

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Zastosowanie lekkich stopów w technice (dok.), nap. W. Łoskiewicz, inż.
 Śmigło (dok.), nap. Z. Zych-Płodowski, ppłk. inż.
 Badania silników hutniczych (c. d.), nap. B. Borejsza, inż.
 Drogi ceglane w St. Zjednocz. t. p., nap. St. Manduk, inż.
 Doświadczenia nad podobieństwem hydrodynamicznym, nap. F. K.
 Przegląd pism technicznych.
 Kronika.

SOMMAIRE:

Les alliages légers et leurs applications modernes (suite et fin), par W. Łoskiewicz, ing.
 Sur la théorie de l'hélice aérienne (suite et fin), par Z. Zych-Płodowski, ing.
 Essais des moteurs d'aviation (suite), par B. Borejsza, ing.
 Routes pavées en briques aux États Unis (à suivre), par St. Manduk, ing.
 Recherches relatives à la similitude dynamique des fluides, par F. K.
 Revue documentaire.
 Divers.

Zastosowanie lekkich stopów w technice.¹⁾

Napisał inż. W. Łoskiewicz, Kraków.

2d — Patent amer. № 1472740, 29/XII. 1921, Archer, Jeffries. Stopy glinu z miedzią i magnezem oraz dodatkami, jak mangan, chrom, nikiel, molibden, — minimalna zawartość krzemu 0,5%.

Przykład: 4,5% miedzi, 0,5% magnezu, 0,75% krzemu, 0,5% manganu.

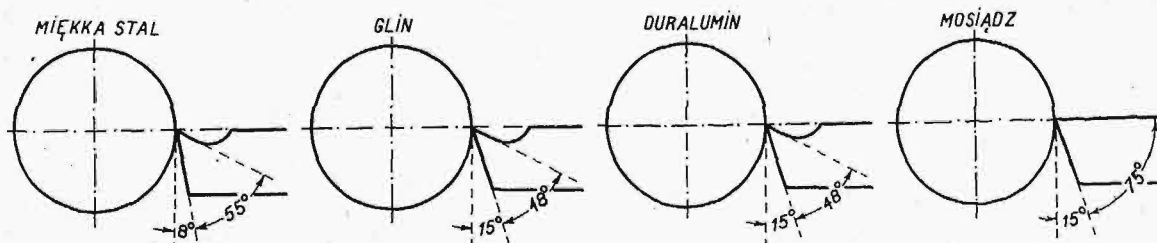
Identyczny z duraluminem, tylko że krzem jest przepisany a nie wypadkowy, jak w duraluminie. Hartowanie w 500 — 550°, wzmocnienie przy 100 — 150°. Taki stop, po zahartowaniu i wzmocnieniu w ciągu 70 g. przy 120°, wykazał wytrzymałość na rozciąganie $R = 46,8 \text{ kg/mm}^2$, wydłużenie $A = 20,5\%$, zaś po 10 godz. przy 150° — $R = 52,7 \text{ kg/mm}^2$, $A = 13\%$.

Jak widzimy, prawie w każdym państwie są mniej lub więcej oryginalne pomysły takich lekkich stopów o wysokiej wytrzymałości — tylko, niestety, Polski brak pomiędzy nimi.

Glin czysty ma właściwość „smarowania“ i jest nie wygodny do obróbki narzędziami tnącymi. Stopy zaś glinu dają się znacznie lepiej obrabiać. Ma się rozumieć, że i tutaj należy stosować odpowiednie narzędzia; jak na przykład noże tokarskie mają dla każdego stopu inny najodpowiedniejszy kąt skrawania i zaostrenia (rys. 16).

Co do świdrowania lekkich stopów, to dają się one czysto świdrować przy zachowaniu pewnych ostrożności.

Ostatnio firma Stock & Co. w Berlinie (sprawozdawca Dr. Trautreter, Maschinenbau 3. tom, 1924, str. 1096) wypuściła na rynek świdry ze stopu miedzi z glinem (zapewne bronz glinowy), które podług sprawozdawcy okazały się bardzo praktycznymi w zastosowaniu do lekkich stopów. Mają one pracować bardzo czysto, nie zadzierać, nie zacierać się, wióry odchodzą łatwo. Smarowanie — wodą mydlaną. Stop „Elektron“ należy wiercić na sucho.



Rys. 16. Postacie noży do skrawania niektórych stopów.

Teraz jeszcze słów parę o obróbce tych lekkich stopów skrawaniem.

¹⁾ Dokończenie do str. 420 w № 28 z r. b.

SPROSTOWANIE. W poprzedniej części tego artykułu zauważyliśmy parę omyłek, które należy sprostować.

1) Str. 417—420 stanowiły ciąg dalszy do str. 387 (nie zaś do 287).

2) W tab. VII (właśc. mech. i fizyczne) w składzie stopu „L. 5“ powinna być oznaczona zawartość Cu 3% (nie 4%).

3) W tab. VIII wytrzymałość na rozciąg. stopu Z po uszlachetnieniu pow. być podana 41—44 kg/mm^2 (nie zaś 41—43).

4) Na str. 419, w wierszu 4-m i 5-m od góry powinno być: Temperatura wyżarzania 350°, najlepiej w roztopionych solach (np. NaNO₃).

Próby były robione ze świdrami 10 mm ϕ . Porównawczy świder stalowy miał kąt 114° i kąt skrawania 60°. Świdry miedziano-glinowe posiadały kąty 110°, 114°, 120°, 130° i 140°.

Próbki miały skład następujący:

1) Odlew „glinowy“ (98,35% Al, 0,79% Cu, 0,56% Si, 0,28% Fe), grubość 50 mm.

2) Odlew „Alpax“ (87,9% Al, 0,24% Cu, 0,75% Fe, 0,08% C, 11,0% Si), grubość 40 mm.

3) Odlew „Elektron“ (95,15% Mg, 2,92% Al, 1,2% Cu, 0,42% Si, 0,27% Fe) grubość 30 mm.

4) Odlew „Miedziany“ (99,7% Cu, 0,12% Pb).

Wyniki są zebrane w tabeli XIII; uwzględniono tylko te świdry, których kąt okazał się najodpowiedniejszym

TABELA XIII.
Wyniki wiercenia świdrami z „Cu - Al”.

Próbka	Głębokość otworu mm	posuw mm/obrot	prędkość skrawania m/min	Kąt		zużycie energii		Czas	
				świdra stalowy	świdra z Cu	stalowy k W	Cu-Al k W	stalowy sek.	Cu-Al sek.
Glin . . .	50	0,3	108,5	114°	130°	1,65	1,00	7	3,5
Alpax . . .	40	0,3	108,5	114°	140°	2,25	1,35	9	5
Elektron . .	30	0,3	108,5	114°	100°	0,66	0,34	2,5	2
Miedz . . .	20	0,2	60,0	114°	140°	1,50	1,22	6	2,5

Stopy najłżejsze, których zasadniczym składnikiem jest magnez (wcale nie taki palny, za jaki go dawniej uważano), mają narazie tylko jednego głównego przedstawiciela — „Elektron” (Griesheim-Elektron Akt. Ges). Ich ciężar właściwy waha się około 1,7 — 1,9. Zastosowanie mają na łoki, kartery oraz na te wyroby „galanterijne”, gdzie lekkość jest jednym z najważniejszych czynników (aparaty ręczne fotograficzne, statywy, przenośne maszyny do pisania, protezy, i t. d.). Napewno i te stopy znajdą w niedalekiej przyszłości większe zastosowanie; narazie cena magnezu jest jeszcze dość wysoka, około 8,5 — 9 fr. zł. za 1 kg.

Gatunki stopu „Elektron” wypuszczane przez pomienione Towarzystwo są podane w „Przeglądzie Technicznym” 1923. str. 481 w artykule K. Gierdziejewskiego i w „Przeglądzie Górniczo-Hutniczym” 1924, № 17.

Czy rozwój przemysłu glinowego jest u nas w Polsce możliwy? Niestety, dotychczasową odpowiedź było zwykle — nie, — bo po pierwsze nie posiadamy jedynej obecnie używanej rudy glinowej — boksytu, a po drugie nie mamy źródeł taniej energii elektrycznej.

Pierwszy zarzut można łatwo odeprzeć.

Czy Niemcy, Anglja, Szwajcaria, Norwegja, Włochy posiadają tą rudę? — Tylko niektóre z nich i w dodatku w tak niedostatecznej ilości i w takim gatunku, że albo jej nie wystarcza na podkrycie zapotrzebowania przemysłu glinowego, albo się ona wogóle nie nadaje (przemysłowe zastosowanie mają rudy o zawartości większej niż 52% Al₂O₃).

Na podstawie tablic ogłoszonych w dziele prof. K. Bohdanowicza „Z wycieczki naukowej do południowej Francji i północnej Afryki”, zestawilem tabelę XIV, gdzie są wymienione kraje produkujące boksyt i glin mechaniczny.

TABELA XIV.

		Stany Zjednocz.	Francja	Szwajcaria	Niemcy	Anglja	Indje	Gwiana Brytyjska	Włochy	Norwegja	Austria	Kanada	Hiszpania
1913	boksyt glin met.	213615 29500	309294 13503	— 10000	— 800	8282 10000	1203	—	6952 874	— 2500	— 5000	— 5916	—
1916	boksyt glin met.	431923 63000	106170 3604	— 15000	— 8000	10495 4000	762	—	8887 1126	— 6000	— 5000	— 8800	—
1917	boksyt glin met.	577817 90700	120883 11066	— 15000	— 15000	14960 6000	1385	2790	7789 1740	— 8000	— 5000	— 11800	—
1918	boksyt glin met.	615443 102000	— 12023	— 15000	— 25000	5743 14000	1211	4266	7800 1715	— 7500	— 8000	— 15000	—
1919	boksyt glin met.	382610 30000	160865 12200	— 15000	— 15000	9369 10000	1709	1999	2972 1673	— 4000	— 5000	— 15000	1780
1920	boksyt glin met.	529675 30000	266700 10000	— 12000	— 10000	11197 7116	3995	31883	37360 1200	— 4000	— 2000	— 10000	540

Tabela ta wykazuje cyfrowo, że brak rud glinowych nie wyklucza produkcji metalicznego glinu.

W jakim sposobie mogą te państwa produkować tak znaczne ilości glinu? Sprowadzają z Francji, względnie z Ameryki, rudę albo gotowy tlenek glinowy, a opłaca się im to z tego powodu, że mają tanią energię elektryczną i dobrze zorganizowany transport.

W tabeli XV są podane wyniki obliczeń zasobów energii wodnej pg. Koehn'a i Kaplana¹⁾ i niezupełnie z niemi zgodne dane ogłoszone w „Wasserkraft”²⁾.

TABLICA XV

Zasoby energii wodnej w tys. K.M.
w poszczególnych krajach.

KRAJ	wedł. Koehn'a i Kaplan'a		wedł. „Wasserkraft”	
	tysiący K M.	na 1-go miesz. K M.	tysiący K M.	zużytko- wano tys. K M.
Stany Zjednoczone.	100 000	1	10 000	6 000
Kanada	26 000	4	32 000	3 900
Norwegja	13 000	5,2	13 000	1 200
Balkany	10 000	0,6	10 000	—
Szwecja	6 750	1,17	8 800	1 400
Austro-Węgry	6 130	0,12	4 100	600
Francja	5 860	0,15	6 000	1 400
Włochy	5 500	0,15	5 150	1 100
Hiszpanja	5 200	0,26	5 200	3 400
Rosja	3 000	0,02	22 000	700
Finlandja	2 600	0,8	2 600	200
Islandja	2 000	22,0	—	—
Szwajcaria	1 500	0,4	12 500	1 500
Niemcy	1 420	0,02	4 000	1 500
Anglja	960	0,02	1 000	200

Polska podług danych Polskiego Komitetu Energetycznego³⁾ posiada 3653 tys. KM. zasobów energii wodnej (0,13 KM. na 1 miesz.), z tego I-ej kategorii 1795 tys. KM. A więc i pod tym względem nie jesteśmy upośledzeni, tylko że nasze instalacje są jeszcze w projekcie i w budowie.

Stworzenie więc u nas przemysłu lekko-metalowego nie jest wcale utopją.

Zmusza nas do tego również i konieczność. Obrona naszych granic zależy od stanu przemysłu lotniczego w kraju. Ten zaś bez własnego przemysłu lekko-metalowego może tylko węgutować, ponieważ odcięcie przywozu może go unieruchomić. Wobec tego że nasze gatunki drzewa niezupełnie odpowiadają wymaganiom stawianym przez konstruktorów, musimy sprowadzać surowce: albo część drzewa albo lekkie metale, względnie stopy.

Drzewo jako materiał konstrukcyjny, jak już zaznaczyłem, jest bardzo niejednorodne. Najmniejsza skaza winna wykluczać użycie tego materiału do konstrukcji, co powoduje konieczność sprowadzania znacznych ilości tego materiału, który pozatem, przy dłuższem magazynowaniu, zmienia swe właściwości

¹⁾ Swante Arrhenius. Die Chemie und das moderne Leben, 1922 r.

²⁾ „Wasserkraft” 1924 r. № 14 (sprawozd. w V. D. I. № 6, 1925, str. 142)

³⁾ „Przegląd Techniczny”, tom 62 (1924) str. 328 — 329.

i formę (pęknięcia, sychanie się i t. p.), nawet o ile przedtem był dostatecznie wysuszony.

Wykonanie konstrukcji drewnianej wymaga przy znaczniejszej produkcji większej ilości wysokowykwalifikowanych sił robotniczych (wysoka płaca) i w dodatku taka konstrukcja wymaga ciągłego dozoru po wykonaniu i stałego regulowania, wobec zmiany formy poszczególnych części pod wpływem zmian atmosferycznych.

Metale lekkie, względnie stopy, mają właściwości mechaniczne jednakowe przy jednakowym składzie i jednakowej obróbce termicznej i mechanicznej, są więc jednorodne. Poszczególne części mogą być zastąpione łatwo identycznymi częściami z identycznego materiału o identycznych wymiarach oraz właściwościach mechanicznych.

Nadawanie formy wykonywa się maszynowo, a montaż może być powierzony mniej wykwalifikowanym siłom (mniej płatnym — kobietom), ponieważ możliwość błędu jest do pewnego stopnia wykluczona przez uprzednie mechaniczne przygotowanie części.

Zmontowany aparat nie wymaga prawie żadnej późniejszej regulacji, ponieważ części są ze sobą połączone sztywno zapomocą nitów.

Jeżeli więc jesteśmy zmuszeni sprowadzać surowce, to czyż nie lepiej sprowadzać lekkie stopy niż „spruce“?

Ale, o ile mamy sprowadzać lekkie stopy, bo co do tego chyba nie będzie sprzeciwu, to czyż nie lepiej sprowadzać surowce do fabrykacji tych lekkich stopów?

Stworzy się przez to u nas w kraju przemysł, który pozwoli w razie konieczności produkować na miejscu glin i inne lekkie metale, może trochę droższym sposobem niż z boksytów, ale zato na miejscowych glinach.

TABELA XVI.

Analizy boksytów różnych miejscowości.

	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	TiO ₂ %	H ₂ O %	CaO %	P ₂ O ₅ %
Francja							
biały	76,90	0,10	2,20	4,00	15,80	—	—
Villeveyrac (Hérault)	66,50	2,10	15,80	1,20	15,20	—	—
czerwony	65,00	17,60	1,90	1,50	14,00	—	—
Thoronet (Var) czerwony	69,30	2,90	0,30	3,40	14,10	—	—
Transylwania							
Biharskie góry (Franoissa)	62,02	20,54	2,66	—	13,83	0,93	0,99
Biharskie góry (Cucu)	43,29	2,06	33,89	2,78	14,24	—	—
Kroacja							
Grigin brieg	50,61	26,89	10,29	—	11,29	—	—
Niemcy							
Vogelsberg	50,92	15,70	1,10	3,20	27,75	—	—
Stany Zjednoczone							
Arkansas							
Poulaski County	62,05	1,66	2,00	3,50	30,31	—	—
—	57,48	2,56	10,64	1,20	28,36	—	—
Georgja							
Wilkinson County	57,58	0,96	9,38	2,76	29,12	—	—
Floyd „	52,21	13,50	0,80	3,52	27,72	—	—
Alabama							
Rock Run	61,00	2,20	2,10	—	31,58	—	—
Jacksonville	48,92	2,14	21,08	2,52	23,41	—	—

Taki sposób otrzymywania glinu z gliny istnieje (opracowany przez Borchers'a), ale obecnie wobec ceny boksytu i łatwości otrzymania z niego tlenku glinowego ekonomicznie się nie opłaca.

Jest to zrozumiałe, ponieważ zawartość tlenku glinowego Al₂O₃ w boksycie, jak to widać z tabeli XVI¹⁾, jest znacznie większa niż w kaolinie (najczystszej glinie), który zawiera teoretycznie 39,5% Al₂O₃, zaś krzemionki znacznie mniejsza niż w kaolinie — 46,5 SiO₂.

Pozatem przy przeróbce boksytów na tlenek glinowy wszystkie otrzymywane produkty uboczne mogą być regenerowane i wracają do fabrykacji, zaś straty wywoływane są jedynie znaczniejszymi ilościami krzemionki. A więc dla podtrzymania procesu trzeba będzie dodawać tylko nieznaczne ilości tych pomocniczych surowców (NaOH, Na₂CO₃).

Przy przeróbce zaś gliny otrzymuje się bardzo znaczne ilości produktów ubocznych (krzemianu wapnia), który ma zastosowanie w fabrykacji szkła, ale nie w takich ilościach, w jakichby się go tutaj otrzymywało.

A więc musimy stworzyć przemysł glinowy w kraju, pracujący narazie na importowanym boksycie lub tlenku glinowym.

W razie potrzeby, poprowadzimy proces na glinie miejscowej sposobem Borchers'a, albo jakim innym, który może być lada dzień odkryty.

Przystąpić do organizacji tego przemysłu musimy jaknajśpieszniej, aby nie być zaskoczonymi niespodzianie i nie okazać się wówczas bez wykwalifikowanych sił technicznych i bez przemysłu metalowo-samolotowego²⁾.

Nowe wydawnictwa

(nadesłane do Redakcji).

The National Physical Laboratory. Report for the year 1924. Wydanie Department of Scientific and Industrial Research. Londyn, 1925.

The Polish Oil Industry. Present Situation and Statistics, by Stanisław Unger and Stanisław Zarzecki. Nakł. Stow. Przemysł. Naftowych. Warszawa 1925. 20 str. tekstu i XIV tabel.

Dr. Feliks Młynarski. Powrót Anglii do waluty złotej. Odbitka z „Przemysłu i Handlu“. Warszawa, 1925.

Szwajcaria w r. 1924. Raport gospodarczy konsula R. P. w Zurychu, J. Czapllickiego. Str. 23. Wyd. M. S. Z.

Wielka Brytania w r. 1924. Raport gospodarczy konsula gen. R. P. w Londynie K. Komierowskiego. Str. 27. Wyd. M. S. Z.

Rocznik Statystyczny m. Łodzi za 1923 r. (Wydział Statystyczny Magistratu m. Łodzi). Redagował Edward Rosset. Łódź, 1925 r.

Jubilejní adresaň nakupních pramenu, průmyslových výrobků a podniku. Praha, 1925. Nakł. Stow. Inženýrův československých v Praze.

¹⁾ Prof. K. Bohdanowicz, Z wycieczki naukowej, str. 100.

²⁾ Źródła: J. Escard, L'Aluminium dans l'Industrie, Dunod, Paris 1921. Borchers. Das Aluminium, Knapp, Halle 1921. J. Biliter, Die elektrochemischen Verfahren der chemischen Gross-Industrie, Knapp, Halle 1918. R. J. Anderson, Aluminium, Carey Baird & Co, N. Y., 1924.

Lotnictwo

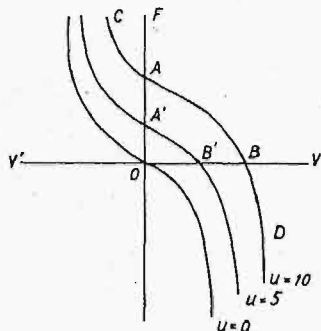
Ś M I G Ł O ¹⁾

Napisał ppłk. Z. Zych-Płodowski, inż.

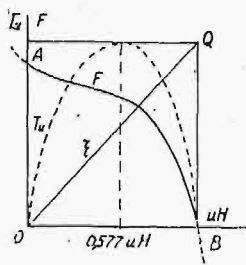
γ. Praca użyteczna.

Praca użyteczna śmigła jest to $T_n = F V$. Przypuśćmy, że mamy śmigło wirujące ze stałą szybkością n obrotów na sekundę. Nadawajmy teraz temu śmigłu różne prędkości posuwiste V , zaczynając od zera. Zauważymy, że przy $V=0$, $T_n=0$, przy $V=nH$, $T_n=0$, — bo, jak wynika z definicji skoku H , wówczas $F=0$.

Pomiędzy temi dwiema wartościami, praca użyteczna musi przechodzić przez pewne maximum.



Rys. 17.



Rys. 18.

Określmy, przy jakiej prędkości V otrzymamy maximum pracy użytecznej.

$$T_n = FV = \alpha n^2 D^4 V \left(1 - \frac{V^2}{n^2 H^2}\right) = \alpha n^2 D^4 \left(V - \frac{V^3}{n^2 H^2}\right)$$

Przyrównywując pierwszą pochodną $\frac{dT_n}{dV}$ do zera,

$$\text{otrzymamy: } 1 - \frac{3V^2}{n^2 H^2} = 0,$$

$$\text{skąd } V = \frac{1}{\sqrt{3}} n H = 0,577 n H.$$

Maximum pracy użytecznej otrzymamy od danego śmigła wirującego, gdy jego prędkość posuwista V równa będzie jego prędkości urojoną, pomnożonej przez $\frac{1}{\sqrt{3}}$.

Wykres (rys. 18) przedstawia krzywe: $F = f(V)$, i $T_n = f(V)$.²⁾

Oznaczając sprawność pędu $\frac{V}{nH} = \xi$, zauważymy, że gdy V zmienia się od 0 do nH , ξ rośnie od 0 do 1, proporcjonalnie do wzrostu V .

Prosta $Q Q$ wskazuje (rys. 18) przebieg $\xi = f(V)$.

¹⁾ Ciąg dalszy do str. 380, № 25.

²⁾ Na rys. 17 i 18 litera u powinna być wszędzie zastąpiona literą n . Rys. 17 dotyczy poprzednio już wydrukowanego ustępu (str. 380).

δ. Sprawność śmigła.

Sprawność $\rho = \frac{T_n}{T}$ — jest to stosunek pracy użytecznej do pracy silnika.

$$\rho = \frac{FV}{T} = \frac{\alpha n^2 D^4 \left(1 - \frac{V^2}{n^2 H^2}\right) V}{\beta n^3 D^5 \left(1 - \frac{V^2}{n^2 H^2}\right)} = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{V}{nH}$$

Ponieważ skok względny $h = \frac{H}{D}$, czyli $D = \frac{H}{h}$,

zatem: $\rho = \frac{\alpha}{\beta} \cdot h \cdot \frac{V}{nH}$. We wzorze tym $\frac{\alpha}{\beta} \cdot h = \eta$ — jest to sprawność urojona, $\frac{V}{nH} = \xi$ — sprawność pędu śmigła, — więc $\rho = \eta \cdot \xi$.

Sprawność ogólna śmigła równa jest iloczynowi sprawności urojonej przez sprawność pędu.

Z wzoru $\rho = \frac{\alpha}{\beta} h \cdot \frac{V}{nH}$ wynika, że ponieważ $\frac{\alpha}{\beta} h$ jest wielkością stałą dla danego śmigła, więc ρ zmienia się proporcjonalnie do $\frac{V}{nH}$, t.j. do ξ .

Zatem $\rho = 0$ dla $V = 0$ i $\rho = \eta$ dla $V = nH$.

Ale dla $V = nH$ wiemy, że $F = 0$, a więc i $T_n = 0$, powinno więc i ρ być równe zero, a nie osiągać w tym właśnie wypadku swojego maximum.

Tłumaczy się to tem, że gdy V zbliża się do wielkości nH , wówczas nie tylko T_n , ale również T maleje i zbliża się do zera, a w momencie kiedy V staje się równem nH , zarówno praca użyteczna T_n , jak i praca silnika T , stają się zerem.

W chwili kiedy prędkość V różni się od nH już tylko o wielkość nieskończenie małą, zarówno T_n jak i T stają się wielkościami nieskończenie małymi; ρ będąc ich stosunkiem staje się wprawdzie stosunkiem dwóch wielkości nieskończenie małych, ale samo pozostaje wciąż wielkością kończoną i osiąga w tym momencie wartość równą η , będącą jego maximum.

Zatem sprawność śmigła pędzącego jest zawsze mniejsza niż jego sprawność urojona, przyczem sprawność śmigła dąży do zrównania się ze sprawnością urojoną, gdy prędkość posuwista śmigła dąży do zrównania się z prędkością urojoną (nH), czyli $\rho = \eta$, gdy $V = nH$.

Zobaczmy, jaką sprawność będzie miało śmigło, gdy daje ono maximum pracy użytecznej.

Jak wiemy, $\rho = \frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{V}{nD}$. Dla otrzymania $T_{n \max}$ musi być $V = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot nH$, zatem $\rho = \frac{\alpha}{\beta} \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{H}{D} = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\alpha}{\beta} h = \frac{1}{\sqrt{3}} \eta$, czyli śmigło, dając maximum pracy użytecznej, posiada sprawność $\rho = \frac{1}{\sqrt{3}} \eta$, a więc daleką od jego maximum.

ε. Śmigło najlepsze (hélice optima).

Spróbujmy teraz, mając daną wymaganą siłę pędzącą i prędkość posuwistą śmigła, określić najlepsze śmigło, t.j. takie, które zużywając minimum pracy silnika dawałoby żadaną siłę pędzącą, — inaczej mówiąc takie, które posiadałoby najwyższą sprawność. Z wzorów zasadniczych:

$$F = \alpha n^2 D^4 \left(1 - \frac{V^2}{n^2 H^2} \right)$$

$$T = \beta n^3 D^5 \left(1 - \frac{V^2}{n^2 H^2} \right)$$

określamy T , eliminując n .

W tym celu z pierwszego wzoru znajdujemy

$$\frac{F}{\alpha D^4} = n^2 - \frac{V^2}{H^2}, \text{ więc } n^2 = \frac{FH^2 + \alpha D^4 V^2}{\alpha D^4 H^2}$$

$$T^2 = \beta^2 n^6 D^{10} \left(\frac{n^2 H^2 - V^2}{n^2 H^2} \right)^2 = \frac{\beta^2 n^2 D^{10}}{H^4} (n^2 H^2 - V^2)^2$$

Podstawiając otrzymaną wartość dla n^2 :

$$T^2 = \frac{\beta^2 D^{10}}{H^4} \cdot \frac{FH^2 + \alpha D^4 V^2}{\alpha D^4 H^2} \left[\frac{FH^2 + \alpha D^4 V^2}{\alpha D^4 H^2} H^2 - V^2 \right]^2 =$$

$$= \frac{\beta^2 D^6}{\alpha H^6} (FH^2 + \alpha D^4 V^2) \left(\frac{FH^2 + \alpha D^4 V^2 - \alpha D^4 V^2}{\alpha D^4} \right)^2 =$$

$$= \frac{\beta^2 D^6}{\alpha H^6} (FH^2 + \alpha D^4 V^2) \frac{F^2 H^4}{\alpha^2 D^8} = \frac{\beta^2}{\alpha^3} \frac{F^2}{H^3 D^2} (FH^2 + \alpha D^4 V^2), \text{ czyli:}$$

$$T^2 = \frac{\beta^2 F^3}{\alpha^3 D^2} + \frac{\beta^2 D^2 V^2 F^2}{\alpha^2 H^2}$$

Zauważywszy, że $\frac{H}{D} = h$, wprowadźmy zamiast skoku H , skok względny h . Wówczas wzór przyjmie postać:

$$T^2 = \frac{\beta^2 F^3}{\alpha^3 D^2} + \frac{\beta^2 V^2 F^2}{\alpha^2 h^2}$$

Mając dane 4 parametry śmigła: α, β, D, h i znając wartości siły F i szybkości V , — możemy z wzoru tego znaleźć od razu moc niezbędną.

Parametry α, β, D, h określa się bezpośrednio doświadczalnie.

Możemy określić jeszcze pracę T , w zależności od trzech tylko parametrów.

Zauważywszy bowiem, że: $\frac{\alpha^3}{\beta^2} \cdot \frac{4}{\pi \varphi} = q$, zaś $\frac{\alpha}{\beta} h = \eta$, jak to poprzednio wykazano, możemy wstawić do wzoru określającego T powyższe wielkości. Otrzymamy wówczas: $\frac{\beta^2}{\alpha^3} = \frac{4}{\pi \varphi q}$ i $\frac{\beta^2}{\alpha^2} = \frac{h^2}{\eta^2}$.

$$T^2 = \frac{4}{\pi \varphi q} \frac{F^3}{D^2} + \frac{F^2 V^2}{\eta^2}$$

Praca składa się więc z dwóch wyrazów; wyrazy te w wypadku interesującym lotnictwo, są oba dodatnie.

Wyraz pierwszy jest to kwadrat pracy niezbędnej w wypadku, gdy śmigło wiruje w miejscu i ma rozwinąć siłę ciągu F . Oznaczmy wyraz ten przez T_o^2 .

Wyraz drugi — jest to kwadrat pracy użytecznej dzielonej przez sprawność urojona; wyraz ten nie zależy wcale od samego śmigła.

Nazwijmy wyraz ten kwadratem pracy pędu.

$$T^2 = T_o^2 + \left(\frac{T_n}{\eta} \right)^2$$

Praca śmigła pędzącego jest zawsze większa od pracy śmigła wirującego w miejscu, rozwijającego tę samą siłę ciągu.

Kwadrat pracy śmigła pędzącego równa się sumie kwadratów: pracy jaką zużywałoby to śmigło wirując w miejscu i rozwijając tę samą siłę ciągu i pracy pędu.

Wzór powyżej otrzymany można stosować w praktyce, wystarczy bowiem znać choćby w przybliżeniu wartość η , aby można było, zmierzwszy uprzednio T_o , F i V , określić wielkość T .

Śmigłem najlepszym jest śmigło, dla którego T jest najmniejsze.

W równaniu: $T^2 = \frac{4}{\pi \varphi q} \frac{F^3}{D^2} + \frac{F^2 V^2}{\eta^2}$ widzimy D tylko w mianowniku. Skąd wniosek, że im D jest większe, tem praca potrzebna dla uzyskania pewnej siły ciągu będzie mniejsza. O ile D rośnie do nieskończoności, to praca maleje i dąży do wartości $\frac{T_o}{\eta}$, czyli do wielkości pracy pędu.

Wyraz $\frac{F V}{\eta}$ jest to więc minimum pracy niezbędnej dla otrzymania siły ciągu F przy prędkości posuwistej śmigła V .

Moc niezbędna dla otrzymania pewnej siły ciągu jest tem mniejszą, im większą jest średnica śmigła.

Zatem jako regułę należy przyjąć, że śmigło musi mieć średnicę tak wielką, jak tylko pozwalają na to względy konstrukcyjne.

Chcąc więc zaprojektować śmigło najlepsze, określimy jego średnicę w każdym wypadku w zależności od konstrukcji płatowca.

Co do wyboru innych parametrów, to z góry nic nie można powiedzieć, bo parametry te są z sobą związane, ale zależność ich nie da się prosto określić i nie wiemy, jak zmiana jednego z nich wpływa na pozostałe. Prostu, mając kilka śmigieł, dla których znajdujemy

α , β , h , obliczamy T dla każdego z nich i wybieramy to, dla którego T będzie najmniejsze.

Jeśli podzielimy obie strony powyższego równania przez $F^2 V^2$, otrzymamy: $\frac{T^2}{F^2 V^2} = \frac{4}{\pi \varphi q} \frac{F}{V^2 D^2} + \frac{1}{\eta^2}$.

Jak wiemy: $\frac{T}{F V} = \frac{1}{\rho}$, zatem: $\frac{1}{\rho^2} = \frac{4}{\pi \varphi q} \frac{F}{V^2 D^2} + \frac{1}{\eta^2}$.

Wzór ten określa nam sprawność śmigła.

Śmigło będzie tem lepsze, im $\frac{1}{\rho}$ będzie mniejsze, zatem im $\frac{4}{\pi \varphi q} \frac{F}{V^2 D^2} + \frac{1}{\eta^2}$ będzie mniejsze. Ponieważ w wyrażeniu to będące funkcją parametrów q i η wchodzi wyraz: $\frac{F}{V^2 D^2}$, który jest zależny od danych zadania, więc widzimy, że dla każdej możliwej wartości $\frac{F}{V^2 D^2}$ (wynikającej z danych założeń) istnieje pewne najlepsze śmigło.

Niema więc pewnego określonego najlepszego śmigła, lecz dla każdego poszczególnego wypadku śmigła takie musi być dobierane.

Kiedy $\frac{F}{V^2 D^2}$ jest bardzo duże, co ma miejsce gdy siła ciągu jest bardzo duża, lub gdy szybkość V albo średnica D są bardzo małe, pierwszy wyraz we wzorze powyższym uzyskuje wpływ przeważający i sprawność jest tem lepsza, im jakość śmigła q jest większa. Po-

wracamy więc do śmigła wirującego w miejscu, wydajność bowiem śmigła takiego jest określana wielkością q . Zatem śmigło najlepsze ze śmigieł wirujących w miejscu — jest jednym typem granicznym serii śmigieł najlepszych.

Jeśli przeciwnie $\frac{F}{V^2 D^2}$ jest bardzo małe, co ma miejsce gdy siła ciągu jest bardzo mała albo V lub D są bardzo duże, wówczas równanie uprości się i przyjmie postać: $\frac{1}{\rho^2} = \frac{1}{\eta^2}$ czyli $\rho = \eta$.

Śmigło więc posiadające największą sprawność urojoną η jest drugim typem granicznym serii śmigieł najlepszych.

Gdy wyraz $\frac{F}{V^2 D^2}$ rośnie od zera do nieskończoności, sprawność śmigła ρ maleje od η do zera.

W praktyce wyraz $\frac{F}{V^2 D^2}$ wynosi zwykle od 0,005 do 0,1 zatem $\frac{1}{\rho^2}$ różni się niewiele od $\frac{1}{\eta^2}$, czyli ρ jest bliskie η .

Granica więc najlepszej sprawności dla śmigieł spotykanych w praktyce będzie śmigło o największej sprawności urojonej.

Poprzednio, w rozdziale traktującym o maximum sprawności, doszliśmy do przekonania, że największą sprawność powinny posiadać śmigła o skoku bliskim $2D$; pozatem doświadczenia Riabuszyńskiego wykazały dodatni wpływ dużego stopnia zapełnienia.

Prawdopodobnie więc śmigła o skoku bliskim $2D$ i dużym stopniu zapełnienia będą posiadały η największe, a co za tem idzie i ρ dla takich śmigieł będzie największe.

Badania silników lotniczych.¹⁾

Napisał P. Borejza, inż.-mech.

10. Łożyska korbowe.

Wymiary panewek są nast. $l = 90 \text{ mm}$, $d = 80 \text{ mm}$.

Uwzględniając rowek do oliwy i zupełne przyleganie czopa do panewki na długości $l_1 = 78 \text{ mm}$, otrzymamy rzut powierzchni pracującej w górnej panewce $F_g = 53 \text{ cm}^2$. Dolna panewka ma podobnie $F_d = 55,5 \text{ cm}^2$.

Pole więc powierzchni roboczej górnej panewki stanowi około 20% takiegoż pola tłoka. W silnikach lotniczych stosuje się zwykle panewki korbowe o powierzchni wynoszącej 16—20% pola powierzchni czołowej tłoka, tak że nacisk jednostkowy łożysk jest 6,25—5-ciokrotnie większy od siły działającej na 1 cm^2 tłoka podczas wybuchu.

Przy ciśnieniu wybuchowym $p_w = 30 \text{ kg/cm}^2$ i szybkości obwodowej czopa $6,25 \text{ m/s}$, praca tarcia

$\left(\frac{F_t}{F_p}\right) p_w v \ll 25 p_w \text{ kgm/cm}^2 \text{ s}$, skąd $24 p_w \ll 25 p_w$, czyli

¹⁾ Ciąg dalszy do str. 376 w № 25 z r. b.

U w a g a. Przy sposobności prostujemy omyłki druku, jakie zauważyliśmy w pierwszej części tego artykułu, mianowicie na str. 374 wzór na stosunek sprężania powinien, oczywiście, mieć postać $\epsilon = \frac{V_s + V_d}{V_d}$ oraz objętość przestrzeni dawkowej powinna być $V_d = 975 \text{ cm}^3$.

przy zupełnem wyzyskaniu powierzchni panewek, wielkość pracy tarcia przypadającej na cm^2 jest dopuszczalna.

Nacisk jednostkowy, wywierany przez czop na powierzchnię białego metalu, będzie miał wartość $p = 74 \text{ kg/cm}^2$.

W. G. P. Z., w końcu wydmuchu, dolna panewka, wskutek bezwładności mas, otrzyma jednostkowe obciążenie $p = 38 \text{ kg/cm}^2$.

Praktycznie da się wyzyskać w najlepszym wypadku ok. 80% przeznaczony na przyleganie powierzchni, a więc ok. 42 cm^2 rzutu, czemu odpowiada: $p = 93 \text{ kg/cm}^2$. Dopuszczalny zaś nacisk jednostkowy panewek wylanych białym metalem jest $p = 100 \text{ kg/cm}^2$. Stwierdzono przy demontażu silnika próbowanego, że fabryczne pasowanie panewek jest niedokładne. Skutkiem zmniejszenia powierzchni przylegania panewki, nacisk jednostkowy wzrasta w badanych panewkach do 120 kg/cm^2 .

11. Łożyska główne.

Wielką zaletą tego silnika jest umieszczenie wału głównego na 7-miu łożyskach.

Łożyska są obciążone siłami pochodzącymi od ciśnienia gazów i siłami masowymi. Przy badaniu nacisku jednostkowego, należy uwzględnić w każdym łożysku wpływ sił, pochodzących od sąsiednich cylindrów. Naturalnie, w najlepszych warunkach pracy znajduje się

4-te łożysko wału głównego, ponieważ tu zgodnie działają siły masowe. Dolna panewka tego łożyska zwykle zużywa się najwięcej.

Wymiary środkowych łożysk są następujące:
 $l = 41 \text{ mm}$, $d = 80 \text{ mm } \varnothing$.

Rozpatrzmy warunki pracy w łożyskach 3-ciem i 4-tem.

Łożysko 3-cie znajduje się pod działaniem sił, pochodzących od wybuchów, a także sił wywołanych bezwładnością mas układów korbowych w cylindrach II i III.

Gdy korba cylindra III-go znajduje się np. w G.P.Z., to w chwili wybuchu w tym cylindrze, łożysko 3-cie obciążone jest naciskiem jednostkowym $p_{max} = p_{III} + p_{II}$, gdzie p_{III} jest to jednostkowy nacisk, wywołany wypadkową sił działających w układzie korbowym III-go cylindra, a p_{II} — jednostkowy nacisk, pochodzący od sił masowych układu korbowego w cylindrze II. Siły te są nast.: $p_{III} = 48 \text{ kg/cm}^2$, zaś $p_{II} = 22 \text{ kg/cm}^2$.

Stąd $p_{max} = 70 \text{ kg/cm}^2$.

Dopuszczalny zaś nacisk jednostkowy na powierzchnię białego metalu $p = 100 \text{ kg/cm}^2$.

W podobnych warunkach pracują inne środkowe łożyska, z wyjątkiem 4-go, w którym, jak wykazuje obliczenie, najw. nacisk jednostkowy wynosi 115 kg/cm^2 , gdy obie korby są w D. P. Z.

Sprawdzając pracę tarcia w łożyskach głównych, otrzymamy: $\frac{F_t}{f_l} p_v v_c \leq 20 p_v \text{ kgm/cm}^2\text{s}$.

Warunek ten nie zostaje spełniony, ponieważ lewa strona nierówności ma wartość $26 p_v$, czyli praca tarcia przypadająca na 1 cm^2 powierzchni tych łożysk jest za duża.

Przy wykonaniu na krawędzi panewek zaokrąglenia promieniem $r = 4 \text{ mm}$ (zamiast $r = 5 \text{ mm}$), otrzymamy powierzchnię użyteczną $F = 26 \text{ cm}^2$, a więc lepsze warunki obciążenia.

12. Zrównoważenie mas.

Wszystkie siły, pochodzące od nacisku gazów i bezwładności mas, równoważą się w samym silniku.

Jeżeli zaś siły bezwładności nie są wyrównane, występują nazewnątrz silnika siły wolne.

Przed badaniem tedy silnika, należało sprawdzić ciężar poszczególnych części mechanizmu korbowego każdego cylindra (tłoka, sworznia przytwierdzającego czop tłokowy do korbowodu, czopu tłokowego, korbowodu z panewkami, pokrywami i śrubami). Mając ciężar tych części, obliczamy siły masowe.

Przy położeniu 1 szej korby w G. P. Z., w układzie korbowym poszczególnych cylindrów wystąpią następujące siły masowe:

$$\begin{aligned} p_I &= + 2102,7 \text{ kg} \\ p_{II} &= - 1051,5 \text{ „} \quad \text{Wypadkowa } W_1 = - 2,1 \text{ kg} \\ p_{III} &= - 1053,3 \text{ „} \\ p_{IV} &= - 1052,2 \text{ „} \\ p_V &= - 1051,2 \text{ „} \quad \text{Wypadkowa } W_2 = - 1,8 \text{ kg} \\ p_{VI} &= + 2101,6 \text{ „} \end{aligned}$$

Siła wolna $p_w = - 3,9 \text{ kg}$.

Podobnie sprawdzamy wielkość sił przy innych położeniach korb, jak też znajdujemy siły wolne, pochodzące od przyspieszenia mas wirujących.

Należy przyznać, że tolerancje ciężarów części układu korbowego, przyjęte przy fabrycznym składaniu silnika, są dopuszczalne.

13. Wał główny.

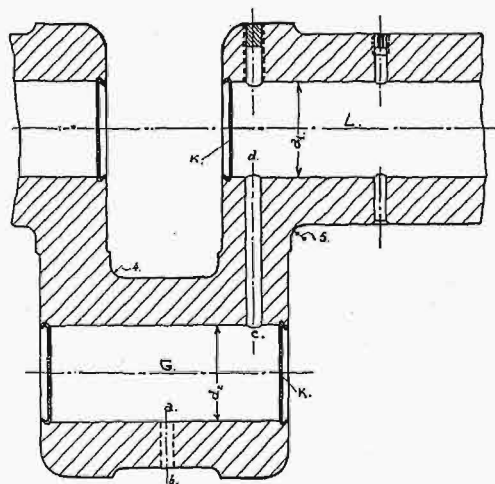
Wał główny leży na 7-iu łożyskach.

Wymiary czopów są następujące:

środkowe	$d = 80 \text{ mm}$, $l = 40 \text{ mm}$
przedni	" " " " $l = 98 \text{ „}$
tylny	" " " " $l = 50 \text{ „}$

Czopy te, dla lekkości, kontroli materiału i w celu doprowadzenia smaru — są wiercone; średnice otworów wynoszą w czopach korb 45 mm , zaś w czopach wału 42 mm .

Końce kanałów w czopach są zaopatrzone w blaszane korki d , rozwalcowane (rys. 5) w odpowiednich rowkach. Konstrukcja ta sprawia dużo kłopotu przy naprawie silnika, ponieważ powstaje trudność dobrego oczyszczenia wnętrza czopów.



Rys. 5.
Przekrój wału korbowego.

W czopach osiada podczas ruchu koks, zawarty w smarze, a prócz tego przy polerowaniu czopów, może trafić do wnętrza ich przez otwory proszek szmerglowy, a następnie podczas ruchu olej wyrzuca z czopów zanieczyszczenia, co powoduje rysowanie panewek.

Lepsza jest, ze względu na dostęp, konstrukcja pokrywek ściąganych zapomocą śrub.

Przyczynę powstającej zbyt szybko owalizacji czopów, należy szukać przede wszystkim w niekorzystnych warunkach pracy, wobec zbyt dużej prędkości obwodowej czopów. Należy pamiętać, że praca tarcia nie wzrasta linijowo ze wzrostem v_c , a jest proporcjonalna mniej więcej do $v_c^{3/2}$.

Nadto rodzaj oleju ma też wpływ na szybkość zużycia się panewek.

14. Karter.

Górna część karteru jest sztywna i stawia należyty opór momentom zginającym. Duże śruby łożyskowe, łączące obie połowy karteru, mają dostateczny przekrój i są dobrze rozmieszczone.

Należy jednak dodać, że nadlewki do magneto łatwo mogą być uszkodzone przy transporcie.

Dolna część karтеру, czyli miska, jest żebrowana i stanowi, wraz z górną, doskonałą sztywną ramę dla silnika.

Przewody doprowadzające olej, stanowią system rur miedzianych, zalanych w materiale miski. Naprawa nieszczelności rur jest więc prawie niemożliwa, przeto w razie potrzeby naprawy cała miska musi być odrzucona.

Nadlewki do przytwierdzenia pompy wodnej ma bardzo wąski kołnierz, a więc po wyłamaniu się śrub sztyftowych, w nim rozmieszczonych, cała miska nie nadaje się do użytku, wobec niemożliwości przytwierdzenia pompy.

Zewnętrzne malowanie karтеру utrudnia, szczególnie w lecie, odprowadzanie ciepła na zewnątrz, jakkolwiek chroni stop glinowy od szkodliwego działania oleju i możliwych niekorzystnych wpływów atmosferycznych.

15. Gazownik i przewody doprowadzające mieszankę do silnika.

Ustaliło się przekonanie, że silniki „Fiat“ A. 12 bis są niebezpieczne podczas lotu, ze względu na łatwość zapalania się gazownika.

Praktyka warsztatowa notuje kilka wypadków, kiedy przy demontażu gazownika znajdowano stopione glinowe kule przyrządu, wykonyującego poprawkę altymetryczną. Wypadki te dowodzą, że w gazownikach tych podczas ruchu był pożar.

Przed zbadaniem tego zjawiska, należy z góry podkreślić, że pożar na samolocie może nastąpić tylko wtedy, gdy paliwo zgromadzone pod silnikiem, lub gazownikiem, będzie zapalone przez iskrę elektryczną, płomień rur wydechowych, lub wybuch w gazowniku.

Iskra elektryczna, lub iskra pochodząca z rur wydechowych może zapalić tylko parę paliwa, zgromadzoną koło silnika, przy niedostatecznej wentylacji komory, w której się mieści silnik, co nie ma miejsca w płatowcach „A 300“.

Wybuch w gazowniku najczęściej zapala zgromadzone pod nim paliwo i, o ile silnik pracuje nadal, to płomień zostaje wciągnięty do cylindrów, topiąc po drodze wspomniane kule aluminiowe.

Wybuchy w gazowniku mogą być wywołane najczęściej skutkiem przyczyn następujących:

- 1) małego ogrzania gazownika, wskutek niskiej temperatury wody, co najczęściej się zdarza przy puszczeniu silnika w ruch.
- 2) niedostatecznego przekroju rozpylaczy roboczych,
- 3) niskiego poziomu paliwa w gazowniku,
- 4) zatarcia się zaworów wlotowych w przewodnicach,
- 5) nieszczelności rur ssących,
- 6) utrzymywania niskiej temperatury wody chłodzącej przy lotach na znaczniejszej wysokości i t. p.

Usunąć wszystkie przyczyny powodujące, zresztą naogół zupełnie nieszkodliwe pod względem niebezpieczeństwa pożaru, wybuchy w gazowniku jest trudno, natomiast usunąć jedną zasadniczą przyczynę pożaru, t. j. obecność paliwa pod gazownikiem, jest znacznie łatwiej.

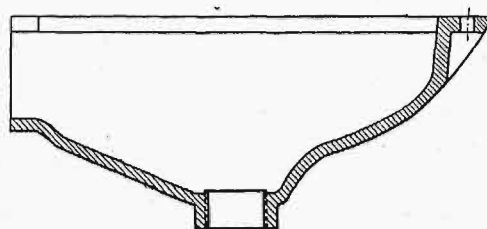
Wyciekanie paliwa z gazownika następuje często przy zawisaniu igły, uruchamianej zapomocą dźwigni i pływaka. Najmniejsze wykrzywienie tej igły do tego się przyczynia.

Wyciekanie paliwa z gazownika nawet przy stałej kontroli igły, dźwigni i pływaka może nastąpić podczas ruchu.

Miskę należy ukształtować tak, aby paliwo nie mogło się zgromadzić pod gazownikiem, a było natychmiast odprowadzone na zewnątrz.

Badany zaś silnik miał gazownik, zaopatrzony w miskę o denku płaskim. Jak stwierdzono przy próbie, zbierające się w misce paliwo nie wyciekało przez odpow. otwór.

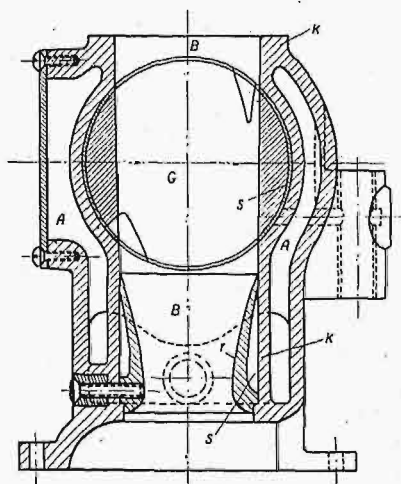
Należy stanowczo wymagać, aby płaskie miseczki bezwzględnie nie były używane, ponieważ wywołują one z łatwością nie tylko zapalenie się gazownika, lecz wprost mogą się przyczynić do wywołania pożaru na płatowcu.



Rys. 6.

Właściwy kształt miski gazownika.

Miski wedł. rys. 6 są znacznie lepsze, ponieważ posiadają odpowiedni kształt, jednak należy usuwać w warsztatach reperacyjnych wszelkie nierówności powstałe przy wierceniu otworów, a utrudniające do pewnego stopnia wyciekanie paliwa.



Rys. 7.

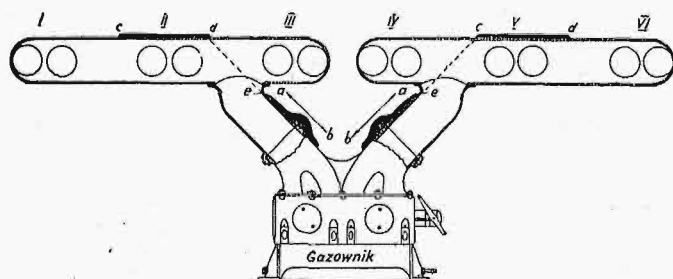
Przekrój gazownika.

Należy zwrócić baczną uwagę, aby dolny koniec rurki, odprowadzający paliwo z miski na zewnątrz, był ukształtowany tak, aby podczas lotu nie powstawał prąd powietrza do góry.

Powierzchnia ogrzewana kanału mieszankowego jest za mała (rys. 7) i wskutek tego trudno doprowadzić

do paliwa podczas jego rozpylania potrzebną ilość ciepła. Przekroje komory wodnej są w niektórych miejscach a bardzo małe i w dodatku wewnątrz niej jest zwykle dużo drutu, pochodzącego od umocowania rdzenia podczas odlewu.

Pomimo to, pomiędzy wałkiem dławiącym G i osłoną rozpylacza v a ścianką k , są luzy s , które znacznie utrudniają przedostanie się ciepła z komory wodnej A do kanału mieszkankowego B . Wszystko to wymaga utrzymania wyższej temperatury ($t=85^{\circ}\text{C}$), jednak czasami, jak to stwierdzono podczas próby, nawet i przy tej temperaturze wody ilość ciepła dostarczanego do gazownika jest niedostateczna.



Rys. 8.
Rury ssące.

Każda z rur ssących zasila 3 cylindry silnika (rys. 8). Podczas próby zaobserwowano następujące zjawisko: przy niskiej temperaturze powietrza ($t_p = 12^{\circ}\text{--}15^{\circ}\text{C}$), i temperaturze wody w silniku niższej od 90°C , występowało na ruchach ssących obmarzanie w miejscach $a-b$ i $c-d$.

Należy przypuszczać, że obmarzanie rur następuje wskutek tego, że rozpylone kropelki paliwa, wyrzucane z dużą prędkością z komory mieszkankowej, uderzają o ścianki $a-b$ oraz $c-d$ i tam odparowują. Ma to doniosły wpływ na skład mieszanki w poszczególnych cylindrach.

Cylindry I, III, IV i VI mają przeważnie ubogą mieszankę, a cylindry II i V dostają bardzo dużo niewyparowanych kropelek paliwa; wskutek tego proces spalania w tych cylindrach nie jest dokładny, tłoki z reguły pokryte są sadzą, a temperatura w tych cylindrach jest znacznie wyższa, niż w innych. To też zatarcia tłoków, jeśli następują, to zachodzą zwykle w cylindrach II lub V.

Obserwacja koloru gazów wydechowych (wieczorem) pozwala przypuszczać, że ruch kropelek w poziomych częściach rur nie odbywa się bez zaburzeń, ponieważ kolor gazów wydechowych zmienia się ustawicznie w cylindrach I, II, V i VI.

Bez względu na ubogą mieszankę, przy niskiej temperaturze wody, dostają cylindry III i IV. Dopiero przy temperaturze wody 90°C następuje zmiana i kolor gazów wydechowych we wszystkich cylindrach staje się jednakowy. Dodatkowe ogrzewanie miejsc $a-b$ i $c-d$ jest niemożliwe, ze względu na trudności techniczne.

Niedostateczne podgrzewanie gazownika ma też doniosły wpływ na ilość zużywanego paliwa w stosunku do rozwijanej mocy. Zaradzić temu można tylko przez utrzymywanie temperatury wody chłodzącej nie niższej od $t=87^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}$.

Pewną korzyść może też dać połączenie obu rur ssących w górnej części zapomocą rurki, w celu wyrównania depresji.

16. Doprowadzanie paliwa do silnika.

W oryginalnych płatowcach „A 300” paliwo było doprowadzane do gazownika ze zbiornika opadowego, dokąd nieustannie tłoczono było podczas lotu zapomocą specjalnej pompki, przytwierdzonej do podwozia, a poruszanej prądem powietrza. Ponieważ pompki te nie dawały dużej pewności ruchu, usunięto je i zaczęto doprowadzać paliwo do silnika zapomocą ciśnienia powietrza (rys. 9).

Pompka powietrzna, umieszczona na osłonie wałka stawidłowego, ma wymiary następujące: $D=31,5\text{ mm}$, $s=18\text{ mm}$.

Wydajność pomki przy 1500 obr./min. silnika wynosi ok. 7,5 l/min.

Dla sprawdzenia wystarczalności pompki powietrznej, przypuścmy że płatowiec leci na wysokości 5000 m, gdzie ciśnienie absolutne $p_a = 0,6\text{ at}$.

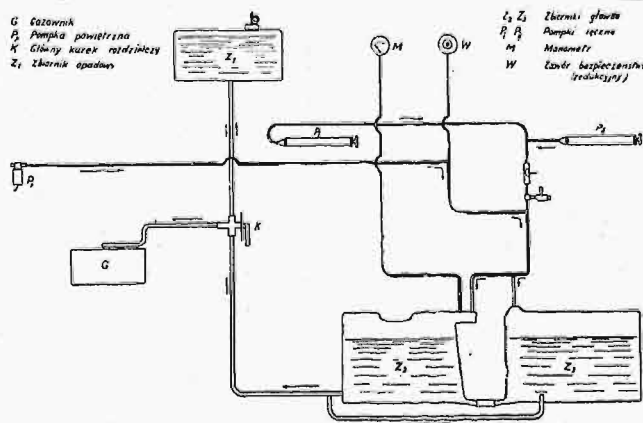
Niech ciśnienie w zbiorniku z paliwem będzie 0,25 at, co odpowiada na tej wysokości ciśnieniu absolutnemu $p_a = 0,85\text{ at}$.

Zakładając, że zbiornik z paliwem jest częściowo wypróżniony i że w nim jest już ok. 100 litrów powietrza, następnie że samolot w ciągu 15 minut schodzi lotem ślizgowym z 5000 m na dół, to wtedy w tym samym czasie absolutne ciśnienie w zbiorniku musi wzrosnąć z $p_a = 0,85\text{ at}$ do $p_a = 1,25\text{ at}$, o ile warunki doprowadzania paliwa do gazownika mają pozostać nie zmienione.

Ciśnienie powietrza otaczającego samolot zmienia się w miarę opuszczania się płatowca z 0,6 at abs. na 1 at abs., czyli średnio wynosi 0,8 at abs.

Przy izotermicznym zgęszczaniu $p v = \text{const.}$, a więc $x \cdot 0,8 = 100 \cdot 1,25$, skąd $x = 160$ litrów.

Ponieważ w zbiorniku już było poprzednio ok. 100 litrów powietrza, pompka ma dostarczyć 60 litrów w ciągu 15-tu minut, czyli 4 l/min.



Rys. 9. Schemat rurociągu paliwowego.

Przyjmując, że przy szybkim opuszczaniu się płatowca, silnik miał $n_{max} = 700\text{ obr./min.}$, widzimy, że pompka dostarczy ok. 3,5 litra na minutę, a więc wymiary jej w przybliżeniu odpowiadają wymaganiom powyższym.

W locie poziomym pompa daje prawie cztery razy więcej powietrza, niż tego wymaga silnik, a więc o ile przewody są szczelne, należy nadmiar powietrza wypuszczać, umiejętnie nastawiając zawór bezpieczeństwa.

Płatowce „A 300”, najnowszej konstrukcji, zaopatrzone w zębate pompki paliwowe, umieszczone w zbiorniku głównym i uruchamiane od silnika zapomocą przekładni zębatej.

(d. c. n.)

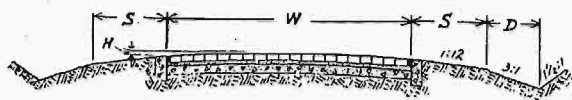
Drogi o nawierzchni twardej w Stanach Zjedn. A. P.¹⁾

Napisał inż. S. Manduk, Buffalo.

DROGI CEGLANE.

Przez długie lata bruki ceglane były układane tutaj tylko na ulicach miejskich, gdyż z powodu używania podrzędniejszych gatunków cegieł, jak też z powodu braku należytej staranności przy układaniu bruków, nie wszędzie dawały one wyniki zadawalające. Nawet obecnie, kiedy 40-letnie doświadczenie wykazało, że można budować zupełnie dobre bruki ceglane przy użyciu odpowiedniego materiału i przy staranym dozorcze, zdarzają się wypadki, że zupełnie nowe bruki ulegają szybko częściowemu lub całkowitemu zużyciu, chociaż — jak fachowcy mniemają — łatwo można byłoby temu zapobiec.

Drogi ceglane coraz więcej rozpowszechniają się w Stanach Zjednocz., chociaż już nie w takim stopniu jak drogi betonowe lub asfaltowe, a dzięki ogólnemu zadowoleniu co do ich użyteczności, sądzić należy, że i w przyszłości rozpowszechniać się będą jeszcze nadal.



Rys. 35. Przekrój drogi z klinkieru.

Spoiny pomiędzy cegłami wypełnione są zaprawą cementową. Fundament betonowy jest 6 cali grubości. Cegły spoczywają na poduszce z piasku 1 1/2 cala grubości.

Jako dodatnie strony tych dróg wymieniają, że: 1) są trwałe i wytrzymują dość znaczny ruch; 2) dają mały opór dla ruchu, natomiast dobry opór dla kopyt końskich; 3) są łatwe do naprawy i do utrzymania w czystości.

Natomiast cechy ujemne ich stanowią: 1) wysokie koszty budowy (jedna mila angielska kosztuje przeciętnie przeszło 45 000 dol.); 2) trudności napotymane przy doborze materiałów budowlanych i przy budowie samej drogi, która koniecznie wymaga ciągłego kierownictwa fachowego.

Wszelkie niedokładności i późniejsze uszkodzenia bruku wynikają najczęściej z powodu dążenia do zredukowania kosztów początkowych, a także mniemania, że można używać materiałów miejscowych, które są nieraz zupełnie nieodpowiednie do tego.

Jednym z zasadniczych wymagań przy budowie bruków ceglanych jest wybór odpowiedniej cegły, gdyż dobroć lub nieudanie się bruku zależy po większej części od gatunku materiału, użytego na nawierzchnię.

Wyrób cegieł.

Materiały surowe. Cegły do brukowania wyrabiane są z łupków i glin ogniotrwałych. Łupki napotymane są tutaj najczęściej jako grube i obszerne złoże tak ułożone, że mogą być łatwo wydobywane zapoczątkując szufli mechanicznej lub innego przyrządu mechanicznego, gdy zaś pokłady są stosunkowo cienkie, wówczas muszą być kopane narzędziami ręcznymi. Gliny ogniotrwałe zwykle występują tu jako złoże przepłatane pokładami węgla. Zasadnicza różnica pomiędzy gliną ogniotrwałą a łupkiem jest ta, że cegły wy-

rabiane z tych materiałów różnią się przede wszystkim kolorem. Łupki zawierają zawsze pewną ilość żelaza i skutkiem tego kolor cegły z nich zrobionej jest czerwony, gdy cegły z gliny ogniotrwałej, zazwyczaj nie posiadającej związków żelaza, — są koloru jasnego. Zdarza się jednak nieraz, że i pewne gliny ogniotrwałe późniejszego gatunku zabarwiane są również na czerwono, lecz następuje to wskutek warunków wypalania.

Łupki i gliny ogniotrwałe, tak jak znajdujemy je w łonie ziemi, nie zawsze są odpowiednie do wyrobu cegły brukowej i muszą być często przedtem poddawane pewnej modyfikacji, zanim mogą być użytkowane do dalszego przerobu. Pokłady tych materiałów występują w warstwach lub żyłach; poszczególne zaś warstwy wykazują zawsze pewną różnicę w składzie chemicznym lub też fizykalnym. Miészając więc starannie materiał z różnych warstw i żył, można otrzymać produkt jednostajny o stałych własnościach. Często się zdarza, że dla otrzymania mieszaniny „chudej“ lub więcej „tłustej“ musi być dodany piasek lub glina powierzchniowa w ilościach odpowiednich, gdyż chudość lub tłustość, zależna jest od większej czy też mniejszej ilości krzemianów w materiale.

W związku z tem należy zauważyć, że analiza chemiczna tych materiałów nie określa dostatecznie jeszcze ich zdadności lub niezdadności do wyrobu cegieł brukowych, a to dlatego, że jakość cegły zależy nie tylko od składu chemicznego materiału, lecz również od ustosunkowania fizykalnego jej składników.

Wyrób i maszyny. Przebieg wytwarzania cegieł wyrabianych z łupków, czy też z glin ogniotrwałych, jest identyczny. Materiał surowy rozdrabniany jest na stosunkowo małe kawałki i zostaje przenoszony przez odpowiednie urządzenie do młyna, znanego w tym przemysle pod nazwą „sucha panew“ (Dry pan). W młynie tym glina jest rozgniatana zapomocą gniotowników o ciężarze 2 1/2 — 3 t, poruszających się na płycie żelaznej. Materiał rozgniatany odrzucany jest siłą odśrodkową aż do brzegu, skąd wychodzi przez otwory do elewatora, który przerzuca go na sita (o oczkach 3/16"), a następnie do maszyny miészającej, czyli młyna (pug mill). W młynie tym dodaje się wody, aby z gliny utworzyć gęstą masę błotnistą, która następnie odprowadzana jest do właściwej maszyny, wyrabiającej cegłę (brick machine). Ta ostatnia (ceglarka) jest bardzo silnej budowy. Składa się ona ze ślimaka, obracającego się w zbiorniku stożkowym i wypychającego kwadratową kiszkę glinianą. Dla cegieł ciętych „bocznie“, wylot ma wymiar około 4" — 8 1/2"; cegły odcinane są mechanicznie w odstępach 3 1/2 calowych, zapomocą automatycznie obracających się noży.

Dla cegieł zaś ciętych wzdłuż, wylot ma w przekroju 4 × 3 1/2" i kiszka glinianą przecinaną jest w odstępach co 8 1/2".

Cegła brukowa cięta „bocznie“, jak również wzdłuż, była dawniej zawsze jeszcze doprasowywana (represed). Proces ten wygładzał powierzchnię, zaokrąglął krawędzie, formował na jednym boku każdej cegły małe wypustki, które służą do tworzenia jednakowych odstępów pomiędzy rzędami układanych cegieł. Z chwilą gdy wypustki udało się formować przy odcinaniu ce-

¹⁾ Ciąg dalszy do str. 396 w № 26 r. b.

gieł, proces doprasowywania stał się zbędny. Co do potrzeby doprasowywania cegieł, zdania są obecnie bardzo podzielone i chociaż proces ten dodatkowo ma zwolenników, faktem jest jednak, że dobre bruki udało się otrzymać z cegły tak doprasowanej, jak też i z niedoprasowanej, a więc trudno powiedzieć, czy proces ten jest konieczny. Cegły o kształtach specjalnych, jak cegły „nosowe“, układane przy szynach tramwajowych, cegły układane na pochyłościach i t. d. są prasowane i wyrabiane zapomocą form specjalnych.

Z kolei cegły ulegają suszeniu. W cegielni dobrze urządzonej, cegły po wyjściu z pod prasy lub maszyny układane są na wagoniki (dryer cars) i to w taki sposób, aby powietrze mogło swobodnie krążyć pomiędzy nimi. Naładowane wagoniki natychmiast wsuwane są do suszarni tunelowej (tunnel dryer), gdzie temperatura przy wejściu wynosi około 100° Fahr. (około 38° C). Gdy jedne wózki ze świeżą cegłą wchodzą do tunelu, który zwykle jest dłuższy niż 100 stóp, inne wózki z cegłą już suchą wytaczane są po drugiej stronie. Krążenie powietrza w suszarni odbywa się zapomocą wentylatorów. W czasie suszenia, cegły tracą na wadze około 15—20%. Po wyjściu z suszarni cegły gotowe są do wypalania, który to proces jest bezwątpienia najważniejszy w całej fabrykacji. Piece (kilns), w których cegły są wypalane, buduje się z cegły i zaopatruje w liczne komory. Cegły układane są w piecu tak, aby zapewnić swobodny przepływ gazów spalinowych i rozgrzanego powietrza.

Charakterystyka fizyczna cegieł.

Wymagania ogólne. Cegła do brukowania powinna być: jednakowej wielkości, dostatecznie dokładna co do kształtu, wolna od chropowatości, powstających nieraz przy wyciskaniu w formach, a także wolna od głębszych wgnieceń, które powstają w piecach, kiedy cegła układana jest jedna na drugą. Cegła winna być zrobiona ze ścisłej gliny, aby się nie kruszyła i nie odłupywała. Należy więc ją uważnie przebierać, aby się upewnić, że bruk będzie zużywał się jednostajnie. Każda cegła powinna posiadać jednostajną strukturę i być zupełnie wolną od uwarstwień lub szwów. Pęknięcia, powstałe w piecu a spowodowane zbyt szybkim wypalaniem, powinny być brane pod uwagę co do ilości i wielkości, cała zaś struktura cegły nie powinna mieć plam szklistych, jak też części stopionych.

Wielkość. Do niedawna jeszcze do budowy amerykańskich dróg ceglanych używano różnej wielkości cegieł, dziś jednak liczba wymiarów została znacznie zredukowana, a rozmiar i jakość ujednostajniona, a to dzięki staraniom Departamentu Rolnictwa i Stowarzyszenia Wytwórców Cegieł. Obecnie cegły wyrabia się i używa 7 rodzajów, o długości 8 $\frac{1}{2}$ "", wysokości 3—3 $\frac{1}{2}$ " i szerokości 3—4".

Barwa. Barwa jest do pewnego stopnia wskaźnikiem przy szacowaniu cegieł, pochodzących z jednego i tego samego zakładu; dla cegieł pochodzących z różnych fabryk, barwa nie ma wielkiego znaczenia. Dla cegieł wyrabianych z jednego materiału, barwa do pewnego stopnia wskazuje temperaturę, w której były one wypalane, pod warunkiem, że wypalanie odbywało się w jednych i tych samych warunkach. Naogół biorąc, im barwa jest ciemniejsza, tem wyższa była temperatura i przypuszczalnie cegła jest lepsza. Barwa zewnętrzna cegły jest jednak dość zawodna i dlatego

przy robieniu porównań zwraca się uwagę głównie na jej kolor wewnętrzny.

Ciężar gatunkowy. Ciężar gatunkowy cegieł brukowych uważany był przedtem za miarodajny, przy sądzeniu o jej wartości, lecz obecnie fachowcy doszli do przekonania, że ciężar gatunkowy nie odgrywa wielkiego znaczenia. Ciężar gatunkowy cegieł, wyrabianych z łupku, waha się między 2,20 do 2,40 zaś cegiel z gliny ogniotrwałej — od 2,10 do 2,25.

Wytrzymałość na zgniecenie. Wytrzymałość na zgniecenie dobrej cegły brukowej, waha się pomiędzy 10 000 a 20 000 funtów na cal kwadratowy, gdy obciążenie działa jednostajnie na całą jej powierzchnię, i może być większą, jeżeli obciążenie działa tylko na pewną część powierzchni. Ponieważ w praktyce rzadko się zdarza, aby cegła brukowa musiała wytrzymać większe ciśnienie niż 2 000 funtów na cal kwadratowy (140 kg/cm²), jak również ze względu na to, że cegła nawet pod rządniejszego gatunku może posiadać stosunkowo dużą wytrzymałość na zgniecenie, sprawa wytrzymałości nie odgrywa zbyt wielkiej roli, tembardziej jeżeli porównujemy cegły, pochodzące z rozmaitych fabryk. Dlatego też przy dostawie cegieł podawanie wytrzymałości na zgniecenie uważane jest tutaj za zupełnie niepotrzebne.

Próby cegieł.

Celem wszystkich prób (testów) jest określenie, czy cegły danej jakości są odpowiednie do budowy bruków, jak również opracowanie podstaw dla porównania rozmaitych rodzajów cegieł.

Próba połowa. Dla doświadczonego oka, zewnętrzny wygląd cegieł brukowych wskazuje na ich jakość i użyteczność, mimo że ocena taka nie daje się ująć w dane liczbowe. Próba tego rodzaju ma swoją wartość, a że nie wymaga żadnego przyrządu, oprócz młotka, więc nie należy jej zaniedbywać. Próba ta polega na starannem oglądaniu cegieł. Wielkość cegieł sprawdza się drogą pomiarów, kształt — ułożeniem pewnej ilości cegieł w taki sposób, w jaki mają one następnie tworzyć nawierzchnię bruku, zaś dobroć cegieł ocenia się z wyglądu zewnętrznego, a w pewnej ilości próbek — również i na podstawie budowy wewnętrznej.

Próba na przełamanie. Wybrana na oko cegła kładzie się na dwie podstawki (w postaci noży), zaś z góry, po środku cegły, ustawia się trzeci graniastosłup, ostrzem do dołu, który się obciąża. Obciążenie jest zwiększane aż do czasu, gdy się cegła przełamie.

Wynik próby może być określony zapomocą wzoru $\frac{3Pl}{2bd^2}$, który nosi nazwę współczynnika przełamania, przyczem P jest to obciążenie w funtach; l — odległość pomiędzy graniastosłupami podpierającymi, zaś b — szerokość cegły i d — jej grubość, wyrażone w calach.

Spółczynnik przełamania dla dobrej cegły brukowej wynosić winien zwykle 2 000 — 3 000 funtów na cal kwadratowy; często jednak ulega on znacznym wahaniom, nawet dla cegieł wyrobionych w warunkach identycznych.

Próba ścieralności cegły. Próba ta zalicza się obecnie do jednej z najważniejszych przy określaniu jakości cegieł, gdyż przy próbie tej cegły poddane są niszczącym je wpływom, bardzo zbliżonym do spotykanych w rzeczywistości. Metody prowadzenia tej próby były niejednokrotnie zmieniane, aby zbliżyć je możliwie do warunków istniejących w rzeczywistości

i ujednostajnić. Metoda opracowana obecnie przez Komitet Amerykańskiego Towarzystwa do prób materiałów (American Society for Testing Materials) stosowana jest w sposób następujący.

Przyrząd potrzebny do wykonania próby, zwany „rattler“, jest to bęben w postaci prawidłowego graniastosłupa, posiadającego 14-cie boków. Bęben ten umocowany jest na podstawie i zaopatrzony w mechanizm napędowy. Stalowe ściany boczne bębna posiadają długość 27" i wagą 15,5 funta; są one przynitowane do den bębna, odlanych z żeliwa. Dna posiadają otwory, zamykane płytami z żelaza lanego. Wewnętrzna średnica bębna wynosi 28³/₈". Do bębna tego wkłada się tak zwany „ładunek ścierający“, składający się z kul żeliwnych o średnicach 3³/₄" (ciężar 7¹/₂ funta) oraz 1⁷/₈" (ciężar 0,95 funt.). Większych kul używa się stale dziesięć, zaś mniejsze dodawane są w takiej ilości, aby ciężar ładunku „ścierającego“ wynosił 300 funtów. Kule większe są zmieniane, jeżeli ciężar ich zmniejszy się przez zużycie do 7 funtów, zaś kule mniejsze zmienia się, jeżeli przez zużycie mogą przejść przez okrągły otwór 1³/₄" ϕ .

Próba cegieł odbywa się w sposób następujący. Wkłada się ładunek, składający się z 10 wypalonych cegieł, do bębna, wraz kulami ścierającymi i następnie obraca się bęben 1800 razy. Liczba obrotów nie powinna być mniejsza jak 29¹/₂ i nie większa od 30¹/₂ na minutę; próba odbywa się w ciągłym ruchu od początku do końca, bez przerwy.

Wyniki próby obliczane są w jednostkach straty ciężaru, jaką poniosły cegły, którą to stratę określa się w procentach ciężaru początkowego. Każda cegła ważąca mniej niż jeden funt uważana jest za taką, która próby nie wytrzymała. Dobra cegła brukowa traci zwykle 18 do 24% wagi początkowej, przy stosowaniu „rattler test“, a specyfikacje wykazujące jej stratę powinny być sporządzane z uwzględnieniem rodzaju ruchu, do którego bruk jest przeznaczony.

Pożądane jest również wyjaśnienie zarówno minimalnych jak i maksymalnych strat ciężaru cegieł, a to w celu upewnienia się, czy niema zbyt wielkich wahań pomiędzy najmniejszymi a najtwardszemi okazami cegieł.

(d. c. n.)

Doświadczenia nad podobieństwem hydrodynamicznym.

Prof. Camichel w Tuluzie, prowadzi bez przerwy swe doświadczenia hydrauliczne. O jego pracy, dokonanej wspólnie z inż. Ricaud, z której obaj zdawali sprawę w *La Technique Moderne* w marcu r. z., była tu już mowa. Obecnie w numerach 3 i 4 czasopisma *Le Génie Civil* znajdujemy opis jego doświadczeń, wykonanych wspólnie z inż. L. Escande, nad podobieństwem prądów wodnych. Ponieważ przy stosowaniu prawa podobieństwa do płynów uwzględniać trzeba warunek Reynoldsa, dotyczący wpływu lepkości, przeto eksperymentatorowie badali, czy w przypadku wody nie mogłoby być stosowanym wprost, przy wielu zjawiskach, „prawo Reech'a“, już to do prędkości średnich, już też do prędkości w każdym punkcie.

Co do „prawa Reech'a“ wtrącamy tu wzmiankę, że inżynier marynarki i dyrektor szkoły inżynierji morskiej w Lorient, Fryderyk Reech, w swoim *Cours de Mécanique* z r. 1852, poświęcił ostatni rozdział „twierdzeniu Newtona o podobieństwie ruchów, uważanem jako prawo powszechne we wszystkich kwestjach mechaniki praktycznej“.

Pp. Camichel i Escande zaznaczają, że zadanie użytkowania spadków wody nadaje szczególne znaczenie studjom przedwstępny na małym modelu, przed budową jakiegokolwiek instalacji. Dość jest wziąć pod uwagę olbrzymie koszty, jakie pociąga za sobą budowa wielkich tam, kanałów i zbiorników, aby pojąć ważność doświadczenia, w którym byłyby zbadane systematycznie: rozkład prędkości, ciśnień oraz wydatki wody w systemie hydraulicznym, podobnym do projektowanego, lecz znacznie zmniejszonych wymiarów.

Gdyby istniały proste prawa, pozwalające wywodzić z faktów obserwowanych na modelu, fakty które się pojawią w wykonanej instalacji, możnaby było wyznaczać doświadczalnie, niezależnie od wszelkiej hipotezy, okoliczności funkcjonowania instalacji i zapomocą systematycznych poprawek otrzymywać warunki lepszej ekonomji, odpowiadające mocy i wydajności budowli.

Prawa, pozwalające porównywać jakikolwiek system z innym podobnym, są prawami podobieństwa dynamicznego¹⁾. Oparte na rozważaniach jednorodności, przy stosowanych do równań ogólnych hydrodynamiki, streszczają się jak następuje:

1) Dla płynów doskonałych, w modelach geometrycznie podobnych, przy stosunku wymiarów λ , wypływy, otrzymane pod naporami w tymże stosunku, odbywają się wzdłuż krążnych geometrycznie podobnych; w dwóch punktach homologicznie położonych, stosunek prędkości jest $\sqrt{\lambda}$, a stosunek ciśnień λ .

2) Też same wyniki otrzymuje się dla płynów lepkich, w przypadku ruchów z potencjałem prędkości, gdyż wyrazy przedstawiające lepkość znikają wtedy w równaniach ogólnych.

3) Niestety, nie zawsze urzeczywistnione być mogą prądy z tak prostym podobieństwem. W ogólnym przypadku rozważać przychodzi ruchy wirowe płynów lepkich. Dla tych ruchów podobieństwo możliwem jest tylko pod warunkiem, że w dwóch porównywanych modelach będą w ruchu dwa różne płyny, których kinematyczne współczynniki lepkości są w stosunku $\lambda^{3/2}$ (warunek Reynoldsa).

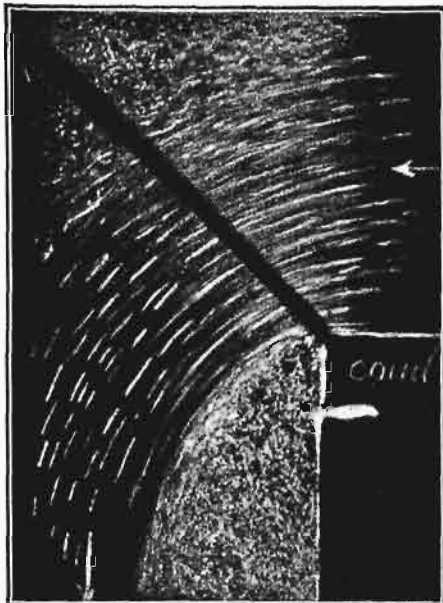
Niemożliwem więc jest wnosić ze zjawiska obserwowanego na małym modelu, przez który przepływa płyn lepki, nawet o ilościowym tylko przebiegu w modelu wielkim.

Zresztą użycie płynu, którego kinematyczny współczynnik lepkości, zależny także od temperatury, pozostawałby w danym stosunku do współczynnika płynu, jaki będzie użyty w zamierzonej instalacji, jest prawie niemożliwe do urzeczywistnienia.

Eksperymentatorowie postawili sobie przeto pytanie: czy woda, w większości zjawisk używanych w przemyśle, może być uważana jako płyn doskonały z punktu widzenia podobieństwa? Innemi słowy, czy można stosować praktycznie prawo Reech'a i prawo stosunku ciśnień do ruchu wody w dwóch modelach podobnych? Dla rozwiązania tej kwestji wykonano osiem następujących doświadczeń.

¹⁾ Inż. L. Escande ogłosił *Considérations générales sur la similitude dynamique des fluides incompressibles* w wydawnictwie: *Publications de l'Institut Electrotechnique de Toulouse*.

I. Przy wypływie wody z dwóch cylindrów 0,80 i 0,20 m, z otworami na dnie w cienkiej ścianie o średnicach 0,08 m i 0,02 m, przy wysokościach wody nad dnem 0,99 i 0,225 m, otrzymano zupełne podobieństwo powierzchni ograniczających żyły wodne, przy ich wychodzeniu z otworów, a więc również współczynników ściśnienia.



Rys. 1. Fotografja strug wodnych w płaszczyźnie poziomej kolana o przekroju kwadratowym 4×4 cm.

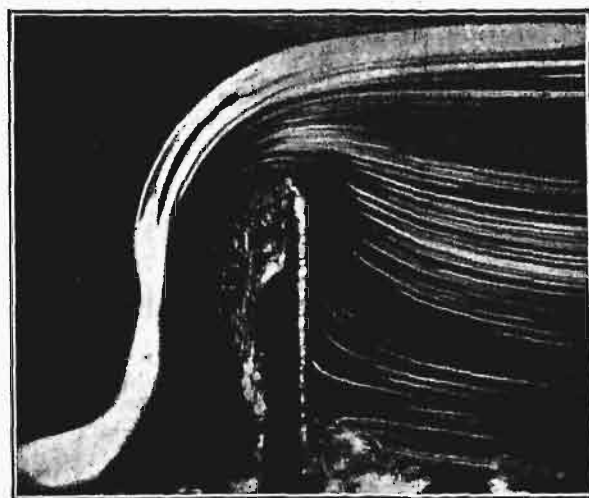
II. Badano rozkład prędkości na swobodnej powierzchni wody, zawartej między cylindrem pełnym nieruchomym a współosiowym z nim cylindrem wydrążonym, ożywionym ruchem obrotowym jednostajnym około wspólnej osi. Stosunek podobieństwa dwóch modeli był $\lambda=2$, a w modelu większym średnica wewnętrzna obracającego się cylindra wynosiła 90,5 mm, średnica cylindra nieruchomego 25 mm, wysokość wody między cylindrami 82 mm, liczba obrotów cylindra ruchomego 49,3 na minutę. Przekonano się, że w obu modelach rozkład prędkości był jednakowy, co udowodniło, że prawo Reech'a stosuje się do ruchu wirowego i podobieństwo istnieje w zjawiskach pozbawionych potencjału prędkości.

III. Badanie równowagi kul stalowych, w prądzie pędzącym pod górę wewnątrz rury szklanej walcowej, przekonało eksperymentatorów, że prawo Reech'a stosuje się do badanego systemu, równie jak i prawo stosunku ciśnień, jeżeli brać pod uwagę całkowite ciśnienie prądu na kulę, które oczywiście mierzy się ciężarem samej kuli. Wynik ten był interesującym ze względu na burzliwy charakter ruchu.

IV. Przepływ wody przez kolana rury załamanej pod kątem 90° badany był przy średnicach rury w centymetrach: 0,5, 1, 4, 10, 25 i okazał się również podległym prawu Reech'a. Dla lepszego zdania sobie sprawy ze zjawiska, fotografowano przyływ wody przez kolano szklane o przekroju kwadratowym 4×4 cm i zauważono, jak przedstawia rys. 1: wzburzenie przy zewnętrznej wierzchołku kolana i powierzchnię nieciągłości prędkości, biorącą swój początek u kolana wewnętrznego. Kształt tej powierzchni okazał się zresztą niezależnym od prędkości, zmieniającej się od 0,07 m do 1 m na sek.

V. Woda, wychodząca przez rurkę mosięzną 3 cm średnicy, z umieszczoną wewnątrz przeszkodą półkulistą 1,5 cm średnicy, przy naporach dochodzących do 3,40 m wysokości, wychodziła w postaci żyły, przedstawiającej charakter ruchu nieburzliwego. Ruch ten zamieniono na burzliwy, stawiając przy wejściu wody do rurki różne kraty i powiększając przytem napór, tak, aby otrzymać zaobserwowane przedtem ciśnienie H w manometrze, połączonym z wnętrzem rurki, w punkcie przecięcia się jej osi z półkulą stanowiącą przeszkodę. Otrzymano przytem dwa nader interesujące wyniki: 1) wydatek rurki przy oznaczonym ciśnieniu H w manometrze jest niezależny od burzliwości lub nieburzliwości ruchu; 2) podobieństwo ciśnień i prędkości średnich zdaje się utrzymywać przy obu rodzajach ruchu w dwóch podobnych modelach. Ostatni wynik otrzymano porównyując model opisany z modelem o połowę mniejszym. Gdyby to zostało potwierdzone przy znacznie większych stosunkach podobieństwa, miałyby to nader ważne znaczenie, bo często może się zdarzyć, że przy studjowaniu projektowanej instalacji na małym modelu, prędkości są dość małe aby dawać ruch nieburzliwy, podczas gdy w wykonanej instalacji ruch będzie burzliwym.

VI. Doświadczano system rur często spotykany w praktyce, tak zwany rozdzielacz, odprowadzający wodę do kilku naraz turbin. Badano trzy modele, z których największy miał rurę poziomą otrzymującą wodę na obu swych końcach, 90 cm długą, o średnicy 8 cm, z której wychodziły cztery rury 4 cm średnicy a 19 cm długie. Dwa inne modele były mniejsze w stosunku względem pierwszego $\frac{8}{3}$ i $\frac{5}{1}$. Wydatki czterech rur, we wszystkich trzech modelach, okazały się zgodne z prawem Reech'a i przekonano się, że system taki może być studjowany na małych modelach, z pożytkiem dla praktyki.



Rys. 2. Fotografja strug wodnych w płaszczyźnie pionowej prostopadłej do progu przewał w cienkiej ścianie.

VII. Przewał w cienkiej ścianie badany był najpród na dwóch modelach podobnych, o stosunku podobieństwa 2,5. W modelu większym kanał poziomy szklany miał 10 cm szerokości, a 250 cm długości. W odległości 150 cm od górnego końca umieszczony był przewał w cienkiej ścianie, wzniesiony ponad dno kanału na 8,75 cm. Napór na próg mierzony w górze, w odległości 100 cm, wynosił 3,8 cm. Zaobserwowano podobieństwo geometryczne strug w płaszczyźnie pionowej, przechodzącej

przez oś kanału, aż do odległości 1,5 cm w dole od progu (mierzonej na większym modelu). Dalej strugi się rozchodzą a największą krzywizną zauważono na małym modelu, jak to przedstawia fotografia rys. 2. Badano rozkład prędkości wewnątrz prądu i przekonano się, że te prędkości czynią zadość prawu Reech'a. Dla powiększenia stosunku podobieństwa, porównywano z mniejszym modelem przewal podobny 30 cm szeroki, t. j. o stosunku 7,5 i otrzymano zadawalną zgodność wyników.

VIII. Wytwarzano powierzchnie nieciągłości: a) w przystawce pod naporem, b) w kanale otwartym i znaleziono zupełne ich podobieństwo w różnych modelach.

Eksperymentatorowie przyznają, w końcu swego sprawozdania, że wszystkie opisane doświadczenia, pomimo ich liczby i różnorodności badanych prądów, nie pozwalają im wnosić, że we wszystkich przypadkach woda zachowuje się jak płyn doskonały, z punktu widzenia podobieństwa.

Niektóre zjawiska, w których tarcie wewnętrzne ma wpływ przeważny, takie jak straty naporu w rurach,

mogą nawet nie czynić zadość ściśle prawom podobieństwa płynów doskonałych.

Ogół wszakże wyników tych doświadczeń pozwala mieć nadzieję, że w większości przypadków, a głównie tam, gdzie istota zjawiska polega na zmianach energii kinetycznej, na uderzeniu, albo też ogólniej przy projektowaniu krótkich instalacji, będzie się można posługiwać małymi modelami, nie uwzględniając lepkości wody istosując proste prawa podobieństwa płynów doskonałych.

Dalsze systematycznie prowadzone doświadczenia, odnoszące się do zjawisk coraz więcej złożonych, będą mogły niewątpliwie dać wyniki, zarysowujące się tylko w tych pierwszych badaniach.

Jeżeli cel będzie mógł być osiągnięty, wtedy już nie będą podejmowane wielkie roboty hydrauliczne bez studjów przedwstępnych na modelach zredukowanych, pozwalających urzeczywistniać wielkie urządzenia przy maximum bezpieczeństwa i minimum kosztów.

F. K.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

BADANIA TECHNICZNE.

Wykrywanie naprężeń w miękkiej stali.¹⁾

W artykule pod tytułem powyższym podają pp. H. Turner i J. D. Jevons opis sposobów stosowanych do wykrywania rozkładu naprężeń w rozm. próbkach metalowych.

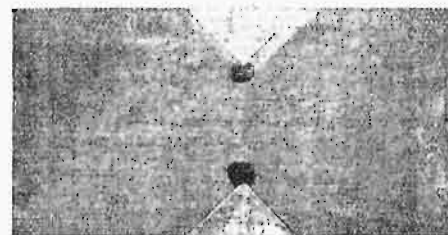
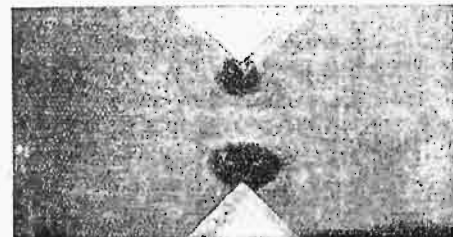
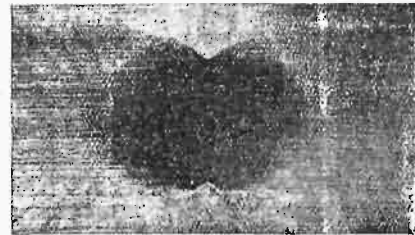
Metody służące do tego celu są już dość liczne, gdyż opracowaniem ich do pewnego czasu zajmują się zarówno mechanicy, jak chemicy, fizycy i hutnicy.

Należą do nich: 1) obserwacja bezpośrednia linii Lüders'a (występujących na błonce pręta utworzonej z zendry, rdzy lub t. p., wzgl. na polerowanej jego powierzchni, od chwili osiągnięcia granicy sprężystości przy rozciąganiu). Występują one zarówno na próbkach ze stali węglistej wszelkich gatunków, jak i na próbkach z zeliwa, czystego żelaza i t. d., lecz tylko na miękkiej stali łatwe są do obserwowania.

Doświadczenia potwierdziły, że linje te, ciągnące się przez wszystkie ścianki czworosiennej próbki, wykazują kliny skażenia struktury próbki przy jej odkształceniu. Specjalne sposoby wytrawiania takich próbek pozwalają otrzymać analogiczne do tych linii pasy trawienia na ściankach lub na przekrojach próbek.

2) Pomiary bezpośrednie. Autorzy opisują b. prosty sposób wykrywania odkształconych miejsc próbek, oparte na przewężeniu. Zauważyli oni bowiem, że przy opłowywaniu pilnikiem próbek odkształconych, pilnik nie chwyta środkowej ich części, przewężonej. Zamiast piłowania, zastosowali oni później obtaczanie odkształconych i wytrawionych próbek i wówczas uzyskiwali na ich powierzchniach ciemniejsze plamy, które — w miarę zdejmowania nowych warstw wiorów — zmniejszały się do coraz mniejszych wymiarów, stając się w końcu niewielkimi punktami, wskazującymi miejsca najbardziej przewężone, więc najbardziej naprężone podczas próby. Nazwali oni to zjawisko „dirt effect“, gdyż najbardziej naprężone punkty były ciemniejsze (brudniejsze) niż otaczające

je, również wytrawiona, lecz obtoczona powierzchnia. Fotografując szereg stopniowo po sobie następujących obrazów tych plam i wyrysowując je potem metodą superpo-



Rys. 1 — 3.

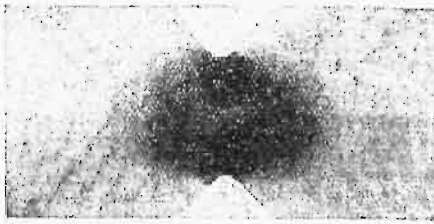
Fotografie próbki wydłużonej o 50% i stopniowo coraz bardziej obtaczanej.

¹⁾ Engineering, 8 maja 1925 r. Referat wygłoszony w Iron and Steel Institute.

zycji na rysunku próbki, odtwarzali oni obraz układu naprężeń. Rys. 1 — 4 wskazują właśnie 3 zdjęcia obtacza-

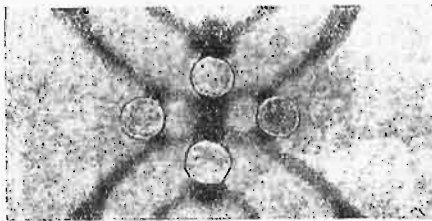
nej coraz głębiej próbki i odtworzony na ich podstawie obraz superpozycji.

Obraz ten przypomina poniekąd wielobarwne obrazy otrzymywane przez prof. Cokera przy jego próbach fotoelastycznych.



Rys. 4. Superpozycja rys. 1 - 3.

Podobnie odtworzony obraz intensywności prześwietlenia w innym wypadku daje rys. 5. Metodę tą poleca szczególnie autor inżynierom i studentom, celem badania wpływu otworów, nacięć, ostrych kątów i t. p. cech próbki.



Rys. 5.

Obraz intensywności naprężeń (prześwietleń) próbki rozciąganej, po wydłużeniu o 50%.

3) Zmiany twardości i gęstości. Ponieważ przy zimnej obróbce metali, twardość ich wzrasta, więc badając zmiany twardości próbki poddanej odkształceniom, można wyznaczyć intensywność naprężenia w każdym jej miejscu. Używa się w tym celu zarówno skleroskopu jak kulki Brinella. Metoda ta nie jest jednak dość dokładna.

4) Analiza gazów wydzielających się przy rozpuszczaniu. Trwałe odkształcenia metali powodują, jak się okazuje, zmiany chemicznych ich właściwości, tak że dostrzega się różnicę pomiędzy gazami wydzielanymi przez odkształcone i nieodkształcone części próbki. Sposób ten jednak nie daje tymczasem żadnych korzyści praktycznych, gdyż pozwala jedynie wykryć sam fakt odkształcenia, lecz nie wykazuje jego stopnia, bo jednakowy wynik daje badanie próbki nieznacznie odkształconej jednostajnie, jak odkształconej b. silnie w jednym tylko punkcie.

5) Zmiany potencjału w miejscach odkształconych na powierzchni próbki, użytej jako elektroda. Metoda ta nie dała jeszcze pomyślnych wyników ze względu na liczne trudności związane z uniknięciem wpływu polaryzacji, pomiarów ogromnie małych wartości napięć i t. d. Jednak autorzy uważają, że sposób ten wróży dobre wyniki.

6) Badanie zapomocą trawienia kwasami HCl , HNO_3 , które powodują korozję silniejszą w tych miejscach, gdzie zaszło większe odkształcenie, niż tam, gdzie odkształcenie było mniejsze. Wyniki nie zawsze są dość jasne.

7) Zmiany oporności elektrycznej mogłyby być podstawą do tego rodzaju badań, lecz zmien-

ność warunków kontaktu i zmienność grubości próbki nie pozwalają uwzględnić się wpływowi odkształceń.

8) Zmiany właściwości magnetycznych zachodzą również przy odkształcaniu. Badania więc odkształceń (naprz. małych pęknięć) mogłyby być oparte na tem zjawisku (naprz. przez posypywanie opiłkami przedmiotu namagnesowanego, przychem jednak konieczne jest b. staranne wypolerowanie powierzchni).

9) Badania zapomocą promieni X . Jest to niewątpliwie najbardziej cenny i użyteczny sposób badania odkształceń, wykazujący zakłócenia w budowie siatki przestrzennej, jako podstawę odkształceń.

10) Badania mikroskopowe, wzgl. metalograficzne wykazać mogą poślizgi, rekrytalizację lub rozerwania powierzchni kryształów, które to zjawiska zdarzają się przy odkształceniach. Próbkę poleruje się, przecina i wytrawia. Widoczne są skutki tylko znacznych odkształceń, mniejsze nie uwidoczniają się. Poszukiwana jest zależność pomiędzy temi zjawiskami a wartościami naprężeń; dotąd okazało się, że odróżnienie tych ostatnich udaje się w granicach 5% różnicy. Przytem poślizgi kryształów najczęściej zauważane dostrzegano też nie tylko w przekrojach bezpośrednio poddawanych naprężeniom, lecz i w sąsiednich, nieodkształconych.

11) Rekrytalizacja może w pewnym stopniu wskazywać miejsca odkształcone; jednak zjawisko wzrastania kryształów po odkształceniu i odpow. wywarzeniu nie rozchodzi się na cały obszar odkształceń.

12) Ostatnim sposobem z omawianego zakresu jest specjalne wytrawianie, zapoczątkowane przez Strauss'a w r. 1905, prowadzone dalej przez Fisher'a w r. 1913 i w końcu udoskonalone przez Fry'a (1921).

DROGI.

Zależność uszkodzeń dróg od drgań opon samochodowych.

Zauważono w Stanach Zjedn., że ruch kołowy wywołuje na drogach tworzenie się falistości nawierzchni, o równych prawie odstępach pomiędzy wierzchołkami fal, podobnie do znanego zjawiska takiegoż zużywania się szyn kolejowych. Wskazuje to na istnienie pewnej prędkości krytycznej, przy której pojazdy wywołują maximum drgań.

Badając to zagadnienie, p. R. J. Walter podaje¹⁾, że naprz. na szosie Washington—Annapolis prędkość krytyczna jazdy wynosić musi, jak wykazuje obserwacja uszkodzeń nawierzchni, od 32 do 48 km/h . Przy większej prędkości lub przy b. małej szybkości jazdy, falistość nawierzchni zanika prawie zupełnie. Zauważono też, że jest ona większa na odcinkach prostych, niż na zakrętach i w pobliżu zakrętów.

Ponieważ normalna szybkość jazdy samochodem jest zwykle bliska krytycznej, powstaje przypuszczenie, że falistość nawierzchni wywołują drgania jakiejś części pojazdu o częstości drgań własnych jednakowej dla różnych typów samochodów. Przy $v = 40 km/h$ i odstępach wierzchołków fal 0,8 m (średniej dla różnych dróg St. Zjedn.), okres drgań wypada 0,07 sek.

Poszukiwania przyczyny tych drgań wskazują, że nie są one wywoływane ani przez resory (których okres drgań wynosi zwykle 0,9 sek.), ani przez silniki (które—przy 4 wzgl. 6 cyl. dają okres 0,006 wzgl. 0,009). Natomiast badając opony i rozpatrując je jako resory obciążo-

¹⁾ Engineering News-Record, 7 maja 1925.

ne których okres drgań $t = \pi \frac{\sqrt{f}}{g}$ sek. (gdzie f — ugięcie w m , g — przyspieszenie ziemskie), znajdujemy, że jest on bliski do podanej wyżej wartości 0,07 s.

A więc naprz. w samochodach Forda (opony 30" × 3,5"), ważących 630 kg (ok. 160 kg na 1 koło), ugięcie opony wynosi 7,36 mm i okres drgań $t = 0,086$ s; dla wozów Chandler (ciężar 375 kg na 1 koło) $t = 0,084$ s, tak że przy $v = 40$ km/h odległość między wierzchołkami fal na nawierzchni wypadalaby: dla Forda — 0,95 m, zaś dla Chandlera — 0,93 m.

Pewna niezgodność tych liczb z podaną wyżej odległością obserwowaną normalnie (80 cm) tłumaczy się nieścisłością powyższego obliczenia.

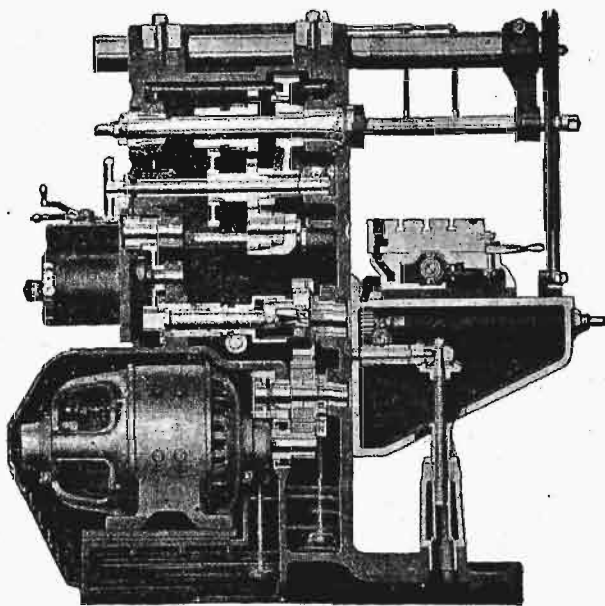
Biuro Drog Publicznych zauważyło, że falistość nawierzchni nie wytwarza się nigdy na wzniesieniach, co obala przypuszczenie, iż falistość ta powstaje skutkiem wyrwania materiału nawierzchni poza kołami pod działaniem ślizgania się, gdyż właśnie na wzniesieniach zjawisko to występowałoby wówczas silniej. Tłumaczyć więc je należy raczej uderzeniami nawierzchni.

Obliczając okres drgań opon „balonowych“ (31" × 4,4") na samochodzie Forda, znajduje autor, że wynosi on 0,114 s, a po wprowadzeniu poprawki, wyciągniętej na podstawie wyników obliczeń powyższych, otrzymujemy $t = 0,102$ s i odstęp między wierzchołkami fal (przy $v = 40$ km/h) 113 cm. Ponieważ w Ameryce jest obecnie w użyciu prawie tyleż opon zwykłych, co balonowych, przeto autor spodziewa się, że tworzenie się falistości będzie zmniejszone. Na przyszłość zaś radzi zaopatrywać przednie koła w opony o innym okresie drgań, niż opony tylne.

OBRABIARKI.

Napęd elektryczny frezarki.

Znana wytwórnia amerykańska Kearney and Trecker Co (Milwaukee) zastosowała racjonalnie napęd elektryczny w budowanych przez siebie frezarkach. Silnik



Rys. 6. Przekrój mechanizmu napędowego frezarki.

umieszczony został mianowicie w kadłubie frezarki, przyczem odejmovana pokrywa umożliwia dostęp do niego. Na uwagę zasługuje również (rys. 6) smarowa-

nie przekładni zębatych zapomocą pompki czerpiącej oliwę z dna zbiornika. Natryskiwanie smaru odbywa się za pośrednictwem rurki z otworami, umieszczonej nad wrzecionem. Sam napęd frezarki jest wyjątkowo prosty i tani.

Kronika.

STATYSTYKA BUDOWY PAROWOZÓW W STAN. ZJEDN.

Wytwórczość parowozów z Stan. Zjedn. obrazują poniższe tabele, zestawione na podstawie danych, ogłoszonych w Railway Mechanical Eng. (luty 1923 i 1924):

Ilość lokomotyw wykonana w ciągu ostatnich lat dziesięciu:			
Rok	Dla kolei własnych i kanadyjskich	Eksport	Razem
1915	1612	850	2462
1916	2910	2983	5893
1917	2704	3438	6142
1918	2802	2086	4888
1919	272	989	1261
1920	2187	718	2905
1921	274	546	820
1922	2668	131	2799
1923	2026	116	2142
1924	1484	142	1626

Stopień rozpowszechnienia typów parowozów, według zamówień udzielonych fabrykom amerykańskim w r. 1923 i 1924, przedstawia się w sposób nast.

Typ parowozu	Ilość sztuk		Typ parowozu	Ilość sztuk	
	r. 1923	r. 1924		r. 1923	r. 1924
0—4—0 ¹⁾	26	3	Mallet	59	39
0—6—0	127	51	4—4—0	—	7
0—6—2	—	2	4—4—2	4	—
0—8—0	124	297	4—6—0	46	69
0—8—2	—	5	4—6—2	196	171
0—10—0	—	1	4—6—4	6	—
2—6—0	10	18	4—8—0	4	3
2—6—2	19	15	4—8—2	143	117
2—8—0	82	66	4—10—2	—	16
2—8—2	580	644	Innc	86	33
2—10—0	380	3	Lokom. elektr.	53	34
2—10—2	167	32	Razem	2142	1626

J. P. D.

¹⁾ oznaczenia amerykańskie, wedł. ilości kół.

NOWE WYDANIE „TECHNIKA“.

Komitet Wydawniczy, zajmujący się ponownym wydaniem podręcznika „Technik“, całkowicie niemal opracowywanego na nowo, rozpoczął już druk tego dzieła. Celem zebrania funduszków na dalsze prace, Komitet ogłosił przyjmowanie przedpłaty w sumie zł. 30 w dwóch ratach (po 15 zł., z terminami do 15-go września i do 15-go października). Wpłacenie tej przedpłaty daje prawo otrzymania I-go tomu nowego „Technika“, choć jako cenę sprzedażną tej książki wyznaczono 45 zł.

Przedpłatę przyjmuje P. K. O. na konto 11.262. Biuro Komitetu Wydawniczego: Warszawa, 3, ul. Czackiego, lokal Redakcji „Przełg. Techniczny“.

^{*)} Przy sposobności zwracamy uwagę, że w odezwie Komitetu Wydawn., zamieszczonej na różowej kartce w № 29 „Przełg. Techn.“ w części nakładu popełniono omyłkę druku, podając № konta w P. K. O. 11.266. Powinno być 11.262.