbolem chemicznym. Ciężki wodór dostąpił jednak zaszczytu jeszcze większego, niż izotopy promieniotwórcze, mianowicie otrzymał nie tylko osobną nazwę, lecz również osobny symbol. Coprawda nazwa nie jest jeszcze definitywna, ponieważ odkrywca (Urey) chce, aby ciężki wodór nazywał się deuterium, Anglicy zaś, z lordem Rutherfordem na czele, przekładają nazwę diplogen. Natomiast wszyscy godzą się na symbol D, powszechnie już przyjęty we wzorach, np. ciężka woda pisze się D_2O , ciężki metan CD_4 i t. d.

Chociaż diplogen jest jeszcze bardzo młodziutkim obywatelem społeczności pierwiastków chemicznych, odgrywa już pierwszorzędną rolę w badaniach chemicznych i fizycznych, i nie ulega

wątpliwości, że jego znaczenie wzrośnie jeszcze bardziej w najbliższych latach. Literatura tego przedmiotu jest nadzwyczaj obszerna; z konieczności muszę ograniczyć się do rzeczy najważniejszych.

Z punktu widzenia fizyki jądrowej diplogen zasługuje na uwagę, jako pierwiastek następny po wodorze. Jądra jego atomów, zwane diplo- nami lub deutonomi, są możliwie najprostsze ze wszystkich złożonych jąder. Zgodnie z dzisiejszymi poglądami, składają się z jednego protonu i jednego neutronu. Masa diplonu, wynosząca 2,0134¹⁾, jest niewiele mniejsza od sumy mas protonu i neutronu, wynoszącej 2,0158; z punktu widzenia „alchemji” jądrowej, t. j. nauki o przemianach jądrowych, fakt ten oznacza, że diplon jest egzotermicznym związkiem protonu i neutronu, t. j. że jego utworzeniu się ze składników towarzyszy wydzielanie się energii; jest to jednak związek słabo egzotermiczny, nietrwały, który winien ulegać rozkładowi na cząstki elementarne pod działaniem czynnika, mogącego dostarczyć mu dostatecznej ilości energii. Istotnie, przed kilkoma miesiącami Chadwick i Goldhaber stwierdzili, że dipiony, „naświetlane” bardzo przenikliwymi, a zatem zbrojnymi w wielką energję promieniami γ , rozkładają się na protony i neutrony.

Z powodu swej nietrwałości dipiony są nadzwyczaj skutecznym czynnikiem przemian jądrowych. Zdanie to należy rozumieć dosłownie: nowoczesna „alchemja” operuje pojęciami analogicznymi do pojęć zwykłej chemji; rolę cząsteczek chemicznych odgrywają w niej jądra atomowe, rolę atomów chemicznych — protony i neutrony. „Reakcje” jądrowe różnią się od chemicznych tem tylko, że są nadzwyczaj mało wydajne i że w celu ich wzbudzenia nie posługujemy się podniesieniem temperatury — energia ruchów cieplnych jest znikomo mała wobec „ciepła reakcji”, t. j. energii wyzwolonej lub pochłanianej w przemianach jądrowych, — lecz nadajemy reagującym cząstkom: protonom i dipionom potrzebną energję, poddając je działaniu bardzo silnego pola elektrycznego. Jeżeli pędzące z wielką prędkością dipiony trafiają w jądra „ostrzeliwanego” pierwiastka — co przytrafia się bardzo rzadko, ponieważ jedne i drugie są niesłychanie małe, — wówczas mogą ulec pochłonięciu przez obce jądra, realizując syntezę cięższego jądra. Synteza ta ma prawie zawsze charakter podwójnej wymiany, t. j. jądro, które przyłączyło do siebie dipion, jednocześnie utraci jeden proton lub jeden neutron. W pierwszym przypadku powstaje cięższy izotop bombardowanego pierwiastka, w drugim — pierwiastek, którego liczba atomowa jest o 1 większa. Jest rzeczą wielce prawdopodobną, że doświadczenia tego typu są odtworzeniem jednego z procesów genezy pierwiastków, które odbywały się w nieznannej przeszłości i w nieznanych skupieniach materji wszechświata — może we wnętrzu gwiazd. Stosunkowo mała ilość diplogenu tłumaczy się zapewne tem, że został w znacznej części zużyty w syntezie cięższych jąder.

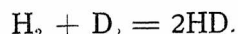
¹⁾ Ścisłe biorąc, jest to masa atomu diplogenu, a zatem diplonu oraz elektronu.

Inna bardzo rozległa dziedzina badań dotyczy własności fizycznych ciężkiej wody. Poniższa tabela świadczy o tem, jak wiele zdołano już zdziałać w tym zakresie.

Własność	H ₂ O	D ₂ O
Gęstość	1,00000	1,1056
Temperatura wrzenia	100,00°C	101,42°C
Temperatura krzepnięcia	0°C	3,8°C
Temperatura maximum gęstości	4°C	11,6°C
Ciepło parowania na mol.	9 710	9 969 kal
Ruchliwość jonów		
H	315,2	
D		213,7
Rozpuszczalność w 1 g wody w 25° g NaCl	0,359	0,305
Napięcie powierzchniowe w 20°	72,7	67,8

Różnice własności obu odmian wody są nadzwyczaj wyraźne i są przedmiotem wielkiego zainteresowania teoretyków, którzy nie wątpią, że zrozumienie tych różnic musi przyczynić się do wyjaśnienia konstytucji tego najpospolitszego, a zarazem pod wieloma względami tak wysoce anormalnego ciała, jakim jest woda. Gęstość ciężkiej wody jest mniejsza, niżby się tego należało spodziewać (1,1056 zam. 1,111) na podstawie ciężaru cząsteczkowego; innymi słowy, objętość cząsteczkowa D₂O jest większa niż H₂O. Stosuje się to tylko do ciężkiej wody: w lodzie stosunki są odwrotne. Jest rzeczą prawdopodobną, iż — jak to przypuszcza Fowler — woda ciężka jest silniej asocjowana, t. j. posiada większą liczbę pseudokrystalicznych kompleksów, niejako mikrokryształów lodu, które, rzecz prosta, nadają jej większą objętość.

Liczne prace dotyczą chemicznych własności diplogenu. Najlepszym może dowodem słuszności poglądu na diplogen, jako na odrębny pierwiastek, jest istnienie określonej równowagi w reakcji powstawania „mieszanych“ cząsteczek HD według wzoru



Badanie tej równowagi, przeprowadzone w Anglii przez emigrantów z Niemiec braci Farkasów, są niezwykle cenne ze względu na nowoczesne teorie termodynamiczne, a w szczególności na t. zw. zagadnienie energii punktu zerowego, t. j. energii, jaką posiada cząsteczka w temperaturze bezwzględnie zera.

Chimicy zajmują się również wiele sprawą substancji diplogenu w związkach organicznych

oraz prędkością reakcyj, w których diplogen bierze udział. Prace pierwszego typu rzucają światło na niektóre zagadnienia konstytucyjne chemii organicznej, jasne jest bowiem, że większa lub mniejsza łatwość zastąpienia wodoru diplogenem świadczy o sile badanego wiązania wodorowego.

Sprawa prędkości reakcyj jest nadzwyczaj interesująca z tego powodu, że diplogen, ogólnie biorąc, reaguje znacznie wolniej, niżby to wynikało ze stosunku mas obu izotopów wodoru. Wspominaliśmy już o niespodziewanie wielkim współczynniku s frakcjonowania elektrolitycznego. Zdaniem większości uczonych, fakt ten należy interpretować z punktu widzenia kinetyki; chodzi tu mianowicie o prędkość zachodzącej na katodzie reakcyj zubożniania jonu diplogenowego (lub wodorowego) oraz o prędkość łączenia się w cząsteczki gazu absorbowanego w metalu katody w postaci atomowej. Analogiczne fakty stwierdzono, badając prędkość rozpuszczania metali w ciężkiej wodzie lub kwasach, w których wodor został zastąpiony diplogenem; np. cynk rozpuszcza się w ciężkiej zakwaszonej wodzie 4 razy wolniej, niż w zwyczajnej. Teorie klasyczne nie mogą zdać sprawy z wielkości tego stosunku, natomiast wydaje się, że te zjawiska będą nowym polem popisu mechaniki kwantowej, która jest dzisiaj jedynym przewodnikiem w sprawach dotyczących atomów.

Na zakończenie pragnąłbym powiedzieć kilka słów o biologicznych własnościach ciężkiej wody. Dotychczasowe wyniki można, jak się zdaje, streścić w ten sposób, że ciężka woda nie sprzyja procesom życiowym, nie działa jednak trująco. W czystej ciężkiej wodzie nasiona nie kiełkują, małe organizmy giną; w wodzie zwyczajnej z domieszką, nawet znaczną, bo 30% ciężkiej wody życie przebiega w sposób normalny. Ciężka woda jest zatem czynnikiem biernym, szkodliwym tylko wskutek tego, że zajmuje miejsce czynnej i niezbędnej biologicznie zwykłej wody. Ta bierność ciężkiej wody tłumaczy się zapewne wspomnianą już powolnością reakcyj diplogenowych. Należy jednak zauważyć, że o stosunku ciężkiej wody do życia wiemy jeszcze bardzo mało, i nie jest wykluczone, że najbliższe lata przyniosą nam w tej sprawie niespodzianki, — np. ciężka woda może okazać się cennym środkiem leczniczym.

Budowa polskich okrętów transatlantyckich

W. Milewski, Triest-Monfalcone

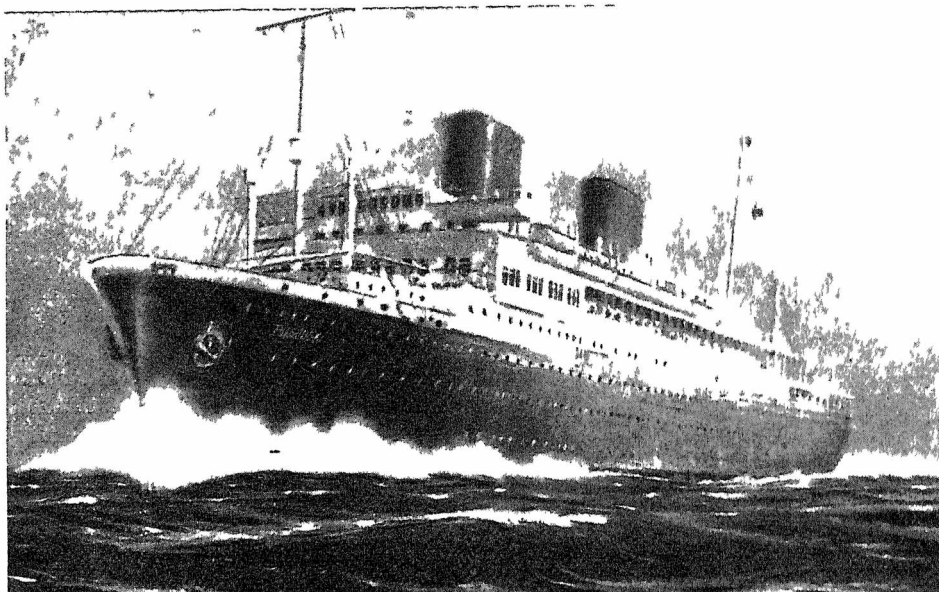
JAK DONOSIŁA obszernie prasa codzienna, z początkiem r. ub. przystąpiono do budowy dwóch okrętów osobowych dla Polskiego Transatlantyckiego Tow. Okrętowego (Linja Gdynia — Ameryka, Sp. Akc.). Pierwszy z nich, M/S „Piłsudski“ został uroczyście spuszczonej na wodę w dniu 19 grudnia 1934 r.

Okręty te, budowane w stoczni Monfalcone we Włoszech, posiadają następujące wymiary zasadnicze: długość 154 m, szerokość 22 m, zanurzenie 7,5 m. Wyporność wynosi 15 tysięcy tonn, szybkość normalna „marszowa“ 18 węzłów. Zamówiono je przy zastosowaniu, pierwszy raz w tego rodzaju transakcjach, kompensacji towarowej. Mianowicie

okręty te będą zapłacone całkowicie węglem w przeciągu 5 lat. Koszta budowy obydwóch okrętów wyniosą 31 milionów złotych plus odsetki za lata spłat.

Na budowę jednego okrętu będzie zużytych ok. 4560 t żelaza, jako arkusze poszycia (z płyt stalowych) i ok. 1140 t żelaza profilowego. Ciężar nitów wliczony jest do ciężaru arkuszy i kształtowników. Łączny ciężar samych tylko łbów nitów, dla jednego okrętu, wyniesie 170 t.

Każdy okręt będzie mógł zabrać 355 pasażerów klasy turystycznej i 405 trzeciej klasy. Wyekwirowany będzie we wszystkie urządzenia, stosowane na nowoczesnych okrętach, które mogą za-



Rys 1. Widok polskiego okrętu transatlantyckiego „Piłsudski”, budowanego obecnie we Włoszech.

spokość wszelkie potrzeby i wymagania pasażera XX-go wieku. A więc, poza salonami, palarniami, barami, werandami, pokładem sportowym i słonecznym, okręt będzie posiadał stały basen kąpielowy, salę gimnastyczną z przyrządami i salę zabaw dla dzieci. Na jedną podróż okręt będzie zabierał 1280 t wody słodkiej oraz 1250 t materiałów pędnych (ropy). Objętość magazynu prowiantu wynosi 12000 stóp sześć., objętość chłodzi — 7000 stóp sześć.

Okręt będzie napędzany przez dwa silniki o łącznej mocy 11000 KM. Zastosowane będą silniki Sulzera, 9-cylindrowe, dwusuwowe, jednostronnego działania, z mechanicznym wtryskiem ropy przez oddzielną pompkę do każdego cylindra pod ciśnieniem 300 atn. Pompa przedmuchowa uzyskuje napęd bezpośrednio od wału silnikowego. Są to silniki wolnobieżne — o 182 obr./min. Średnica cylindra wynosi 720 mm, skok tłoka 1250 mm.

Wszystkie pompy, windy ładunkowe i kotwiczna, maszyna sterowa i inne okrętowe mechanizmy pomocnicze będą miały napęd elektryczny. Do napędu prądnic elektrycznych, stanowiących elektrownię okrętową, umieszczoną w osobnym przedziale maszynowym, służyć będą cztery silniki Diesela o łącznej mocy 900 kW. Są to silniki typu Sulzera, 6-cylindrowe, dwusuwowe, jednostronnego działania. Średnica cylindra wynosi 300 mm, skok tłoka 400 mm, liczba obrotów 300 na min.

Gazy wydechowe przechodzić będą przez specjalne kotły stojące, systemu „Cochran”, o wysokości 7 m, ażeby

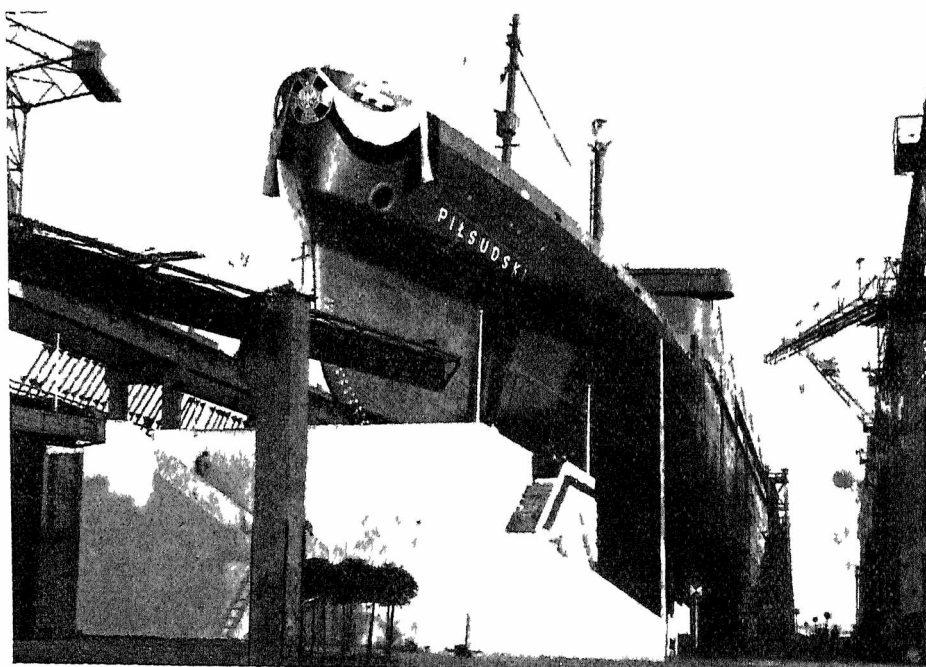
wyzyskać jeszcze zawarte w spalinach ciepło odlotowe. Para w ten sposób otrzymana będzie używana do ogrzewania, lub też do napędu turboprądnicy o mocy 200 kW.

W osobnym przedziale będą się mieściły maszyny chłodnicze, stosujące jako czynnik chłodniczy bezwodnik węglowy. Poza wszystkimi niezbędnymi urządzeniami technicznymi nowoczesnego motorowego okrętu transatlantyckiego, każdy z naszych okrętów będzie wyposażony w warsztat mechaniczny, z odpowiednim zespołem tokarek, frezarek i strugarek, umożliwiającym wykonywanie jaknajwiększej ilości prac

remontowych we własnym zakresie.

Jak wspomniano, pierwszy okręt M/S „Piłsudski” spuszczonej został na wodę 19 grudnia 1934 r., a do użytku oddany będzie w sierpniu r. b. Drugi okręt spuszczonej będzie na wiosnę r. b., a do użytku zostanie oddany w lutym 1936 r.

Silniki główne i pomocnicze budowane są przez stocznice w ich fabryce maszyn w Triescie, która ma licencję na budowę silników firmy „Sulzer”. Stocznica wykonywa sama części żeliwne, obróbkę części i montaż silników. Części zaś wymagające dokładniejszego wykonania, jak pompki ropowe i dysze, sprowadza z fabr. Sulzera, a części stalowe zamawia w firmach zagranicznych, które się zajmują specjalnie tą gałęzią produkcji. Tak więc np. wały korbowe, odporowe i tunelowe do czterech silników (ze stali o wytrzymałości $R = 45 - 50 \text{ kg/mm}^2$), o łącznym ciężarze 246 t, do-



Rys. 2 M/S „Piłsudski” w dniu spuszczenia kadłuba na wodę (19 XII 1934 r.).

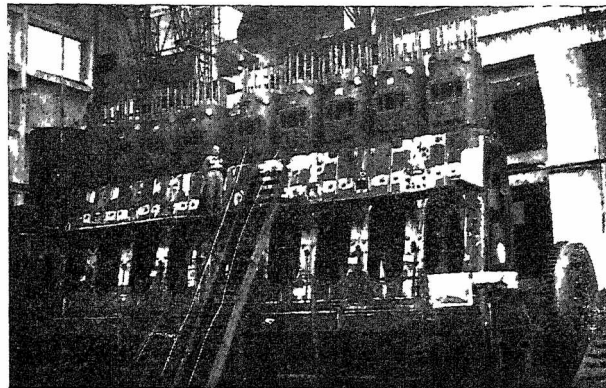
starczone zostały przez czeskie zakłady Witkowskie, korbowody ($R = 50 - 58 \text{ kg/mm}^2$), o łącznym ciężarze ok. 50 t, zamówiono w firmie Krupp, w Essen, krzyżulce (ze stali tyglowej o $R = 65 \text{ kg/mm}^2$) zamówiono w zakładach Gusstahl-Werke-Witten i t. d. Materiały potrzebne do budowy kadłuba okrętu sprowadzono: żelazo profilowe — z Czechosłowacji (ze Svinov - Witkowiec), arkusze poszycia — z Austrii (z Donawitz), części stalowe, jak dziobnicę, tylnicę, wsporniki do wałów śrubowych, zamówiono na Węgrzech w Diösgör (Ungarische Eisen u. Stahl-Werke).

Polski przemysł bierze bardzo nieznaczny udział w dostawach, związanych z budową tych okrętów. Jedynie pompy i urządzenia radjotechniczne wykonywane są w fabrykach polskich *).

Dane, dotyczące zapotrzebowania ilościowego stali na budowę jednego okrętu podane były wyżej. Obejmowały one jednak tylko części żelazne do budowy samego kadłuba i silnika; prócz tego zaś zużyje się mnóstwo różnorodnych materiałów, które są potrzebne do wykończenia wnętrza okrętu, a których Włochy nie posiadają i które muszą również sprowadzać.

Powyższe zestawienie zamówień jest b. pouczające. Wykazuje ono, że: 1° wszystkie materiały, które są potrzebne do budowy okrętu, w Polsce posiadamy; 2° że stocznia, jak każde inne przedsiębiorstwo budowlane, nie wytwarza materiałów, lecz zamawia je od siebie w innych firmach, każdorazowo po otrzymaniu zamówienia na budowę okrętów. To sprawia, że stocznia okrętowa jest przedsiębiorstwem, które przy stosunkowo niewielkim kapitale zakładowym dokonywa ogromnych obrotów i daje zatrudnienie tysiącom ludzi.

*) Pierwsze dostarcza firma „Sirius” w Warszawie (pompy do wody morskiej i słodkiej, pożarowe, do wody chłodzącej i in.). Drugie — Państw. Zakłady Tele- i Radjotechniczne. Urządzenia radjotechniczne składają się z kilku radjostacji: nadawczo-odbiorczej telegraficznej na fale długie i krótkie (od 20 do 2 400 m), o mocy 1 kW i zasięgu do kilku tys. km; radjotelefonicznej na mniejsze odległości (moc 0,1 kW); nadajnika alarmowego iskrowego o zasięgu 200 km na detektor kryształkowy, a 400 km przy odbiorze lampowym, zasilanego z baterji akumulatorów; radjopelengatora (do wyznaczania położenia statku zapomocą pomiarów radjogonometrycznych); nadto instaluje się 16 głośników elektrodynamicznych, odbiornik i wzmacniacze do transmisji koncertów na wszystkie pokłady.



Rys. 3. Pierwszy silnik główny okrętu. Moc 5 500 KM, długość 16,5 m, wysokość 8,0 m, ciężar 437 tonn.

Jeżeli zastanowimy się nad budownictwem okrętów polskich, to przekonamy się, że w pierwszym okresie rozwoju naszej marynarki wojennej i handlowej okręty wojenne budowane były we Francji, zaś dla marynarki handlowej zakupywano okręty gotowe zagranicą. W drugim okresie rozwoju, od dn. 1.I. 1932 r., wybudowano dla marynarki handlowej okrętów w przybliżeniu za 9 milionów złotych. Były to: s/s „Śląsk” i s/s „Cieszyn” dla „Żeglugi Polskiej”, Sp. Akc., i s/s „Lublin”, s/s „Lwów” i s/s „Lech” — dla Polsko-Brytyjskiego Tow. Okrętowego. Wkrótce ma być podpisana umowa na budowę dwóch dalszych statków typu „Lech”.

Jak skutecznym środkiem zwalczania bezrobocia jest posiadanie własnej stoczni, dowodzi fakt, że wszystkie państwa subwencjonują budownictwo okrętowe dla zatrudnienia bezrobotnych.

Polska musi dążyć również do wybudowania własnej stoczni, i to jaknajprędzej, póki nasze niewielkie stosunkowo zapotrzebowanie na okręty nie zostanie zaspokojone *). Przez stworzenie stoczni dałoby się zatrudnienie setkom robotników i stworzyłoby się instytucję, która w znacznej mierze przyczyniałaby się do rozwoju marynarki polskiej, ponieważ leżałoby to w jej własnym interesie.

*) Budowa stoczni w Polsce jest już zapoczątkowana. *Przyp. Red.*

Polski Związek Badania Materiałów

POLSKI Związek Badania Materiałów, założony z inicjatywy Polskiego Komitetu Normalizacyjnego, przy poparciu Ministerstwa Spraw Wojskowych, rozpoczął w r. b. swoją działalność. Związek ma za zadanie rozwój nauki o badaniu materiałów przez współpracę instytucyj i osób zainteresowanych tą dziedziną techniki oraz utrzymanie łączności z pokrewnymi instytucjami zagranicą, w szczególności z Międzynarodowym Związkiem Badania Materiałów.

Związek podejmie przedewszystkiem działalność w kierunku skoordynowania prac poszczególnych zakładów badawczych, jak też porozumienia co do stosowanych metod i przyrządów. W sprawie tej bowiem w Polsce odczuwa się liczne braki, podczas gdy inne związki narodowe mogą się poszczycić na tem polu poważnymi rezultatami. Na

dalszym planie leży wydawanie publikacji laboratorjów pod egidą Pol. Zw. Bad. Mat., zebrania i zjazdy fachowe, wreszcie udział w zjazdach Międzynarodowego Związku Badania Materiałów, w których dotychczas nie uczestniczyliśmy.

W celu omówienia programu działalności Pol. Zw. Bad. Mat. odbędzie się w początkach marca r. b. na Politechnice w Warszawie Zjazd przedstawicieli laboratorjów instytucyj przemysłowych i naukowych oraz osób zainteresowanych. Zjazd obradować będzie w trzech sekcjach: a) badań metali, b) budowlanej, c) badań drewna.

Ze względu na ważność sprawy Związek prosi wszystkie instytucje i osoby, zajmujące się badaniem materiałów, o udział w Zjeździe. Termin dokładny będzie podany osobno. **M. P.**

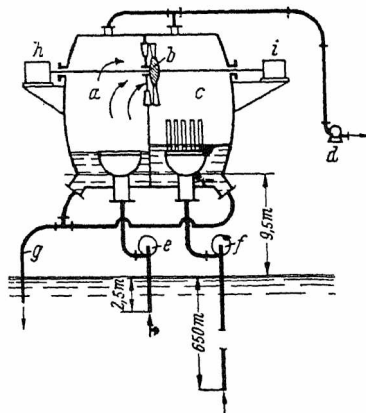
PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH

ENERGETYKA

Wyzyskanie energii cieplnej wód morskich do wyrobu lodu.

Urzeczywistnienie pomysłu G. Claude'a budowy siłowni opartej na wyzyskaniu spadku energii cieplnej, wywołanej różnicą temperatur morskich wód powierzchniowych i głębinowych, nastęcało wiele trudności, głównie z powodu konieczności budowy bardzo długich przewodów do czerpania wody zimnej i doprowadzania jej do siłowni, umieszczonej na wybrzeżu. W celu usunięcia tych niedogodności, towarzyszących pierwszym próbom, wynalazca zbudował siłownię na 10-tonnowym parowcu „Tunisie”, który 4 września 1934 r. wyruszył z Dunkierki do wybrzeży Brazylii na przeznaczone miejsce zakotwiczenia. Wobec przewidywanych trudności przesyłania energii elektrycznej na wybrzeże przystosowano siłownię do napędu urządzenia chłodniczego do wyrobu lodu, jako produktu łatwego do transportu i mogącego znaleźć bliski rynek zbytu.

Zasada działania siłowni jest następująca: woda o temperaturze 25 do 28° C, czerpana zapomocą pompy *e* (rys. 1) z głębokości ok. 2,5 m, doprowadzona do komory *a*, odparowuje, dzięki wytworzonej tam uprzednio próżni; para przepływa przez łopatki turbiny *b* i skrapla się w skraplaczu *c* wskutek bezpośredniego zetknięcia się z wodą o temperaturze 2 do 3° C, pompowaną z głębokości ok. 650 m zapomocą pompy *f*; próżnię w parowniku i skraplaczu utrzymuje pompa powietrza *d*; mieszanina wody chłodzącej i skroplin ze skraplacza oraz nadmiar wody cieplej z parownika odprowadza do morza przewód *g*.



Rys. 1. Schemat siłowni.

Siłownia zbudowana na parowcu „Tunisie” składa się z 5 parowników i 4 skraplaczy połączonych w szereg, oraz z 8 na wspólnym wale osadzonych turbin o mocy 275 kW każda. Turbiny napędzają jednym końcem wału prądnicę o mocy 800 kW, drugim zaś — wirnikową sprężarkę amonjaku o mocy 1300 kW i wydajności 8000 fryg./kWh. Energię

niezbędną do uruchomienia urządzenia dostarcza pomocnicza turbopompka o mocy 250 kW, pędzona parą z kotła okrętowego.

Poza skraplaczami natryskowymi, urządzenie posiada również skraplacze powierzchniowe, z których skropliny o temp. ok. 5° C służą do wyrobu lodu, stwarzając warunki korzystniejsze niż przy wyrobie lodu na lądzie z wody o temperaturze 25 do 30° C.

Przy pełnym obciążeniu zużycie wody cieplej wynosi 6 m³/sek, zimnej zaś 5 m³/sek. Oba główne przewody wodne posiadają średnicę 2,5 m, przewód zaś odpływowy — średnicę 2,8 m. Przewód do czerpania wody zimnej składa się z dzwonu o długości 6 m i grubości ścianek 3 do 3,5 mm, izolowanych zzewnątrz drzewem. Dolny koniec przewodu zakotwiczony jest u dna morskiego ciężarem 200 t, górny zaś podtrzymywany kulistym pływakiem o średnicy 9 m, zanurzonym ok. 15 m pod powierzchnią morza, a więc w strefie wód stosunkowo spokojnych. Połączenie przewodu z otworem w dnie parowca jest wykonane w sposób elastyczny, umożliwiający ruchy okrętu, wywołane falowaniem morza.

Wyrób lodu odbywa się w dwu specjalnych lodowniach o łącznej wydajności 1000 t na dobę. (Génie civil, Nr. 2719 — 1934 r.).

S. K.

Tablice ramowe wartości entalpii pary wodnej.

We wrześniu ub. r. odbyła się w Stanach Zjednoczonych A. P. III-cia międzynarodowa konferencja poświęcona sprawom tablic pary wodnej. Na konferencji były rozpatrzone

TABELA 1
Entalpia cieczy *i'*, pary *i''* i ciepło parowania pary wodnej.

Temperatura <i>t</i> ⁰ C	<i>i'</i> Kal/kg	<i>r</i> Kal/kg	<i>i''</i> Kal/kg
0	0	—	—
50	49,95	—	—
100	100,0	—	—
150	150,9	—	—
200	203,7	—	—
250	259,3	—	—
275	289,0	—	—
300	320,7	334,9	655,6
325	356,2	283,7	639,9
350	398,0	213,1	611,1
360	420,2	171,8	592,0
370	451,7	104,8	556,5
372	462,2	80,2	542,4

TABELA 2.
Entalpia pary przegrzanej w Kal/kg.

ata	1	5	10	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
200	686,0	681,5	675,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
225	697,7	693,7	688,6	670,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	709,6	706,2	701,9	687,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
275	721,6	718,8	715,0	703,2	677,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
300	733,5	731,1	727,8	717,7	698,2	671,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
325	745,6	743,3	740,4	731,9	716,2	697,6	673,4	—	—	—	—	—	—	—	—
350	757,7	755,8	753,3	745,8	732,5	717,7	700,0	677,2	645,3	—	—	—	—	—	—
375	769,9	768,3	766,1	759,6	747,8	735,5	721,6	705,2	685,7	661,4	627,2	556,0	443,4	434,1	428,3
400	782,1	780,4	778,5	772,7	762,4	751,9	740,6	727,5	712,8	696,0	676,1	652,0	691,8	580,3	524,2
425	794,5	793,2	791,5	786,6	777,4	768,0	758,3	747,6	735,7	722,1	707,4	690,6	672,0	651,4	629,2
450	807,0	805,7	804,3	800,0	792,0	783,8	775,2	766,2	755,9	744,5	732,3	719,4	706,2	692,0	677,0
475	819,5	818,6	817,3	813,5	806,3	799,1	791,5	783,2	774,6	765,3	755,5	745,1	734,2	722,9	711,0
500	832,2	831,2	830,1	826,8	820,4	814,0	807,2	800,1	792,3	784,6	776,4	768,0	758,9	749,6	739,6

m. in. wyniki nowych pomiarów entalpii wody w temperaturze nasycenia, ciepła parowania i entalpii pary suchej nasyczonej oraz entalpii pary przegrzanej do 300 at a i 500°C

Liczby podane w tab. 1 powyżej 350°C i w tab. 2 powyżej 450°C wyznaczone zostały drogą ekstrapolacji

Dokładność podanych liczb została oszacowana na 0,2%. (Z. V. d. I. 1934/40).

R. D.

KOLEJNICTWO

Nowy pociąg szybkobieżny w Ameryce.

Gdy w ostatnich latach powstało w wielu krajach dążenie do zwiększenia szybkości pociągów pośpiesznych, wysunęło się na czoło zagadnienie dostosowania stanu budowy wierzchniej do wzmożonej szybkości jazdy. W miarę jak zaczęto wprowadzać bardzo szybkie pociągi, zagadnienie to stopniowo zaczyna się wyjaśniać, t. zn. ustalają się już główne wymagania, jakim toru mają w tym wypadku odpowiadać. Ostatnio

wprowadzono re-kordowo szybko-bieżny pociąg w Ameryce na kolei Chicago Burlington and Quincy Railroad, p.n. „Zeffir”. Pociąg ten, złożony z wagonu 3-członowego o kształtach opływowych (rys. 2), kursujący już regularnie od początku r. b., przebiega odległość 431 mil (ok. 690

km) w ciągu 6½ godz. w każdą stronę, co stanowi skrócenie czasu jazdy dotychczasowych pociągów pośpiesznych na tej linii aż o 3½ godz. Dla utrzymania nowego rozkładu, pociąg musi rozwijać średnią szybkość techniczną 85 mil na godz., czyli ok. 137 km/h, nie licząc zwolnień na niekt. stacjach i skrzyżowaniach oraz na niektórych krzywych.

Interesujący jest fakt, że dla tak znacznego zwiększenia szybkości jazdy nie trzeba było tu wprowadzać żadnych wzmocnień istniejącego toru, wypadło tylko wykonać drobne ulepszenia i niewielkie zmiany. Ustalono je drogą jazd próbnych, których wyniki podaje cytowany niżej artykuł. Naogół linia nie ma większych wzniesień (najczęściej 2‰), na jednym tylko odcinku do 8‰, ani ostrzejszych łuków, szyny są 100, 100 i 112-funtowe, na drewnianych podkładach nasyconych i podtorzu żwirowem.

Główne ulepszenia toru polegały na ujednostajnieniu i doprowadzeniu do odp. wielkości, podwyższenia szyny na krzywych. Ze względu na większą szybkość, należało powiększyć przechył, natomiast znacznie niższe niż w parowozie położenie środka ciężkości motowozu (1359 mm) i złączonych z nim wagonów (1295 mm) oddziaływało w kierunku przeciwnym. W rezultacie okazało się, że dla tych samych szybkości przechył powinien być nawet mniejszy niż dla pociągów dotychczasowych, wobec czego kierowano się raczej wygodą jazdy, niż względami bezpieczeństwa ruchu. Na ostrych krzywych, przy 100 km/h, podwyższenie obliczone teoretycznie byłoby z tego punktu widzenia nadmierne i uciążliwe przy ruchu powolniejszych pociągów, wybrano więc, jako maximum, 5 cali, gdzie zaś wypadłoby dać więcej — wprowadzono ograniczenia szybkości. Poza tem wy-

padło ulepszyć tylko niektóre skrzyżowania torów, wzgl. zwrotnice, a to ze względu na zaobserwowanie, że pociąg tego typu nadzwyczaj szybko rozwija szybkość do 60 mil na godz. (96 km/h), zaś dalsze przyspieszenie następuje już o wiele wolniej; chodziło więc o możliwe nieobniżanie szybkości na owych skrzyżowaniach i zwrotnicach.

Niemniej i w metodach konserwacji torów nie wypadło wprowadzać żadnych zmian, prócz jeno baczniejszej obserwacji i szybkiego usuwania wszelkich zauważonych nieregularności. (Modern Transp. 12 stycznia 1935 r.).

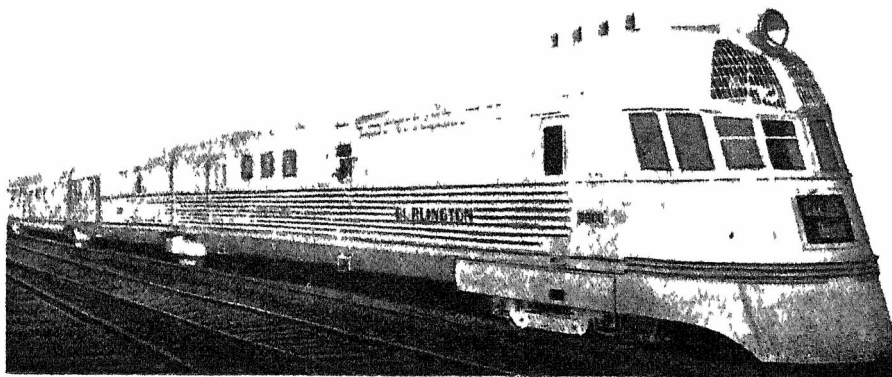
cz.

METALOZNAWSTWO

Własności stali w niskich temperaturach.

W celu zbadania własności stali w temperaturach poniżej 0°C sporządzono dwa aparaty, jeden oparty na zasadzie termostatu, drugi — na zasadzie stałego punktu wrzenia. Różne temperatury wrzenia otrzymywano zmieniając ciśnienie. Badania przeprowadzono do temperatury -195°, stosując ciekłe gazy, jak pentan, tlen i azot.

Do prób użyto zelaza Armco, stali małowęglistych (0,06—0,2% C) ze zmienną ilością manganu (0,1—0,5%), stali chromoniklowych o zawartości węgla 0,11—0,23%, chromu 0,19—0,7% i niklu 3—5%, oraz



Rys. 2. Jeden z pociągów motorowych (wagon 3-członowy) ze stali nierdzewiejącej o kształtach opływowych, kursujących na linii Chicago — St. Paul ze średnią szybkością techniczną ok. 130 km/h.

stali manganowej o 0,4% C i 0,8% Mn

Z badań tych wynika, że w niskich temperaturach wytrzymałość stali węglistych i chromoniklowych wzrosła, przyczem proporcjonalność wzrostu w zależności od zawartości węgla jest taka sama, jak w zwykłych temperaturach. Przewężenie w zależności od rodzaju stali zmniejsza się o około 10% przy obniżeniu temperatury do -160°C, a następnie gwałtownie spada, aby przy temperaturze -190°C stracić około 80% wartości. Granica sprężystości z obniżeniem temperatury rośnie do pewnego zakresu temperatur, zależnego od rodzaju stali, poczem gwałtownie spada. Dla żelaza Armco przejście to zachodzi w temperaturach -140 do -160°, dla stali węglistych — między -161 a -183°, a dla stali chromoniklowych przesuwają się do jeszcze niższych temperatur tak, że przy 5% niklu nie ma żadnych załamania granicy sprężystości do temperatury -195°C.

Podobne zjawisko zachodzi ze spadkiem wydłużenia. Badania te nie potwierdzają wzoru Pestera do obliczania wytrzymałości w niskich temperaturach: $\text{tg } \alpha = \frac{\sigma_x - \sigma_{20}}{\Delta t}$, gdzie σ_x i σ_{20} jest wytrzymałością w temperaturach x i 20° a t — temperaturą. Według tego wzoru, z obniżeniem temperatury wytrzymałość wzrasta linjowo, podczas gdy w rzeczywistości do -100° wzrasta wolniej, a dalej bardzo szybko.

Z tego widac, że zmiana wytrzymałości w niskich temperaturach jest dla wszystkich stali prawie jednakowa, a zmiana innych własności zależy od rodzaju stali, przyczem stale o znacznej ilości niklu mają stosunkowo najlepsze własności w bardzo niskich temperaturach. (Forschungsheft 1934 r., styczeń — luty, str. 1 — 20).

A. F

Żeliwo stopowe.

Prace nad udoskonaleniem żeliwa były prowadzone najpierw głównie w kierunku udoskonalenia metod topienia, lecz obecnie główną uwagę zwrócono na podniesienie jakości żeliwa drogą doprowadzenia składników uszlachetniających. Należy zaznaczyć, iż próby doprowadzenia niklu do żeliwa były wykonywane stosunkowo dawno, lecz szersze zastosowanie żeliwa stopowego notuje się od niedawna. Jako składniki stopowe, należy wymienić przede wszystkim nikel, chrom, ostatnio zaś molibden.

Obecnie najczęściej jest używane żeliwo niklowe z zawartością niklu od 1 do 2%, przy której to zawartości żeliwo pozostaje perlitycznym. Przy odpowiednim doborze krzemu wpływ niklu uwidoczni się nie tylko w podniesieniu wytrzymałości i twardości, lecz również i w otrzymaniu bardziej zwartej i jednorodnej odlewu, większej odporności na zużycie, na działanie wyższych temperatur i korozję. Przy zawartości niklu 3—4% żeliwo posiada budowę sorbityczną, zaś przy 5—6% jest już martenzytyczne. Ostatnie pod względem odporności na zużycie prawie że dorównywa żelwu azotowanemu.

Jeżeli w żelwie niklowym nie możemy odpowiednio zmniejszyć zawartości krzemu, to należy w celu utwardnienia dodać chromu. Zwykle zawartość chromu jest 2,5—3 razy mniejsza od zawartości niklu. Jednocześnie dodatek niklu i chromu daje budowę drobnoziarnistą, wysoką twardość i wytrzymałość oraz wysoką odporność na ścieranie. Zwykle żeliwo chromoniklowe nie zawiera chromu powyżej 1% i niklu powyżej 3%. Większe zawartości Ni i Cr są stosowane tylko w specjalnych przypadkach.

Ostatnio jest używane żeliwo z dodatkiem chromu, niklu i miedzi o budowie austenitycznej. Stosuje się je w tych wypadkach, gdy jest wymagane żeliwo szczególnie mocne i odporne na wpływ wyższych temperatur oraz czynników chemicznych. Również żeliwo o zawartości chromu 15—35% jest bardzo odporne na wpływ wyższych temperatur i korozję.

Jako żeliwo odporne na wpływ kwasów jest używane żeliwo, zawierające 13—17% krzemu. Wykonanie i obróbka takiego żeliwa nastęrcza poważne trudności, to też chętniej używane jest żeliwo niklowe austenityczne, znane pod nazwą Niresist albo Nicrosilal. Skład chemiczny żeliwa Niresist jest następujący: Ni=14%, Cr=6%, Cu= 5%, zaś Nicrosilalu: Ni=18%, Cr=2%; Si= około 6%.

Dodatek molibdenu do żeliwa uważany był przez dłuższy czas raczej tylko jako pewien czynnik reklamowy. Ostatnio jednak nastąpił w powyższej sprawie zasadniczy zwrot i szereg wykonanych badań wykazuje korzyści, wynikające z dodawania bądź to samego molibdenu, bądź łącznie z innymi metalami. Dodatek molibdenu podnosi wytrzymałość na rozciąganie i na zginanie. Jednocześnie sprzyja otrzymaniu drobnego grafitu, drobnoziarnistej budowy o charakterze raczej sorbitycznym. Wpływ molibdenu, molibdenu i chromu oraz molibdenu i niklu na własności żeliwa w temperaturze pokojowej podaje poniższe zestawienie (zawartości C, Si, Mn, P i S we wszystkich wypadkach różnią się b. nieznacznie i dlatego nie podaję ich w tabeli).

Nr.	Mo %	Cr %	R _r kg/mm ²	Strzałka ugięcia, cali	R _r kg/mm ²	Br. (3000 kg 10 mm, 15°)
1.	0,0	—	45,3	0,19	29	241
2.	0,42	—	50,4	0,21	31,6	229
3.	1,05	—	55,2	0,20	36,3	269
4.	0,0	0,29	48,8	0,18	29,5	229
5.	0,34	0,29	52,1	0,20	32,0	241
6.	1,00	0,29	59,8	0,20	37,7	269
		Ni %				
7.	0,0	0,92	45,3	—	30,0	241
8.	0,48	1,04	55,6	—	32,75	277
9.	1,00	0,87	64,6	—	37,8	281

Podobnie jak i w stali, dodatek molibdenu wpływa korzystnie na własności wytrzymałościowe żeliwa w wyższych temperaturach. Badania wykonane z temi samymi materiałami w temperaturze 500°C dały wyniki następujące:

Nr.	R _r kg/mm	Ni	R _r kg/mm
1.	17,0	4	17,25
2.	19,5	5.	20,30
3.	26,7	6.	26,30

Otrzymanie dobrego żeliwa stopowego zależy od dobrego surowca. Nie mniej ważną rolę odgrywa właściwy sposób doprowadzenia składników stopowych. Istnieje 3 metody doprowadzenia składnika stopowego do żeliwa: dodawanie do kadzi, dodawanie do żeliwiaka w postaci stopu i użycie surówki, zawierającej domieszki składników stopowych. Wybór tej lub innej metody jest uzależniony od wielu czynników.

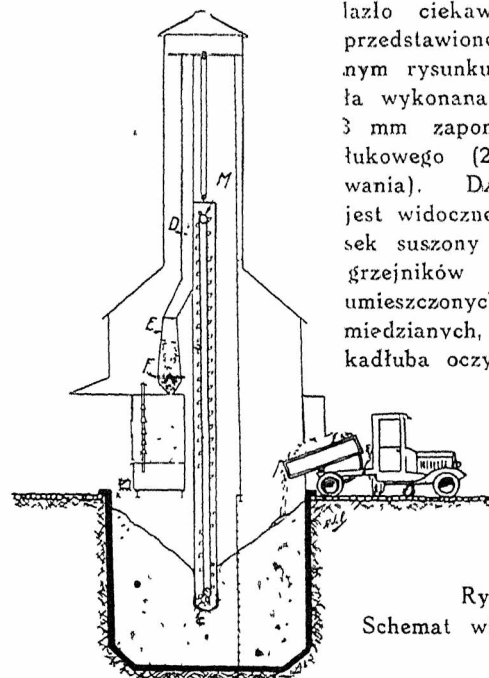
Co do strat, to straty niklu i miedzi są nieznaczne. Znaczne zaś są straty chromu, które rosną ze wzrostem zawartości chromu w surówce. Straty krzemu i manganu wynoszą zwykle około 15%. (Metallurgia, grudzien 1934 r., str. 39/41 i 54/56).

E. P.

SPAWANIE

Wieża do suszenia piasku do wagonów tramwajowych.

Zagadnienie ekonomicznego suszenia piasku, używanego w dość znacznych ilościach do hamowania tramwajów, znalazło ciekawe rozwiązanie,



Rys. 3. Schemat wieży-suszarni.

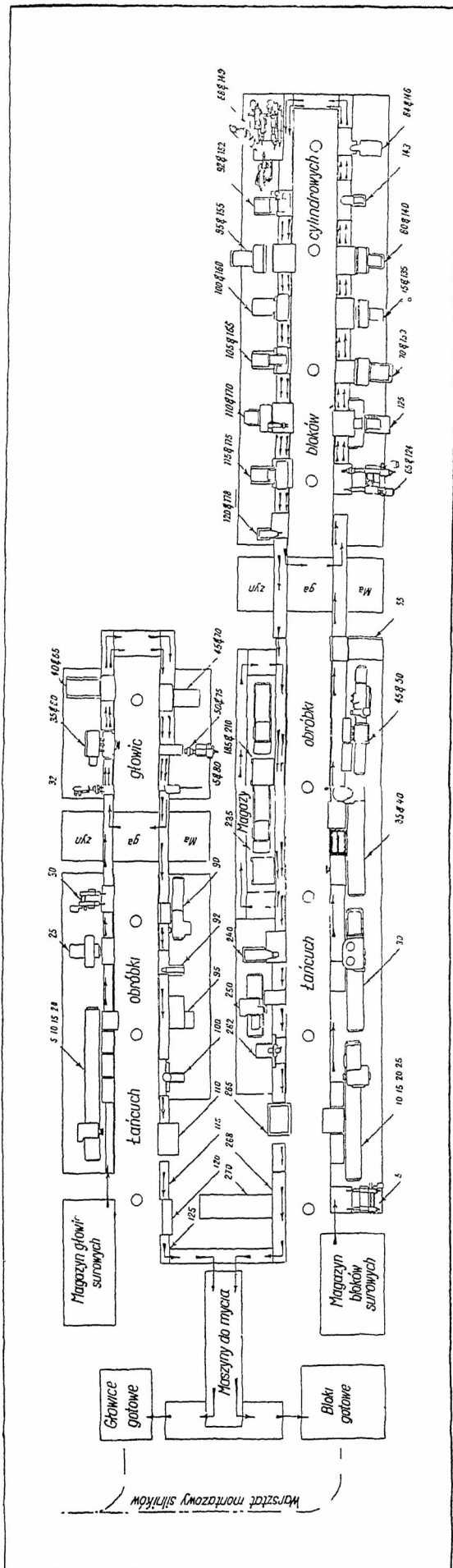
Pojemność zbiornika betonowego — 15 t. Działanie wieży jest całkowicie samoczynne; zależnie od poziomu piasku w oczyszczaczu, silnik M, wprawiający w ruch podnośnik D, włącza się lub wyłącza automatycznie. (Soudeur-Coupeur 1934, zesz. 11).

zd.

TECHNIKA WARSZTATOWA

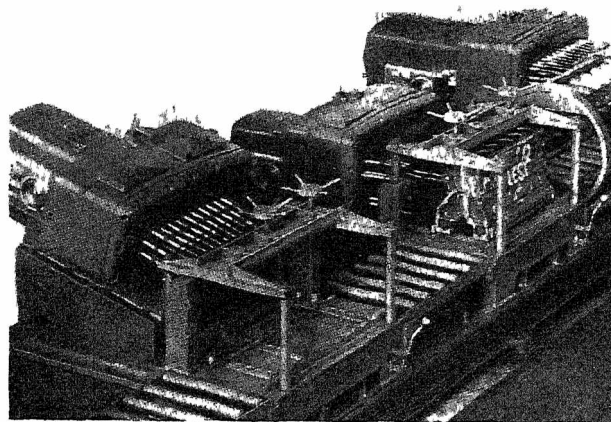
Nowoczesne urządzenie wytwórni silników samochodowych.

Aby produkować szybko i tanio, należy mieć, między innymi, odpowiednie urządzenie warsztatu mechanicznego. Taki nowoczesny warsztat przedstawiony jest schematycznie na rys. 4. Ustawione w szereg obok siebie obrabiarki do wykonywania kolejnych operacji obróbki połączone są przeno-



Rys. 4. Plan warsztatu mechanicznego
Cyfry oznaczają kolejne numery operacji

śnikami łańcuchowemi. Strzałki wskazują drogę, którą odbywa surowy odlew bloku cylindrowego lub głowicy, począwszy od magazynu odlewów surowych aż do magazynu przedmiotów całkowicie wykończonych. Cała obróbka przedmiotu składa się z kilku seryj. Na serję pierwszą, do której zalicza się pierwszych 55 operacji, składa się frezowanie, wiercenie i rozwiercanie otworów na kołki ustalające oraz wytaczanie cylindrów.



Rys. 5. Trzy poziome wielonarzędziowe wiertarko-gwinciarzki.

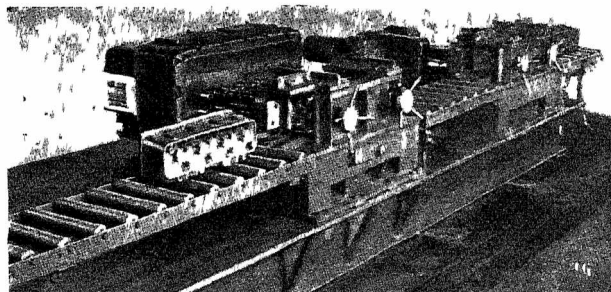
W pierwszym cyklu wykonywa się na nich wiercenie otworów, w drugim — gwintowanie

Po przejściu pierwszej serji operacji przedmioty idą do magazynu. Następną grupą obrabiarek służy do wiercenia, gwintowania i rozwiercania. Obrabiarki te są wielonarzędziowe i przytem tak skonstruowane, że każda z nich może służyć do różnego rodzaju obróbki. Na jednej maszynie można bądź wiercić, bądź gwintować. Wskutek tego, że przedmiot przez każdą z tych ostatnich maszyn musi przejść dwukrotnie, następuje po 55-tej operacji zwolnienie tempa i dlatego potrzebny jest w tem miejscu magazyn.

Następna serja operacji polega na obróbce łożysk wału korbowego i wału rozrządowego. I tutaj maszyny służy do podwójnej obróbki, zgrubnej i wykończającej. Dlatego też znajduje się tutaj za każdą maszyną osobny mały transporter. Po zakończeniu tego cyklu blok przechodzi dalej i po wymyciu dostaje się do magazynu, skąd transportowany jest do montowni.

Przebieg obróbki głowicy jest analogiczny do przebiegu obróbki bloku. Na schemacie widzimy w górnej części rys. 4.

Rozmieszczenie maszyn widoczne jest z rysunku. Należy jeszcze zwrócić uwagę na sposób ustawienia maszyn. Zamiast fundamentu, zastosowano płytę stalową, której górna powierzchnia jest obrabiona. Na płycie tej ustawia się obra-



Rys. 6. Fragment przenośnika łańcuchowego z widoczną na pierwszym planie wiertarką poziomą o głowicy wielonarzędziowej do wiercenia otworów na kołki w głowicy cylindrów silników autobusowych.

biarki, przymocowując je do niej zapomocą śrub. Takie urządzenie ma tę zaletę, że z łatwością można w razie potrzeby wstawić, pomiędzy już ustawione maszyny, maszynę nową, która może być potrzebna do pewnej operacji. Unika się przez to budowania fundamentu, co jest ważne szczególnie wtedy, gdy ta dodatkowa maszyna jest ustawiana tylko czasowo.

Na rys. 5 przedstawiona jest obrabiarka, która może pracować bądź jako pozioma wiertarka, bądź też jako gwintarka.

Rys. 6 uwidoczniła część transportera ze stojącą obok niego poziomą wiertarką. C.

KRONIKA PRZEMYSŁOWA

Charakterystyka gospodarcza Polski w r. ub.

Omawiając charakterystykę gospodarczą Polski w r. ub., „Polska Gospodarcza” przytacza w zesz. 1 z r. b. kilka liczb, oświetlających to zagadnienie. A więc ogólny wskaźnik produkcji przemysłowej w Polsce wzrósł w r. 1934 do 67,1 (1928 = 100) wobec 60,7 w r. 1933. Ładunki kolejowe wzrosły z 3636 tys. tonn miesięcznie (przeciętnie) do 3804 tys. t mies. (w ciągu 10 miesięcy r. ub.). Bilans handlowy w ciągu 10 mies. wykazał saldo dodatnie 142,5 milionów zł., gdy w tym samym okresie 1933 r. dał zaledwie 75 milionów zł. nadwyżki. Wpływy podatków bezpośrednich w okresie kwiecień—listopad wyniosły: w 1934 r. 361 milionów zł., gdy w r. 1933 — 337 milj. zł. Suma zaprotestowanych weksli zmalała z 381 milionów na 261 milionów zł. (w ciągu 11 mies. roku).

Równocześnie zaznaczył się dość silny wzrost oszczędności, mian. na 31 października 1933 stanowiły one kwotę 1224 milionów zł., gdy na 31 października r. ub. wzrosły do 1475 milj. zł.

Ruch cen wyraził się pewnym spadkiem cen artykułów przemysłowych: z 60,4 (listopad 1933 r.) na 57,1 (listopad 1934 r.), zaś cen artykułów skartelizowanych — z 91 na 83,4. Niestety jednak spadkowi cen artykułów przemysłowych towarzyszył także spadek wskaźnika cen artykułów rolnych.

Hutnictwo żelazne w Polsce w r. 1934.

Wytwórczość hutnictwa żelaznego w r. ub. i 2 latach poprzednich według nieostatecznych jeszcze danych przedstawiała się jak następuje (w tonnach):

	1934	1933	1932
Surówka	381 587	305 625	198 674
Stal	855 898	832 822	564 143
Wytw. walcowniciane	618 916	591 960	404 093
Rury żelazne i stalowe	54 129	46 383	33 816

Jak widać z tych danych, rok 1934 przyniósł wzrost pro-

dukcji we wszystkich działach, dzięki głównie rozszerzeniu rynku krajowego, co jest objawem bardzo dodatnim.

Procentowy wzrost wytwórczości w r. 1934 w stosunku do r. 1933 przedstawiał się nast.: w dziale surówki — o 24,5%, stali—2,8%, wytworów walcownicianych—4,5%, rur—16,5%. (Polska Gosp. 1935 r., zesz. 1).

PRZEGLĄD LITERATURY

Rzemiosło w Polsce współczesnej. Cecyljan Płasiński. Lublin, 1934.

Ukazała się pierwsza wyczerpująca monografia o rzemiosle w Polsce, napisana przez jednego z pracowników samorządu rzemieślniczego, autora dobrego podręcznika do nauki prawa rzemieślniczego w szkołach rzemieślniczych. Oto zawartość spisu rzeczy omawianej publikacji: I. Określenie i ustrój rzemiosła. II. Liczebność rzemiosła i stan nauki zawodu. III. Sprawy gospodarcze. IV. Organizacje i samorząd.

Z dużego tomu, liczącego ponad 200 str., wyłowiłem parę szczegółów, które mogą zainteresować szczególnie inżyniera mechanika. Autor podaje, że według ankiety Izby Rzemieślniczej w Łodzi zakłady rzemieślnicze zmechanizowane, t. j. używające napędu mechanicznego, stanowiły (w r. 1930) zaledwie 2,25% ogółu zakładów. W m. st. Warszawie (w r. 1931) silniki posiadało 8,89% ogółu zakładów rzemieślniczych, w tem 7,2% do 3 KM.

W rozdziale o dostawach wspomina autor o ciekawym wypadku zakupu i zamortyzowaniu maszyny w związku z jednorazową dostawą. Oto w Lublinie w r. 1932 podjęli się krawcy uszycia 8000 par bielizny i drelichów dla wojska po cenie zgóry oznaczonej za jednostkę. Zachodziła jednak konieczność, aby dziurki były obrabiane jednolicie, maszynowo. „Ponieważ odpowiedniej maszyny nie było, więc cechy uwzględniły to w kalkulacji, zamierzając nabyć maszynę odpowiednią, a wykonawcom płacić po kilka groszy mniej, niż wynosiły stawki wojskowe. Maszyna była w kalkulowana w to jedyne zamówienie”. Krawcy wywiązali się z dostawy „terminowo i akurrotnie”.

W części trzeciej podaje autor m. in. spis rzemiosł, które wykazują tendencję zanikowe. A więc garncarstwo, wskutek rozpowszechnienia się wyrobów emaljowanych pochodzenia fabrycznego; sztukatorstwo i rzeźbienie w kamieniu — głównie ze względu na nowe prądy w architekturze; bednarstwo — wobec zastępowania beczek drewnianych metalowymi, a nawet torbami papierowymi (np. w cemencie); kołodziejstwo — wobec mechanizacji pojazdów, i powroźnictwo, gdyż na miejsce powrozów coraz częściej używane są łańcuchy i liny stalowe; blacharstwo, nie mogące wytrzymać konkurencji fabrycznej; kollarstwo, gdyż coraz rzadziej bywa używana miedź, a zastępuje ją tańsze żelazo lub wygodniejsze i lżejsze aluminium; koszykarstwo, rzeźbienie w drzewie i tokarstwo drzewa, szmuklerstwo i wreszcie wyrób instrumentów muzycznych — z powodu coraz większego rozpowszechniania się muzyki mechanicznej.

Bard.

TREŚĆ:

Wpływ przewężenia na wydłużalność próbek przy rozrywaniu, nap. Dr. Inż. A. Krupkowski, Profesor Akademii Górniczej w Krakowie.

W sprawie norm odbioru turbin parowych, nap. Dr. Inż. W. Borowicz, Profesor Politechniki Lwowskiej.

Metoda stroboskopowa w zastosowaniu do pomiaru siły tłoczenia pras korbowych, nap. Inż. W. Biernawski.

Nowe idee i zdarzenia w świecie nauki i wytwórczości:

O ciężkim wodorze, nap. Dr. L. Wertenstein, Profesor Wolnej Wszechnicy Polskiej.

Budowa polskich okrętów transatlantycznych, nap. W. Milewski.

Polski Związek Badania Materjałów, nap. M. P.

Przeгляд czasopism technicznych.

Kronika przemysłowa.

SOMMAIRE:

L'influence de la construction sur l'allongement des éprouvettes au cours des essais à traction, par M. A. Krupkowski, Dr. ès sc. techn., Professeur à l'Académie des Mines de Cracovie.

Sur les normes de réception des turbines à vapeur, par M. W. Borowicz, Dr.-Ing., Professeur à l'École Polytechnique de Lwów.

La méthode stroboscopique appliquée à la détermination de la force du pressurage des presses à manivelle, par M. W. Biernawski, Ingénieur mécanicien.

Nouvelles idées et faits dans le domaine de la science et de l'industrie:

Sur l'hydrogène lourd, par M. L. Wertenstein, Professeur à l'Université Libre de Varsovie.

Les nouveaux paquebots transatlantiques polonais, par M. W. Milewski.

L'Association Polonaise pour les Essais des Matériaux, par M. M. P.

Revue documentaire.

Cronique industrielle.