

Z zagadnień wytrzymałościowych zbiorników o wysokim ciśnieniu wewnętrznym

M. T. Huber

Zagadnienie rozważane: walczak i pokrywa, łączone za pomocą kołnierzy, ściąganych śrubami. — Siły i moment, działające na kołnierze. — Odształcenia kołnierzy. — Założenia obliczeń; warunek szczelności. — Moment zginający podłużne elementy walczaka przy kołnierzu; siła poprzeczna tamże; moment radialny zginający pokrywę. — Przykład liczbowy; miejsca o wyteżeniu wyjątkowo wielkim (środek pokrywy i górny brzeg walczaka); niedostateczność wzoru „kotlewo” do obliczenia górnego brzegu walczaka.

Wstęp

TAKIE zbiorniki stosowane w przemyśle chemicznym (autoklawy itp.) buduje się obecnie w coraz większych rozmiarach. Jeden z częstszych typów składa się z walczaka o osi pionowej, z dnem kopulastym, oraz pokrywy. Górny brzeg walczaka jest usztywniony silnym kołnierzem, łączonym teraz najczęściej przez spawanie z walczakiem. Pokrywa bywa o różnej postaci przekroju południkowego. Tutaj weźmiemy pod uwagę najprostsz typ pokrywy płaskiej, której część brzeżna przypadająca na kołnierz walczaka stanowi drugi kołnierz o przekroju prostokątnym, szerokości b i grubości g_1 (rys. 1). Grubość samej

h_1 — całkowita wysokość kołnierza walczaka;
 g — grubość ściany walczaka, a zarazem dolna szerokość trapezowej części jego kołnierza.

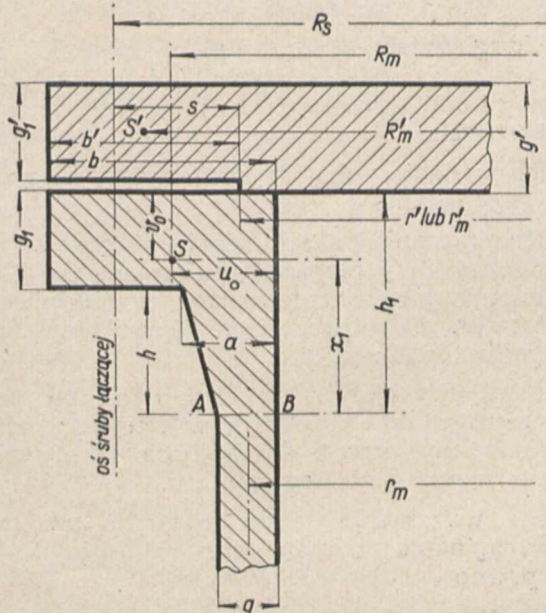
Przez oba kołnierze przechodzi n śrub łączących pokrywę z walczakiem. Niechaj oznacza:

d — średnicę trzonu śrub;
 l_s — długość rozciąganą trzonu = $g_1 + g_1' + \delta_0$;
 δ_0 — szerokość szpary między kołnierzami w stanie nieobciążonym ani napięciem śrub, ani też ciśnieniem wewnętrznym p ;
 σ_s — początkowe ciągnięcie w śrubach wywołujące docisk na obwodzie uszczelki o promieniu r' , większym nieco od promienia wewnętrznego walczaka r ;
 $\bar{\sigma}_s$ — ciągnięcie w śrubach, gdy zbiornik znajduje się pod ciśnieniem.

Wypada zaznaczyć, że przyleganie kołnierzy zachodzi tylko na wąskim pasku kołowym o średnim promieniu r' . Poza tym paskiem istnieje w stanie zupełnie nieobciążonym odstęp δ_0 między poziomymi powierzchniami obu kołnierzy. Wskutek napięcia śrub naprężeniem σ_s przekroje obu kołnierzy obracają się około punktu leżącego na okręgu uszczelnienia, a profil szpary przybiera postać klinową (trapezową). Odstęp δ obierają konstruktorzy taki, aby nie zaszło zamknięcie szpary na zewnętrznym brzegu kołnierzy nawet przy największym napięciu śrub.

Oznaczmy jeszcze przez

R_s — promień okręgu osi śrub;
 s — odległość osi śrub od okręgu koła uszczelniającego, a zarazem ramię momentu sił napięcia śrub, który zgina elementy radialne obu kołnierzy i obraca je w kierunkach przeciwnych (oczywiście przy współdziałaniu przeciwdziałającym innych momentów, pochodzących od pokrywy i ściany walczaka);
 I — moment bezwładności przekroju o polu F złożonego kołnierza walczaka względem poziomej osi jego środka ciężkości;



Rys. 1.

pokrywy bywa nieco różna; oznaczmy ją przez g' . Dalsze oznaczenia są następujące:

b — górna szerokość kołnierza walczaka;
 g_1 — grubość prostokątnej części kołnierza walczaka;
 a — górna szerokość trapezowej części przekroju kołnierza walczaka;

$I' = \frac{b'g_1^3}{12}$ — moment bezwładności przekroju prostokątnego kołnierza pokrywy, o polu F' , względem poziomej osi jego środka ciężkości;

u_0, v_0 — współrzędne środka ciężkości przekroju kołnierza walczaka względem osi leżącej na konturze górnym i osi na konturze bocznym wewnętrznym.

Wartości u_0, v_0, F i I obliczamy z łatwych do wprowadzenia wzorów:

$$u_0 = \frac{1}{F} \left[(a+g) \frac{ah}{6} + \frac{1}{2} b^2 g_1 + \frac{g^2 h}{6} \right] \quad (1)$$

$$v_0 = \frac{1}{F} \left[\frac{b g_1^2}{2} + (a+g) \frac{g_1 h}{2} + (a+2g) \frac{h^2}{6} \right] \quad (2)$$

$$F = b g_1 + (a+g) \frac{h}{2} \quad \dots \quad (3)$$

$$I = \frac{b g_1^3}{3} + (a+g) \frac{h}{2} \left[\frac{h^2}{18} \left\{ 1 + \frac{2ag}{(a+g)^2} \right\} + \left(g_1 + \frac{a+2g}{a+g} \cdot \frac{h}{3} \right)^2 \right] - F v_0^2 \quad (4)$$

Przy naciągnięciu n śrub naprężeniem σ_s powstaje wypadkowa równoległych sił działających na oba kołnierze o wielkości

$$n \frac{d^2 \pi}{4} \cdot \sigma_s.$$

W okręgu uszczelniającym zachodzi jednocześnie reakcja o tej samej wartości bezwzględnej. Siłę rozciągającą trzony śrub, odniesioną do jednostki okręgu o promieniu R określi więc wyrażenie

$$n \frac{d^2 \pi}{4} \sigma_s : 2 R_s \pi = \frac{n d^2}{8 R_s} \sigma_s = S \quad \dots \quad (5)$$

Podobnie wyrazimy reakcję jednostki okręgu uszczelniającego:

$$S' = \frac{n d^2}{8 r'} \sigma_s \quad \dots \quad (5a)$$

Wydzieliwszy element kołnierza kątem środkowym $d\alpha$ otrzymujemy po stronie zewnętrznej siłę

$$S R_s d\alpha = \frac{n d^2}{8} \sigma_s d\alpha,$$

a po stronie wewnętrznej reakcję

$$S' r' d\alpha = \frac{n d^2}{8} \sigma_s d\alpha.$$

Obie jako liczbowo równe, a co do kierunku przeciwnie tworzą parę sił o momencie

$$\frac{n d^2}{8} \sigma_s \cdot s \cdot d\alpha.$$

Moment ten określamy jego „natężeniem“ M_p na jednostkę długości okręgu o promieniu dowolnie obranym, np. ρ , dzieląc powyższe wyrażenie przez $\rho d\alpha$, czyli

$$M_p = \frac{n d^2}{8} \cdot \frac{d^2}{\rho} s \cdot \sigma_s \quad \dots \quad (6)$$

Przy takim znakowaniu będzie w ogóle

$$M_{p, \rho} \cdot d\alpha = M_r r d\alpha = M_R R d\alpha \text{ i t. d.}$$

wartością momentu niezależną od promienia okręgu, do którego odnosiliśmy pomiar jego „natężenia“.

Przy działaniu kilku momentów możemy ich „natężenia“ sumować w zwykły sposób pod warunkiem, że się odnoszą do tego samego promienia, który nazwiemy *promieniem odniesienia*.

Założenie równomiernego rozłożenia momentów zginających kołnierze jest oczywiście tylko przybliżeniem, jednak praktycznie wystarczającym, gdy liczba śrub jest dość duża. Warunek ten musi być spełniony ze względu na wymagania szczelności.

2. Założenia obliczeń teoretycznych

Skoro po dociśnięciu pokrywy przez naciągnięcie śrub poddamy zbiornik ciśnieniu wewnętrznemu p , to reakcje na okręgu uszczelniającym zmniejszają się w miarę wzrostu wartości p i w końcu dochodzimy do wartości ciśnienia, przy której reakcje znikają, a uszczelnienie zawodzi. Na zmniejszenie się reakcyj S' składają się dwie przyczyny. Po pierwsze ciśnienie wybrzusza pokrywę ku górze i wydyma nieco ścianę walczaka, co wywołuje obroty przekroju obu kołnierzy powodujące zbliżenie się ich brzegów zewnętrznych, a więc i *zmniejszenie* ciągnięcia w śrubach. Odwrotnie działa napór ciśnienia na pokrywę i dno *zmniejszając* bezpośrednio S' , a *zwiększając* ciągnięcia w śrubach. Zamiast początkowej wartości σ_s mamy teraz w śrubach naprężenie $\bar{\sigma}_s$, które jednakże różnić się będzie nieznacznie od σ_s aż do chwili, gdy przy dalszym zwiększeniu p stanie się $S' = 0$.

To wszystko należy teraz ująć w schemat teoretyczny o tyle uproszczony, aby umożliwić obliczenie praktyczne, a jednak taki, aby nie prowadził do sprzeczności, jak to się stało przy pierwszych próbach opartych na przyjęciach zbyt prymitywnych. W tym celu poczynimy założenia następujące:

a) Uwzględniamy tylko wpływ naprężeń normalnych przy odkształceniach ściany walczaka, pokrywy i obu kołnierzy, pomijając wpływ naprężeń stycznych.

b) Do zginania pokrywy zastosujemy klasyczną teorię płyt cienkich.

c) Do obliczenia odkształceń i naprężeń w kołnierzach użyjemy pierwszego przybliżenia teorii, której drugie przybliżenie rozwija i uzasadnia praca autora pt. „*Osobliwe zgięcie pierścienia*“ (Przeгляд Techn. 1930).

d) Pomijamy wpływ sił radialnych na przemieszczenie punktu przekroju, w którym powstają reakcje S' , czyli uwzględnimy tylko obroty przekroju kołnierzy około tego punktu.

e) Nie uwzględnimy (ze względu na mały wpływ) zginania trzonów śrub (co idzie na korzyść pewności).

f) Walczak nie posiada innych wzmocnień i usztywnień ściany prócz dna, a jego wysokość jest tak znaczna wobec grubości ściany g , że można stosować teorię odkształcenia nieskończonego długiego elementu przekroju radialnego, obciążonego na początku siłą poprzeczną i momentem o natężeniach H i M_0 .

g) Pomijamy, w myśl zasady de Saint-Venant'a, odkształcenia miejscowe w otoczeniu miejsc działania sił S i S' .

Schemat obliczenia, ważnego oczywiście w granicach stosowalności prawa Hooke'a, przyjmuje jako wielkości dane σ_s (albo odpowiedni moment zewnątrzny kołnierzy o natężeniu $M = \frac{n}{8} \cdot \frac{d^2 s}{\rho} \sigma_s$), następnie ciśnienie wewnętrzne p i wreszcie $\bar{\sigma}_s$, tj. naprężenie w śrubach zmienione wskutek działania ciśnienia. Wartość $\bar{\sigma}_s$ ocenimy łatwo z warunku, aby przy największym ciśnieniu próbnym nie znikła reakcja S' . Przy zachowaniu tego warunku wynika z równowagi naporu na dno $p r'^2 \pi$ z siłami napięcia śrub i reakcjami okręgu uszczelnienia związek

$$2 S_p R_s \pi - 2 S_p' r' \pi = p r'^2 \pi, \dots (8)$$

jeżeli wskaźnikiem p odróżnimy wartości S i S' , przynależne ciśnieniu p . Zachowanie szczelności wymaga, aby $S_p' > 0$, a więc $2 S_p R_s \pi > p r'^2 \pi$, czyli

$$\bar{\sigma}_s > \frac{4}{n} \left(\frac{r'}{d} \right)^2 p.$$

(Np. dla $n = 20$; $r' = 53,5$ cm; $d = 6,35$ cm; $p = 75$ at, powinno być

$$\bar{\sigma}_s > 1065 \text{ kg/cm}^2.$$

O szukaniu na drodze teoretycznej związku między $\bar{\sigma}_s$ a σ_s nie może być mowy, gdyż to by wymagało ilościowego uchwycenia pionowego wgłębiania się elementu uszczelniającego pokrywy w kołnierz walczaka. Jednakże nie trudno zrozumieć, że przy odpowiednio dobranej wartości σ_s , lub, co na jedno wychodzi, wartości natężenia początkowego momentu zginającego kołnierze w kierunku radialnym, będzie $\bar{\sigma}_s$, zachodzące przy obciążeniu ciśnieniem próbnym, nie wiele różnić się od σ_s . Wobec tego oprzemy rachunek teoretyczny na założeniu, że różnicę $\sigma_s - \bar{\sigma}_s$ można pominąć.

3. Ustawienie równań

Oznaczmy przez

$$M = \frac{n}{8} \cdot \frac{d^2}{r_m} s \cdot \sigma_s \dots (10)$$

dane natężenie momentu „zewnątrznego“ (jak go dla skrócenia nazywać będziemy) odniesionego, jak i dalsze wielkości statyczne H , M_0 itd., do promienia r_m środka ściany walczaka. Wyznaczenie stanu odkształcenia układu wymaga teraz obliczenia trzech wielkości następujących:

M_0 ... tj. natężenia momentu zginającego podłużne elementy walczaka w miejscu połączenia go z kołnierzem;

H ... natężenia siły poprzecznej w tymże miejscu;

M'_0 ... natężenia momentu radialnego w przekroju obwodowym pokrywy nad uszczelnieniem.

Do obliczenia tych trzech niewiadomych mamy warunki następujące:

1) Równość wartości przesunięć poziomych u w przekroju złączenia AB kołnierza z walczakiem.

2) Równość wartości kątów obrotu tegoż przekroju.

3) Równość wartości kątów obrotu elementów radialnych górnego kołnierza i pokrywy w przekroju obwodowym nad uszczelnieniem.

Odpowiednie wyrażenia na kąty obrotu i przesunięcia weźmiemy z przybliżonej już wspomnianej teorii „osobliwego zgięcia pierścienia“, z „teorii kołowo-symetrycznych odkształceń sprężystych rur...“ (Wiad. Techn. Uzbroj. 1935, nr. 31) i znanej ogólnie teorii płyt okrągłych.

Przekrój kołnierza walczaka obraca się w przybliżeniu około swego środka pod wpływem momentu wypadkowego $(M - H h_1 - M_0)$ o kąt

$$(M - H h_1 - M_0) \frac{r_m R_m}{EI} *$$

Przesunięcie zaś dolnego brzegu AB wywołane tym obrotem (ku osi zbiornika) znajdujemy mnożąc kąt przez odległość środka przekroju od AB , czyli $x_1 = h_1 - v_0$.

Kąt obrotu przekroju kołnierza pokrywy o promieniu R_m' środka tego przekroju równa się

$$(M - M_0') \frac{r_m R_m'}{EI'}$$

Kąt obrotu tegoż przekroju należącego do pokrywy obciążonej ciśnieniem p przedstawia według teorii płyt okrągłych i cienkich (przy ugięciach małych w porównaniu do grubości płyty) wyrażenie

$$\frac{M_0' r_m}{B' (1 + \mu)} + \frac{p r_m^3}{8 B' (1 + \mu)}$$

Tutaj oznacza μ liczbę Poisson'a, zaś

$$B' = \frac{E}{1 - \mu^2} \cdot \frac{g'^3}{12}$$

— sztywność zginania pokrywy.

Równanie przemieszczeń radialnych tworzącej środkowej warstwy walczaka (liczonych dodatnio na zewnątrz), czyli równanie linii wygięcia tej tworzącej, ma przy powyżej poczynionych założeniach upraszczających postać:

$$u = \frac{H - M_0 k}{2 B k^3} e^{-kx} \cos kx + \frac{M_0}{2 B k^2} e^{-kx} \sin kx + \frac{p r_m^2}{E g} \left(1 - \frac{\mu}{2} \right) \dots (11)$$

przy czym

$$k \equiv \sqrt[4]{\frac{3(1 - \mu^2)}{g^2 r_m^2}}; \quad B = \frac{E}{1 - \mu^2} \cdot \frac{g^3}{12}$$

*) Drugie przybliżenie dane w przytoczonej powyżej pracy (art. 2, założenie c) prowadzi do następującego wyrażenia kąta obrotu φ :

$$\varphi = \frac{M_{\rho} \cdot \rho}{E \int_{(\bar{F})} \frac{y^2 dF}{x}}$$

przyczem x oznacza odległość elementu przekroju dF od osi obrotowej symetrii układu. Otóż zastępując pod całką zmienne x przez stosowną wartość stałą bliską R_m (wartości średniej), otrzymujemy wzór pierwszego przybliżenia

$$\varphi = \frac{M_{\rho} \cdot \rho \cdot R_m}{E \int_{(\bar{F})} y^2 dF} = \frac{M_{\rho} \cdot \rho \cdot R_m}{EI} \dots (10^*)$$

Wzór ten jest widocznie tym dokładniejszy, im mniejsze są wymiary przekroju kołnierza (pierścienia) w porównaniu do promienia wewnętrznego.

a początek osi X skierowanej dodatnio w dół leży w środku przekroju AB (przed odkształceniem). Dla kąta obrotu dowolnego przekroju poprzecznego elementu podłużnych walczaka znajdujemy przez różniczkowanie:

$$\frac{du}{dx} = \frac{M_0 k - H}{2 B k^2} e^{-kx} (\cos kx + \sin kx) + \frac{M_0}{2 B k} e^{-kx} (\cos kx - \sin kx) \quad (12)$$

A zatem

$$\left. \begin{aligned} u|_{x=0} &= \frac{H - M_0 k}{2 B k^3} + \frac{p r_m^2}{E g} \left(1 - \frac{\mu}{2}\right) \\ \frac{du}{dx}|_{x=0} &= \frac{2 M_0 k - H}{2 B k^2} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Wymienione powyżej równania warunkowe przybiorą przeto postać:

$$\left. \begin{aligned} (M - H h_1 - M_0) \frac{r_m R_m}{E I} x_1 &= \frac{H - M_0 k}{2 B k^3} + \frac{p r_m^2}{E g} \left(1 - \frac{\mu}{2}\right) \\ (M - H h_1 - M_0) \frac{r_m R_m}{E I} &= \frac{2 M_0 k - H}{2 B k^2} \\ (M - M_0') \frac{r_m R_m'}{E I'} &= \frac{M_0' r_m}{B'(1 + \mu)} + \frac{p r_m^3}{8 B'(1 + \mu)} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Zastąpiwszy stałą k o wymiarze cm^{-1} wygodniejszym w rachunku $f = \frac{1}{k}$, znajdujemy z pierwszego i drugiego z równań powyższych

$$M_0 = (H - H^*) \frac{f(f + x_1)}{f + 2x_1},$$

jeżeli $H^* = \frac{2 - \mu}{12(1 - \mu^2)} \cdot \frac{p g^2 r_m^2}{f^2(f + x_1)} \quad (15)$

$$H = \frac{1}{C} \left[M - H^* \frac{f + x_1}{f + 2x_1} (f + 2A) \right], \quad (16)$$

jeżeli

$$A = \frac{6(1 - \mu^2) I f^2}{g^3 R_m r_m} = \frac{5,46 I f^2}{g^3 R_m r_m}, \quad \text{przy } \mu = 0,3,$$

$$\text{zaś } C = h_1 + \frac{f}{f + 2x_1} (f + x_1 + A).$$

Wreszcie z trzeciego z równ. (14) otrzymujemy:

$$M_0' = \frac{M - \frac{1}{8} \mu \frac{r_m^3}{r_m} \cdot p}{1 + \vartheta}; \quad \vartheta = (1 - \mu) \frac{b'}{R_m'} \left(\frac{g_1'}{g'}\right)^3 \quad (17)$$

Podstawiwszy w uzyskanych wzorach $p = 0$, znajdujemy wzory odpowiadające obciążeniu samymi tylko momentami „zewnątrznymi”.

4. Przykład liczbowy

Przy danych wartościach:

$a = 8,5$ cm; $b = 22,5$; $g = 3,75$; $g_1 = 11$; $g' = 11$; $g_1' = 10,5$; $h = 11$; $h_1 = 22$; $b' = 18,5$; $r_m = 51,5$; $r_m' = 53,5$ znajdujemy:

$u_0 = 9,5$ cm; $v_0 = 7,7$; $x_1 = h_1 - v_0 = 14,3$ cm; $R_m = 59$; $R_m' = 62,75$; $f = \frac{1}{k} = 10,8$; $F = 314,9$ cm^2 ; $s = 12,3$; $I = 8754$ cm^4 ; $I' = 1785$ cm^4 ; $\vartheta = 0,1795$. A zatem według wz. (15) do (17) $M_0' = 0,8479 M - 56,59 p$;

$A = 34,785$; $C = 38,42$;
 $H^* = 1,9835 p$; $H = 0,026025 M - 2,874 p$;
 $M_0 = 0,17905 M - 33,42 p$;
 $M - H h_1 - M_0 = 0,2484 M + 96,65 p$;
 $M - M_0 = 0,1521 M + 56,59 p$.

Wzory dla naprężeń dają teraz:

a) Naprężenia obwodowe w kołnierzu walczaka

$$\sigma_t = \sim \frac{(M - H h_1 - M_0) r_m}{I} \eta;$$

przy czym η oznacza odległość włókna kołowego od poziomej osi obojętnej liczoną dodatnio w dół.

A więc

$$\sigma_t = \frac{0,2484 M + 96,65 p}{8754} \cdot 51,5 \cdot \eta,$$

albo po wstawieniu wyrażenia M przez σ_s (według wz. 10), przy $n = 20$; $d = 6,35$ cm; $s = 12,3$ cm, czyli

$$M = 1240 \cdot \frac{\sigma_s}{r_m} = 24,08 \bar{\sigma}_s$$

napiszemy

$$\sigma_t = (0,03520 \cdot \bar{\sigma}_s + 0,5686 p) \eta.$$

Przy $\eta = x_1 = 14,3$ cm jest

$$\sigma_t = 0,5034 \bar{\sigma}_s + 8,131 p.$$

b) Skrajne naprężenia, zginające podłużne elementy ściany walczaka w przekroju górnym

$$\sigma_x = \pm \frac{6 M_0}{g^2} = \pm (1,8403 \bar{\sigma}_s - 14,263 p).$$

Tutaj znak $+$ odnosi się do włókien zewnętrznych.

c) Naprężenia podłużne w ścianie walczaka wywołane ciśnieniem na dna

$$\sigma_x' = \frac{p r_m^2}{2 r_m g} = \frac{53,5^2}{2 \cdot 51,5 \cdot 3,75} = 7,410 p.$$

d) Naprężenia obwodowe w górnym przekroju walczaka określa wzór teoretyczny w zależności od przesunięcia radialnego u i naprężenia podłużnego σ_x'

$$\sigma_t = E \cdot \frac{u}{r_m} + \mu \sigma_x'.$$

(Wzór ten stosuje się do każdego przekroju walczaka).

Po wstawieniu wartości u z pierwszego z wz. (13) napiszemy

$$\sigma_t = \frac{6(1 - \mu^2)}{r_m} \cdot \frac{f^3}{g^3} \left(H - \frac{M_0}{f} \right) + \frac{p r_m^2}{g r_m} \left(1 - \frac{\mu}{2} \right) + \mu \cdot \frac{p r_m^2}{2 g r_m}.$$

Pomijając nieznaczną różnicę między r_m a r_m' , można powyższy wzór zastąpić przez następujący:

$$\sigma_t = \frac{6(1 - \mu^2)}{r_m} \left(\frac{f}{g} \right)^3 \left(H - \frac{M_0}{f} \right) + \frac{p r_m}{g}$$

Wstawiwszy tutaj powyższe wartości mamy:

$$\sigma_t = 0,5764 \bar{\sigma}_s + 14,29 p.$$

e) Naprężenia zginające w pokrywie. Z teorii płyty o promieniu r_m' obciążonej na całej powierzchni stałym ciśnieniem p , zaś dokoła brzegu momentami o natężeniu M_0' , wynika następujące wyrażenie dla momentu radialnego w zależności od dowolnego promienia y .

$$M_r = M_0' + \frac{3 + \nu}{16} (r_m'^2 - y^2) p.$$

A zatem po wstawieniu powyższych wartości liczbowych

$$M_r = \frac{3,3}{16} (53,5^2 - y^2) p - 56,59 p + 0,8479 M = \\ = (533,7 - 0,20625 y^2) p + 20,42 \bar{\sigma}_s.$$

Skrajne wartości M_r dla $y = 0$ i $y = r_m'$ są

$$M_r /_{y=0} = 533,7 p + 20,42 \bar{\sigma}_s$$

$$M_r /_{y=r_m'} = -56,6 p + 20,42 \bar{\sigma}_s$$

Odpowiednie wartości radialnych naprężeń zginających pokrywę o grubości $g' = 11$ cm są

$$\sigma_y = \pm \frac{6 M_r}{g'^2} = \pm (26,5 p + 1,013 \bar{\sigma}_s) \text{ (w środku)}$$

$$\sigma_y = \pm (-2,81 p + 1,013 \bar{\sigma}_s) \text{ (na brzegu),}$$

Tutaj znak + odpowiada górnej powierzchni pokrywy, a — dolnej.

f) Naprężenia obwodowe w kołnierzu pokrywy:

$$\sigma_t = \frac{M - M_0'}{I'} r_m \eta = (0,1057 \bar{\sigma}_s + 1,633 p) \eta,$$

jeżeli η liczymy dodatnio dla elementów przekroju leżących ponad warstwą obojętną. Przy $\eta = \pm 5,25$ znajdujemy

$$\sigma_t = \pm (0,555 \bar{\sigma}_s + 8,572 p).$$

Przyjmąwszy np. stosownie do warunku szczelności (9), że $\bar{\sigma}_s = 1\,200$ kg/cm², zaś $p = 50$ at (ciśnienie robocze, lub $p = 75$ at (ciśnienie próbne) znajdujemy kolejno:

W kołnierzu walczaka

$$\text{najw. } \sigma_t = 604 + 406,5 (610) = 1010 (1214) \text{ kg/cm}^2.$$

Liczby ujęte w nawiasy odnoszą się do ciśnienia próbnego 75 at.

W górnym brzegu walczaka wartości skrajne naprężeń zginających

$$\sigma_x = \pm [2208 - 713 (1069)] = \pm 1495 (1139).$$

W tymże miejscu naprężenia obwodowe

$$\sigma_t = 692 + 714 (1072) = 1406 (1764);$$

zaś naprężenia podłużne

$$\sigma_x' = 371 (556)$$

W środku pokrywy

$$\text{najw. } \sigma = 1216 + 1325 (1987) = 2541 (3203)$$

Naprężenia zginające radialne w pokrywie nad obwodem uszczelnienia

$$\sigma_y = 1,013 \bar{\sigma}_s - 2,81 p = 1216 - 140 (210) = 1076 (1006)$$

Naprężenia obwodowe w kołnierzu pokrywy

$$\sigma_t = \pm [666 + 429 (643)] = \pm 1095 (1039)$$

Obliczone wartości skrajne naprężeń wskazują na dwa miejsca o wyteżeniu wyjątkowo wielkim. Pierwsze znajduje się w środku pokrywy, gdzie w warstwach skrajnych panuje dwuwymiarowy stan napięcia o równych naprężeniach głównych. Ich wartość obliczeniowa (2 541 przy $p = 50$ at, a 3 203 przy $p = 75$ at) dowodzi, że wobec założonej gr. plastyczności materiału 2 300 kg/cm² musiałoby w tym miejscu zajść trwałe wygięcie pokrywy. Jednakże wygięcie to byłoby stosunkowo nieznaczne i nie zwiększałoby się po próbie podczas normalnej pracy zbiornika. Albowiem naprężenia w pokrywie wyrobionej od razu jako wypukła byłaby o wiele mniejsze niż w pokrywie płaskiej. (Pokrywy wypukłe są narażone głównie na rozciąganie, a tylko nieznacznie na zginanie). Zauważyć wypada, że podane powyżej wartości naprężeń są zarazem wartościami wyteżenia materiału według wytrzymałościowej hipotezy energii odkształcenia postaciowego.

Drugie miejsce niebezpieczne stanowi górny brzeg walczaka. Tam zachodzą we włóknach zewnętrznych ciągnięcia pionowe złożone z naprężeń zginających $\sigma_x = 1495$ (1139) i naprężeń podłużnych $\sigma_x' = 371$ (556). Razem więc $\sigma_x + \sigma_x' = 1866$ (1695) = σ_1 .

Ponadto panują w tym miejscu naprężenia obwodowe

$$\sigma_t = 1406 (1764) = \sigma_2.$$

Odpowiednie wyteżenie określi znany wzór hipotezy wyżej wymienionej

$$\sigma_{\text{red.}}^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2,$$

który po wstawieniu wartości daje:

$$\sigma_{\text{red.}} = 1684 (1730).$$

W tym miejscu mamy więc przy ciśnieniu użytkowym 50 at pewność nieosiągnięcia granicy plastyczności wyrażającą się liczbą $\frac{2300}{1684} = 1,4$, co można w tych warunkach uznać za wystarczające.

Gdybyśmy przy obliczaniu wytrzymałościowym poprzestali tylko na zastosowaniu do walczaka wzoru kotłowego $\sigma = \frac{pr}{g}$, otrzymalibyśmy $\sigma = 687$ (1030), czyli (pozornie) 3,3 wzgl. 2,2-krotną pewność nieosiągnięcia gr. plastyczności. ●●●

Sur la résistance des réservoirs soumis à une haute pression interne

Sommaire:

Forme du réservoir considérée (corps cylindrique avec un couvercle assemblés par des brides et boulons à vis). Conditions du travail d'un tel réservoir. Efforts et moment actionnant sur les brides. Deformations des brides. Bases du calcul; condition d'étanchéité. Moment fléchissant les éléments longitudinaux du corps cylindrique près de la bride; effort tranchant au même endroit; moment radial fléchissant le couvercle. Exemple numérique.

Paliwo zastępcze w piecach przemysłowych (metalurgicznych) opalanych gazem ziemnym

Inż. J. Malecki

(z uwzględnieniem możliwości powrotu na węgiel*)

Rola paliwa zastępczego i jego znaczenie. — Warunki, jakim musi odpowiadać paliwo zastępcze. — Paliwa zastępcze wobec gazu ziemnego, stosowane w Stanach Zjedn. A. P.: 1^o gaz zastępczy; 2^o paliwo płynne; 3^o gaz generatorowy i spalanie 2-stopniowe gazu ziemnego; dwojakie urządzenia do 2-stopniowego spalania, stosowane w Ameryce do pieców metalurgicznych; dwa inne rodzaje urządzeń do tegoż celu, jeszcze nie wypróbowane, — z nich jedno pomysłu polskiego. — Wnioski.

GAZ ziemny jest paliwem wysokowartościowym, ale bardzo kapryśnym; zależnie od warunków spotykanych w palenisku może on dawać różnorodne rodzaje płomienia. Jak to jest najczęściej pożądane w piecach metalurgicznych, może on dawać, w odpowiednich warunkach, płomień długi, świecący, kładący się po dnie i nagrzewający równomiernie wzdłuż całej długości paleniska. Jednakże już stosunkowo drobna zmiana w budowie paleniska lub też nawet tylko w szybkości i kierunku gazu lub powietrza mogą spowodować spalanie się płomieniem przezroczystym, nieświecącym, ogrzewającym głównie sklepienie paleniska i doprowadzającym wkrótce do topienia się wyłożenia ceramicznego.

Dlatego też, przy przejściu pieców na opalanie gazem ziemnym, potrzebna jest prawie zawsze gruntowna przebudowa paleniska, co uniemożliwia znów łatwy powrót pieca na paliwo pierwotne.

Obok tej wady gaz ziemny posiada jeszcze drugą, a jest nią brak pewności co do ciągłości dostawy gazu. Mianowicie, uszkodzenie gazociągu lub chwilowy brak gazu u źródła może wywołać przerwę w dostawie gazu. Taka przerwa jest jednak niedopuszczalna, jeśli chodzi o opalanie pieców metalurgicznych, i dlatego jednym z pierwszych zagadnień, jakie należy rozwiązać przy zamierzonym oparciu się polskiego centralnego przemysłu metalurgicznego na gazie ziemnym jest przewidzenie ewentualnego paliwa zastępczego na wypadek ewentualnych zakłóceń w dostawie gazu ziemnego.

Rola paliwa zastępczego i jego znaczenie

W Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej każde miasto, stosujące gaz ziemny jako paliwo, posiada instalację gazu zastępczego (t.zw. stand-by gas), które, w razie braku gazu ziemnego, są szybko uruchamiane i wytwarzają odpowiednie ilości nowego paliwa dla zastąpienia brakującego.

W warunkach polskich, poza powyższym względem posiadania odpowiedniej rezerwy, za wprowadzeniem paliwa zastępczego przemawia jeszcze konieczność oszczędzania gazu ziemnego w czasach pokojowych, żeby nasze skromne zasoby tego paliwa zachować na chwile istotnej potrzeby. Mianowicie, w warunkach normalnych wskazane jest opalać gazem ziemnym tylko piece o precyzyjnych warunkach ogrzewniczych (np. piece do obróbki termicznej metali), zaś piece mające bardziej prosty charakter, jak np. piece martenowskie i niektóre piece grzewcze, wskazane jest w

warunkach normalnych ogrzewać paliwem zastępczym (węglowym), zaś dopiero w razie jego braku przerywać się na gaz ziemny.

Poza tym paliwo zastępcze może jeszcze służyć jako rezerwa w razie wzrostu konsumpcji danego ośrodka przemysłowego ponad zdolność przepustową gazociągu, która to ewentualność jest dla naszego przemysłu, w okresie nagłego wzrostu produkcji, zupełnie możliwa.

Wszystkie powyższe argumenty dobitnie wskazują, że zagadnienie paliwa zastępczego jest w warunkach polskich ogromnej wagi. Pokrycie szczytów konsumpcji za pomocą paliwa zastępczego umożliwia obsługę fabryki gazociągiem o mniejszej pojemności niż wymagana przez zapotrzebowanie szczytowe, wobec czego paliwo zastępcze przyczynia się do obniżenia kosztów gazu ziemnego; rozwiązanie tego zagadnienia umożliwi z jednej strony zaoszczędzenie naszych szczupłych zasobów gazu ziemnego w okresie normalnym, z drugiej zaś strony zapewni ciągłość pracy piecom przemysłowym w chwilach nagłej potrzeby.

Warunki, jakim musi odpowiadać paliwo zastępcze

Procesy ogrzewnicze w przemyśle metalurgicznym są bardzo różnorodne, począwszy od procesów prostych, aż do wysokoprecyzyjnych. Z tego powodu konieczna jest odpowiednia różnorodność paliw zastępczych, które w każdym wypadku powinny być dostosowane do charakteru technologicznego danego procesu ogrzewniczego. Również względy strategiczne przemawiają za pewną różnorodnością paliw zastępczych.

Aby zorientować się co do wyboru odpowiedniego paliwa zastępczego dla poszczególnych procesów metalurgicznych, rozważmy przede wszystkim, jakim warunkom powinno odpowiadać paliwo zastępcze, żeby mogło z powodzeniem służyć swemu celowi.

Pierwszym warunkiem jest, żeby całkowite lub częściowe zastąpienie gazu ziemnego przez paliwo zastępcze odbywało się w sposób szybki i nieskomplikowany.

Następnie utrzymywanie w ruchu pieca, opalanego paliwem zastępczym, jak również wytwarzanie paliwa zastępczego, powinno być łatwe i nie powinno zatrudniać wielu pracowników wykwalifikowanych.

Poza tym spalanie obu rodzajów gazów w palenisku pieca powinno przebiegać identycznie i zadowalająco.

Instalacje wytwarzające i dostarczające paliwa zastępczego powinny mieć elastyczną zdolność produkcyjną i powinny dawać możliwość pokrycia zarówno szczytowego zapotrzebowania paliwa, jak i częściowego.

*) Odczyt wygłoszony w Komisji Gazowej T-wa Wojsk.-Techn.

Wreszcie, w warunkach spotykanych w Stanach Zjednoczonych, całość kosztów, związanych z zapotrzebowaniem danej placówki przemysłowej na paliwo zastępcze, powinna się kalkulować poniżej kosztów dodatkowego rurociągu dla równoważnej ilości gazu ziemnego.

W warunkach polskich kwestia kosztów nie ma tak wielkiego znaczenia, natomiast decydujące znaczenie ma, czy paliwo zastępcze daje się bez nadmiernych kosztów zmagazynować w dostateczne ilości lub też czy zasoby paliwa zastępczego leżą w dogodnych strategicznie okolicach naszego kraju.

Jak widać z powyższych wywodów, wybór odpowiedniego paliwa zastępczego zależy ściśle od każdorazowych warunków miejscowych.

Paliwa zastępcze wobec gazu ziemnego stosowane w Stanach Zjednoczonych A. P.

Dla zorientowania się, które rozwiązanie zagadnienia paliwa zastępczego jest najbardziej odpowiednie dla warunków polskich, zrobimy przegląd praktyki amerykańskiej.

Jeśli chodzi o paleniska prostej konstrukcji i przeznaczenia, jak np. paleniska kotłowe, to praktyka przeczucia się z gazu ziemnego na inne paliwo, jak np. węgiel, olej, pył węglowy, znana była od bardzo dawna. Poważniejszych trudności technicznych w tego rodzaju paleniskach przy przechodzeniu z jednego paliwa na drugie się nie spotyka i odp. doświadczenie w warunkach polskich jest już dostateczne (Mościce, Lwów). Dlatego też zajmę się tylko opisem praktyki stosowanej w stosunku do palenisk pieców metalurgicznych, gdzie warunki prawidłowego spalania się paliwa są znacznie trudniejsze.

Rozwiązanie zagadnienia paliwa zastępczego idzie w trzech zasadniczych kierunkach:

1. Upodobnienie paliwa zastępczego do paliwa głównego, czyli produkcja gazu zastępczego (t.zw. stand-by gas);
2. bezpośrednie stosowanie paliwa płynnego;
3. upodobnienie paliwa głównego do paliwa zastępczego, czyli t.zw. dwustopniowe spalanie gazu ziemnego.

Stosowanie gazu zastępczego.

Rozwiązania w kierunku upodobnienia paliwa zastępczego do gazu ziemnego polegają na wytwarzaniu specjalnego gazu zastępczego o charakterystyce spalania zbliżonej do charakterystyki spalania gazu ziemnego. Instalacje do wyrobu gazu zastępczego znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie osiągnięcie dobrego spalania wymaga dokładnego przystosowania gazu zastępczego do danych warunków ogrzewniczych. Przede wszystkim więc te instalacje zastosowuje się w gazowniach miejskich, rzadziej zaś w przemyśle, i to tylko tam, gdzie warunki ogrzewnicze mają charakter precyzyjny.

Rodzaje instalacji do produkcji gazu zastępczego:

Surowcem wyjściowym do produkcji gazu zastępczego jest przeważnie olej lub gazol (butan, propan). Rodzaje gazów zastępczych można podzielić na trzy kategorie:

1. Gaz wodny, nawęglany w silnym stopniu olejem. Do tej kategorii należy proces gazowni w Louisville, gdzie po raz pierwszy w r. 1928 zastosowano gaz zastępczy, na skutek nieprzewidzianej przerwy w rurociągu z gazem ziemnym.
2. Gaz wodny nawęglany gazolem, jak np. proces Willien-Stein'a, wyzyskujący normalną instalację gazu wodnego.
3. Proces olejowy o wysokiej wartości opałowej, jak np. proces kalifornijski, wyzyskujący normalną instalację do gazu olejowego, lub też t.zw. „refractory screen process“, który przez zastosowanie specjalnej przegrody ceramicznej pozwala przystosować instalację gazu wodnego do produkcji wysokokalorycznego gazu olejowego. Również należy tu wymienić proces Davis'a, który dla ułatwienia rozkładu oleju na produkty gazowe stosuje wiórki z czystego niklu, o działaniu katalitycznym.
4. Gaz gazolowo-powietrzny o takim składzie, żeby jego wartość opałowa i gęstość były zbliżone do tychże własności gazu ziemnego; wartość opałowa powinna wynosić $8\ 000 \div 9\ 000 \text{ Kal/m}^3$, zaś gęstość względem powietrza ok. 0,55.

Przystosowanie tych dwu własności gazu zastępczego do wielkości odpowiadających gazowi ziemnemu jest ogólną zasadą wszystkich wyżej wymienionych procesów produkcji gazu zastępczego.

Dla przykładu podaję niżej typowy skład i dane odnoszące się do gazu zastępczego olejowego, wytwarzanego według procesu kalifornijskiego (w San Raphael):

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| CO ₂ | — 1,9% |
| Węglowodory cięższe | — 20,7% |
| O ₂ | — 0,2% |
| CO | — 3,2% |
| H ₂ | — 21,7% |
| CH ₄ | — 48,0% |
| N ₂ | — 4,3% |
| Wartość opałowa | — 8 700 Kal/m ³ |
| Gęstość wzgl. powietrza | — 0,66 |

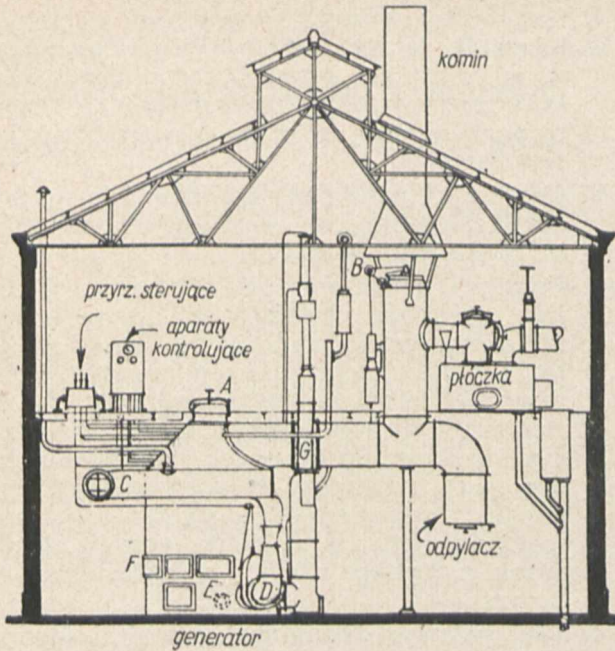
Olej jest w Stanach Zjednoczonych paliwem takim, lecz produkcja gazu wodnego, względnie olejowego, wymaga dość kosztownych instalacji. Dla zobrazowania rodzaju tych instalacji podane są na załączonych rysunkach ogólnie znane:

- rys. 1. instalacja gazu wodnego czystego,
 „ 2. „ „ wodnego nawęglanego,
 „ 3. „ „ olejowo-pojedyncza,
 „ 4. „ „ olejowo-podwójna.

Przy stosowaniu gazu mamy, odwrotnie, mało kosztowne instalacje do produkcji gazu, lecz zato sam surowiec ma cenę wysoką. Ze względu też na dość wysokie koszty własne, stosowanie gazu zastępczego jest ograniczone prawie wyłącznie do miejskich gazowni. W przemyśle natomiast znajdują zastosowanie te sposoby, które nie wymagają kosztownych instalacji i które wyzyskują tanie surowce.

Olej jako paliwo zastępcze.

Najczęstszym paliwem zastępczym w przemyśle Stanów Zjednoczonych jest paliwo olejowe, gdyż



Rys. 1. Aparatura do wytwarzania gazu wodnego (zwykłego).

A — ładowanie paliwa; B — kłapa kominowa; C — zamknięcie zabezpieczające od wybuchu; D — wlot powietrza; E — wlot pary; F — drzwi do odzyskania; G — wentyle.

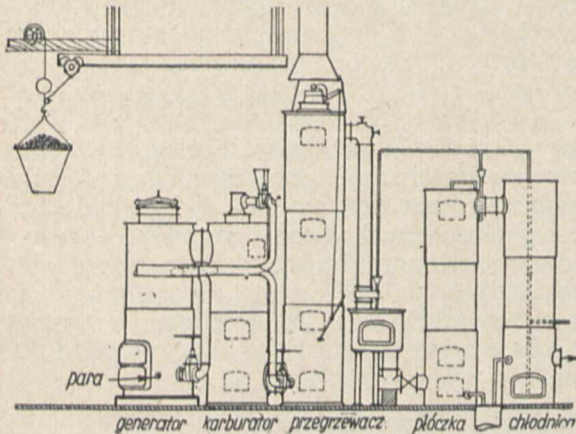
spalanie oleju w przemysłowych paleniskach gazowych jest możliwe bez poważniejszych przeróbek, cena zaś oleju w Stanach jest niska.

W Polsce olej jako paliwo zastępcze, może mieć zastosowanie tylko w wyjątkowych wypadkach, dlatego że cena jego jest u nas dość wysoka, zużycie zaś do innych, równie ważnych, celów jest bardzo poważne w stosunku do produkcji. Dlatego też stosowanie oleju jako paliwa powinno być w Polsce ograniczone.

Dwustopniowe spalanie gazu ziemnego.

Nie będę się więc zagłębiał w szczegóły stosowania oleju, jako paliwa zastępczego, szczegóły te zresztą nie mają bardziej istotnych cech. Przejdę natomiast do omówienia trzeciego rodzaju stosowania paliwa zastępczego, w którym paliwo główne (gaz ziemny) upodabnia się do paliwa zastępczego (gazu generatorowego z węgla).

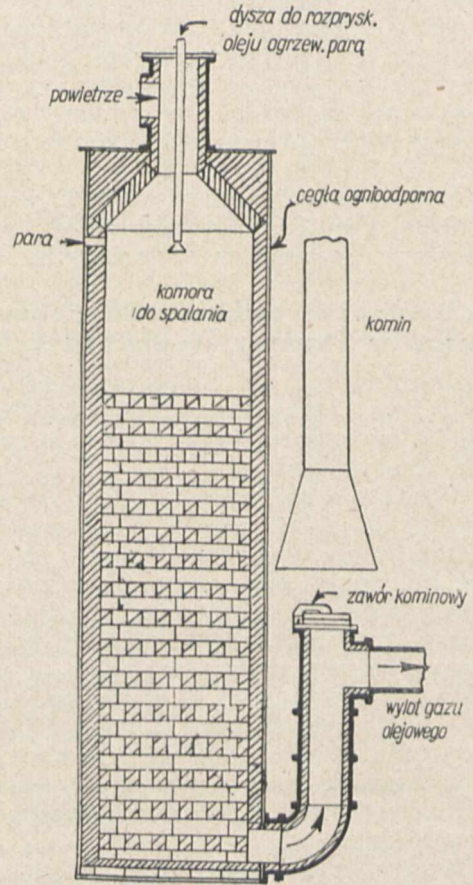
Sposób ten ma w warunkach polskich największe znaczenie przede wszystkim dlatego, że umożliwia dowolne przetrzymywanie się z gazu ziemnego



Rys. 2. Aparatura do wytwarzania gazu wodnego nawęglanego olejem.

na węgiel i odwrotnie, co jest szczególnie ważne wobec konieczności daleko posuniętej oszczędności w konsumpcji gazu ziemnego.

Ta konieczność oszczędzania gazu ziemnego była szeroko umotywowana w referatach Komisji Gazyfikacyjnej P. K. En. *), a w poprzednio uchwa-



Rys. 3. Pojedynczy generator gazu olejowego.

lonych tezach Komisji mamy wskazanie używania podczas pokoju gazu ziemnego tylko do celów o wysokowartościowych cechach technologicznych, do celów zaś prostszych wskazane jest używanie podczas pokoju — węgla.

Widać więc, że przy zastosowaniu gazu ziemnego do pieców martenowskich i dużych pieców metalurgicznych o prostszej konstrukcji piece te powinny być opalane w czasach normalnych węglem (gazem generatorowym) i dopiero w razie braku węgla będą mogły przejść na opalanie gazem ziemnym.

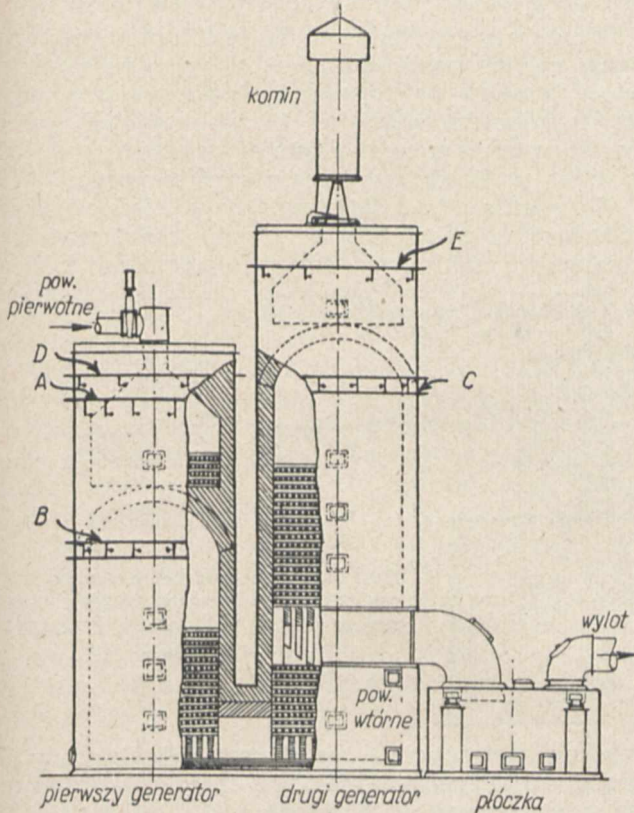
W praktyce zapewne nie da się przeprowadzić zupełnego ograniczenia gazu ziemnego do tych celów i zresztą taka krańcowość nie jest pożądana ze względu na konieczność utrzymywania instalacji do gazu ziemnego (rurociągi, palniki, wentyle) w stanie gotowości do natychmiastowego uruchomienia.

Jak widać więc w praktyce duże piece metalurgiczne będą musiały bądź to przetrzymać się, od czasu do czasu, z gazu generatorowego na gaz ziemny i odwrotnie, bądź też spalać równolegle oba rodzaje gazów.

*) Patrz referat inż. J. Maleckiego i inż. J. Wójcickiego p.t. „Projekt gazyfikacji Polski centralnej i południowo-wschodniej gazem ziemnym“.

Jeśli nawet powyższe wskazania oszczędzania gazu nie będą uznane za konieczne i nie będą stosowane, to pozostałe zalety dwustopniowego spalania gazu ziemnego czynią jego zastosowanie w warunkach polskich koniecznością.

Przed wszystkim więc dwustopniowe spalanie umożliwia zastosowanie, jako rezerwy, głównego dotychczas i najtańszego naszego paliwa, jakim jest węgiel.



Rys. 4. Podwójny generator gazu olejowego.
A — 6 dysz do wtryskiwania oleju do ogrzewania;
B i C — 12 dysz do wtryskiwania oleju do gazowania;
D i E — rury doprowadzające parę w okresie azowania.

Poza tym przejście pieców z paliwa węglowego na gaz ziemny nie będzie wymagało, przy zastosowaniu dwustopniowego spalania, większych przeróbek. Wyzykanie dotychczasowych instalacji będzie umożliwione, bez konieczności radykalnej przebudowy lub też budowy całego pieca na nowo.

Uruchomienie i obsługa pieców z dwustopniowym spalaniem powinna być łatwiej opanowana przez naszych inżynierów, gdyż warunki spalania są wówczas bardziej zbliżone do warunków przy gazie generatorowym.

Wreszcie w dalekiej przyszłości, w razie wyczerpania się naszych zasobów gazu ziemnego (pesymисти określają tę przyszłość jako stosunkowo niedaleką), dwustopniowe spalanie umożliwi powrót bez większych przeróbek do węgla, czyli powrót do tych warunków, jakie mamy dzisiaj.

Zasada procesu dwustopniowego spalania.

Proces dwustopniowego spalania gazu ziemnego polega na tym, że gaz ziemny zostaje, przed wprowadzeniem do paleniska pieca, przerobiony i rozcieńczony w ten sposób, żeby charakterystyka spalania przerobionego gazu ziemnego zbliżona była do charakterystyki gazu generatorowego.

W tym celu gaz ziemny zostaje poddany przed paleniskiem pieca procesom częściowego spalania z dużym niedomiarem powietrza (stosunek od 1:5 do 1:3), przy czym większa część gazu podlega rozkładowi i konwersji, dając dużą ilość tlenku węgla i wodoru. Procesy te zachodzą pod katalitycznym wpływem powierzchni specjalnego wyłożenia ceramicznego.

Ciepło spalania, wywiązujące się podczas przedwstępnego spalania gazu ziemnego, nie zostaje stracone, gdyż przechodzi ono w zawartość cieplną przerobionego gazu ziemnego, który wprowadza się do paleniska pieca w stanie gorącym i spala analogicznie jak gaz generatorowy.

Zalety procesu dwustopniowego spalania.

Główne zalety techniczne dwustopniowego spalania są dwojakie. Po pierwsze, zmieniając stosunek gazu do powietrza, można dowolnie regulować skład przerobionego gazu ziemnego i w ten sposób dobrać gaz, przy którym warunki spalania w palenisku są najkorzystniejsze. Wartość opałowa przerobionego gazu ziemnego można zmieniać od 1 300 do 7 000 Kal/m³.

Po drugie zaś, przy rozkładzie metanu w procesach przedwstępnego spalania, otrzymuje się dużą ilość sadzy, która wpływa na silne świecenie się płomienia w palenisku. Ten fakt ma szczególne znaczenie w piecach martenowskich, gdzie świecenie się płomienia ułatwia, w dużym stopniu, ogrzanie metalu do odpowiedniej temperatury.

Wady procesu dwustopniowego spalania.

Główną i zasadniczą wadą dwustopniowego spalania jest małe wypróbowanie w praktyce, co jest skutkiem taniości paliwa olejowego w Stanach i wygody jego stosowania jako paliwa rezerwowego (patrz wyżej).

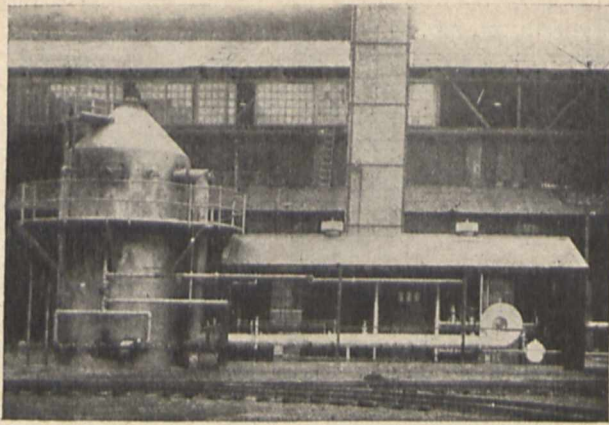
Dopiero w ostatnich latach zaczęto wprowadzać dwustopniowe spalanie gazu ziemnego, przy czym stosuje się dwa rodzaje urządzeń do tego celu. Oprócz tych już stosowanych urządzeń są możliwe jeszcze dwa inne rozwiązania, które, aczkolwiek posiadają pewne zalety teoretyczne, to jednak jeszcze nigdzie nie były w praktyce zastosowane.

Urządzenia z osobno stojącą komorą do przedwstępnego spalania.

Pierwszy rodzaj urządzenia do dwustopniowego spalania gazu ziemnego polega na dobudowywaniu przy dużym piecu osobnej komory, wyłożonej porowatymi, ogniotrwałymi cegłami, w której gaz ziemny podlega przedwstępnemu spalaniu. Cała instalacja jest bardzo prostej budowy i składa się z wyżej wymienionej komory, sprężarki powietrza i przyrządów pomiarowych do mierzenia szybkości i ilości gazu i powietrza.

Konstrukcja wewnętrzna komory nie została niestety, przez wynalazcę, G. M. Parkera, ujawniona. Załączona fotografia (rys. 5) obrazuje instalację według Parkera, zdolną do przerobienia ok. 20 m³/min gazu ziemnego, czyli ilość wystarczającą do opalania dwóch 30-tonnowych pieców martenowskich.

Pierwsze urządzenie tego rodzaju zostało wprowadzone przez Parkera w r. 1936 do opalania pie-



Rys. 5. Instalacja Parkera do 2-stopniowego spalania gazu ziemnego z osobną komorą do przedwstępnego spalania

ca Hegelera do prażenia rudy cynkowej, przy czym przejście tego pieca na gaz ziemny odbyło się bez przerwy w ruchu i nie napotkało na większe trudności. Poza tym urządzenie to zastosowano do pieców szklarskich i szeregu większych pieców grzewczych metalurgicznych, jednakże do pieców martenowskich urządzenie to, według moich wiadomości, nie zostało jeszcze wypróbowane.

Poniżej podaję zestawienie, z którego widać, że główne dane, wpływające na przebieg spalania się*), jak wartość opałowa, gęstość, ilość potrzebnego powietrza, są zbliżone dla gazu generatorowego i przerobionego gazu ziemnego, zaś silnie odbiegają dla czystego gazu ziemnego.

Porównanie danych, wpływających na przebieg spalania się gazu ziemnego, generatorowego i przerobionego gazu ziemnego.

| Składniki | Gaz generatorowy (z węgla) | Przerobiony gaz ziemny | Gaz ziemny (czysty) |
|---|----------------------------|------------------------|---------------------|
| CO ₂ | 4,4 | 3,8 | — |
| CO | 29,1 | 9,2 | — |
| H ₂ | 10,2 | 17,9 | — |
| C _n H _m | — | 0,2 | — |
| CH ₄ | — | 6,2 | 93,0 |
| O ₂ | — | 0,5 | } 7,0% |
| N ₂ | 56,3 | 62,2 | |
| Razem | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Wartość opałowa Kal/m ³ | 1 180 | 1 380 | 7 870 |
| Gęstość bezwzględna g/litr | 1,15 | 1,04 | 0,750 |
| Gęstość względna (powietrze = 1) | 0,88 | 0,80 | 0,58 |
| Ilość powietrza, potrzebnego do teoretycznego spalania m ³ powietrza/m ³ gazu | 0,98 | 1,75 | 10,0 |

Zalety i wada.

Zaletą urządzenia według Parkera jest brak wszelkich przeróbek przy przejściu pieca na gaz ziemny, jak również brak potrzeby przerywania pracy pieca. Poza tym urządzenie to daje bardzo

*) Nie podaję umyślnie szybkości spalania się powyższych gazów, ani też nie wprowadzam pojęcia intensywności spalania, gdyż rola powyższych czynników w procesie spalania w palenisku pieca nie jest jeszcze dostatecznie wyjaśniona i ich wprowadzenie może tylko zaciemnić obraz.

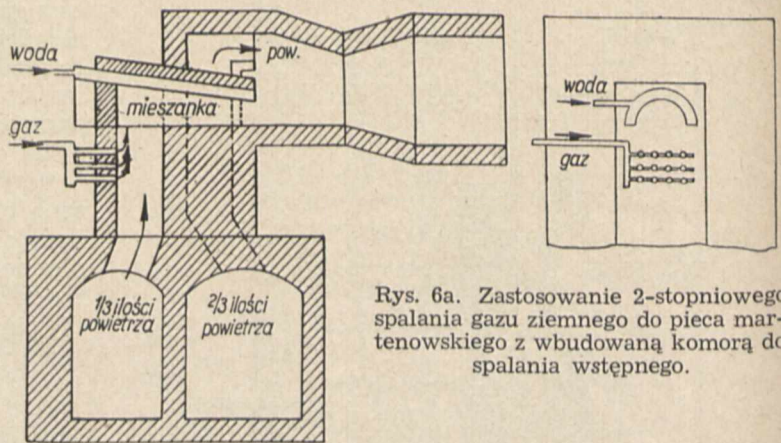
rozległą skalę w składzie i własnościach przerobionego gazu ziemnego, przy czym zawartość sadzy w gazie może być bardzo wysoka.

Wadą natomiast tego urządzenia jest jego koszt, który nie jest wygórowany, ale jest prawdopodobnie wyższy niż przy innych rozwiązaniach dwustopniowego spalania.

Urządzenie z wbudowaną komorą do przedwstępnego spalania.

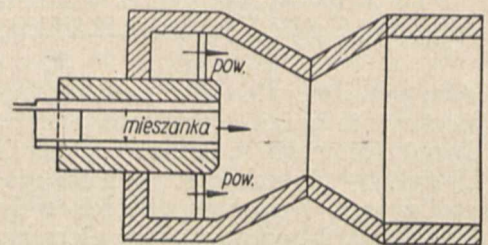
Drugi rodzaj urządzenia do dwustopniowego spalania polega zasadniczo na wbudowaniu do środka pieca komory do przedwstępnego spalania, przy czym jednak ze względów konstrukcyjnych komora ta musiała ulec znacznemu zmniejszeniu i nie posiada w środku wyłożenia ceramicznego.

Rozwiązanie to zostało w Stanach Zjednoczonych zastosowane specjalnie do pieców martenowskich i załączony szkic (rys. 6a) podaje schemat takiego



Rys. 6a. Zastosowanie 2-stopniowego spalania gazu ziemnego do pieca martenowskiego z wbudowaną komorą do spalania wstępnego.

właśnie zastosowania, w którym jako komory do przedwstępnego spalania użyto części kanału do gazu generatorowego. (Rysunek został wzięty z referatu p. inż. Rogowskiego, wygłoszonego w T.W.T.).



Rys. 6b. Palnik (Edgewater) do pieca martenowskiego z dwustopniowym spalaniem.

Nie posiadam niestety danych co do rezultatów praktycznych takich urządzeń w Stanach Zjednoczonych. Jednakże zmniejszone rozmiary komory do przedwstępnego spalania i mała powierzchnia cegieł, stykających się z gazami, nasuwają szereg zastrzeżeń, co do dobrego funkcjonowania. Mianowicie krótki czas kontaktu gazu ziemnego z powierzchnią cegieł w komorze nasuwa wątpliwość, czy procesy przedwstępnego spalania gazu będą przebiegać w stopniu dostatecznym. Z pewnością zaś ten krótki czas kontaktu wywoła brak możliwości rozległego regulowania składu i własności przerobionego gazu, przy czym wydaje się, że ilość wydzielonej sadzy będzie zbyt mała.

Dalszą wadą tego urządzenia jest trudny dostęp do komory w razie potrzeby jej oczyszczenia lub naprawy.

Jeśli chodzi o zalety, to — oprócz wymienionych przy omawianiu poprzedniej instalacji z osobno stojącą komorą — urządzenie z wbudowaną komorą zajmuje mniej miejsca i wymaga nieco mniejszych kosztów.

Urządzenie, wyzyskujące regeneratory gazowe do przedwstępnego spalania.

Trzeci rodzaj urządzenia do dwustopniowego spalania nie został jeszcze nigdzie wypróbowany i może być zastosowany tylko do pieców zaopatrzonych w regeneratory. Rozwiązanie to zostało zaproponowane przez wyżej wspomnianego wynalazcę, p. Parkera, i polega na wyzyskaniu jako komory do przedwstępnego spalania tych regeneratorów, które przedtem służyły do podgrzewania gazu generatorowego. Takie rozwiązanie byłoby bardzo proste i nie wymagałoby zupełnie żadnych przeróbek przy przejściu danego pieca na gaz ziemny; nadawałoby się ono szczególnie dobrze do pieców martenowskich.

Oczywiście, przed zastosowaniem praktycznym powinno to rozwiązanie ulec wypróbowaniu, jednakże wydaje mi się, że wyzyskanie regeneratorów gazowych do celów przedwstępnego spalania gazu ziemnego jest możliwe do realizacji. Mianowicie procesy katalityczne częściowego spalania i rozkładu gazu ziemnego, zachodzące na powierzchni mas ceramicznych w specjalnie budowanych komorach, będą mogły prawdopodobnie przebiegać i na powierzchni cegieł w regeneratorach, jednakże należy przewidywać pewne trudności, wynikające z nieprzystosowania regeneratorów do tego celu.

Urządzenia analogiczne do konwertyorów do gazu ziemnego.

Czwarty rodzaj rozwiązania dwustopniowego spalania nasunął się podczas prac badawczych nad konwersją gazu ziemnego, prowadzonych w Zakładzie Technologii Chemicznej Nieorganicznej Politechniki Warszawskiej. Mianowicie okazało się możliwym, w pewnych warunkach, otrzymywać na konwertyorach gaz o składzie zbliżonym do składu, podanego wyżej przy opisie instalacji Parkera z osobno stojącą komorą.

Szczegóły procesu konwersji gazu ziemnego, opanowanego w Zakładzie prof. Zawadzkiego, nie są jeszcze dostępne do publikacji, w każdym jednak razie wyzyskanie konwertyorów do celów przedwstępnego spalania miałyby szereg zalet, przede wszystkim dlatego, że konwertyory są dużo mniejszych rozmiarów niż poprzednio opisane specjalne komory i dzięki temu powinny być tańsze i wygodniejsze.

O ile poprzednio opisane rozwiązanie, proponujące wyzyskanie regeneratorów do przedwstępnego spalania, nadawałoby się najlepiej do pieców martenowskich, o tyle ostatnie rozwiązanie, proponujące wyzyskanie konwertyorów, nadawałoby się szczególnie dobrze do różnorodnych pieców grzewczych, nie posiadających regeneratorów.

Wnioski

Ze względu na znaczenie procesu dwustopniowego spalania w przemyśle metalurgicznym okręgu centralnego należy jak najprędzej przystąpić do

badania w kierunku przystosowania istniejących urządzeń amerykańskich do warunków polskich i równolegle w kierunku wypracowania własnych metod, których możliwość i zasady wyżej podałem.

Jednakże prace te, z natury rzeczy, zajmą pewien czas, szczególne zaś warunki zmuszą polski przemysł metalurgiczny do jak najszybszego oparcia się na gazie ziemnym. Z tych powodów wydaje się nie do uniknięcia, żeby w tym programie rozbudowy hut, który jest opracowany na najbliższą przyszłość, przewidzieć paliwo zastępcze — olejowe. Prace zaś badawcze nad dwustopniowym spalaniem posuwać w jak najszybszym tempie tak, żeby następne etapy programu rozbudowy można było przewidzieć na paliwie rezerwowym — węglowym (gazie generatorowym).

Chociaż konieczność ograniczenia zużycia oleju odstrasza od szerszego jego stosowania jako paliwa rezerwowego, to jednak takie rozwiązanie będzie miało w przyszłości pewne zalety, gdyż otrzyma się pewną różnorodność w paliwie rezerwowym i w razie jednoczesnego chwilowego braku i węgla i gazu ziemnego będzie można część pieców hutniczych opalać olejem, którego źródła znajdują się w pobliżu okręgu centralnego.

Konkretny plan wprowadzenia paliwa zastępczego w przemyśle metalurgicznym okręgu centralnego może wyglądać np. jak następuje:

Plan wprowadzenia paliwa zastępczego.

- A. Piece metalurgiczne przewidziane w najbliższym programie budowy: paliwo zastępcze — olej lub ropa.
- B. W programie dalszym:
 1. kotły: paliwo zastępcze — węgiel (stosowany bezpośrednio);
 2. piece martenowskie: paliwo zastępcze — gaz generatorowy (z węgla) z zastosowaniem dwustopniowego spalania gazu ziemnego;
 3. różne piece metalurgiczne o prostszych warunkach ogrzewniczych — paliwo zastępcze — gaz generatorowy (z węgla);
 4. różne piece metalurgiczne o precyzyjnych warunkach ogrzewniczych — paliwo zastępcze — gaz zastępczy (rodzaj gazu zastępczego dobrany do warunków lokalnych);
 5. gazownie na gazie ziemnym — paliwo zastępcze: gaz zastępczy.

Combustibles de remplacement pour les fours métallurgiques (permettant le retour à la houille)

Sommaire:

Rôle du combustible de remplacement et son importance. Exigences posées au combustible de remplacement. Combustibles remplaçant le gaz naturel aux Etats Unis: 1^o gaz de remplacement; 2^o combustible liquide; 3^o combustion à deux étapes du gaz naturel; deux types d'installations pour la combustion à 2 étapes, appliquées en Amérique pour les fours métallurgiques; possibilités d'autres solutions de ce problème. Conclusions.

Obliczanie cienkościennych dźwigarów pustych

Ernest Kreissig, Uerdingen nad Renem

Artykuł poniższy jest drugą częścią odczytu p. dyr. E. Kreissiga, wygłoszonego podczas polsko-niemieckiego „Dnia Spawania“ w Warszawie, w kwietniu 1937 r.

Pierwsza część ukazała się w zeszytach 8 i 9 z r. 1937 miesięcznika *Spawanie i Cięcie Metalu* pt.: „Puste profile spawane w zastosowaniu do lekkich konstrukcji“. W tej części autor omówił korzyści, jakie daje zastosowanie w konstrukcjach profili pustych. Profile te przewyższają wszelkie inne rodzaje dźwigarów pod względem wykorzystania materiału, sztywności i wytrzymałości na skręcanie. Użytkowanie profili pustych umożliwiło dopiero zastosowanie spawania, dla którego profil pusty jest podobnie właściwy i charakterystyczny, jak kształtownik otwarty dla nitowania. Na licznych przykładach, zaczerpniętych z budowy wagonów, autor przedstawił racjonalne zastosowanie profili pustych oraz wynikające z tego zmniejszenie ciężaru konstrukcji.

W części drugiej, którą drukujemy w naszym piśmie ze względu na zainteresowanie, jakie może budzić w szerszych kołach technicznych, autor opisuje obliczenie cienkościennych dźwigarów według metody Bredta, a następnie podaje przybliżoną metodę obliczania naprężeń w dźwigarach grubościennych. Wyniki obliczeń porównane są z wynikami doświadczeń.

DO OBLICZANIA cienkościennych dźwigarów pustych (narażonych na skręcanie) posiadamy doskonałą metodę przybliżoną, opracowaną przez inż. Bredta. Metoda ta oparta jest na założeniu, że naprężenia są równomiernie rozłożone w całej grubości ścianki. W rzeczywistości, materiał na powłoce zewnętrznej jest naturalnie silniej obciążony, niż materiał od wewnątrz. Jednak praktycznie, wobec niewielkich różnic w naprężeniu, możemy w cienkiej ściance przyjąć równomierny rozkład naprężeń.

w równowadze przez siły ścinające, działające w przekroju osiowym, które naturalnie również muszą tworzyć parę sił. Siły te dają moment przeciwny do poprzednich, jak to wynika zresztą z kierunków naprężeń τ_1 i τ_2 . To żądanie będzie spełnione, gdy

$$\tau_1 h_1 = \tau_2 h_2,$$

skąd

$$\tau_1 h_1 = \tau_2 h_2.$$

Prowadząc przekroje przez inne miejsca profilu, o innych grubościach ścianek, otrzymamy:

$$\tau_1 h_1 = \tau_2 h_2 = \tau_3 h_3 = \dots = \tau_n h_n = c$$

lub
$$\tau_1 : \tau_2 : \tau_3 : \dots : \tau_n = \frac{1}{h_1} : \frac{1}{h_2} : \frac{1}{h_3} : \dots : \frac{1}{h_n},$$

t.j. naprężenia mają się do siebie odwrotnie jak grubości ścianek.

Twierdzenie to pozwala nam już na obliczenie naprężeń w każdym przekroju. Rozpatrując np. element ścianki o długości Δu , otrzymujemy wielkość siły ścinającej

$$\Delta S = \Delta u \cdot h \cdot \tau = \Delta u \cdot c,$$

przy czym h oznacza grubość ścianki tego elementu, zaś τ — działające na nią naprężenie. W odniesieniu do osi skręcania O siła ΔS wywołuje moment

$$M = \Delta S \cdot r_0 = \Delta u \cdot r_0 \cdot c,$$

gdzie r_0 oznacza odległość (wzdłuż prostopadłej) siły S od punktu O . Płoczn $\Delta u \cdot r_0$ jest równy podwójnej powierzchni trójkąta zakresowanego na rys. 1a o podstawie Δu i wysokości r_0 .

Oznaczając tę powierzchnię przez f_0 , otrzymamy

$$\Delta M = 2 f_0 c,$$

zaś moment całkowity

$$M = \Sigma \Delta M = 2c \Sigma f_0 = 2cF,$$

przy czym F oznacza powierzchnię zawartą wewnątrz linii, łączącej wszystkie środki grubości ścianki.

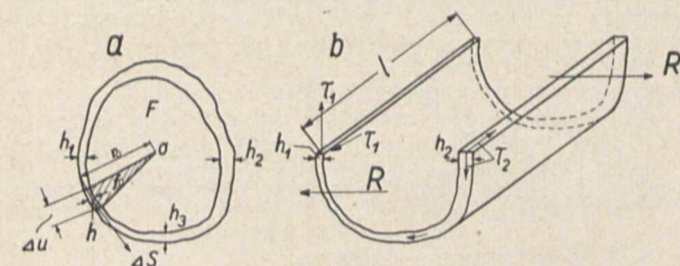
Wstawiając do powyższego wzoru wartości $c = \tau h = \tau_1 h_1 = \dots$, otrzymamy:

$$M = 2\tau h F = 2\tau_1 h_1 F \dots = 2\tau_n h_n F,$$

skąd

$$\tau = \frac{M}{2Fh}, \quad \tau = \frac{M}{2Fh_1}, \quad \dots \quad \tau_n = \frac{M}{2Fh_n}.$$

Równie prosto przedstawia się obliczenie odkształcenia sprężystego. Wyobraźmy sobie belkę wspornikową, obciążoną na końcu siłą P , działającą na ramieniu r ; siła ta spowoduje pewne ugięcie sprężyste f . Wyznaczenie tego ugięcia wyprowadzimy z wielkości pracy właściwej materiału.



Rys. 1

a — Przekrój poprzeczny dowolnego dźwigara pustego.
b — Korytko, wycięte z dźwigara przekrojem podłużnym i dwoma przekrojami poprzecznymi.

Na rys. 1a przedstawiony jest cienkościenny profil pusty o grubościach ścianki: $h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$, w których zakładamy naprężenia $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots, \tau_n$. Przekroiliśmy ten dźwigar wzdłuż osi, otrzymamy dwie części w postaci korytek, z których jedno przedstawia rys. 1b. Korytko to ma cztery płaszczyzny przekroju ścianek: dwie poprzeczne do osi i dwie wzdłuż osi; wszystkie siły ścinające, działające w tych przekrojach, muszą być w równowadze. Przekrój osiowy przechodzi przez ścianki o grubości h_1, h_2 . Na narożach działają w kierunkach przeciwnych naprężenia τ_1, τ_2 , leżące w płaszczyźnie przekroju poprzecznego. Takie same jednak naprężenia muszą powstać w płaszczyźnie przekroju osiowego, gdyż każde naprężenie ścinające wywołuje równe co do wielkości naprężenie ścinające, leżące w płaszczyźnie prostopadłej.

Wszystkie siły ścinające, działające w przednim przekroju poprzecznym, możemy zastąpić siłą wypadkową R . W przeciwnym przekroju poprzecznym działają te same siły ścinające, lecz w kierunkach przeciwnych; wskutek tego dają one wypadkową, równą co do wielkości, lecz przeciwną co do kierunku działania. Obie siły tworzą parę, dającą moment $R \cdot l$, jeżeli przez l oznaczymy długość dźwigara. Ta para sił R jest utrzymywana

Jeżeli kostka stalowa o boku 1 cm narażona jest na działanie naprężenia ścinającego τ , to jej praca odkształcenia a wynosi:

$$a = \frac{\tau^2}{2G},$$

gdzie G jest modułem sprężystości postaciowej.

Praca sprężysta belki o objętości V , w której panuje naprężenie τ , wynosi $A = \frac{V\tau^2}{2G}$.

Praca ta musi być równa pracy siły P . Zatem

$$A = \frac{V\tau^2}{2G} = \frac{Pf}{2},$$

$$\text{skąd} \quad f = \frac{V\tau^2}{PG}.$$

Wzór ten jest ważny, jeżeli w całej belce panuje naprężenie τ , tzn., gdy grubość ścianek jest wszędzie jednakowa. Jeżeli wypadek taki nie zachodzi, należy wstawić zamiast $V\tau^2$ wartość

$$V_1\tau_1^2 + V_2\tau_2^2 + V_3\tau_3^2 + \dots + V_n\tau_n^2,$$

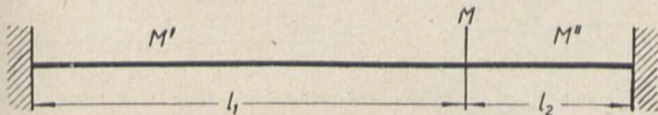
gdzie V_1, V_2, \dots, V_n oznaczają objętości poszczególnych części dźwigara o stałej grubości ścianek, zaś $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ — przynależne naprężenia. Otrzymujemy wtedy:

$$f = \frac{V_1\tau_1^2 + V_2\tau_2^2 + \dots + V_n\tau_n^2}{P \cdot G}.$$

Wzór ten pozwala nam obliczyć kąt skrócenia jednostkowego. Pod pojęciem tym rozumiemy kąt, o jaki obróca się względem siebie dwa przekroje poprzeczne, oddalone o jednostkę długości. Końcowe przekroje obróca się względem siebie o kąt $\frac{f}{r}$, a skrócenie jednostkowe otrzymamy, dzieląc tę wielkość przez długość dźwigara. Skrócenie jednostkowe wynosi więc:

$$\omega = \frac{f}{rl} = \frac{V_1\tau_1^2 + V_2\tau_2^2 + \dots + V_n\tau_n^2}{PrlG} = \frac{V_1\tau_1^2 + \dots + V_n\tau_n^2}{Mlg}.$$

W ten sam sposób można obliczyć momenty skracające w dźwigarze obustronnie utwierdzonym. Rozważany przypadek uwidoczni rys. 2.



Rys. 2. Dźwigar obustronnie utwierdzony, skracany momentem M .

Dźwigar jest skracany momentem M , działającym w przekroju oddalonym o l_1 i l_2 od przekrojów utwierdzonych. Przekrój obciążony musi obrócić się względem obu przekrojów utwierdzonych o ten sam kąt. Wobec tego

$$\omega_1 l_1 = \omega_2 l_2,$$

przy czym ω_1 i ω_2 oznaczają skrócenia jednostkowe w obu częściach dźwigara. Wstawiając za ω_1 i ω_2 poprzednio obliczone wartości, otrzymamy:

$$l_1 = \frac{V_1'\tau_1'^2 + V_2'\tau_2'^2 + \dots + V_n'\tau_n'^2}{M'l_1G} = l_2 \frac{V_1''\tau_1''^2 + V_2''\tau_2''^2 + V_n''\tau_n''^2}{Ml_2G}.$$

We wzorze tym kreską oznaczone są wartości odnoszące się do lewej, dwoma kreskami — do prawej części dźwigara. Wstawiając w powyższym wzorze zamiast poszczególnych objętości V iloczyn przekroju q i długości l_1 względnie l_2 , jak również odpowiednie wartości naprężeń τ , otrzymamy:

$$\frac{q_1 l_1 M'^2}{4F^2 h_1^2} + \frac{q_2 l_1 M'^2}{4F^2 h_2^2} + \dots + \frac{q_n l_1 M'^2}{4F^2 h_n^2} = \frac{M'}{M''} \left(\frac{q_1 l_2 M''^2}{4F^2 h_1^2} + \frac{q_2 l_2 M''^2}{4F^2 h_2^2} + \dots + \frac{q_n l_2 M''^2}{4F^2 h_n^2} \right).$$

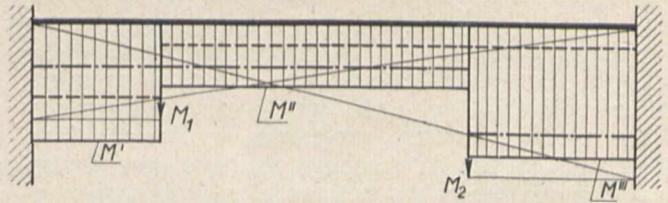
Z tego wynika zależność:

$$M'l_1 \left(\frac{q_1}{h_1^2} + \frac{q_2}{h_2^2} + \dots + \frac{q_n}{h_n^2} \right) = M''l_2 \left(\frac{q_1}{h_1^2} + \frac{q_2}{h_2^2} + \dots + \frac{q_n}{h_n^2} \right).$$

W końcu otrzymujemy

$$M'l_1 = M''l_2, \text{ względnie } \frac{M'}{M''} = \frac{l_2}{l_1},$$

co oznacza, że momenty częściowe, przypadające na poszczególne części dźwigara, mają się do siebie odwrotnie jak długości tych części.



Rys. 3. Rozkład graficzny momentów w dźwigarze obustronnie utwierdzonym, obciążonym w dwóch przekrojach momentami M_1 i M_2 .

W dalszym ciągu możemy obliczyć też momenty wypadkowe, jeżeli na obustronnie utwierdzony dźwigar działa więcej momentów. Na rys. 3 przedstawiony jest taki dźwigar obustronnie utwierdzony, na który działają w dwu przekrojach dwa momenty M_1, M_2 , których wielkość przedstawiają odcińki za strzałkami. Rozkład momentów można przeprowadzić graficznie, na zasadzie poprzednio podanego rozumowania. Przeprowadźmy prostopadłą z końca M_1 do lewej płaszczyzny utwierdzenia; linia łącząca otrzymany punkt z punktem utwierdzenia dźwigara w drugiej płaszczyźnie przecina odcinek M_1 , dzieląc go na dwa odcinki, odpowiadające co do wielkości składowym momentom, działającym na dźwigar po obu stronach. Wielkości te przedstawiają linie przerywane. Rozkładając w analogiczny sposób moment M_2 , otrzymamy dwie składowe, oznaczone linią kreska-kropka. Dodawszy składowe w każdym przekroju, otrzymamy rozkład momentu skracającego wzdłuż dźwigara, oznaczony linią pełną. Znajomość momentu pozwala nam na obliczenie w każdym przekroju kąta skrócenia.

Do grubościennego dźwigara pustego nie da się zastosować teoria Bredta. W r. 1932 ukazała się w Monachium rozprawa doktorska von Bouteville'a, która podaje przybliżony sposób obliczenia grubościennego dźwigara pustego. Praca ta jest tym bardziej wartościowa, że Bouteville poparł

swoje rozważania teoretyczne doświadczeniami, co umożliwi kontrolę obliczeń. Każdemu, kto się zajmuje obliczeniem dźwigarów grubościennych, można pracę Bouteville'a najgoręcej polecić.

Dla konstruktora jest jednak ta teoria nieco kłopotliwa w zastosowaniu. Idąc atoli równocześnie drogą rozumowania Bredta i Bouteville'a, dochodzimy do zupełnie prostej i wygodnej w użyciu metody przybliżonej, która nawet nie bardzo w matematyce wykształconemu technikowi umożliwia obliczenie grubościennych profilów. Metoda ta daje bardzo znaczne zbliżenie do rzeczywistości. Ponadto metoda przybliżona daje naprężenia nieco większe niż wykazywane przez doświadczenie, tak że wartości obliczone można uważać za zupełnie bezpieczne.

Podzielmy w myśli dźwigar pusty na prostokątne elementy (paski), stanowiące jego ścianki; przy skręcaniu całego dźwigara ulegają one przesunięciu w kierunku stycznym, a prócz tego obrotowi około swej własnej osi. Moment działający na dźwigar rozkłada się więc na dwa momenty składowe, mianowicie moment M_1 , powodujący przesunięcia styczne, i moment M_2 , powodujący skręcenie elementu (ściany). Stosunek tych momentów M_1 i M_2 jest nieznan. Przy używanych grubościach ścianek stosunek M_1 do M_2 jest stosunkowo duży, tak że wielkość M_1 jest bardzo bliska M , czyli całego momentu skręcającego. Obliczywszy zatem naprężenia styczne według momentu M — zamiast M_1 — otrzymamy je nieco za wysokie; jednak błąd nie jest tak duży, ażeby był praktycznie niedopuszczalny, zwłaszcza że liczymy bezpiecznie. Następnie możemy obliczyć owe naprężenia, wywołane przesunięciami, na podstawie wprowadzonej poprzednio teorii Bredta.

Mając obliczone metodą Bredta wartości naprężeń, możemy obliczyć kąty skręcenia, przy czym kąt skręcenia całego przekroju jest równocześnie kątem skręcenia każdego poszczególnego elementu tegoż. Znając kąt skręcenia elementu, jego grubość h i moduł sprężystości postaciowej, możemy obliczyć odpowiednie naprężenie skręcające τ_d , pochodzące od samego skręcania. Dodając to ostatnie do naprężenia pochodzącego od przesunięcia τ' , otrzymamy drugie przybliżenie naprężenia τ'' .

Najlepiej będzie przedstawić tok obliczenia na przykładzie. Na rys. 4 mamy przedstawiony przekrój dźwigara o wymiarach zewnętrznych 20×10 cm i o grubościach ścianek 1, 2 i 3 cm. Powierzchnia F wynosi:

$$F = 17,5 \cdot 9 = 157,5 \text{ cm}^2.$$

Dźwigar jest obciążony momentem $3000 \text{ kg} \times 80 \text{ cm}$; na podstawie teorii Bredta otrzymujemy wartości naprężeń w pierwszym przybliżeniu:

$$\tau'_1 = \frac{M}{2Fh} = \frac{3000 \cdot 80}{2 \cdot 157,5 \cdot 1} = 762 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau'_2 = \frac{3000 \cdot 80}{2 \cdot 157,5 \cdot 2} = 381 \text{ ,,}$$

$$\tau'_3 = \frac{3000 \cdot 80}{2 \cdot 157,5 \cdot 3} = 254 \text{ ,,}$$

Kąt skręcenia całego przekroju wynosi:

$$\omega = \frac{V_1 \tau_1'^2 + V_2 \tau_2'^2 + V_3 \tau_3'^2}{M \cdot l \cdot G} = \frac{q_1 \tau_1'^2 + q_2 \tau_2'^2 + q_3 \tau_3'^2}{M \cdot G},$$

gdzie q_1, q_2 i q_3 oznaczają przekroje ścianek danej grubości. O ten sam kąt ω przekręci się też każdy z elementów dźwigara (ścianka), na które profil rozłożyliśmy; zarazem kąt skręcenia każdego elementu daje wzór przybliżony:

$$\omega = \frac{\tau_d}{hg}.$$

Z obu powyższych równości otrzymamy więc:

$$\frac{q_1 \tau_1'^2 + q_2 \tau_2'^2 + q_3 \tau_3'^2}{MG} = \frac{\tau_d}{hG}; \text{ zatem}$$

$$\tau_d = \frac{q_1 \tau_1'^2 + q_2 \tau_2'^2 + q_3 \tau_3'^2}{M} \cdot h = \frac{2 \cdot 17,5 \cdot 762^2 + 9 \cdot 2 \cdot 381^2 + 9 \cdot 3 \cdot 254^2}{3000 \cdot 80} = 103 h.$$

Teraz możemy ustalić wartości liczbowe tych naprężeń τ_d , pochodzących od samego skręcania poszczególnych ścianek:

$$\tau_{d1} = 103 \cdot 1 = 103 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{d2} = 103 \cdot 2 = 206 \text{ ,,}$$

$$\tau_{d3} = 103 \cdot 3 = 309 \text{ ,,}$$

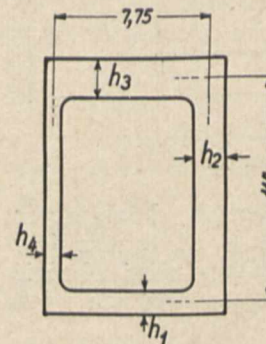
oraz wielkości naprężeń w drugim przybliżeniu ($\tau_1'', \tau_2'', \tau_3''$):

$$\tau_1'' = \tau_1' + \tau_{d1} = 762 + 103 = 865 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_2'' = \tau_2' + \tau_{d2} = 381 + 206 = 587 \text{ ,,}$$

$$\tau_3'' = \tau_3' + \tau_{d3} = 254 + 309 = 563 \text{ ,,}$$

Obecnie porównamy dla kilku profili wartości, obliczone przy pomocy przytoczonej metody przybliżonej, z wartościami, które otrzymał Bouteville przez przeliczenia i pomiar.

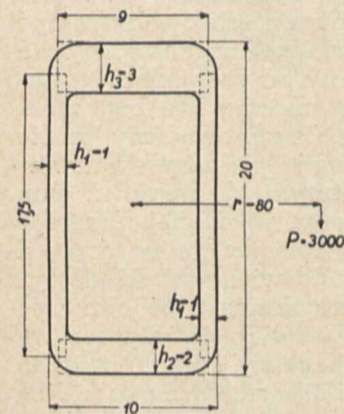


| | h_1 | h_2 | h_3 | h_4 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Grubość ścianki w cm | 1,26 | 1,63 | 1,95 | 0,86 |
| 1. przybliżenie τ' wg Bredta | 224 | 173 | 145 | 329 |
| 2. przybliż. τ'' | 284 | 251 | 234 | 370 |
| 2. przybliżenie wg Bouteville'a | 263 | 237 | 231 | 349 |
| Wartości z pomiaru | 260 | 218 | 212 | 340 |

$$M = 50\,000 \text{ kgcm.}$$

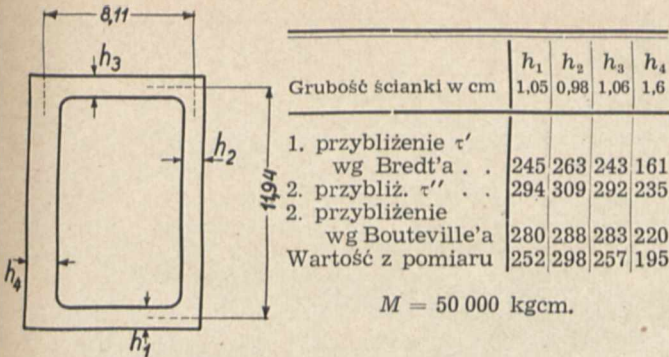
Rys. 5.

Na rys. 5, 6 i 7 podane są profile oraz w tabelach — wartości naprężeń w ściankach różnej grubości; jako pierwsze przybliżenie τ' oznaczono naprężenia obliczone przy pomocy teorii Bredta; drugie przybliżenie τ'' oznacza naprężenie obliczone przytoczoną metodą przybliżoną; drugie przybliżenie Bouteville'a oznacza wartości przy-



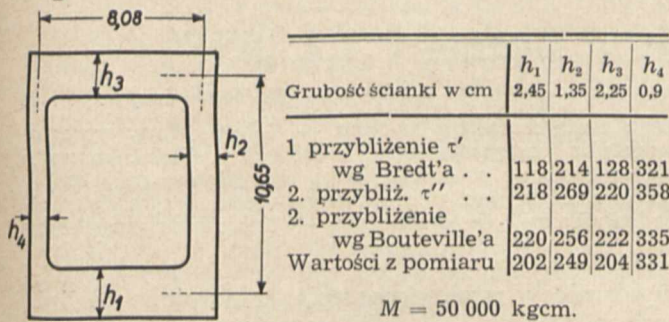
Rys. 4. Przekrój poprzeczny dźwigara pustego o niejednakowych grubościach ścianek.

Na rys. 4 mamy przedstawiony przekrój dźwigara o wymiarach zewnętrznych 20×10 cm i o grubościach ścianek 1, 2 i 3 cm. Powierzchnia F wynosi:



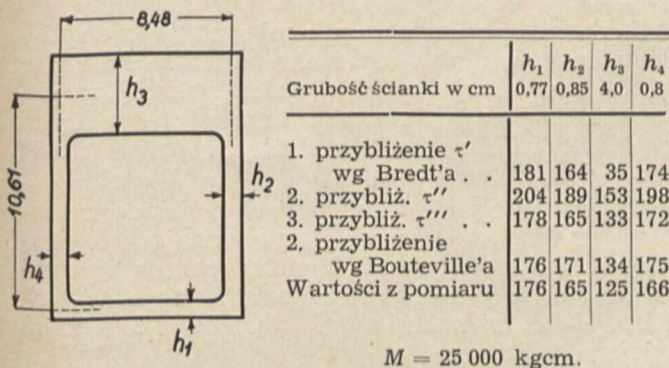
Rys. 6.

bliżone obliczone metodą Bouteville'a; w ostatniej rubryce podane są naprężenia otrzymane doświadczalnie. Profile, dane doświadczalne i wielkości naprężeń obliczone metodą Bouteville'a zaczerpnięte są z wspomnianej poprzednio pracy tego ostatniego.



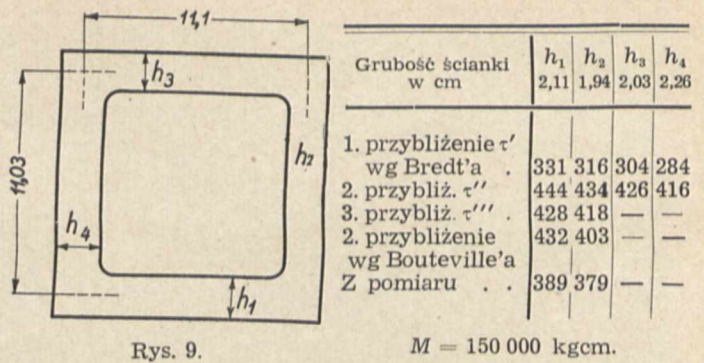
Rys. 7.

Okazuje się, że wszystkie wartości drugiego przybliżenia przewyższają wartości naprężeń zmierzonych, dają jednak rozkład naprężeń z wystarczającą dla praktyki dokładnością. To, że wartości obliczone będą wyższe, było spodziewane, na podstawie przytoczonych poprzednio względów.



Rys. 8.

Gdy jednak rozważamy profile o bardzo grubych ściankach, jak np. profil według rys. 8, to różnice między momentami M i M_2 są już zbyt duże, żeby po prostu podstawić jeden za drugi. Jednakże i w takim wypadku wykonywamy obliczenie w przytoczony sposób, wprowadzamy jedynie poprawkę. Współczynnik, przez który należy pomnożyć wartości drugiego przybliżenia, ustalamy na podstawie następującego rozumowania. Naprężenie w drugim przybliżeniu, pochodzące od przesunięcia, obliczyliśmy na podstawie wartości momentu M . Tymczasem wartości naprężeń w drugim przybliżeniu τ_1'' powiększone są o naprę-



Rys. 9.

żenia skręcania własnego ścianki, więc miarodajna dla obliczanego naprężenia wartość momentu powinna wynosić $M + M_2$. Ponieważ jednak w rzeczywistości działa tylko moment M , należy naprężenie w drugim przybliżeniu pomnożyć przez współczynnik $\frac{M}{M + M_2}$.

Wartość momentu M_2 obliczymy najprościej ze wzoru:

$$M_2 = \sum \frac{2bh^2}{q} \tau_d.$$

Dla profilu przedstawionego na rys. 8, gdzie $M = 25\ 000$ cmkg, M_2 wynosi 3 700 cmkg. Ostatecznie obliczymy wartości 3-go przybliżenia

$$\tau''' = \tau'' \frac{25\ 000}{25\ 000 + 3\ 700} = 0,87 \tau'',$$

jeżeli τ'' oznacza naprężenia w drugim przybliżeniu. Obliczone wartości zebrane są w tabelce pod rys. 8 jako trzecie przybliżenie.

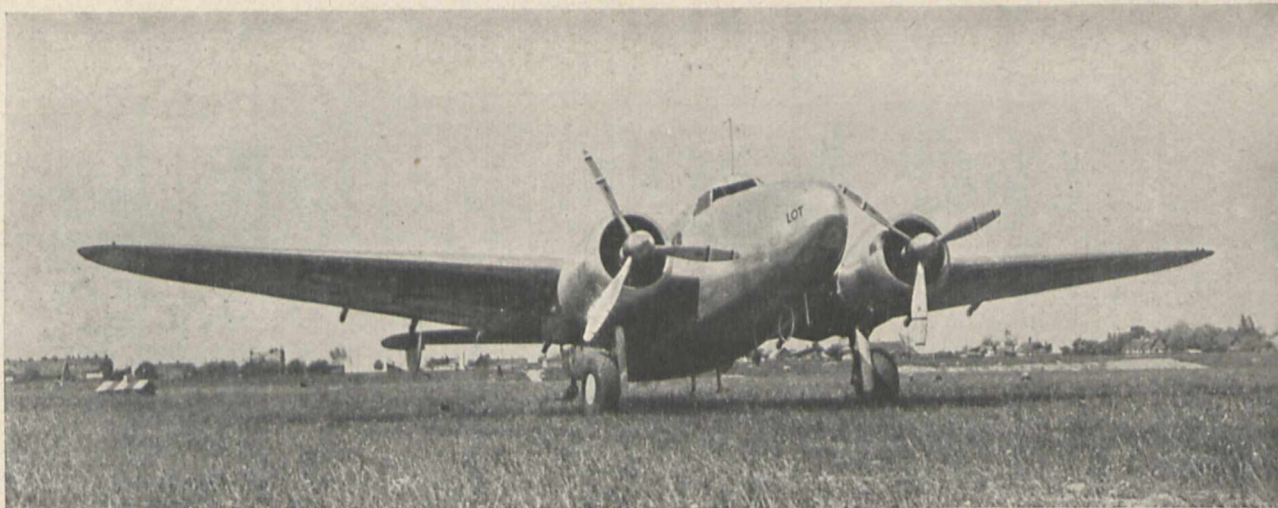
Zgodność otrzymanych wartości z wielkościami otrzymanymi przez Bouteville'a z przeliczenia i pomiaru jest wprost nadzwyczajna, należy tu jednak zauważyć co następuje: otrzymana zgodność naprężeń, obliczonych jako trzecie przybliżenie, z danymi doświadczalnymi jest dlatego tak duża, że obrany przekrój ulega bardzo małemu zwichrzeniu. Jednak wszystkie profile puste, z wyjątkiem symetrycznych względem punktu, ulegają zwichrzeniu, przez co rozkład naprężeń ulega zmianie, jak to np. uwidoczni przykład na rys. 9.

Z tabelki zestawionej dla tego przekroju, dla którego niestety naprężenie w dwóch jedynie ściankach ustalono doświadczalnie, widać bardzo dobrą zgodność między naprężeniami trzeciego przybliżenia τ''' a naprężeniami obliczonymi przez Bouteville'a; jednak obie grupy wartości leżą średnio o 9% powyżej danych doświadczalnych. Dla praktyki jednak otrzymany wynik jest najzupełniej wystarczający.

Calcul des poutres creuses aux parois minces

Sommaire:

La méthode approximative de Bredt du calcul des poutres creuses aux parois minces. La méthode de Bouteville relative aux poutres aux parois épaisses. La méthode approximative de l'auteur concernant le même cas. Résultats du calcul au moyen de cette méthode comparés avec les mesures expérimentales.



Rys. 1. Samolot Lockheed 14-H.

Samoloty i urządzenia przyziemne w służbie P. L. L. „Lot”

lnż. W. Zaremba, Z. P. I. L.

Postępy lotnictwa komunikacyjnego w Polsce w okresie ostatniego 10-lecia. — Kolejne etapy wprowadzania nowego sprzętu lotniczego. — Charakterystyka postępu sprzętu lotniczego: silniki, materiał konstrukcyjny samolotu, szczegóły konstrukcyjne: chowane podwozia, klapy skrzydłowe, lotki, amortyzatory drgań, hamulce; wyposażenie: przyrządy nawigacyjne, piloty automatyczne, przyrządy silnikowe, przyrządy ostrzegawcze, sprzęt radiowy; lodochrony i in. urządzenia. — Urządzenia przyziemne w portach lotniczych i na trasach.

Artykuł poniższy, charakteryzując dokonane w ciągu 10-lecia 1928-1938 udoskonalenie wyposażenia polskiego lotnictwa komunikacyjnego, odzwierciedla wybitny postęp światowej techniki lotniczej, czujnie śledzony i szybko wprowadzany przez P. L. L. „Lot” w życie. Informując o zastępujących na podkreślenie dotychczasowych wynikach rozwoju naszej komunikacji lotniczej, wierzymy, iż dalsze wysiłki na tym polu pozwolą nam poszczycić się w następnych latach nowymi sukcesami, a m. in. ponownym wprowadzeniem samolotów budowanych w kraju, a nie ustępujących najlepszym wzorom zagranicznym, z materiałów krajowych, wyposażonych w przyrządy wyrobu krajowego.

Redakcja.

PRZEDSIĘBIORSTWO państwowo - samorządowe Polskie Linie Lotnicze „Lot” w okresie swego powstawania w roku 1928 odziedziczyło po zlikwidowanych towarzystwach komunikacji lotniczej „Aerolot” i „Aero” sprzęt pochodzenia niemieckiego.

Jednosilnikowe samoloty komunikacyjne Junkers F.13 (silnik 220 KM) były całkowicie metalowe. Pasażerowie, w liczbie 4, mieścili się w zamkniętej kabinie. Miejsca załogi: pilota i mechanika nie były zakryte. Samoloty wyposażone były ubogo: licznik obrotów i manometr smaru stanowiły głównie przyrządy silnikowe, szybkościomierz, wysokościomierz i busola — jedyne przyrządy nawigacyjne. Szybkość podróżna*) tego typu wynosiła około 150 km/godz.

Oparcie polskiego lotnictwa komunikacyjnego na nowych zasadach organizacyjnych i finanso-

*) Szybkość podróżna jest to szybkość uzyskana przy pobieraniu z silników pewnej części ich mocy nominalnej. W lotnictwie komunikacyjnym korzysta się z 55—70% tej mocy. Szybkość podróżna jest o kilkadziesiąt km/godz. mniejsza od maksymalnej szybkości samolotu, możliwej do uzyskania na pełnej mocy.

wych zdecydowało o postępie. Zakupiono na linie jednosilnikowe (450 KM) samoloty holenderskie typu Fokker F.VII oraz uruchomiono w Lublinie produkcję licencyjną samolotów Fokker F.VIII 3-silnikowych (po 220 KM).

Junkersy, stanowiące — po blisko 10-letnim użytkowaniu — sprzęt już przestarzały, początkowo przeszły do rezerwy liniowej, później do szkolenia i treningu, wreszcie zostały wycofane zupełnie.

Fokkery były konstrukcji mieszanej: skrzydło drewniane, kadłub i usterzenie z rur ze stali węglistej spawalnej, kryte płótnem. Fokkery mogły zabierać 8 pasażerów oraz odznaczały się dużymi bagażnikami. Szybkości podróżne sięgały do 160 km/godz.

Samoloty tego typu były już wyposażone w szereg przyrządów i urządzeń, zwiększających bezpieczeństwo i regularność ruchu, przede wszystkim zaś zostały zaopatrzone w radiostacje. W 2-osobowej krytej kabinie załogi obok pilota zajmował miejsce radiooperator.

W roku 1933 P. L. L. „Lot” otrzymały do użytkowania serię polskich samolotów P. W. S. 24, zaopatrzonych w silniki Wright (220 KM), budowane w kraju przez P. Z. Skody na podstawie licencji amerykańskiej. Samoloty były 6-cioosobowe, o fokkerowskich cechach konstrukcyjnych i szybkości podróżnej 160 km/godz.

Rok 1934/35 pozwolił na wykonanie ostatniego kroku przed ostateczną modernizacją sprzętu latającego P. L. L. „Lot”.

Powiększono szybkości przelotów do 200 km na godz., przez dostosowanie samolotów Fokker i P. W. S. do nowoczesnych, mocniejszych silników. Zatrzeszczono się o wygodę pasażerów, zmniejsza-

jąc nieco dokuczliwy hałas panujący w kabynie, zapewniając odpowiednio wentylację i ogrzewanie.

Historię wyrównania poziomu z zagranicą zamknął ostatni etap — zakup nowoczesnych samolotów amerykańskich. Wprowadzone na szlaki P. L. L. „Lot“ w 1936 r. i używane dotychczas samoloty Douglas DC.2 i Lockheed Electra 10A stanowią sprzęt nowoczesny, którego ważną ze względów eksploatacyjnych zaletą: szybkość uzyskana została nie kosztownym sposobem zwiększenia mocy, lecz przez aerodynamiczną doskonałość kształtów.

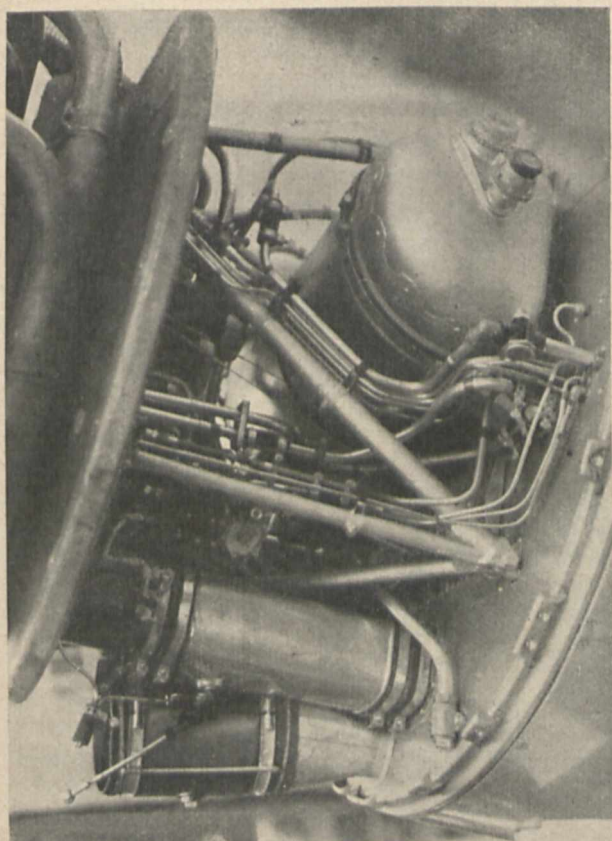
Te dwusilnikowe, całkowicie metalowe samoloty, odpowiadając wymogom eksploatacyjnym naszych linii, spełniają warunki bezpieczeństwa i komfortu, stawiane nowoczesnej komunikacji lotniczej.

Samolot DC.2 (z silnikami po 680 KM) zabiera 14 pasażerów, 3 członków załogi (pilota, radiooperatora i mechanika pokładowego, pełniącego zarazem funkcje stewarda), a w swych bagażnikach może pomieścić blisko 1000 kg ładunku. Szybkość podróżna wynosi około 300 km/godz. Zbiorniki paliwa pozwalają na uzyskanie zasięgu 1800 km.

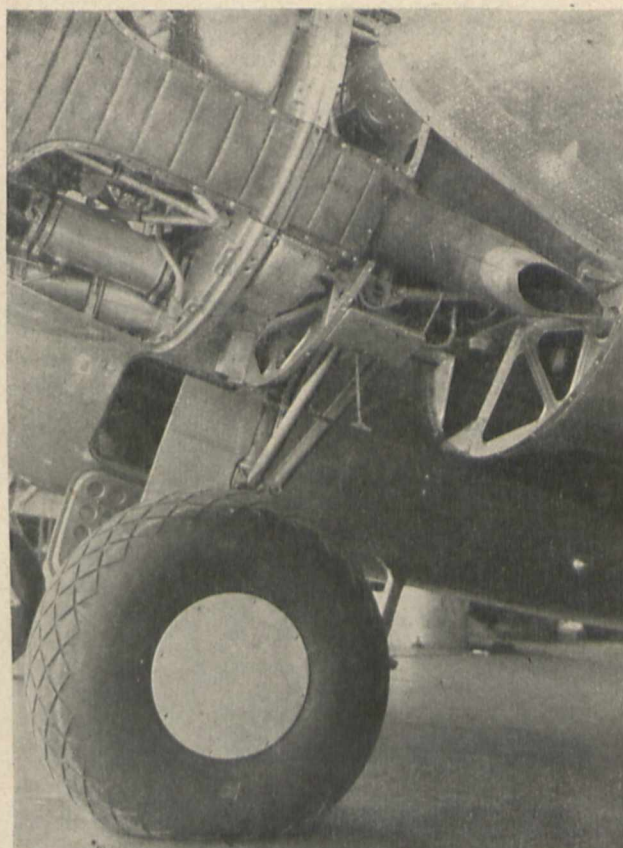
Electra (2 silniki po 400 KM), przeznaczona do przelotów na odcinkach krótszych, zabiera 10 pasażerów i 2 członków załogi; bagażniki jej mają nośność około 400 kg; szybkość ma podobną jak DC.2, zasięg — około 1100 km.



Rys. 2. Wnętrze kabiny pasażerskiej samolotu Lockheed 14-H.



Rys. 3. Łoże i instalacje silnika Pratt & Whitney „Hornet“ na samolocie Lockheed 14-H.
U góry — zbiornik smaru, na dole — chłodnica smaru.



Rys. 4. Podwozie samolotu Lockheed 14-H.
Osłony gondoli zdjęte. W tyle widać otwarty bagażnik kadłuba.

| Rok | Typy porównywane | Konstr. | Moc silników KM | | Śmigła | Ciężar całk. kg | Cięż. własny w % cięż. całk. | Ilość osób | | Cięż. płatny *) kg | Szybkość, km/godz. | |
|------|------------------|---------|-----------------|----------|----------------------------|-----------------|------------------------------|------------|--------|--------------------|--------------------|----------|
| | | | nomin. | startowa | | | | załogi | pasaż. | | maks. | podróżna |
| 1928 | Junkers F. 13 | metal. | 1×270 | 1×300 | 2-ram. drewn. | 2 000 | 68 | 1—2 | 4 | 250 | 190 | 150 |
| 1938 | Lockheed 14-H | metal. | 2×750 | 2×850 | 3-ram. metal. o stał. obr. | 7 930 | 62 | 3—2 | 11—22 | 2 100 | 393 | 330—360 |

*) Przy ilości paliwa odpowiadającej zasięgowi samolotu Junkers F 13

W letnim rozkładzie ruchu b. r. rozpoczęły pełnić służbę na szlakach P. L. L. „Lot“ amerykańskie samoloty Lockheed 14-H, odznaczające się zarówno wybitnymi zaletami eksploatacyjnymi, jak również interesującymi własnościami technicznymi.

L.14-H jest to całkowicie metalowy 2-silnikowy (po 750 KM) dalekodystansowy samolot średniej wielkości, przeznaczony na 11 pasażerów, pilota, radiooperatora i stewardesse. Możliwości eksploatacyjne są imponujące: szybkość podróżna wynosi 330 — 360 km/godz.; zasięg na małym procencie mocy użytkowanej może dojść do 3100 km; bagażniki mogą być załadowane do 1720 kg.

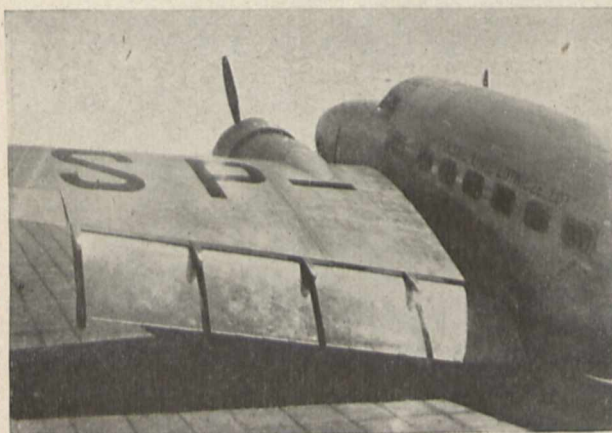
W chwili, gdy upływa 10 lat pracy P. L. L. „Lot“, interesująco przedstawia się zestawienie sprzętu, który obsługiwał linie „Lotu“ w roku 1928, ze sprzętem, który użytkowany jest obecnie, oraz porównanie możliwości samolotów dawnych i dzisiejszych.

Porównanie to przeprowadzono w poniższej tabeli.

Samolot, jego silniki, konstrukcja i wyposażenie

Tabela powyższa odzwierciedla postęp, który wyraził się w jakości sprzętu P. L. L. „Lot“ na tle ogólnego rozwoju technicznego lotnictwa.

Na parę pozycji, związanych z konstrukcją, warto zwrócić uwagę. Z zasady w komunikacji lotniczej używa się dziś samolotów wielosilnikowych, ze względu na to, iż normalny lot może być kontynuowany z połową, lub pewną ilością silników nieczynnych; reguła ta zwiększa bezpieczeństwo i regularność (prawie wykluczone tzw. międzylądowania).



Rys. 5. Opuszczona kłapa (z jednej strony skrzydła) samolotu Lockheed 14-H.

Należy zauważyć, iż dziś przeważnie buduje się samoloty o parzystej liczbie silników. Obecność trzeciego czy piątego silnika stwarza szereg niedogodności, nie dając dostatecznej rekompensaty pod względem eksploatacyjnym.

Nowoczesne silniki lotnicze muszą odznaczać się wysokimi mocami startowymi, w celu zapewnienia bezpieczeństwa startu we wszystkich warunkach. Możliwość uzyskania dziś z silnika mocy niejednokrotnie o 30% wyższej od nominalnej jest szczególnie cenna dla samolotu całkowicie obciążonego, startującego z małego lotniska.

Właściwie silnik stanowi tę część dzisiejszego samolotu komunikacyjnego, o której przestaje się mówić, ze względu na bardzo rzadkie występowanie jakichkolwiek defektów.

O wysokiej jakości dzisiejszych silników świadczyć może nie tylko wyeliminowanie międzylądowań, lecz również statystyka godzin pracy silnika (por. tabelę).

Silnik samolotu komunikacyjnego, poza pewnością pracy, musi wykazać się małym rozchodem paliwa, niskimi kosztami remontów i nieskomplikowaną obsługą.

Na stan silnika wpływają korzystnie samoczynne urządzenia, jak automaty ciśnienia ładowania, czy automatyczne regulatory temperatury smaru.

W dążeniu do oszczędzania paliwa, a więc potaniaenia kosztów ruchu i zwiększenia zasięgu, na nowoczesnym samolocie komunikacyjnym stosuje się nie tylko urządzenia analizujące gazy wydechowe silników, lecz również wbudowuje się silniki ze specjalnymi gaźnikami, zaopatrzonymi w automatyczne regulatory składu mieszanki.

Śmigła dzisiejszych samolotów komunikacyjnych są z zasady metalowe (ze względu na sprawność), często o automatycznej regulacji skoku, która zapewnia lot na stałych obrotach („constant speed“). Śmigła takie znacznie polepszają warunki startu oraz we wszystkich fazach lotu pracują blisko swej największej sprawności. W śmigłach syst. Hamilton, używanych przez P. L. L. „Lot“, napęd przestawiania skoku jest hydrauliczny, sterowany regulatorem odśrodkowym.

Wysoce charakterystyczne dla postępu konstrukcyjnego w budowie samolotów są cyfry, określające ciężar własny w % ciężaru całkowitego (por. tabelę).

Zastosowanie wysokowartościowych materiałów oraz nowych założeń konstrukcyjnych pozwoliło na uzyskanie znacznie korzystniejszego stosunku tych dwóch ciężarów. Dziesięcioletni postęp i doświadczenie przyniosły poważne oszczędności na ciężarze własnym samolotu komunikacyjnego.

Samolot Junkers F 13, budowany dziś, mógłby zabrać w przybliżeniu o 50% większy ciężar płatny (por. tabelę), a ponadto uzyskałby bez strat

użytkowanego w latach 1928 i 1938.

| Pułap prakt. m | Zasięg km | Obciążenie | | Rozch. paliwa kg/km | Ilość przyrz. pokładowych | | Ilość godz. pracy silnika | | Ilość godz. pracy samolotu | | Ilość wylatanych km | |
|----------------------|--------------|---------------------------------|---------------|---------------------------|------------------------------|--------|------------------------------|-------|-------------------------------|-------|--------------------------------|---------------------------------|
| | | pow. nośn. kg/m ² | mocy kg/KM | | całk. | nawig. | do remontu | całk. | do remontu | całk. | między remon- tami silników | podczas całk. pracy samolotu |
| 3 000 | 870 | 47 | 7,4 | 0,31 | 6 | 3 | 150 | 2 000 | 1 000—1 200 | 4 000 | 22 500 | 600 000 |
| 6 500 | 2 900 | 155 | 5,3 | 0,55 | 48 | 15 | 500 | 3 000 | 1 500—2 000 | 6 000 | 165 000—180 000 | 1 980 000—2 160 000 |

nowoczesne urządzenia, komfort i wyposażenie tego samego rzędu co Lockheed 14.

Materiałem konstrukcyjnym, przeważającym w większości dzisiejszych samolotów komunikacyjnych, jest metal: stopy aluminiowe, stal niklowa i spawalna stal chromowo - molibdenowa. Materiały są specjalnie zabezpieczane od korozji, dominuje alclad, będący duralumem, pokrytym warstwą czystego aluminium.

Rozwiązaniem standardowym jest konstrukcja skorupowa o pokryciach nośnych.

Wyliczmy parę szczegółów konstrukcyjnych i urządzeń, zastosowanych w samolotach P. L. L. „Lot“.

W celu zwiększenia szybkości lotu, z zasady stosuje się dziś w samolotach komunikacyjnych chowane podwozia. Zysk na szybkości wynosi 25 — 35 km/godz. Zazwyczaj podwozie jest podnoszone i opuszczane przy pomocy napędu hydraulicznego. Ciśnienie płynu wytwarzać może bądź pompa ręczna (na samolocie Douglas DC.2), bądź — w nowszych konstrukcjach (Lockheed 14) — pompa hydrauliczna, zabudowana na silniku samolotu. Płyn pod ciśnieniem przepływa do zespołu hydraulicznego, który stanowi cylinder i tłok, wbudowane w elementy podwozia. Tłok — o dwustronnym działaniu: płyn, wchodząc z jednego końca cylindra przesuwają odpowiednio tłok; gdy płyn wejdzie do przeciwnego końca cylindra — przepycha tłok w stronę przeciwną. Ruchy

tłoka powodują składanie i rozkładanie się odpowiednich goleni podwozia, pociągając za sobą chowanie i opuszczanie podwozia. Potrzebny kierunek przepływu płynu uzyskuje się dzięki właściwemu przestawieniu specjalnego 4-drogowego zaworu instalacji hydraulicznej.

Opisany sposób nie stanowi jedynej metody napędu podwozia, jest ich znacznie więcej.

Na samolotach Lockheed Electra zastosowany jest napęd elektryczny: w zespole tym silnik elektryczny, pobierając prąd z akumulatora pokładowego, za pośrednictwem przekładni zębatej napędza wałki, które wywołują obrót śruby, obracającej się w nakrętce, zamocowanej do podwozia. Przesuwanie się nakrętki w odpowiednią stronę powoduje składanie się goleni i chowanie podwozia; przeciwny kierunek biegu silnika opuszcza podwozie.

Dziś zawsze zdwaja się napęd podwozia, stosując prócz mechanicznego — rezerwowy napęd ręczny (więc w opisanych rozwiązaniach: ręczną pompę hydrauliczną i ręczną korbę, napędzającą wałki zamiast silnika elektrycznego).

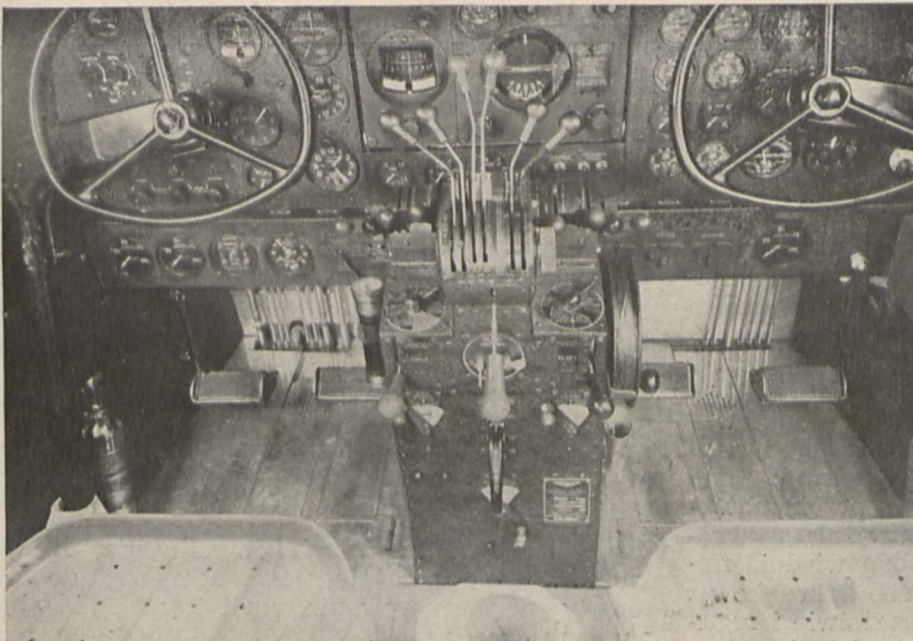
O położeniu podwozia informują załogę światła sygnalizacyjne i inne wskaźniki wzrokowe. Ponadto istnieje urządzenie ostrzegawcze w postaci klaksonu, włączającego się w chwili, gdy przepustnice przymykane zostają do lądowania, zaś podwozie nie jest jeszcze opuszczone.

Przed przypadkowym podniesieniem podwozia, podczas postoju samolotu na ziemi, chronią specjalne zabezpieczenia.

Małe powierzchnie skrzydeł (o dużym obciążeniu na m²), umożliwiając samolotowi uzyskanie dużych szybkości przelotowych, jednocześnie obciążają go znaczną szybkością lądowania.

Kłapy skrzydłowe są elementem bardzo ważnym, gdyż — redukując szybkość lądowania do rzędu 100 km/godz. i umożliwiając strome schodzenie — zapewniają bezpieczeństwo przy korzystaniu z niewielkich lądowisk. Użycie kłap podczas startu wpływa poważnie na zmniejszenie rozbiegu.

Przy bardzo wysokich obciążeniach powierzchni nośnej nie wystarczają już — dotychczas stosowane — kłapy typu „krokodyłowego“ uzyskane przez rozszczepienie



Rys. 6. Tablica przyrządów pokładowych i podstawa napędów w kabine załogi samolotu Lockheed 14-H.

U góry, w środku tablicy — zespół kontrolny pilota automatycznego.

profilu w tylnej części skrzydła i opuszczanie w dół jego powierzchni dolnej. Należało znaleźć nowe rozwiązania, umożliwiające zwiększenie do lądowania nie tylko współczynnika wyporu skrzydła, lecz i powierzchni płata.

Na samolocie Lockheed 14 zastosowano klapy typu Fowlera, spełniające oba te warunki. Klapy tego typu, pochodząc ze zwykłych „krokodyli“, wysuwają się do tyłu i obracają pod odpowiednim kątem.

Klapy skrzydłowe są dziś najczęściej napędzane przy pomocy instalacji hydraulicznej. Zasada napędu jest podobna jak dla podwozia; i tu stosuje się zespół hydrauliczny, którego praca przenosi się na napędowe drążki lub linki. W Electrze spotykamy się znów z napędem elektrycznym.

Lotki stosuje się różnicowe; charakteryzują się one tym, iż wychylenia do góry są znaczne, w dół bardzo niewielkie. Tego rodzaju układ ma poważne zalety. Przede wszystkim unika się powstawania momentu obrotowego, przeciwdziałającego wprowadzeniu samolotu we właściwą krzywiznę, który występuje, gdy wychylenia obu lotek są takie same. Dalej powiększa się w znacznym stopniu zwrotność samolotu na dużych kątach natarcia. Wreszcie zmniejsza się siłę, jaką pilot musi użyć na sterowni, by uzyskać pożądany skręt.

Lotki i stery częstokroć odciąża się, przesuwając część ich powierzchni przed oś obrotu, z zasady zaś wyważa się przeciwcieżarami. W rezultacie uzyskuje się mniejsze siły na sterownicach oraz eliminuje możliwość wystąpienia drgań w locie.

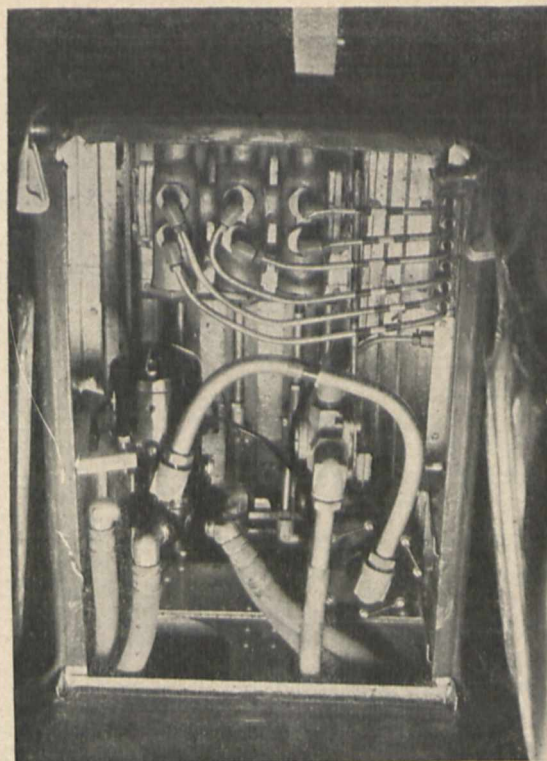
Lotki i stery zaopatruje się w klapki Flettnera, odciążające sterownię, napędzane z kabiny załogi. Najważniejsze znaczenie mają klapki na sterze wysokości, ustawiane w zależności od wyważenia samolotu, odpowiednio do startu, lotu i lądowania, oraz klapki sterów kierunkowych, zmniejszające wysiłek podczas lotu z jednym silnikiem.

W dzisiejszym samolocie komunikacyjnym silnik jest wymienny wraz z łożem. Wszystkie instalacje i przewody są tak poprowadzone, iż w płaszczynie zaczepienia łoża są rozłączne. Dzięki takiemu rozwiązaniu silnik może być wymieniony bardzo szybko.

W celu uniknięcia drgań, szkodliwych dla płatowca i jego elementów, stosuje się odpowiednie amortyzacje (pod silnik lub łoża silnikowe, pod tablicę przyrządów pokładowych, radiostacje itp.).

Bardzo ważnym zespołem samolotu są hamulce. Napęd hamulców jest najczęściej hydrauliczny, a działanie — z zasady różnicowe. Użytkownik jest tego rodzaju, iż możliwe jest: albo hamowanie ręczną dźwignią obydwóch kół tak samo i równocześnie, albo po częściowym przyhamowaniu ręczną dźwignią, — hamowanie podczas skręcania koła wewnętrznego, przez odpowiednie naciśnięcie pedału, napędzającego ster kierunkowy.

Niezastąpiony udział w bezpieczeństwie i regularności ruchu odgrywa wyposażenie samolotu komunikacyjnego. O procencie regularności danego środka komunikacyjnego stanowi stopień wypełnienia założonego programu ruchu.



Rys. 7. Zespoły pod podłogą kabiny pasażerskiej samolotu Lockheed 14-H.

Na dole elementy lodochronów skrzydła i stateczników; u góry — zespół roboczy pilota automatycznego.

Dążenie do 100% regularności ruchu wymaga od komunikacji lotniczej latania we wszelkich warunkach meteorologicznych.

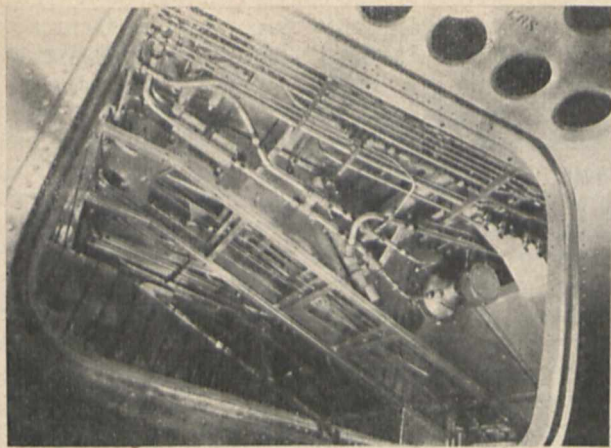
To założenie pozwoli wypełnić tylko odpowiednie wyposażenie samolotu. W tym celu na tablicy przyrządów pokładowych zgrupowano kilkadziesiąt czułych i dokładnych przyrządów zarówno nawigacyjnych, jak silnikowych.

Grupa przyrządów nawigacyjnych, przy udziale urządzeń radiowych, umożliwia pilotowi, lecącemu bez widoczności zewnętrznej, rozwiązanie zagadnień nawigacyjnych, których celem jest dokonanie lotu najkrótszą drogą, na określonej wysokości oraz w określonym kierunku i czasie.

Szybkość samolotu wskazuje dokładny szybkościomierz, dzięki zastosowaniu ulepszonej dyszy Pitot'a; wchodzenie i schodzenie samolotu kontroluje z dokładnością do ułamka metra na sekundę — wariometr; wysokość, z dokładnością do kilku metrów, wskazują dwa czułe wysokościomierze; wszelkie pochylenia samolotu ściśle wykazują przyrządy żyroskopowe: skrętomierz i horyzont. Żyroskop kierunkowy pozwala prowadzić samolot po linii zbliżonej do idealnie prostej (w odróżnieniu od prowadzenia na busole, której oscylacje powodują wężykowatą linię lotu).

Na większych samolotach komunikacyjnych (np. na DC.2, czy L.14-H) stosuje się urządzenia do automatycznego sterowania, czyli tzw. „piloty automatyczne“.

Automat wyręcza pilota na dłuższych odcinkach, lub podczas burzliwej pogody, oszczędzając jego siły.



Rys. 8. Instalacje pod podłogą kabiny załogi sam. Lockheed 14-H (od str. bagażnika, po zdjęciu jego sufitu). Widoczne są linki napędu sterów oraz przewody i zespoły instalacji hydraulicznej.

Głównymi częściami składowymi pilota automatycznego są: zespół kontrolny oraz zespół roboczy. Zespół kontrolny, umieszczony po środku tablicy przyrządów pokładowych, składa się z żyra kierunkowego i horyzontu oraz 3 przekaźników oliwy, sterowanych tymi przyrządami. Przekazniki doprowadzają oliwę pod ciśnieniem do zespołu roboczego. Zespół roboczy pilota składa się z trzech cylindrów; w każdym z nich mieści się tłok, którego drążek obydwoma swymi końcami jest włączony w linkę napędową odpowiedniego usterzenia, więc lotek, steru kierunkowego i steru wysokości. Oliwa z przekaźnika, dochodząc do jednego lub drugiego końca tłoka, powoduje jego przesunięcia, a tym samym wychylenia odpowiedniego usterzenia.

W grupie przyrządów silnikowych, poza manometrami: ciśnienia lądowania sprężarek silników, paliwa, smaru, płynu, urządzeń hydraulicznych i podciśnienia, stosuje się prawie wyłącznie przyrządy elektryczne.

Źródłem energii elektrycznej jest bądź pokładowa bateria akumulatorowa, np. dla termometrów niskich temperatur, benzynomierzy, czy analizatorów spalin, bądź własny generator, np. dla obrotomierzy elektrycznych, czy synchronizatorów obrotów silników, bądź wreszcie — termoelektryczne działanie przyrządu, co ma miejsce przy pomiarach wysokich temperatur głowic cylindrów.

Zespół przyrządów pokładowych wyczerpują wskaźniki instalacji radiowej oraz znaczna ilość przyrządów ostrzegawczych, jak np. wskaźniki świetlne spadku ciśnienia paliwa, smaru i podciśnienia, sygnalizacja podwozia, czy przyspieszeniomierz.

Ten ostatni przyrząd, wykazując przyspieszenia samolotu w funkcji przyspieszenia ziemskiego, stanowi ważny sygnał niebezpieczeństwa podczas lotu w atmosferze burzliwej. Gdy przyspieszenie przekracza dopuszczalną wartość (2,5 — podczas gdy współczynnik wytrzymałości konstrukcji wynosi powyżej 5), pilot unika granic niebezpiecznych, zmniejszając szybkość lotu lub omijając strefę zaburzoną.

O ile chodzi o układ przyrządów pokładowych, to należy podkreślić, iż jest on tak pomyślany, żeby najważniejsze przyrządy (jak te np. które określają kierunek, czy stateczność samolotu) zdawały się lub uzupełniały oraz by były umieszczone w możliwie małym polu widzenia te grupy przyrządów, które służą do wykonywania najważniejszych faz przelotu, więc do startu (szybkościomierz, skrzętomierz, żyro kierunkowe i wariometr), przelotu na ślepo (szybkościomierz, skrzętomierz, pochyłościomierz, horyzont, żyro kierunkowe, ewent. wskaźnik radiokompasu lub busoli odległościowej) i lądowania w złych warunkach atmosferycznych (czuły wysokościomierz, szybkościomierz, skrzętomierz, pochyłościomierz, horyzont, żyro kierunkowe, wariometr, ewent. wskaźnik radiolatarni).

Bardzo zasadniczą rolę na pokładzie samolotu komunikacyjnego odgrywa sprzęt radiowy. Lotnicze przepisy międzynarodowe nie pozwalają wypuszczać w drogę samolotu komunikacyjnego bez czynnej radiostacji korespondencyjnej. Radiostacja korespondencyjna służy do utrzymania stałej łączności samolotu z portami lotniczymi; sygnały jej umożliwiają radiostacjom portowym wykonywanie pomiarów goniometrycznych, określających kierunek i położenie samolotu. Rezultaty pomiarów są podawane samolotowi, który, opierając się na nich, w razie potrzeby poprawia swój kurs. Nadajniki stacji korespondencyjnej o mocy przeszło 100 watów mają zasięg do 600 km przy pracy w zakresie fal średnich; możliwość zastosowania fal krótkich pozwala na utrzymanie łączności w promieniu kilku tysięcy kilometrów.

Radiostacja pokładowa goniometryczna, z obrotową anteną ramową, zapomocą odbioru dowolnych stacyj stałych radiotelegraficznych lub radiofonicznych, pozwala z pokładu oznaczyć położenie samolotu na trasie, lub wykonać lot docelowy według wskazań t. zw. radiokompasu.

Trzecim rodzajem pokładowego urządzenia radiowego są krótkofalowe odbiorniki, współpracujące z portowymi radiolatarniami do ślepego lądowania. Optyczny wskaźnik radiolatarni, znajdujący się na tablicy przyrządów pokładowych, informując załogę o kierunku nalotu, odległości od lotniska oraz podając tor schodzenia, umożliwia bezpieczne lądowanie we mgle.

Zasada zdawania realizowana jest również w sprzęcie radiowym. Licząc się z możliwością uszkodzenia w locie stacji korespondencyjnej, wbudowuje się na pokład dodatkową radiostację o małej mocy.

W celu usunięcia przeszkód w odbiorze radiowym wszystkie instalacje są ekranowane. Poza tym wszystkie metalowe części konstrukcji są ze sobą powiązane, tworząc pod względem elektrycznym wspólną „masę“.

Jak można wywnioskować z podanych wyżej wzmianek — dzisiejszy samolot komunikacyjny jest poważnie zelektryfikowany. Instalacja elektryczna jest zasilana z prądnicy i baterii akumulatorowej.

Prądnica, napędzana bezpośrednio przez jeden z silników, w czasie lotu doładowuje baterie. Rozruch silników jest elektryczny przy pomocy własnej baterii lub wewnętrznego źródła prądu.

Do wymienionego poprzednio wyposażenia samolotu komunikacyjnego dochodzą pewne urządzenia specjalne.

Lodochrony typu „Goodrich“, stosowane przez P. L. L. „Lot“, poważnie zmniejszają niebezpieczeństwo obmarzania. Tego typu lodochrony skrzydła i ustereń stanowią szereg komór gumowych, przytwierdzonych do krawędzi natarcia powierzchni nośnych. Komory te są okresowo napełniane powietrzem przez strony wylotowe pomp próżniowych (strony ssące pracują na pokładowe przyrządy żyroskopowe). Pulsacyjny ruch komór powoduje kruszenie lodu, gromadzącego się na krawędziach.

Lodochrony śmigieł zabezpieczają łopaty śmigieł przed obmarzaniem. W warunkach obmarzania krawędzie łopat są zwilżane specjalnym płynem, dostarczanym przez pompę elektryczną.

Przechodząc do instalacji paliwowej należy zaznaczyć, że uszkodzenie pompy paliwowej jednego z silników nie pociąga za sobą unieruchomienia tego silnika, dzięki zastosowaniu instalacji poprzecznego zasilania paliwem, z pompy silnika drugiego.

Ciekawym szczegółem dzisiejszych samolotów komunikacyjnych jest instalacja szybkiego wlewania paliwa. Z instalacji tej korzysta się w wypadku konieczności lotu na zmniejszonej liczbie silników, w celu zredukowania ciężaru samolotu, a tym samym polepszenia warunków lotu. Zazwyczaj urządzenie szybkiego opróżniania zbiorników jest tak pomyślane, iż pilot może wylać dowolną ilość paliwa, pozostawiając jedynie konieczną rezerwę.

Mało w Polsce znane rakiety spadochronowe służą do wyboru i oświetlenia wieczorem lub w nocy terenu przypadkowego lądowania, względnie lotniska oświetlonego niedostatecznie.

Rakiety stosowane w P. L. L. „Lot“ są dwóch systemów: wyrzucane mechanicznie, lub pod wpływem ładunku prochu, zapalonego iskrą elektryczną.

Reflektory samolotu, umieszczone w dziobie kadłuba lub w skrzydłach, służą pilotowi do oświetlenia lotniska podczas podchodzenia do lądowania o zmroku lub w nocy.

Wbudowana w samolot instalacja gaśnicowa — normalnie ze zbiornikiem, zawierającym dwutlenek węgla — pozwala na ugaszenie ognia w okolicy każdego z silników (ponadto w kabinach umieszczone są gaśnice ręczne).

Urządzenia przyziemne

Bezpieczeństwo i regularność lotu zależą w ogromnej mierze od ilości i jakości urządzeń przyziemnych oraz od osłony meteorologicznej.

Gdy samoloty P. L. L. „Lot“ dziesięć lat temu rozpoczynały swą codzienną pracę, każdy z nielicznych obsługiwanych portów lotniczych stanowił kawał łąki oraz prymitywne zabudowania.

Dziś port komunikacyjny ma rozliczne urządzenia.

Każdy port jest wyposażony w szereg radiostacji. Radiostacja nadawca (o jednym lub kilku nadajnikach) utrzymuje łączność z samolotem oraz z portami sąsiednimi; pracuje na falach śred-

nich, ustalonych na konferencjach międzynarodowych. W niektórych portach, leżących na dłuższych trasach, instaluje się nadajniki krótkofalowe.

Każdy port posiada również radiostację odbiorczą do łączności z sąsiednimi portami oraz radiostację odbiorczą goniometryczną do utrzymywania łączności portu z samolotami i do wykonywania pomiarów goniometrycznych z ziemi.

Szereg portów posiada wreszcie specjalnego typu radiostacje ultrakrótkofalowe, zwane radiolaterniami, które wyznaczają tor schodzenia samolotu, mającego lądować przy bardzo złych warunkach atmosferycznych.

Dziesięć lat temu loty odbywały się jedynie z widocznością ziemi, a wskutek tego często na tak małej wysokości, iż zagrażało to bezpieczeństwu.

Oslonę meteorologiczną zapewniał jedynie telefon, przekazując oczywiście informacje wyłącznie z portu do portu. Dziś do tego celu przeważnie używane jest radio, chociaż w niektórych krajach telefon ponownie spełnia tę samą rolę, gdyż system połączeń radiowych jest prawie wyłącznie wykorzystany do porozumiewania się ziemi z samolotem.

Wiadomości meteorologiczne przekazuje się samolotowi drogą radiową.

W skład sieci obsługi meteorologicznej wchodzi stacje, umieszczane z zasady w portach komunikacji lotniczej.

Poważnym krokiem naprzód w zapewnieniu osłony meteorologicznej będzie (projektowane w niedługim czasie) wprowadzenie do pracy specjalnych samolotów przystosowanych do badań aerologicznych. Samoloty takie, stanowiąc latające stacje meteorologiczne, będą w możności dostarczać obserwacji ogromnie cennych dla lotnictwa.

Następnym krokiem ogromnej doniosłości będzie zainstalowanie — w niedalekiej przyszłości — na wszystkich komunikacyjnych lotniskach polskich sieci dalekopisów, przekazujących korespondencję i biuletyny do portów krajowych, objętych siecią, oraz łączących się z instalacjami dalekopisów państw ościennych.

Nowoczesne samoloty P. L. L. „Lot“ — mimo, iż nie są sleepingami — są całkowicie przystosowane do lotów nocnych.

Komunikacja nocna odbywa się już na odcinku Berlin — Poznań — Warszawa, gdyż szlak ten został oświetlony obrotowymi latarniami sygnalizacyjnymi. Odległość latarni określona jest przepisem, aby przy gęstej mgle, pilot zawsze widział jedną z sąsiadujących z sobą latarni, nawet jeśli zboczy z kursu do 5°.

Lotniska do wieczornych i nocnych startów i lądowań są oświetlone wielkimi przewoźnymi reflektorami o mocy kilku kilowatów.

Kończąc szkicowy opis przyziemi P. L. L. „Lot“, warto wspomnieć o urządzeniach specjalnych, służących do kontroli konserwacji i obsługi samolotu, oraz innych przyczyniających się do zapewnienia pasażerom komfortu.

Kontrola techniczna stanowi w lotnictwie ważny czynnik, zapewniający bezpieczeństwo. P.L.L. „Lot“ dały ostatnio swej kontroli nowe narzędzie pracy, instalując amerykańskie urządzenie „Magnaflux“, które — wytwarzając bardzo silne

pole magnetyczne, — umożliwia wykrycie w częściach silnika czy płatowca niebezpiecznych rys i pęknięć.

Pragnąc wyeliminować ręczne mycie samolotu, które powoduje rysowanie aluminiowej warstwy pokryć z alcladu (por. wyżej) oraz jest długotrwałe i kosztowne, P. L. L. „Lot“ zakupiły amerykańskie urządzenie do mycia parą; parę wytwarza się ze zmiękzonej wody, w której rozpuszczone zostały specjalne sole czyszczące.

Konieczność przeprowadzania kontroli oraz regulacji podwozi podnoszonych wymaga częstego podnoszenia samolotu. Dotychczas praktykowane podnoszenie na lewarach jest kłopotliwe i długotrwałe; dziś P. L. L. „Lot“ są w przededniu wprowadzenia nowoczesnych urządzeń, składających się ze specjalnych podnośników hydraulicznych o kilkustopniowych tłokach.

Dzisiejsze samoloty zapewniają podróż prawdziwie komfortową: kabina jest obszerna, fotele b. wygodne, z wszechstronną regulacją, dokuczliwy nigdyś hałas został zwalczony, usunięto przykre drgania, zapewniono odpowiednią wentylację i ogrzewanie.

Jednak wentylacja i ogrzewanie działają dopiero wówczas, gdy samolot jest już w locie. Wobec tego P. L. L. „Lot“, idąc za wzorem amerykańskiego lotnictwa komunikacyjnego, zakupiły klimatyzatory portowe, których zadaniem jest stworzenie odpowiedniej atmosfery w kabinie pasażerskiej — zarówno ze względu na temperaturę, jak również wentylację — podczas postoju samolotu oraz w pierwszej fazie lotu.

Biorąc pod uwagę różnorodność warunków, jakie istnieją w portach obsługiwanych przez P.L.L. „Lot“ — zdecydowano wypróbować dwa typy klimatyzatorów; nabyto więc klimatyzator z akumulatorem zimna (względnie ciepła), wymagający zasilania obcym źródłem prądu, oraz klimatyzator niezależny od sieci zewnętrznej, wyposażony w silnik spalinowy. Oba zespoły zabudowano na podwoziach samochodowych.

Będą to pierwsze tego rodzaju urządzenia zastosowane w europejskiej komunikacji lotniczej.

Przegląd powyższy, nie wyczerpując wszystkich szczegółów omawianego tematu, dobitnie wykazuje, jak żywotną jest dziedzina lotnictwa komunikacyjnego i jak dalece różnią się dzisiejsze samoloty i obecne urządzenia przyziemne od tych, z którymi mieliśmy do czynienia przed niewiele laty.



Avions et installations d'aéroports de la Compagnie Polonaise de l'aviation civile „Lot“

Sommaire :

Progrès de l'aviation civile en Pologne au cour de dix ans derniers (1928 — 1938). Etapes successifs de l'amélioration des avions en service de la Compagnie „Lot“. Caractéristique du progrès réalisé dans la construction de l'outillage d'aviation: moteurs, matériel de la construction des avions, détails de leur construction; équipement moderne d'avion: appareils de navigation, pilotage automatique, appareils de contrôle du moteur, appareillage radio-technique etc. Installations d'aéroports.

DZIAŁ SPRAWOZDAWCZY

Metoda trójwałeczkowa pomiaru gwintów asymetrycznych

Mgr S. Bąk,
Instytut Techniczny Uzbrojenia

POMIAR metodą trójwałeczkową gwintu wyznacza \varnothing podziałową jako funkcję wymiarów elementarnych, tj. takich, które wyznaczają się bezpośrednio pomiarem. W przypadku rozpatrywanym:

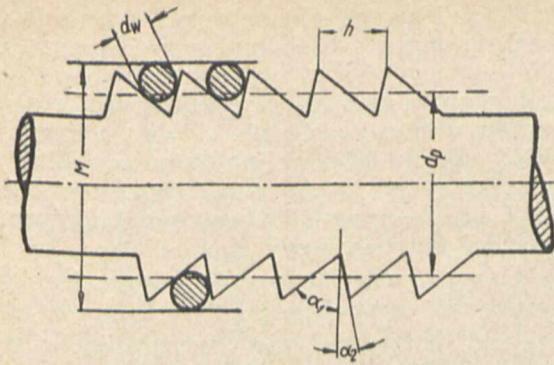
$$d_p = M - \left(1 + \frac{\cos \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}}{\sin \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}} \right) d_w + \frac{h}{\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2} \quad (1)$$

Wykonując pomiary elementarne przy odpowiednim wykorzystaniu możliwości pomiarowych użytych do pomiaru przyrządów, zdajemy sobie sprawę z możliwości popełnienia pewnych błędów. Błędem dopuszczalnym *) wyniku pomiaru nazywamy błąd wyrażony jako suma wpływów wspomnianych błędów na błąd wielkości mierzonej. W przypadku danym:

*) Błędy dopuszczalne wyrażone w wartościach bezwzględnych.

$$\begin{aligned} \Delta d_p = & \left| \frac{\partial d_p}{\partial M} \right| \cdot \Delta M + \left| \frac{\partial d_p}{\partial d_w} \right| \cdot \Delta d_w + \left| \frac{\partial d_p}{\partial h} \right| \cdot \Delta h + \\ & + \left| \frac{\partial d_p}{\partial \alpha_1} \right| \cdot \Delta \alpha_1 + \left| \frac{\partial d_p}{\partial \alpha_2} \right| \cdot \Delta \alpha_2 = \Delta M + \\ & + \left| 1 + \frac{\cos \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2}}{\sin \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}} \right| \cdot \Delta d_w + \frac{\Delta h}{(\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2)} + \\ & + \left| \frac{d_w \cos \alpha_2}{2 \sin^2 \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}} - \frac{h}{\cos^2 \alpha_1 (\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2)^2} \right| \cdot \Delta \alpha_1 + \\ & + \left| \frac{d_w \cos \alpha_1}{2 \sin^2 \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}} - \frac{h}{\cos^2 \alpha_2 (\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2)^2} \right| \cdot \Delta \alpha_2. \quad (2) \end{aligned}$$

Składnik pierwszy wzoru (2) wyraża wpływ błędu dopuszczalnego chwytu na błąd dopuszczalny \varnothing podziałowej. Składnik drugi charakteryzuje podobny wpływ dokładności użytych wałeczków, składnik trzeci wpływ błędu dopuszczalnego skoku, a pozostałe składniki wyznaczają wpływ błędów kątów α_i ($i = 1, 2$) na Δd_p . Z postaci dwu ostatnich składników wnioskujemy, że wielkość wpływu błędów kątów na Δd_p jest zależna dodatkowo od



Rys. 1.

h — skok gwintu; α_i ($i = 1, 2$) — kąty powierzchni nośnych;
 d_p — ϕ podziałowa; M — chwyt wałeczkowy
(wykonany np. mikromierzem).

doboru ϕ wałeczków. Zależność tę charakteryzują współczynniki:

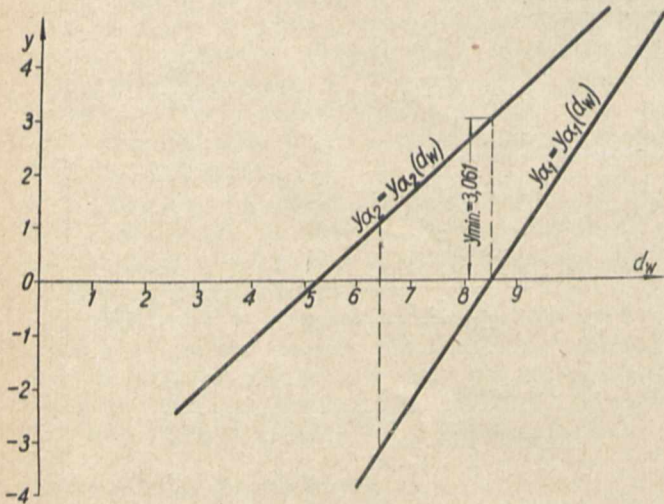
$$y_{\alpha_1} = \frac{\cos \alpha_2}{2 \sin^2 \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}} \cdot d_w - \frac{h}{\cos^2 \alpha_1 (\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2)^2};$$

$$y_{\alpha_2} = \frac{\cos \alpha_1}{2 \sin^2 \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}} - \frac{h}{\cos^2 \alpha_2 (\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2)^2} \quad (3)$$

W interpretacji geometrycznej są to dwie proste, przecinające oś odciętych odpowiednio przy:

$$d_{w_{\alpha_1}} = \frac{h \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}}{\cos \alpha_1 (\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2)};$$

$$d_{w_{\alpha_2}} = \frac{h \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}}{\cos \alpha_2 (\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2)} \quad (4)$$



Rys. 2.

Proste wspomniane przedstawimy na wykresie rys. 2, zakładając np.:

$$\alpha_1 = 53^\circ 34'; \quad \alpha_2 = 15^\circ; \quad h = 12 \text{ mm.}$$

| | | |
|-------|-------|-------|
| d_w | 6,35 | 8,489 |
| y | 3,256 | 0 |

| | | |
|-------|-------|-------|
| d_w | 5,219 | 6,35 |
| y | 0 | 1,059 |

Wałeczki optymalne w danym przypadku są takie, dla których wyrażenie:

$$y = |y_{\alpha_1}| \cdot \Delta \alpha_1 + |y_{\alpha_2}| \cdot \Delta \alpha_2 \quad (5)$$

osiąga minimum. Z wykresu 1 wobec uwagi, że błędy kątów $\Delta \alpha_1$ i $\Delta \alpha_2$ na ogół nie różnią się co do wartości bezwzględnej zbyt znacznie, wynika:

$$y = y_{\min} \text{ dla } y_{\alpha_1} = 0, \quad (6)$$

skąd wobec (3):

$$d_{w_{\alpha_1}} = \frac{h \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}}{\cos \alpha_1 (\operatorname{tg} \alpha_1 + \operatorname{tg} \alpha_2)} = 8,489 \quad (7)$$

Z warunku ostatniego wyniku, że wałeczki optymalne dla gwintu asymetrycznego stykają się z powierzchnią nośną o kącie większym na ϕ podziałowej.

Ostatnie rozważania wykazują nam, że z istnieniem wpływu błędów kątów na Δd_p musimy się liczyć nawet w przypadku użycia wałeczków optymalnych. W danym razie przyjmując *):

$$\Delta M = 10; \quad \Delta d_w = 0,5; \quad \Delta h = 2;$$

$$\Delta \alpha_1 = \Delta \alpha_2 = 2' = 0,0005818$$

błąd dopuszczalny (albo — co na jedno wychodzi — dokładność pomiaru ϕ podziałowej) otrzymujemy wobec (2) w wielkości:

$$\Delta d_p = 10 + 1,4 + 1,3 + 1,8 = 14,5 \quad (8)$$

Użycie wałeczków innych zwiększa błąd Δd_p , i to tym więcej, im większa jest różnica ϕ wałeczków użytych, a ϕ wałeczków optymalnych. Dla wałeczków np. ϕ 6,35 otrzymuje się w podobny sposób:

$$\Delta d_p = 10 + 1,4 + 1,3 + 2,5 = 15,2 \quad (9)$$

Zauważymy, że wszystkie wzory i rozważania przeprowadzone w odniesieniu do gwintu asymetrycznego stosują się też do gwintu symetrycznego. Zakładając we wzorze (1)

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha/2$$

otrzymuje się natychmiast znany wzór:

$$d_p = M - (1 + 1/\sin \alpha/2) \cdot d_w + \frac{h}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha/2} \quad (10)$$

Podobnie ze wzoru (2) wynika

$$\Delta d_p = \Delta M + |1 + 1/\sin \alpha/2| \cdot \Delta d_w + \frac{\Delta h}{|2 \cdot \operatorname{tg} \alpha/2|} + \frac{|d_w \cdot \cos \alpha/2 - h/2|}{\sin^2 \alpha/2} \cdot \Delta \alpha/2 \quad (11)$$

Warunek (6) i (7) w tym przypadku prowadzi do znanego wzoru na ϕ wałeczków optymalnych:

$$d_w = \frac{h}{2 \cdot \cos \alpha/2} \quad (12)$$

Warunki (3) i (4) dają:

$$y_{\alpha_1} = y_{\alpha_2} = y_{\alpha/2} = 0,$$

skąd wobec (5):

$$y_{\min} = 0 \quad (13)$$

W przypadku zatem szczególnym, gdy mierzony gwint jest symetryczny ($\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha/2$) użycie wałeczków dokładnie optymalnych eliminuje całkowicie wpływ błędów kątów na błąd ϕ podziałowej.

Streszczając otrzymane wyniki, widzimy, że nie ma istotnej różnicy w charakterystyce metody

*) Błędy wyrażone w mikronach.

trójwałeczkowej w odniesieniu do gwintu asymetrycznego i symetrycznego. Z punktu widzenia tej metody, pomiar gwintu przy doborze wałeczków optymalnych jest tym dokładniejszy, im mniejsza jest asymetria gwintu (im mniejsza różnica α_1 — α_2). W szczególności dla gwintu o asymetrii zerowej:

$$\lim_{\alpha_1 \rightarrow \alpha_2} y_{\min} = 0. \quad (14)$$

Przy użyciu metody trójwałeczkowej należy posługiwać się wzorem (1) dla wyliczenia ϕ podziałowej, wzorem (2) — dla scharakteryzowania dokładności pomiaru. Wałeczki optymalne stykają się zawsze z powierzchnią nośną gwintu o kącie większym i wyliczają się według wzoru (7).

W szczególnym przypadku gwintu symetrycznego można korzystać z uproszczeń wspomnianych wzorów, a mianowicie z zależności: (10), (11), (12).

Wyrób i zastosowanie niskochromowych stali nierdzewnych *)

STALE o zawartości ponad 15% Cr i poniżej 0,2% C krzepną jako ferryt i nie przechodzą przemian aż do najniższych temperatur. Stal o 18% Cr i powyżej 6% Ni jest nieodwracalną austenityczną. Autor wprowadza dla nieodwracalnych stali ferrytycznych termin „żelazo nierdzewne“ — ponieważ nie można ich utwardzać przez hartowanie (zmienna rozpuszczalność C w α -Fe?), natomiast stale austenityczne i chromowe, dające się hartować, określa nazwą „stali nierdzewnych“. Stal o 4—6% Cr i 0,10—0,25% C można hartować w 875° C, zwiększając granicę płynności i wytrzymałości i zachowując doskonale własności plastyczne. Hartując w powietrzu i odpuszczając osiąga się kosztem wytrzymałości lepszą ciągliwość.

Stosunek $\frac{Q_r}{R_r}$ wynosi ok. 0,8 po hartowaniu w powietrzu i odpuszczeniu w 600° C. Do obróbki na zimno należy wyżarzać w 860° C i chłodzić z piecem. Dzięki hartowaniu można rozbijać ziarno tych stali, a przez obróbkę na zimno mało się je utwardza w odróżnieniu od stali austenitycznych, które stają się na skutek zgniotu częściowo magnetyczne i silnie twardnieją. Gdy zawartość Cr wzrasta do 11,5 — 12%, gwarantując zupełną nierdzewność, osiąga się lepsze wyniki, gdy hartuje się stal w oleju od 955 — 985° C, a także przegrzanie ponad krytyczną temp. (835°) jest potrzebne dla rozpuszczenia węglików. Odpuszczanie przeprowadza się w 600 — 650° C. Najlepiej stosować do ogrzewania kąpiele solne lub neutralną atmosferę, by uniknąć zgorzeli. Zmiękczenie przez 1/2 h w 650—760° z następnym chłodzeniem w piecu daje najlepsze wyniki. Powolne chłodzenie od 840° powoduje trudności w skrawaniu. Lepszą skrawalność osiąga się przez normalizowanie z niskich temperatur (840 — 870° C), gdy twardość Brinella leży w granicach 200 — 300 kg/mm². Wadą stali tego rodzaju są duże odkształcenia podczas przechodzenia przez krytyczną temperaturę, a mała przewodność cieplna (niższa o 25 — 50% od przewodności stali węglowych) potęguje naprężenia. Po przejściu przez punkt krytyczny trzeba stal chłodzić po kuciu, spawaniu lub walcowaniu powoli, gdyż inaczej może nabyć kruchości, dającej się odczuć nawet podczas skrawania nieznormalizowanych odlewów. Zapobiec hartowaniu się stali chromowych w powietrzu można „neutralizując“ węgiel przez dodatek 5 — 8

razy większej od zawartości C ilości Ti, lub 8 — 10 razy większej ilości Nb. Mo i W, a także Si, powodują, podobnie jak Ti i Nb, wiązanie węgla w węgliki i rozpuszczanie Cr w żelazie oraz wpływają na tworzenie się austenitu. Stale chromowe krystalizują grubo i mają słabo związane ze sobą kryształy, szczególnie na narożach, co obok ich dużej wytrzymałości w podniesionych temperaturach utrudnia obróbkę na gorąco. Wąski zakres temperatur kucia wymaga starannej kontroli pirometrycznej podczas przeróbki. Pręty grubsze od ϕ 25 mm ogrzewa się wstępnie do 815 — 870° i ładuje do pieca, powoli ogrzewając do 1 100 — 1 150° C. Nisko węglowe stale zaczyna się kuć w 1 200° C, inne — ok. 1 100° C, kończąc kucie zawsze w 925° C. Mały zakres kucia i wielokrotne ogrzewania do kucia ułatwiają wzrost ziarna i powstanie silnie przylegającej zgorzeli, stanowiącej następnie źródło szeregu wad powierzchni walcowanych. Kucie w foremnikach musi być wykonane b. gorąco, podobnie jak odcinanie wąsa z kucia, które na zimno można przeprowadzić tylko po b. starannym wyżarzeniu. Trudna obróbka na zimno wymaga żarzenia natychmiast po obróbce, i to po starannym oczyszczeniu powierzchni, jeżeli się chce uniknąć zgorzeli. Obecność wtrąceń niemetalicznych silnie wpływa na obróbkę na zimno, a gruboziarnistość odbija się niegładkością powierzchni. Skrawanie stali chromowych jest trudne ze względu na „mazanie“ się w stanie zmięczonym, a dużą twardość w stanie ulepszonym. Dla ułatwienia obróbki stosuje się dodatek ZnS lub MoS, niekiedy Se. Dodatek bezpośredni siarki naraża na kruchość na gorąco. Najlepszą skrawalność uzyskuje się przy twardości 200 — 250 kg/mm² wg Brinella. Narzędzia powinny być ostre i twarde, wyposażone w łamacze wiórów, najlepsze są cienkie ostrza przy bardzo silnym chłodzeniu.

Ze względu na duże różnice własności, zależne od małych różnic składu, niską przewodność cieplną, hartowanie się w powietrzu i związane z tym krzywienie się oraz pęknięcie, spawanie stali chromowych nasuwa duże trudności. Trzeba unikać utlenienia i nawęglania oraz powstania wtrąceń niemetalicznych, a po spawaniu szybko wyżarzyć całą sztukę w ok. 700° C w przypadku stali niskowęglowych, a w 815° C — w przypadku wysokowęglowych. Staliwo wolne od wad można spawać po ogrzaniu do 150° C. Największy wpływ drobnych różnic składu chemicznego zaznacza się w stali o 11 — 14% Cr i ok. 0,15% C, a zmiany te wywołuje w pierwszym rzędzie C, następnie Ni, Si i Ti. Do spawania nadają się szczególnie stale o 4 — 6% Cr, szczególnie z dodatkiem ok. 0,5% Mo, który w odróżnieniu od Ti nie powoduje zmniejszenia wytrzymałości po hartowaniu w powietrzu. Cienkie blachy najlepiej spawać arcatom'em. W spawaniu łukowym używa się elektrod o składzie materiału spawanego z otuliną pochłaniającą tlen i azot. Spawanie punktowe powoduje lokalne hartowanie i wymaga b. czystej powierzchni, dobrego kontaktu, szybkiego spawania i natychmiastowego wyżarzenia po spawaniu. Spoiny trzeba polerować, unikając wgniecenia żelaza, które tworzy ogniwo, przyspieszające korozję. Badanie rentgenograficzne spoin jest szczególnie polecane.

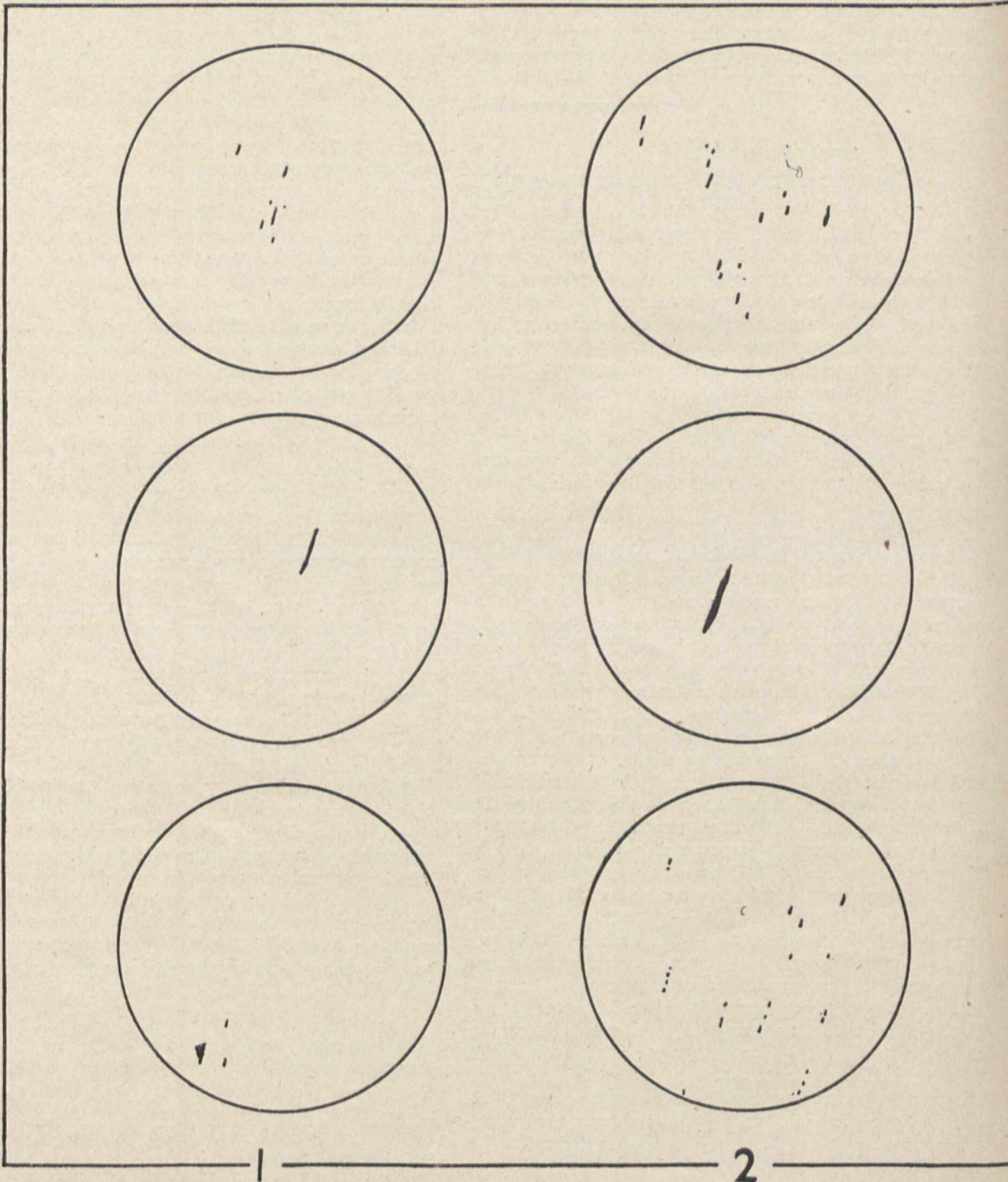
Odporność stali chromowej na korozję wykazuje 2 punkty zwrotne. Począwszy od 11,5% Cr zaczyna się prawdziwa nierdzewność, a powyżej 20% Cr — ognioodporność. Stal o 4 — 6% może być jednak uważana za silnie odporną na rdzę, a przy tym zachowuje pełną wytrzymałość do 400° C i dużą odporność na utlenianie poniżej 650° C. Najczęściej stosuje się stal o 4 — 6% i 11,5 — 14% Cr, stal około 9% Cr popierano silnie, nie zyskała jednak szerokiego uznania, jako mało ciągliwa i słabo nierdzewna.

*) B. Stoughton, *Heat Treating and Forging*, 24 (1938), Nr. 5, str. 237/43.

Stal o 4 — 6% Cr jest tania, w porównaniu ze stałą węglową znacznie odporniejsza na rdzewienie, jednakowo ciągliwa, a wytrzymałsza. Obrabia się łatwiej niż stal 11,5 — 14% Cr, łatwiej można ją spawać, mając duże możliwości zmian drogą obróbki cieplnej. Głównie stosuje się ją w rafineriach ropy i w aparatach chemicznych, pracujących pod dużym ciśnieniem na gorąco. Ta stal z dodatkiem 0,5% Mo lub 1% W pracuje w wężownicach rafinerii w temp. 260 — 540°C lepiej od stali „18 — 8“, która pęka na skutek wydzielenia węglików na granicach ziarn. Stal o 11,5 — 14% Cr jest o 50% wytrzymałsza od austenitycznej „18 — 8“, lecz mniej ciągliwa. Po przekroczeniu 14% Cr ujawnia skłonność do rozrostu ziarn. Stal na noże

zawierała pierwotnie 0,35% C i 13,5% Cr, potem 0,7% C i 16,5% Cr. Noże do obróbki metali z takiej stali są za miękkie. Wyrzewa się ją długo w 790 — 815°C, potem szybko nagrzewa do 995 — 1 050°C, hartuje w oleju i odpuszcza w 150 — 425°C. Dla zabezpieczenia dobrej nierdzewności należy stal nożową polerować. Stal 0,15% C i 12,5% Cr można przez obróbkę na zimno doprowadzić do twardości, wystarczającej na noże stołowe. Stal 1,35 — 2,35% C i 11 — 17% Cr nie odkształca się w hartowaniu i jest b. trudno ścieralna, wykazując pełną nierdzewność, lecz bez ogniodporności. Na części wodnopłatowców chętnie stosuje się martensytyczną stal 18% Cr i 2% Ni w różnych stopniach obróbki cieplnej.

K.



Rys. 1. Karta zanie

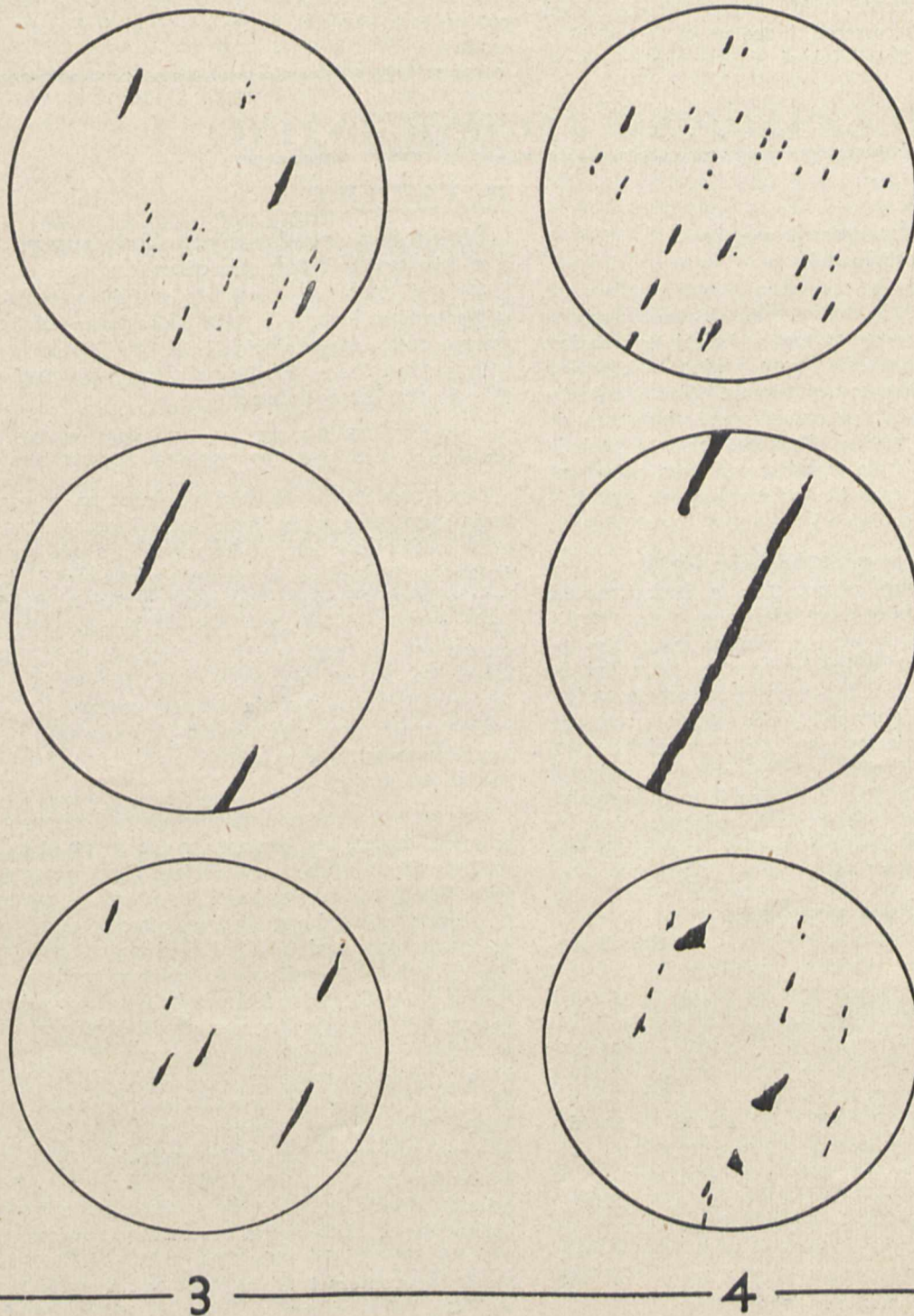
Badanie ilościowe zanieczyszczeń w stali*)

Inż. met. **Z. Majewski**

DO BADAŃ bierze się odcinki z głowy, środka oraz stopy wlewka. Każdy odcinek przekuwa się lub przewalcowuje na pręty o średnicy około 35 mm, odcina się próbkę długości około 12 mm i przecina się ją podłużnie przez oś pręta. Próbkę hartuje się, a następnie przepiłowaną powierzchnię przygotowuje się do mikrobadań.

*) Stosowane w Anglii, w zakładach S. Fox Comp. Stocksbridge.

Próbki bada się od brzegu do brzegu wzdłuż osi. Badając pod powiększeniem $130 \times$ robi się 30 pomiarów obok siebie wzdłuż jednej osi, a 30 wzdłuż drugiej osi próbki, czyli sumarycznie 60 pomiarów. Według załączonej „karty zanieczyszczeń“ (rys. 1) określa się cyfrowo stopień zanieczyszczenia każdego badanego miejsca. Rozróżnia się cztery grupy zanieczyszczeń, oznaczone cyframi 1 — 4. Ilość miejsc odpowiadających danej grupie zanieczyszczeń mnoży się przez cyfrę danej grupy, iloczyny te następnie się dodaje, a otrzymana suma określa cyfrowo zanieczyszczenie całej próbki, co nazwano „liczbą zanieczyszczenia“ próbki.



Przykład:

| Ilość badanych pól | Ilość pól | | | | |
|-------------------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | czystych | zanieczyszczonych 1 | zanieczyszczonych 2 | zanieczyszczonych 3 | zanieczyszczonych 4 |
| 60 | 18 | 30 | 10 | 2 | 0 |
| Liczba zanieczyszczenia | | | | | |
| $30 \times 1 = 30$ | | | | | |
| $10 \times 2 = 20$ | | | | | |
| $2 \times 3 = 6$ | | | | | |
| $0 \times 4 = 0$ | | | | | |
| <hr/> | | | | | |
| $= 56$ | | | | | |

Jeżeli zanieczyszczeń na badanym polu jest mniej niż połowa ilości zanieczyszczeń grupy 1, to liczy się zero, od 1/2 do 2 1/2 liczy się 2 itd.

Na karcie zanieczyszczeń każda grupa zanieczyszczeń ma trzy rodzaje zanieczyszczeń, które mogą zachodzić w różnych typach stali. Jeżeli jakieś krusze zanieczyszcze-

nia wykruszyły się, pozostawiając tylko zagłębione miejsce, to liczy się to również.

Przy badaniach lepiej jest zachować wymiary próbek oraz stopień powiększenia podany wyżej, jednak zmiany w tych wymiarach nie odgrywają zasadniczej roli w wyniku. O ile zastosujemy większe powiększenie, to na jednym obrazie poszczególne zanieczyszczenia będą wprowadzić większe, ale będzie ich mniej, wobec czego grupa, do której zaliczymy próbkę, nie ulegnie zmianie. O ile średnica próbki nie będzie 35 mm, ale np. 100 mm, to jeżeli tylko równomiernie rozłożymy tych 60 badanych miejsc, wówczas liczba zanieczyszczenia przypuszczalnie nie zmieni się znacznie.

Dla różnych gatunków stali oraz zależnie od ich przeznaczenia określa się maksymalną liczbę zanieczyszczeń jednej, względnie wszystkich trzech (głowa - środek - stopa) próbek, powyżej której materiał jest oceniany jako wadliwy.

PRZEGLĄD CZASOPISM TECHNICZNYCH

ENERGETYKA

Nowa metoda dystalacji węgla w niskiej temperaturze

A. Thau opisuje w czasopiśmie *Feuerungstechnik* (15 marca 1938 r. str. 73/6) metodę zw. „Coalene“ dystalacji węgla w niskiej temperaturze, w której to metodzie jako nośnik ciepła występuje para wodna niskoprężna (0,7 kg/cm²) bardzo wysoko przegrzana (650° C). Umożliwia to omawianą dystalację nawet węgla skłonnych do spiekania się. Istnieje możliwość zastosowania tej metody do instalacji na małą skalę. Artykuł przytacza cyfry wydajności koksu, smoły, gazu i oleju gazowego w dystalarni o 2-ch piecach, przerabiającej 15 — 20 t węgla dziennie.

Wydobywanie i brykietowanie torfu

W wydawnictwie *Journ of the Inst. of Fuel* (kwiecień 1938, str. 344 — 356) znajdujemy interesujący opis eksploatacji torfowiska pod Dublinem w Irlandii. Wydajność instalacji wynosi 50 000 t brykietów rocznie. Autor opisuje najpierw odwodnienie i in. prace przygotowawcze na torfowisku, następnie wydobywanie torfu zapomocą tzw. frezowania, potem suszenie wstępne torfu na miejscu, dostarczonego odp. rurociągiem. Po tej operacji następuje przeróbka torfu (sposób „Peco“) i suszenie torfu sproszkowanego w specjalnych suszarniach wielostopniowych, wreszcie brykietowanie proszku suchego w prasach specjalnych pod ciśnieniem 5 tonn na cal kw. (ok. 800 kg/cm²).

Wodór jako paliwo silnikowe

Informowaliśmy już na tym miejscu o angielskich pracach na polu budowy silników napędzanych wodorem (silnik Errena*), które odznaczają się ważnymi zaletami zwłaszcza w specjalnych wypadkach zastosowania (łódzie podwodne, gdzie produkt spalania — woda — oraz produkt „odpadowy“ elektrolizy — tlen — mają szczególne znaczenie). W omawianym artykule (A. Pignot, *Journ. des Usines à Gaz* t. 62 (20 maja r. b.), str. 235/6), znajdujemy ogólne uwagi o tym paliwie i jego wytwarzaniu drogą elektrolizy. Wodór gromadzi się pod ciśnieniem 200 at, zaś rozchód energii wynosi 4 533 kWh na 1 m³ wodoru o temp. 15° przy ciśn. 760 mm sł. rtęci. Silnik Errena wykazuje dziś sprawność ogólną (energia na wale silnika: energia zużyta na elektrolizę) sięgającą 0,28. Poza tym autor rozważa zastosowanie amoniaku jako paliwa.

*) *Przeł. Mech.* t. 3 (1937 r.), str. 706.

HUTNICTWO

Złóża rud miedzianych Outokumpu w Finlandii i ich przetop

Złóża w Outokumpu odkryto w 1910, a rozwinięto po wybudowaniu kolei w r. 1928. Odbudowa podziemna dostarcza rudy, zawierającej 11 — 12% siarczków miedzi, 30% piryty i 15 — 16% błyszczu magnetycznego (4% Cu; 25% S; 26% Fe) w ilościach:

| w r. | 1928 | 1929 | 1930 | 1931 | 1932 | 1933 | 1934 | 1935 | 1936 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| tys. tonn | 35 | 102 | 127 | 156 | 158 | 173 | 275 | 352 | 369 |

Zapas rud ocenia się w przybliżeniu na 20 miln. tonn. Ruda przechodzi przez flotacyjne wzbogacenie w siarczki przez oddzielenie ich od kwarcytów, a następnie przez flotacyjny podział na koncentrat miedzio- i piryty. Piryty zużywa przemysł celulozowy, a siarczki miedzi — po przeprażeniu w pobliskiej fabryce kwasu siarkowego — przechodzą do huty miedzi w Imatrze. Huta jest o tyle niezwykła, że jest całkowicie zelektryfikowana i, nie używając paliwa, nie posiada własnej prażalni rud. Bliskość wodnej elektrowni zdecydowała o zaniechaniu stosowania importowanego węgla także zresztą z punktu widzenia obronności kraju.

Do przetopu rudy na „stein“ służy największy pojemnością piec elektryczny oporowy świata. Trzon pieca jest szamotowy (60 cm grub.) z wyłożeniem 70 cm warstwą magnezytu. Ściany boczne, grubości 60—80 cm, — magnezytowe. Po stronie 6 otworów spustowych płaszcz stalowy zastąpiono chłodzonymi wodą płytami miedzianymi, podobnie jak w okolicy 2 spustów żużlowych. Ponieważ podczas przetopu wydziela się SO₂, piec jest zamknięty. Proces jest analogiczny, jak w piecu płomiennym. Elektrody są zanurzone w żużlu, który tworzy opór grzewczy. Piec pobiera 9 000 kVA, pracuje na napięciu 70 — 120 V, pobierając na fazę 30 — 35 tys. amp. Przeciętne zużycie prądu 500 kWh/t wsadu. Wytwórczość dzienna — 250—300 t wsadu. Wsad zawiera 43% nieprażonych koncentratów, 31% prażonych koncentratów, 6% CaCO₃ i 13% piasku o 94% SiO₂; jako dodatek stosuje się 21% pyłu i 20% żużla z konwertorów rafinacyjnych. Koncentrat miedzio- i piryty zawiera 20% Cu; 37% Fe; 36% S i 6% SiO₂. Stein o 35 — 45% Cu przerabia się w konwertorach Ø 2,7 × 4,7 m na miedź hutniczą o 99% Cu, którą odlewa się w anody 250 kg. Miedź hutnicza zawiera 12 g/t Au i 150 g/t Ag. Gazy wylotowe, za-

wierające 5 — 6% SO₂, oddają SO₂ płucze z zasadowego siarczanu aluminium, po czym przez ogrzewanie wydziela się zaabsorbowany SO₂ (Imperial Chemical Ind. Ltd.) i, sprężając, skrapla. Wytwórczość plynego SO₂ wynosi 50 t/24 h — największa tego typu na świecie. (E. M ä k i n e n, *Metall u. Erz*, 35 (1938), str. 25/33).

k.

KOLEJNICTWO

Lokomotywy dieselowskie wielkiej mocy

W obszernym artykule autorzy omawiają historię rozwoju lokomotyw dieselowskich, zwłaszcza rozwój przekładni. Następnie przytaczają szczegółowy opis najnowszej lokomotywy wprowadzonej na kolejach Rzeszy: silnik MAN, 8-cylindrowy w układzie szeregowym, o wymiarach 300 × 380 mm, o mocy 920 — 1 400 KM przy 700 obr./min, przekładnia hydrauliczna Voith'a. Opis uzupełnia analiza przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych szczegółów ustroju oraz wyniki badań odbiorczych i ich zastosowanie do badania nowych konstrukcyj. Artykuł kończą uwagi o widokach przyszłego rozwoju lokomotyw dieselowskich dużej mocy. (Boettcher i Reutter. *Org. f. d. Fortschritte des Eisenbahnwes.*, 93 (1938), str. 63/73).

Nowe lokomotywy „Sentinel” dla egipskich państwowych kolei żelaznych

Egipskie koleje państwowe pozyskały lokomotywy o interesującym ustroju, opisywanym w *Railway Gazette* (t. 68, z dn. 4.III.1938, str. 419/22). Główną cechą ich ustroju jest, że są one wyposażone w 2 maszyny, całkowicie okapturzone i smarowane pod ciśnieniem, które przenoszą napęd, przez przekładnie zębate, każda na jedną oś. Maszyny mają cylindry o wymiarach 275 × 300 mm, liczba obrotów ich wynosi 600 na min. Kocioł parowy, opalany ropą lub węglem, pracuje pod ciśnieniem 14 ata.

Nowy typ pociągu Diesel-elektrycznego w Niemczech

Opisywany pociąg składa się z 4-ch wagonów; pierwszy — napędowy zawiera zarazem przedział bagażowy i pocztowy; ciężar ogólny pociągu wynosi 207 t. Główny silnik jest typu M. A. N., 8-cylindrowy 300 × 380 mm, o mocy 1 400 KM przy 700 obr./min, z doładowaniem syst. Büchi. Urządzenie elektryczne dostarcza Brown Boveri; prądnicą (1 320 A, 1 150 V) zasila 4 silniki trakcyjne.

METALOZNAWSTWO

Hartowność i jej wpływ na części, obrabiane cieplnie

Po hartownością rozumie autor nie największą osiągalną twardość danej stali, lecz zdolność do hartowania się, której miarą może być szybkość chłodzenia potrzebna do osiągnięcia największej twardości po hartowaniu. Mało hartowna stal wymaga ostrych ośrodków hartowniczych. W przypadku tych samych szybkości chłodzenia bardziej hartowna stal utwardzi się silniej w głąb, niż stal o małej hartowności. Dawniej regulowano hartowność stali, stosując dodatki stopowe, obecnie także drogą wpływania na wielkość ziarna austenitu. W przypadku pożądaną dużej ciągliwości staramy się o małą hartowność, w przypadku potrzeby łatwości hartowania i dużej wytrzymałości lepiej wybrać stal o dużej hartowności. W przypadku części o skomplikowanych kształtach, które przy b. szybkim kurczeniu się łatwo pękają, lepiej zastosować stal o dużej hartowności, która umożliwi zastosowanie wolniej chłodzącego ośrodka hartowniczego bez

szkody dla własności stali. Powołując się na prace Baina i Davenporta (*Transactions, Amer. Institute of Mining and Metallurgical Engs., Iron and Steel Division 3* (1930) str. 117/54) stwierdza autor, że można oprzeć pomiary hartowności na badaniu szybkości tworzenia perlitu w temp. ok. 540° C. Inny sposób, oparty na badaniach Frencha, opierałby się na poszukiwaniu minimalnej szybkości, wykluczającej powstanie perlitu (troostytu). Najczęściej jednak stosuje się próbę „P—F” Shepherd'a (*Transactions Am. Society for Metals*, 22 (1934) str. 979), polegającą na pomiarze grubości warstwy zewnętrznej, martensyticznej, zahartowanej próbki.

Jedną z najprostszych i najdokładniejszych metod pomiaru hartowności jest wykreślanie krzywych rozkładu twardości na przekroju zahartowanej próbki. Próbkę hartowaną o znormalizowanych wymiarach łamie się, lub przecina, wygładza przekrój i wykonuje na przekroju dwie serie pomiarów twardości wzdłuż dwu skrzyżowanych linii, przechodzących przez środek, otrzymując po cztery pomiary twardości dla tej samej odległości warstwy od brzegu. Średnia z czterech pomiarów oznacza się na wykresie. Badanie mikroskopowe wykazuje, że warstwa zewnętrzna jest czysto martensyticzna, natomiast w miarę zbliżania się do środka zwiększa się zawartość składników perlitycznych. Badania autora wykazały, że spadek twardości w skali Rockwella C na przekroju hartowanej próbki jest niemal proporcjonalny do zawartości składników perlitycznych (troostyt, sorbit, perlit). Gwałtowny spadek twardości w pewnej odległości od brzegu wiąże autor z kształtem krzywej „S” Baina, stwierdzając, że w miejscach, gdzie stal stygła z szybkością mniejszą od krytycznej, najpierw nieznacznie zmniejszą, wytworzyło się mało perlitu, nieco dalej szybkość tworzenia perlitu gwałtownie wzrosła, by następnie wzrastać już nieznacznie. Hartując pręty tej samej stali o stale zwiększającej się średnicy, otrzymuje się na b. cienkich tylko martensyt, potem w miarę wzrostu średnicy w środku pojawia się pewna ilość perlitu, która w miarę wzrostu średnicy rośnie najpierw b. szybko, potem coraz powolniej, jak to autor wykazał doświadczalnie. Istnieje zatem pewna średnica „krytyczna”. Jeżeli dwie stale wykazują podobną krzywą hartowności w małych średnicach, nie wystarczy do ich oceny, gdyż w przypadku „krytycznych” średnic różnica może być bardzo duża. To też znajomość „krytycznych” średnic może być bardzo ważnym czynnikiem oceny praktycznej (w badaniach autora ok. Ø 28 — 32 mm). Na złomie prób „P—F” granica zahartowania odpowiada miejscu o gwałtownym wzroście perlitu, to też charakterystyka „P—F” zależy od „krytycznej” średnicy i może dawać błędną ocenę hartowności, jeżeli łamane próbki są dalekie od wymiarów „krytycznych”.

k.

Rola molibdenu w stalach odpornych na wyższe temperatury i korozję

Molibden wpływa wyraźnie na podwyższenie granicy pełzania stali.

Fakt, że większość stali molibdenowych jest praktycznie wolna od kruchości odpuszczania, sprawia, że nadają się one na części narażone przez dłuższy czas na działanie wysokich temperatur. Inne dodatki stopowe, dodawane zazwyczaj dla polepszenia odporności na korozję, mogą także polepszyć wytrzymałość stali w podwyższonych temperaturach.

Do różnych rodzajów pracy w podwyższonych temperaturach stosowane są następujące stale: molibdenowe,

chromowo-krzemowo-molibdenowe, manganowo-molibdenowe, niklowo-molibdenowe, chromowo-niklowo-molibdenowe, chromowo-wolframowo-molibdenowe i chromowo-molibdenowe w rodzaju 4100 (SAE). Stale chromowo-molibdenowe i chromowo-krzemowo-molibdenowe są szeroko stosowane w przemyśle naftowym, gdzie są narażone nie tylko na wysokie temperatury i ciśnienie, lecz również i na korozję.

Stal molibdenowa stosowana jest we wszelkiego rodzaju urządzeniach na wysokie ciśnienie i wysoką temperaturę, a także w przemyśle naftowym. Stal manganowo-molibdenowa stosuje się na śruby turbinowe, kołki śrubowe itd., podczas gdy na śruby i odlewy pracujące w wysokiej temperaturze używa się stali niklowo-molibdenowej i chromowo-niklowo-molibdenowej. Stal chromowo-wolframowo-molibdenowa oraz stale SAE 4100 są również stosowane na śruby i kołki śrubowe.

Molibden w stalach nierdzewnych (typu 18-8) poprawia ich odporność na korozję, skutecznie podnosi ich odporność na działanie kwasów organicznych, żrących roztworów i większości kwasów beztlenowych. Molibden można również dodawać w celu zmniejszenia korozji międzykryształicznej, nie pogarszając odporności na korozję powierzchniową. Stale nierdzewne z domieszką molibdenu można bez trudu spawać. Próby wykazały, że granica pełzania stali nierdzewnych w temperaturze ca. 800° C wzrasta prawie dwukrotnie dzięki dodatkowi ca. 3% molibdenu. (*Machinery*, N. Y., styczeń 1938 r.) E. M.

ODLEWNICTWO

Metalurgia żeliwa

Biorąc za podstawę klasyfikacji twardość Brinella, autorzy stwierdzają, że zależy ona od składu chemicznego, rodzaju materiałów, warunków topienia, sposobu chłodzenia i obróbki cieplnej. Wpływ składu chemicznego przejawia się w postaci występowania węgla. Najmniejsze żeliwo zawiera węgiel tylko w postaci wolnej, a więc składa się z ferrytu i grafitu lub węgla żarzenia. Perlit definiują autorzy jako mieszaninę 6 części ferrytu o twardości 100 kg/mm² i jednej części cementytu o twardości 700 kg/mm². Przez zwiększenie zawartości cementytu i zmianę postaci osnowy z perlitycznej na martenzytyczną można osiągnąć twardość do 1000 kg/mm². Nad-eutektyczne żeliwa (ponad 4,3% C w układzie Fe - C) bardzo łatwo wydzielają grafit, jednak skutek zmniejszający obecności grafitu można maskować równoczesnym zwiększeniem ilości węgla związanego.

Krzem każdym swoim procentem zawartości zmniejsza zawartość eutektyczną węgla o 0,3%, przyczyniając się do ułatwienia grafityzacji. Powyżej 3% Si cementyt rozkłada się całkowicie, a równocześnie zawartość eutektyczna węgla zbliża się do zera. Mangan związany w siarczek pozostaje bez wpływu na postać węgla, powyżej jednak zawartości przekraczającej ustalenie równowagi wiązania MnS (Mn > 1,72 · S + 0,2 ÷ 0,3% Mn) mangan tworzy podwójny węglík z żelazem, a ten węglík jest twardszy od cementytu. Powyżej 1% nadmiaru Mn hamuje przemianę perlityczną, a powyżej 10% Mn żeliwo staje się austenitycznym.

Siarka w postaci FeS utrwala cementyt. Fosfor obniża, podobnie jak krzem, zawartość eutektyczną węgla, nie wywierając prawdopodobnie bezpośredniego wpływu na postać węgla.

Nikiel jest grafityzatorem mniej więcej 3 razy słabszym niż krzem (i fosfor), wpływa jednak na utwardzenie osnowy przez hamowanie przemiany perlitycznej. Chrom tworzy podwójny trwały węglík z żelazem i działa tak

silnie, że żeliwo o 3% Cr jest białe. W mniejszych ilościach wpływa Cr na rozdrobnienie perlitu i utwardzenie osnowy żeliwa. Wchodząc w roztwór stały, Si, Ni, Cr itd. utwardzają feryt.

Wpływ krzemu jest mało widoczny ze względu na grafityzację, a po przekroczeniu maksimum grafityzacji (3%) żeliwo staje się b. kruche. P tworzy fosforiki, a te z kolei tworzą w żeliwie białym podwójną, a w szarym potrójną eutektykę. 1% P wytwarza ok. 10% twardej eutektyki (steadytu). Mn w postaci krzemianów tworzy niebezpieczne w skrawaniu twarde żuźle. Żeliwa eutektyczne wydzielają cały nadmiar węgla, nierozpuszczalnego w austenicie, pod postacią grafitu. Cementyt wydzielony po skrzepnięciu ma mniejszą skłonność do rozkładu na grafit. Im mniej węgla, tym trudniej grafityzuje cementyt. Wyżarzenie w temperaturach powyżej $A_{c1} = A_{c3}$ jest pewnym procesem grafityzacji, zależnym od temperatury i czasu trwania ogrzewania.

Hartowanie żeliwa wymaga dużych szybkości stygnięcia od temperatur powyżej A_{c3} , to też udaje się z lepszym skutkiem, gdy żeliwo zawiera składniki stopowe, zmniejszające potrzebną do uzyskania martenzytu szybkość krytyczną. Azotowanie udaje się na żeliwach z dodatkami Al, Cr, V, Ni, Ti i Mo w różnych stosunkach. Rozważając wytrzymałość na rozciąganie, autorzy stwierdzają, że trzeba rozważać ją z punktu widzenia osnowy, skoro ferryt ma $R_r \approx 32$ kg/mm², gruby perlit $R_r \approx 60$ kg/mm², a eutektoid termicznie ulepszony do 120 kg/mm². Grafit, jako lekki, zajmuje dużą objętość: 2^{1/2}% wagowo wyraża się jako 7^{1/2}% objętościowo. Zmniejszając wielkość płatków grafitu, zwiększa się wytrzymałość, a to po części też dzięki temu, że część węgla występuje w postaci perlitu. Autor podaje sposób klasyfikacji grafitu, oparty o przyjęcie jednostki długości i podawanie w niej długości i grubości nitek grafitu. Jako sposoby uzyskiwania drobnego grafitu zaleca autor:

- 1.) Zimny dmuch w wielkich piecach;
- 2.) Przegrzanie podczas topienia i odlew w normalnej temperaturze;
- 3.) Wprowadzanie dodatków grafityzujących po stopieniu;
- 4.) Wywoływanie drgań w płynnym żeliwie;
- 5.) Przepuszczanie łagodnie utleniającego gazu (np. CO₂) przez płynne żeliwo, zawierające tytan.

Fosfor, tworząc kruchą eutektykę na granicach ziarn, osłabia żeliwo, uwidoczniając swój wpływ szczególnie w żeliwie o drobnym graficie. Kruchość steadytu szczególnie osłabia materiał.

Szczelność odlewów wiąże się z wytrzymałością, drobnym grafitem i nieobecnością porów i pęcherzy. Odporność na wysokie temperatury zależy od pęcznienia żeliwa, tworzenia zgorzeli, kruchości i mięknięcia. Pęcznienie zależy od wewnętrznego utleniania, wnikażącego wzdłuż grafitu, i grafityzacji. Mięknięcie jest związane z początkiem topienia, który np. obniża się od dodatku fosforu. (A. E. Peace i P. A. Russel. *Foundry Trade Journ.* t. 58 (1938), zesz. 1121, str. 135/7 oraz zesz. 1122, str. 165/8).

K. K.

Formowanie w odlewni aluminium

Lekkość aluminium ułatwia formowanie, nie wymagając tak silnego ubicia formy, obciążenia skrzynek, ale utrudnia ujście gazów. Mała wytrzymałość stopów Al w wysokich temperaturach wymaga miękkości form, jeżeli chcemy uniknąć pęknięcia odlewów. Szczególnie łatwo pękają odlewy o zawartości poniżej 5% Cu. Duży skurcz ułatwia powstanie porowacizn, wciągnięć i pęknięć. Im większy zakres temperatur krzepnięcia ma stop, tym większy jest

wpływ skurczu. Następujące wytyczne powinny kierować konstrukcją modeli: 1^o Unikać zmian grubości ścianek i raczej stosować żebra niż zgrubienia, 2^o Cienkie żebra należy starannie konstruować, a odlewać je tak, by leżały na dnie formy, gdzie metal lepiej formę wypełnia. 3^o Duże powierzchnie do obróbki ustawiać na dnie formy, a gdy to nie możliwe — dawać duże naddatki na obróbkę, by móc usunąć wadliwą część odlewu. 4^o Rdzenie powinny być duże, by były przewiewne. 5^o Gdy wymaga się szczelności, należy unikać oblewanych wkładek. 6^o Leje należy dobrać na kilku próbnym sztukach. 7^o Nie zawsze można stosować bez zastrzeżeń modele odlewów z innych metali do wykonywania form na aluminium. Piasek kwarcowy z lepiszczem glinowym jest najlepszy. Gruboziarnisty — do pracy w trzonie, drobnoziarnisty — do skrzynek. 6 — 8% wody daje najlepszą powierzchnię. Piasek kwarcowy o ziarnie 70—90 nadaje się najlepiej na rdzenie, drobniejszy — tylko na b. gładkie powierzchnie. Wyprawa rdzeni talkowa lub grafitowa daje najlepsze wyniki. Formy muszą być b. miękkie i przewiewne. Celem zapewnienia równomierności krzepnięcia w całej masie stosuje się chłodniki aluminiowe, miedziane, lub żelwne. Dużo leją ułatwia szybkie odlanie w niższej temperaturze, a trzeba dbać o to, by wir płynnego metalu był jak najmniejszy. Łatwo utleniające się stopy powinny mieć zbiorniki z przelewami do przewodów wlewowych. Wydechy o przekrojach prostokątnych o dłuższym boku równoległym do dłuższej osi odlewu dają dobre wyniki.

Obecność próżni skurczowych świadczy o słabym zasilaniu lub o niewłaściwej kolejności krzepnięcia. Błąd taki można usunąć przez zwiększenie nadlewów lub odpowiednie ich skombinowanie z chłodnikami, a czasem przez zmianę położenia leja, która zapewni ochłodzenie metalu.

Wciągnięcia na powierzchni są najczęściej skutkiem zbyt gorącego odlewu, a wtedy należy poszerzyć leje i odlewać metal chłodniej. Czasem wciągnięcia są skutkiem zbyt silnego ubicia, lub obecności wilgoci i części lotnych w formie. Cienkie odlewy mają często wciągnięcia w pobliżu lejów; wciągnięć tych można uniknąć, dając małe nadlewy obok lejów. Dziury i pęcherze są zazwyczaj skutkiem wzburzenia metalu przez mieszanie podczas zgarniania i odlewania. Niekiedy są skutkiem użycia złomu, uprzednio nie przetopionego. W tym wypadku środkami zaradczymi są: odp. przygotowanie złomu i zastosowanie zbiornikowych nadlewów. Porowacizna (nakłucia) pochodzi z niewłaściwego topienia. Unika się jej przez odlewanie w niskich temperaturach, przez staranny dobór władu i jego topienie. Niekiedy skutkuje zastosowanie chłodników i słabszego ubijania form. Pęknięcia są skutkiem kruchości na gorąco. W tym przypadku można wzmocnić przekroje, gdzie metal ma skłonność do pęknięcia, przez dodatkowe żeberka. Często pęknięcia pochodzą od przedwczesnego wyjmowania z form. Jeżeli pęknięcie pochodzi od naprężeń skurczowych, trzeba starać się zmniejszyć szybkość kurczenia w danym miejscu, lub zmienić konstrukcję odlewu. (H. J. Rowe, *Foundry*, 46 (1938), zes. 4, str. 28/31 i 74/76).

k.

TECHNIKA WARSZTATOWA

Ceramika metalowa

Ceramika metalowa, prowadząca do produkcji całkowicie gotowych wyrobów o niezwykle różnorodnych własnościach — dzięki doborowi składników, — staje się dziś nową dziedziną techniki, która budzi duże zainteresowanie i rokuje duże nadzieje rozwoju. O tej dziedzinie wspominaliśmy już na tym miejscu¹⁾ nieraz. Właściwie rozwój

obecny ceramiki metalowej stanowi wznowienie najstarszych metod hutnictwa.. Początki tego rozwoju datują się od r. 1900: spiekanie drutu z proszku osmu (1900 r.); możliwości zaś oddziaływania na własności tworzywa ilustruje fakt, iż dodatek tlenku toru reguluje drobnoziarnistość drutu wolframowego.

W ceramice metalowej ma duże znaczenie krzywa ziarnistości używanego proszku. Również dużą rolę mogą odgrywać pewne nieznaczne nawet domieszki, co dopiero niedawno się wyjaśniło.

Wytwarzanie składników wyrobu ceramicznego stanowi osobny zespół zagadnień. Niektóre metale wydobywa się z rzadkich związków chemicznych; dotyczy to molibdenu, tantal i kolumbu, który np. wydobywa się z dwulforku (metoda Balke'go).

Pewna grupa „spieków“ składa się z masy podstawowej, w którą wprowadzono cząstki drugiego tworzywa, stanowiącego składnik zasadniczego znaczenia. Jako najstarszy tego typu spiek wymienić można elektrody miedziowo-wolframowe do spawania punktowego oraz porowate panewki brązowo-grafitowe, mające cenne własności pochłaniania smaru drogą włoskowości. Przykład tej cechy spieków porowatych stanowi fakt pochłaniania miedzi przez pręt spieczony z proszku wolframowego: pręt taki w stanie rozgrzanym, wprowadzony do kąpiel miedzianej w atmosferze wodoru, pochłania miedzi do 40% własnego ciężaru, przy czym składnik pochłaniany jest nadzwyczaj równomiernie rozdzielony. Natomiast wszelkie dotychczasowe wysiłki wytworzenia panewek samosmarujących z o d l e w u porowatego nie dały rezultatów. Tymczasem mają one nader cenne zalety, poza samosmarowaniem: dokładność wyrobu, bez dalszej obróbki, całkowite wyzyskanie surowca (bez odpadków) i in.

Ciekawe jest, że gotowe wyroby ceramiki metalowej dają się często skrobać zwykłym szczyrzykiem, lecz przy frezowaniu lub toczeniu ich łamią się narzędzia nawet ze stali wysokowartościowej.

Przykładem techniki omawianej dziedziny jest mielenie węgla wolframu. Składnik ten, zmieszany z dodatkiem 3 ÷ 13% kobaltu i — jeśli potrzeba — węgla, miele się z domieszką parafiny. Istnieją już do tego specjalne młyny. Kobalt pokrywa przy tym każde ziarnko węgla wolframu i działa jako „przyśpieszcz“, gdy proszek jest następnie prasowany w bardzo wysokiej temperaturze (średnio na gotowy wyrób²⁾).

Jak dalece omawiana dziedzina techniki zyskuje na zainteresowaniu, świadczy fakt zorganizowania przez Am. Stow. Inż. Górników i Hutników aż dwóch zjazdów w Nowym Jorku w lutym r. b. na temat metali sproszkowanych (power metallurgy), które to zjazdy cieszyły się dużym powodzeniem.

Znany badacz angielski W. D. Jones w swej pracy o „podstawach nauki o metalach sproszkowanych“ rozróżnia 11 sposobów ich wytwarzania: 1) skrawanie, stosowane tylko do niektórych wysokowartościowych stopów; 2) przemiał na ziarna lub płytki; 3) wyrób ziarn drogą przelewania ciekłego metalu przez sito nad kąpielą chłodzącą (ołów, cynk, aluminium); 4) granulowanie — przez szybkie mieszanie podczas krzepnięcia ze stanu płynnego (brązy i aluminium zestalają się wówczas w ziarnach); 5) rozpylanie metalu płynnego w strumieniu gazu obojętnego; 6) skraplanie par metalu w postaci pyłu; 7) wyrób proszku karboonylu z żelaza i niklu; 8) redukcja chemicznie czystego tlenku wolframu; 9) wytrącanie drogą chemiczną proszku miedzi lub cynku np. z chlorków; 10) osady galwaniczne

²⁾ S. L. Hoyt, *Metal Progress* (XII.37 i II.38, str. 745 i 157).

¹⁾ *Przeł. Mech.* t. 3 (1937) str. 824 oraz t. 4 (1938) str. 105.

w postaci płatków lub gąbki po płukaniu i suszeniu gazem obojętnym; 11) destylacja: odpędzając ze stopu w postaci proszku jeden ze składników przez odp. ogrzewanie, uzyskuje się pozostałość (wyżej wrząca) w postaci porcowatego proszku o nader aktywnej powierzchni. (*Metal Progress* III, 38, str. 263).

R.

KRONIKA

Pierwszy Polski Kongres Techników

W dniach 11 — 13 listopada r. b. odbędzie się w Warszawie Pierwszy Polski Kongres Techników, organizowany przez Naczelną Organizację Stowarzyszeń Techników R. P. (NOST) pod hasłem „Przez zorganizowany świat techniczny do realizacji planu gospodarczego Polski“.

Zadaniem Kongresu jest naświetlenie roli technika, jako gospodarczego realizatora w jego działalności zawodowo-społecznej.

Koszt udziału w Kongresie wynosi 7 zł. Koszt Księgi Kongresowej, zawierającej referaty wygłoszone na Kongresie, z uchwałami i sprawozdaniem z Kongresu, wyniesie 3 zł. (przy zamówieniu nadesłanym równocześnie ze zgłoszeniem uczestnictwa w Kongresie; koszt samej książki w sprzedaży wyniesie 6 zł.).

O udziale w Kongresie należy zawiadomić „kartą zgłoszenia“ do dnia 1 listopada r. b. pod adresem: Komitet Organizacyjny I Polskiego Kongresu Techników, Warszawa-Sródmieście, ul. Wiejska 1 m. 40 (tel. 8.09-81), przesyłając równocześnie odp. opłatę (PKO Nr. 342 — NOST, komitet organizacyjny I-go Polskiego Kongr. Techn.).

Uczestnicy Kongresu otrzymają zniżki kolejowe oraz tani kwatery w razie zgłoszenia się przed 1 listopada).

Z Muzeum Techniki i Przemysłu

W związku z zatwierdzeniem przez władze miejskie planu regulacji terenów wystawowych nad Wisłą, budowa gmachu Muzeum Techniki i Przemysłu, który jest objęty tym planem, wkracza po 2^{1/2}-letnim okresie oczekiwania w stadium realizacji. Fakt ten został przyjęty z wielką radością przez wszystkie sfery, zainteresowane w należytej organizacji tej placówki, tak doniosłej dla życia kulturalnego i naukowego naszego kraju.

W związku z tą budową wylania się możliwość zarezerwowania w gmachu Muzeum, w dodatkowym skrzydle, miejsca dla paru instytucyj o charakterze specjalnym. Obecnie, gdy szczegółowe plany gmachu są jeszcze w opracowaniu, będzie możliwe ew. uwzględnienie specjalnych postulatów tych placówek, np. co do urządzenia laboratoriów, sal pokazowych, warsztatów itp.

Dyrekcja Muzeum Techniki i Przemysłu zwraca się tą drogą do instytucyj, które są zainteresowane tymi sprawami, a poza tym instytucyj pragnących zorganizować

warsztaty dla wynalazców itp., o jak najrychlejsze skomunikowanie się i sformułowanie swoich dezyderatów. (Adres: Warszawa, ul. Tamka 1, tel. 6-19-88).

XVIII Kongres Międzynarodowy Chemii Przemysłowej

Kongres powyższy odbędzie się w Nancy w dn. 22 września — 2 października r. b. Liczba zgłoszonych uczestników wynosi ok. 700. W programie nadesłanych referatów widnieją nazwiska wielu znakomitych autorów, jak Benedicks, Chevenard, Fauser i in.

Wodowanie 2 nowych statków polskiej marynarki handlowej

W dn. 25 i 26 ub. m. odbyło się w Anglii, na stoczni Swan Hunter & Wigham Richardson Ltd. w New Castle-on-Tyne wodowanie 2 nowych jednostek polskiej floty handlowej, mian. m/s „Sobieski“, który obsługiwać będzie linię Gdynia — Ameryka południowa, i s/s „Lida“ — trampu do przewozu drzewa, który obsługiwać będzie porty zachodnio-europejskie, stanowiąc własność Polsko-Brytyjskiego T-wa Okrętowego.

Wydatki światowe na brojenia

Według obliczeń niemieckiego Instytutu Badania Konjunktury, wydatki światowe na uzbrojenie w r. b. wyniosą — w złocie — 60 do 80 miliardów zł., przekroczą więc wydatki z r. ub. conajmniej o 10 — 15%. Instytut sądzi, iż cyfra tegoroczna będzie stanowiła maximum, gdyż przekroczy wydatki z r. 1929 dwukrotnie, a z r. 1913 — trzy lub 3^{1/2}-krotnie Wydatki rzeczowe na wszystkie cele zbrojeniowe, tzn. suma, jaka przypadnie całemu przemysłowi, wyniesie tyleż, co wartość wszystkich towarów, które w r. 1936 wywoziły wszystkie kraje Europy.

W. Brytania wydaje obecnie ok. 7% swego dochodu społecznego na brojenia, gdy w r. 1928 wydawała tylko 3%, we Francji % ten wzrósł w tym samym czasie z 4,5 do 10%, w Stanach Zjedn. — z 1 na 1,5%, w Rosji wydatek ten wynosił już w 1935 r. 12,5%, w Japonii — 8%. Dla Polski autor podaje cyfrę 9%, pomijając milczenie wydatki Niemiec. (*Maschinenbau*, VIII. 1938, str. 419).

Przemysł samochodowy w Niemczech

Sprzedaż samochodów produkcji niemieckiej w I półroczu b. r. wyniosła 143 320 jednostek (przyrost o 6% w stos. do r. ub.). Przy tym sprzedaż na rynku krajowym wykazała lekki spadek (o 1,4%), natomiast wywóz wzrósł o 30% w porównaniu z r. ub.

Przemysł samochodowy we Włoszech

Produkcja samochodów we Włoszech wykazuje w r. b. dalszy wzrost: gdy w r. 1936 wytwórczość miesięczna pojazdów do 12 KM mocy wyniosła średnio 1 989 szt., w r. ub. osiągnęła ona cyfrę 3 518 szt., a w r. b. dochodzi do 4 000. Samochodów o mocy 12 — 25 KM wytwarza się we Włoszech obecnie średnio ok. 1 400 miesięcznie.

TREŚĆ:

Z zagadnień wytrzymałościowych zbiorników o wysokim ciśnieniu wewnętrznym, nap. dr inż. M. T. Huber, profesor Politechniki Warszawskiej.

Paliwo zastępcze w piecach przemysłowych (metalurgicznych) opalanych gazem ziemnym (z uwzględnieniem możliwości powrotu na węgiel), nap. inż. J. Malecki.

Obliczanie cienkościennych dźwigarów pustych, nap. dyr. E. Kreissig.

Samoloty i urządzenia przyziemne w służbie P. L. L. „Lot“, nap. inż. W. Zaremba.

Dział sprawozdawczy: Metoda trójwałczkowa pomiaru gwintów asymetrycznych, nap. mgr. S. Bąk. — Wyrób i zastosowanie niskochromowych stali nierdzewnych, nap. K. — Badanie ilościowe zanieczyszczeń stali, nap. inż. Z. Majewski.

Przegląd czasopism technicznych.

Kronika.

Wiadomości Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich.

SOMMAIRE:

Sur la résistance des réservoirs soumis à une haute pression interne, par M. M. T. Huber, dr. ès sc. techn., professeur à l'École Polytechnique de Varsovie.

Combustibles de remplacement pour les fours métallurgiques (permettant le retour à la houille), par M. J. Malecki, ingénieur chimiste.

Calcul des poutres creuses aux parois minces, par M. E. Kreissig, directeur, Uerdingen s/Rhin.

Avions et installations d'aéroports de la Compagnie Polonaise de l'aviation civile „Lot“, par M. W. Zaremba, ingénieur mécanicien.

Variétés: Méthode de mesure des vis asymétriques, par M. S. Bąk, licencié ès sc. — Production et application des aciers anti-rouille à basse teneur en chrome, par M. K. — Essais quantitatives des impuretés de l'acier, par M. Z. Majewski, ingénieur métallurgiste.

Revue documentaire.

Chronique.

Bulletin de la Société des Ingénieurs Mécaniciens Polonais.

Apel Zarządu Głównego SIMP

WOBECE olbrzymiego wzrostu pozycji zaległych składek członkowskich, wyrażającej się kwotą około 30 000 zł, Zarząd Główny SIMP zmuszony jest zwrócić się z gorącym apelem do Kolegów, którzy zalegają w opłacie składek, aby w jak najszybszym czasie je uregulowali.

Fundusze bowiem naszego Stowarzyszenia wyczerpały się w związku z rozszerzeniem jego działalności, zwłaszcza wydawniczej, po wznowieniu czasopisma „Mechanik” oraz rozpoczęciu wydawnictwa „Technika Samochodowa”. Utrzymanie tych wydawnictw, realizacja dalszych zamierzeń, a przede wszystkim konieczność zlikwidowania bardzo znacznych zobowiązań Stowarzyszenia wobec wydawnictwa „Przegląd Mechaniczny”, wymaga zmobilizowania w najbliższym czasie wszystkich kwot, figurujących na rachunku zaległych składek.

Działalność naszego Stowarzyszenia i jego prace wydawnicze nie mogą ulec ani na chwilę osłabieniu. Przeciwnie, tempo prac SIMP powinno się stale wzmacniać, gdyż rozwój uprzemysłowienia Polski stawia przed nami coraz większe i pilniejsze zadania. Brak środków, na których dopływ mieliśmy podstawy liczyć, utrudni nam ogromnie wywiązanie się z tych zadań.

Wierzmy atoli, że apel nasz, poparty wymową przytoczonej liczby, znajdzie pełne zrozumienie i poparcie u Kolegów.

Konferencja obrabiarkowa

Sekcja Warsztatowa SIMP organizuje w listopadzie b.r. w porozumieniu z Grupą Producentów Obrabiarek przy P. Z. P. M., — Konferencję Techniczną Pracowników Przemysłu Obrabiarkowego.

Konferencja powyższa zwołana zostaje celem podniesienia poziomu personelu technicznego fabryk obrabiarkowych. Tematy referatów, które mają być wygłoszone, zostały ułożone w ten sposób, aby zawierały całokształt zagadnień, najaktualniejszych w dobie obecnej dla pol-

skiego przemysłu obrabiarkowego i związanych z jego dalszym rozwojem.

W konferencji wezmą udział pracownicy fabryk obrabiarkowych, zarówno konstruktorzy jak i warsztatowcy, inżynierowie i technicy, oraz goście z poza przemysłu obrabiarkowego, zainteresowani poruszonymi tematami. W czasie trwania Konferencji (3 dni) zostanie zorganizowana wystawa konstrukcji (rysunków) oraz wycieczki do fabryk.

Utworzenie Oddziału SIMP w Stalowej Woli

W dniu 17 czerwca 1938 r. odbyło się w Stalowej Woli organizacyjne zebranie członków SIMP.

Obecni byli p.p.: inż. Bauer Gracjan, Cywiński Jerzy, Dziugieł Bronisław, Januszewski Kazimierz, Pietkiewicz Stanisław, Sufliński Jan, Supel Julian, Tymowski Janusz, Widuch Adam, Wołk-Laniewski Romuald, Zahorecki Kazimierz.

Zebranie zagał p. inż. J. Tymowski, zawiadamiając zebranych, że Zarząd Główny SIMP, popierając dążenie do stworzenia na terenie Stalowej Woli placówki Stowa-

rzyszenia, przyznał nowopowstającej jednostce prawa Oddziału SIMP.

Po przyjęciu powyższego do wiadomości postanowiono utworzyć Oddział SIMP.

Zarząd Oddziału w Stalowej Woli ukonstytuował się jak następuje:

1. Prezes — dyr. inż. Karol Szaniawski,
2. V.-Prezes — inż. Bronisław Dziugieł,
3. Sekretarz — inż. Romuald Wołk-Laniewski,
4. Skarbnik — inż. Jan Sufliński,
5. Referent odczytowy — inż. Adam Widuch.

Z Nacz. Organizacji Inżynierów

W dniu 8 maja b. r. odbyło się w Wilnie zebranie Rady Głównej NOI.

Delegaci poszczególnych Stowarzyszeń Inżynierskich, po wysłuchaniu mszy świętej w Ostrej Bramie, udali się na cmentarz na Rossie, gdzie złożyli wieniec na grobie Serca ś. p. Marsz. J. Piłsudskiego.

Zebranie Rady Głównej odbyło się w lokalu Wileńskiego Oddziału Związku Polskich Inżynierów Kolejowych pod przewodnictwem Prezesa NOI, kol. inż. A. Bobkowskiego.

Przewidziany porządek dzienny został całkowicie wyczerpany. Zatwierdzono zorganizowanie Wileńskiego Oddziału NOI oraz regulamin tego Oddziału. Regulamin jest wzorowany na regulaminie Oddziału Pomorskiego NOI, ze względu na podobieństwo stosunków organizacyjnych stowarzyszeń inżynierskich na Pomorzu i w okręgu wileńskim.

Przyjęto sprawozdanie Komisji Akcji, wyłonionej na Zjeździe Delegatów NOI, z którego to sprawozdania wynika, iż na tle uświadamiania szerokiej opinii publicznej w sprawie tytułu inżyniera osiągnięto znaczne sukcesy, przeszkodą jednak w kierunku rozwinięcia szerszej akcji jest brak funduszy, — należy więc wzmocnić podstawy finansowe Komisji.

Po wysłuchaniu sprawozdania z prac Komisji opiniodawczej o rządowym projekcie „Ustawy o zorganizowaniu inżynierów“, przyjęto jako podstawę do wysłania Panu Ministrowi Przemysłu i Handlu opinii o tym projekcie tezy opracowane przez Komisję, mówiące o zorganizowaniu stowarzyszeń inżynierskich i Naczelnej Organizacji Inżynierów na zasadach prawa prywatnego oraz o stworzeniu jako organu władz państwowych specjalnej Rady Technicznej, grupującej w swoim łonie członków częściowo z wyboru stowarzyszeń inżynierskich, a częściowo z nominacji władz państwowych.

Na zebraniu dokonano wyboru nowego Prezydium na bieżącą kadencję, w wyniku których, poza prezesem, wiceprezesem inż. A. Bobkowskim, wybranym na Zjeździe Delegatów w dn. 2 kwietnia b. r., wybrano na wiceprezesów:

- kol. inż. H. Pankiewicza (SIMP),
- „ prof. dr inż. S. Bryle,
- „ inż. S. Pietkiewicza,
- „ inż. S. Kossutha;

oraz na członków:

- kol. inż. T. Rzewuskiego (SIMP),
- „ „ W. Rzewuskiego,
- „ „ I. Harskiego,
- „ „ Z. Otwinowskiego,
- „ „ S. Kądziałkę.

Ustalono termin następnego zebrania Rady Głównej w dn. 12 czerwca b. r. w Krakowie.

Po zebraniu obejrzano miejsce budowy elektrowni wodnej na rzece Wilii w Turniszkach pod Wilnem, a wieczorem kol. inż. M. Żeliszewski wygłosił bardzo interesujący odczyt na temat: „Elektrownia wodna w Wilnie“.

W dn. 18 września b.r. odbył się w Borysławiu i Truskawcu Zjazd Rady Głównej N. O. I. Program obrad, których treść podamy do wiadomości kolegów w następnym numerze, objął wszystkie sprawy, obchodzące stan inżynierski w Polsce.

KOMUNIKATY

Zarząd Główny SIMP

W składzie osobowym Zarządu Głównego zaszły ostatnia następujące zmiany: ze stanowiska Prezesa i członka Zarządu Wydawnictw ustąpił kol. pułkownik Witkowski Stanisław oraz zgłosił rezygnację ze stanowiska Głównego redaktora wydawnictw SIMP kol. Mikulski Czesław.

Jednocześnie dokooptowano do Zarządu Wydawnictw kol. d-ra Krauzego Leonarda.

Komisja Oświatowa SIMP

Komisja Oświatowa SIMP objęła po likwidacji Międzyzwiązkowej Komisji Wydawniczej całkowitą akcję koordynacyjną wydawnictw w zakresie potrzeb kształcenia i dokształcania zawodowego pracowników rzemiosła i przemysłu metalowego.

W pracy tej zaofiarowały swą pomoc finansową i autorską zainteresowane instytucje państwowe i prywatne z Państwowym Wydawnictwem Książek Szkolnych na czele oraz organizacje inżynierskie.

Przekazanie tych prac przez Międzyzwiązkową Komisję Wydawniczą Komisji Oświatowej SIMP jest dowodem zaufania i uznania dla dotychczasowych wysiłków SIMP na tym polu.

Na wniosek Komisji Oświatowej Zarząd Główny SIMP delegował następujących kolegów do Komisji Oceny Książek przy Min. W. R. i O. P.: Kowalskiego Romana, Kozłowskiego Mariana, Ochęduszkę Kazimierza, Przędzickiego Franciszka.

Komunikat Sądu Koleżeńskiego SIMP

Na posiedzeniu Sądu Koleżeńskiego w dn. 21 czerwca b.r. dokonano wyboru Prezydium Sądu w składzie:

- Przewodniczący — prof. inż. Karol Taylor,
- Zastępca Przewodniczącego — ppłk. inż. Józef Sarnecki,
- Sekretarz — inż. Mieczysław Mieczyski.

Z Oddziału Lwowskiego

Wobec ustąpienia kol. Franciszka Blümkego ze stanowiska sekretarza Oddziału, funkcję tę objął z dn. 20 maja b.r. kol. Mieczysław de Ines (adres: Lwów — Politechnika, Katedra Teorii Maszyn), oraz z powodu wyjazdu kol. Wiśniewskiego Wiktora, skarbnika Oddziału — skarbnikiem obrano kol. Artura Chmielewskiego.

Koło Wychowanków Politechniki Lwowskiej przy SIMP

Dnia 10 maja b. r. odbyło się Zebranie Towarzystwa Koła, które zagał kol. M. Popiel, wiceprzewodniczący Koła. W dyskusji poruszono sprawę rozbudowy Wydziału Mechanicznego Politechniki Lwowskiej oraz kwestię reformy studiów politechnicznych. Z powodu niewyczerpania tematu dalsze omówienie tej sprawy odłożono do następnego zebrania.

Z Komisji Pośrednictwa Pracy

W Komisji Pośrednictwa Pracy dokooptowano na miejsce ustępującego kol. Rudzieckiego Henryka — Rudzińskiego Władysława.

W skład Komisji wchodzi:

- Przewodniczący — kol. Rudziński Władysław,
- Zastępca Przewodniczącego — kol. Wiśniewski Henryk,
- Członkowie dokooptowani: kol. Rumel Tadeusz,
- kol. Krawczyk Henryk.

Godziny urzędowania: 18.30 do 20-ej w czwartki.

Z Wzorcowni Osłon Muzeum T. i P.

Wzorcownia Osłon i Poradnia Bezpieczeństwa Pracy przy Muzeum Techniki i Przemysłu komunikuje niniejszym, że rozporządza obecnie zespołem fachowców, współpracujących z nią w dziedzinie rozmaitych zagadnień, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy.

Zgłaszanie się o porady techniczne należy kierować bezpośrednio pisemnie do Wzorcowni, a dla ułatwienia porozumienia się w sprawach bieżących można porozumieć się telefonicznie. Kierownik Wzorcowni, wicedyrektor Muzeum Techniki i Przemysłu inż. A. Mazurkiewicz, przyjmuje we Wzorcowni od godz. 8.30 do 15.30 tel. 311-33; technolog J. Horbaczewski — od godz. 8-ej do 15-ej, tel. 593-98 i 633-26.

WYCIECZKI

W pierwszych dniach października r. b. zostanie zorganizowana wycieczka członków SIMP do elektrowni Tramwajów Miejskich w Warszawie.

Szczegóły dotyczące wspomnianej wycieczki podamy w specjalnych zawiadomieniach.

Wycieczka SIMP do Francji

Organizowana przez SIMP w połowie października b.r. wycieczka członków do Francji zapowiada się pomyślnie. Organizacyjne przygotowania wycieczki dobiegają końca. Uzyskaliśmy już pozwolenie na wywóz potrzebnych dewiz. Sprawa przyznania wycieczce ulgowego paszportu została również załatwiona dodatnio.

Programu wycieczki, podzielonego na 7 grup fachowych, t.j.: metaloznawczą, warsztatową, obejmującą również lotnictwo i przemysł samochodowy, kolejową, okrętową, mechaniki precyzyjnej, energetyczną i uzbrojeniową, nie podajemy tutaj w szczegółach, gdyż nie mamy jeszcze dotąd zezwolenia na zwiedzenie niektórych zakładów, podlegających przepisom o tajemnicy służbowej.

Liczba uczestników wycieczki wynosi już ponad 50 osób.

Wycieczka Inżynierów Bezpieczeństwa Pracy do Anglii i Niemiec

Wyjazd urządzanej przez Sekcję Bezpieczeństwa Pracy SIMP wycieczki do Anglii i Niemiec nastąpi w dn. 8-go października r. b. wieczorem z Warszawy lub z miejsc zamieszkania, punkt zborny — w Zbąszyniu.

Wycieczka będzie składała się z 3-ch grup.

I-sza grupa zakończy wycieczkę w dn. 23 października wieczorem w Brukseli, skąd bezpośrednio przez Kolonię, Berlin przybędzie do Polski w dn. 24 października wieczorem.

Grupy II i III-cia udają się z Brukseli do Kolonii i spędzą jeszcze w nadreńskim okręgu przemysłowym trzy dni, po czym grupa II-ga wyjeżdża do Polski, dokąd przybędzie dn. 27 października w godzinach rannych.

III-cia grupa udaje się na 3-dniowy kongres Gesellschaft für Arbeitsschutz do Frankfurtu n/M i wraca indywidualnie do Polski.

Uczestnicy wycieczki otrzymają paszporty indywidualne.

Program wycieczki obejmuje:

10—12 października — zwiedzanie fabryk w okolicach Berlina.

14 października — zwiedzanie fabryk w Londynie.

15 i 16 października zwiedzanie Londynu i Muzeum Bezpieczeństwa Pracy.

17—20 października — zwiedzanie fabryk w Anglii: 1) przemysł górniczo - hutniczy i 2) przemysł przetwórczy.

22 października — zwiedzanie fabryk w Belgii; wizyta w belgijskiej organizacji bezpieczeństwa pracy (Bruksela).

23 października — zwiedzanie Brukseli.

24—26 października zwiedzanie zakładów przemysłowych w okręgu Kolonia - Düsseldorf - Dortmund.

Przybliżony koszt wycieczki wynosi: w grupie I-ej — zł 620, w grupie II-ej — zł 680, w grupie III-ej — zł 630 (bilet kolejowy tylko do Kolonii).

Organizacją zwiedzania zakładów przemysłowych zajmuje się w Niemczech V.D.I. a w Anglii National „Safety First“ Association.

KONKURSY

Instytut Techniczny Uzbrojenia zawiadamia o otwarciu konkursu na:

1. Sprzęgu między przodkiem i działem (jaszczem).

2. 200 kg bombę burzącą o maksymalnej zawartości materiału wybuchowego.

Udział w konkursie brać mogą zarówno wojskowi, jak i cywilni. Nie jest wymagane aby nagrodzony projekt był opatentowany, ani też odstąpiony bezpłatnie na

rzecz MSWojsk. Nagrodzone prace pozostają własnością projektodawców.

Szczegóły konkursu do przejrzania w Sekretariacie SIMP.

Biurowojskowe M. P. i H. zawiadamia o otwarciu konkursu na:

Maszty pochyłny.

Maszty pochyłny spełniać ma rolę anteny i ma być umocowany na bocznej stronie pojazdu. Umocowanie ma być takie, aby maszt przy zaczepieniu w czasie jazdy o przeszkodę mógł się pochylić.

Udział w konkursie brać mogą zarówno wojskowi, jak i osoby z poza wojska.

Szczegóły konkursu do przejrzania w Sekretariacie SIMP.

ZEBRANIA

ODCZYTOWO-DYSKUSYJNE SIMP

KATOWICE

W dniu 12.IV. b. r. staraniem SIMP, Oddziału w Katowicach odbył się odczyt kol. inż. Stańki na temat wrażeń z wycieczki do Anglii w czasie tegorocznych Targów Brytyjskich.

Wycieczka była urządzona przez Generalną Dyрекcję Zakładów Przetwórczych Wspólnoty Interesów.

Referent zdał sprawę ze swoich wrażeń na Targach w Birmingham oraz opisał szereg zwiedzanych przedsiębiorstw, ilustrując interesujący odczyt dużą ilością przeźroczy. Omówione były następujące zakłady:

Fabryka obrabiarek Ward koło Birmingham.

Fabryka obrabiarek Archdale koło Birmingham.

Fabryka obrabiarek A. Herbert koło Coventry.

Fabryka samochodów H. Ford w Dagenham.

Stocznia okrętowa Swan i Hunter w New Castle.

Fabryka turbin Parsons w New Castle.

W konkluzji referent podkreślił następujące cechy charakterystyczne przemysłu angielskiego:

a) obfitość kapitałów, wyrażająca się w dostatnym wyposażeniu fabryk,

b) wysoko kwalifikowany robotnik o wielkiej tradycji w danym zawodzie, pracujący z umiłowaniem swej pracy i z wrodzoną solidnością i dokładnością przy otrzymywaniu tylko dniówkowego wynagrodzenia,

c) wysoka jakość odlewów i stali, stosowanych w zakładach dalszej przeróbki.

W dyskusji głos zabrał kol. Bra ch, który podkreślił konieczność nastawiania się naszego przemysłu na współpracę z Anglią z uwagi na nasz dodatni bilans handlowy oraz z uwagi na to, że Anglicy chętnie idą na współpracę z Polską przy dostawach maszyn nawet na warunkach kredytowych. Jeśli zaś chodzi o współpracę dla uruchomienia nowych gałęzi produkcji na zasadzie licencji, Angliców należy traktować jako dobrych nauczycieli, pracujących oszczędnie przy wielkim wykorzystywaniu sił i środków.

LWÓW

Dnia 11.I.38 odbyło się wyświetlenie serii filmów naukowych z dziedziny techniki samochodowej, produkcji niemieckiej „Reichsstelle für den Unterrichtungsfilm“ w Berlinie. Filmy przedstawiały po większej części doświadczenia modelowe, wykonane w słynnym dziś laboratorium prof. W. Kamma w Stuttgarcie. Szczegółnej analizie poddano na nich zachowanie się pojazdów na krzywiznach, przy czym zmieniami były tu napęd (na przednią oś, na tylną oś, na obie osie) oraz rozkład ciężaru (środek ciężkości) pojazdu. Podobnie ciekawie przedstawiały się doświadczenia co do zachowania się pojazdów przy hamowaniu (hamulce na przednie, tylne, względnie wszystkie 4 koła), na pochyłości oraz na „rozmaitym“ terenie. Specjalne obrazy poświęcone były aktualnej kwestii drgań przyczepek samochodowych, przy czym wyjaśniono genezę ich powstawania oraz sposoby ich usunięcia. Wreszcie niezmiernie ciekawie przedstawiały się obrazy, po części stroboskopowe,

dotyczące zachowania się pojazdów na szosie, drgań, którym podlegają, oraz zapobiegania drganiom za pomocą stosownych środków zaradczych.

Słowo wstępne wygłosił i objaśnił w czasie pokazu udziału p. inż. Wł. Rubczyński.

Dnia 19 stycznia 1938 r. odbył się odczyt p. prof. G. Sokolnickiego p. t.:

„Naturalne drogi rozwojowe elektryfikacji”.

Nazywając „naturalnymi drogami drogami elektryfikacji” drogi, które są zgodne z życiem i z tymi prawami, jakie o rozwoju elektryfikacji decydowały gdzieindziej, zastrzegł się prelegent, że porusza rzeczy znane lub takie, które znane być powinny, uważa jednak, że wiele wyobrażeń z dziedziny elektryfikacji uległo wypaczeniu, częściowo nawet w sferach fachowych. Przyczynę tego zjawiska prelegent upatruje w dyskusji t. zw. Harrimanowskiej, jaka przed 9 laty toczyła się u nas na łamach prasy codziennej. Dyskusja ta spopularyzowała wprawdzie ideę elektryfikacji, i to było jej dobrą stroną, lecz wprowadziła zarazem, jak każda popularyzacja, wielką dozę powierzchowności i nieścisłości, a nawet wręcz mylnych wyobrażeń o samej istocie rzeczy.

Prelegent przytoczył cały szereg rozpowszechnionych w tej dziedzinie frazesów, wymagających bądź sprostowania, bądź zastrzeżeń, zaczynając od przekonania, jakoby zagadnienia związane z elektryfikacją były całkiem proste, — od twierdzenia, jakoby transport energii po drutach kalkulował się taniej od transportu węgla koleją, lub jakoby wytwarzanie energii elektrycznej siłą wodną było tańsze od wytwarzania jej w instalacjach parowych, a kończąc na przekonaniu, że w obecnych czasach tylko elektryfikacja okręgowa może mieć rację bytu i że transport energii winien się tylko po drutach odbywać.

Prelegent omówił warunki, które muszą być spełnione, jeżeli elektryfikacja okręgowa ma się opłacać, i przedstawił na szeregu wykresów kalkulację wytwarzania i przesyłania energii elektrycznej. Na tle tej kalkulacji dowiodł prelegent słuszności dwóch tez zasadniczych:

1. że do powodzenia elektryfikacji okręgowej niezbędna jest odpowiednia gęstość zaludnienia, odpowiednia gęstość osiedli i odpowiedni stopień uprzemysłowienia kraju, a gdzie tych naturalnych warunków nie ma — tam nadal mogą się lepiej opłacać elektrownie lokalne, nawet niewielkich rozmiarów;

2. że tylko do pewnej granicy, w zakresie t. zw. średnio-wysokich napięć, czyli do 60 000 V włącznie, transport energii elektrycznej opłaca się, wskutek korzyści, jakie daje centralne wytwarzanie energii w wielkiej elektrowni okręgowej w porównaniu z wytwarzaniem jej w elektrowni lokalnej. Przy napięciach najwyższych: 100, 150 i 200 kV, te ilości energii, jakie tam już muszą wchodzić w rachubę, aby przesyłanie kalkulowało się tanio, dają się równie korzystnie wyprodukować na miejscu zużycia, szczególnie, że transport węgla koleją jest zawsze tańszy, tak iż zasilanie z odległości w tym wypadku nie opłaca się dziś. To też linie najwyższych napięć nie mają służyć i przeważnie nie służą do zasilania. Jeżeli są one budowane, to dla całkiem innych korzyści, mianowicie tych, jakie daje równoległa współpraca połączonych między sobą elektrowni. Korzyści te są potężne, o wiele większe od korzyści wynikających z przesyłania. Prelegent udowodnił to na przykładzie połączenia linią dalekonośną Rożnowa z Warszawą. Aby jednak osiągnąć te korzyści, trzeba, aby było co łączyć między sobą przewodami, z czego wynika, że trzeba naprzód budować elektrownie, a potem dopiero linie najwyższego napięcia. Inaczej będzie to budowaniem dachu przed postawieniem zrębów.

W dalszym ciągu prelegent podkreślił znaczenie rozwoju konsumpcji energii elektrycznej, t. j. zdobywania odbiorców, dla rozwoju elektryfikacji w ogóle i streścił te postulaty, których spełnienie przyczynia się do pozyskania odbiorców i do rozwoju elektryfikacji. Są nimi:

1. Podaż powinna zawsze wyprzedzać popyt; stąd wskazana intensywna rozbudowa elektrowni istniejących i budowa nowych.

2. Detaliczna sprzedaż energii elektrycznej powinna być zawsze oddawana w ręce fachowe.
3. Duże znaczenie powinno być przywiązywane do umiejętnej, fachowej akwizycji i propagandy.
4. Taryfy nie powinny być sztywne. Dbać należy o nowoczesność taryf i odpowiedni ich poziom.
5. Należy popierać rozbudowę sieci okręgowych, ale tylko tam, gdzie to jest gospodarczo uzasadnione, a więc nie do zasilania zbyt drobnych i rzadko rozrzuconych osiedli.
6. Należy popierać współdziałanie z przemysłem w kierunku propagandy.
7. Powinno istnieć współdziałanie dostawców hurtowych z detalicznymi w zdobywaniu odbiorców, bo interes ich na tym polu jest wspólny.

Na zakończenie prelegent omówił pewne postulaty, pozostające w związku z zagadnieniem obronności państwa, i wykazał, w jakich wypadkach względy gospodarcze muszą ustąpić na plan drugi przed postulatem obronności, a w jakich jedne z drugimi pozostają w zgodzie.

WIADOMOŚCI OSOBISTE

Zgłoszenia na członków SIMP złożyli:

| | |
|-------------------------|--------------------|
| Biliński Józef Kajetan, | Krauss Stanisław, |
| Cichy Karol, | Kurator Teodor, |
| Chudzyński Bronisław, | Niżński Adam, |
| Cząstka Jan, | Pilat Kazimierz, |
| Dębski Kazimierz, | Rolski Adam, |
| Harlos Henry, | Sikorski Jan, |
| Jelnicki Stanisław, | Supel Julian, |
| Kozłowski Stanisław, | Szeliga Rajmund, |
| Krajewski Zygmunt, | Szybowicz Tadeusz, |
| Zawidzki Stanisław. | |

Sekretariat SIMP nie posiada adresów następujących członków:

| | |
|------------------------|-------------------------|
| Baranowski Bolesław, | Kowalczewski Władysław, |
| Bilewski Jan, | Kotlewski Feliks, |
| Cebula Stanisław, | Kraczek Jan, |
| Chrzanowski Waław, | Lewicki Tadeusz, |
| Czajczyński Kazimierz, | Łoziński Cezary, |
| Czarnecki Piotr, | Makowski Henryk, |
| Czechowicz Antoni, | Malendowicz Stanisław, |
| Dzierżanowski Ludomir, | Michalewski Władysław, |
| Dohnalek Zbigniew, | Niewiadomski Cyryl, |
| Dembowski Józef, | Ostrowski Waław, |
| Eberle Władysław, | Podbielski Hieronim, |
| Grabowski Mieczysław, | Poluta Jerzy, |
| Ignatowicz Stanisław, | Stępowski Cezary, |
| Jarmicki Zygmunt, | Stocker Marian, |
| Kierulłowicz Stefan, | Stepiński Władysław, |
| Kolasiński Tadeusz, | Szyller Jan, |
| Kołodziej Władysław, | Starachowicz Jan, |
| Kornberger Zbigniew, | Szujski Tadeusz, |

oraz następujących członków-juniorów SIMP:

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| Bołaszewski Włodzimierz, | Lau Henryk, |
| Kwaśniak Jerzy, | Sobczyński Władysław, |
| Staszewski Jerzy. | |

Prosimy Kolegów, którym są znane adresy wyżej wymienionych osób, o łaskawe podanie ich Sekretariatowi SIMP.

Celem uniknięcia reklamacyj Sekretariat SIMP uprzejmie prosi członków Stowarzyszenia o natychmiastowe zawiadomienie o zmianie miejsca zamieszkania.

Sekretariat SIMP czynny jest codziennie, z wyjątkiem sobót, od godz. 9-ej do 15-ej i od 18-ej do 20-ej, w soboty zaś tylko do godz. 13-ej.

Redakcja czasopisma „Mechanik” czynna jest codziennie, z wyjątkiem sobót, od godz. 18-ej do 20-ej.

Redakcja „Techniki Samochodowej” — we wtorki i piątki od godz. 18-ej do 20-ej.

SPRAWOZDANIA I PRACE POLSKIEGO KOMITETU ENERGETYCZNEGO

BULLETIN DU COMITÉ NATIONAL POLONAIS DE LA CONFÉRENCE MONDIALE DE L'ÉNERGIE

Tom XII

WARSZAWA • WE WRZEŚNIU • 1938 ROKU

Nr. 3.

TREŚĆ:

1. Torf jako paliwo dla celów domowych i przemysłowych, prof. St. Turczynowicz.
2. Drewno jako paliwo zastępcze, prof. Fr. Krzysik.
3. O racjonalności przemysłu suchej destylacji drewna, prof. W. Dominik.
4. Zastępcze paliwa na P.K.P. w razie braku węgla, inż. St. Felsz.
5. Tezy Komisji Torfu i Drewna Polskiego Komitetu Energetycznego w sprawie wyzyskania torfu i drewna jako paliw zastępczych.
6. Sprawozdania z posiedzeń.

SOMMAIRE:

1. La tourbe comme combustible dans les ménages et l'industrie, par M. St. Turczynowicz, Professeur à l'Ecole Centrale de l'Agriculture, Varsovie.
2. Le rôle du bois de chauffage, par M. F. Krzysik, Professeur à l'Ecole Centrale de l'Agriculture, Varsovie.
3. Le problème de l'industrie de distillation sèche du bois, par M. W. Dominik, Professeur à l'Ecole Centrale de l'Agriculture, Varsovie.
4. Les combustibles de remplacement pour les voies ferrées, par M. St. Felsz, Ingénieur.
5. Thèses de la Commission de la Tourbe et du Bois du Comité National Polonais sur l'exploitation de la tourbe et du bois comme combustibles de remplacement.
6. Comptes-rendus des séances.

Torf jako paliwo dla celów domowych i przemysłowych

Prof. St. Turczynowicz

WŁAŚCIWYM tematem niniejszego referatu jest torf jako paliwo na wypadek wojny. Ponieważ jednak sprawy obrony w czasie wojny są zagadnieniem całego narodu, więc trzeba mówić o użyciu torfu na wypadek wojny w ogóle przez całe społeczeństwo, a nie tylko dla celów czysto wojskowych, albowiem, naturalnie prócz fabryk i kolei, ludność musi być także zaopatrzona w opał. Na wypadek trudności, czy w ogóle niemożności dowozu węgla musi kraj pomyśleć o innych zastępczych materiałach, z których torf zajmuje jedno z najwybitniejszych miejsc.

Zasoby torfu w Polsce są oceniane w sposób rozmaity. Ja ocenilem w Polsce obszar pod torfowiskami na 3 000 000 ha t. j. $\frac{1}{12}$ część Polski. Przeciętna głębokość tych torfowisk wynosi około 1,5 m. Mamy torfowiska bardzo płytkie, ale także i głębokie, jedno torfowisko w pow. doliniańskim ma do 18 m głębokości. Z tych torfowisk, jakie ostatnio badałem, jedno ma powyżej 7 m, inne mają powyżej 6 m. Sądzę, że jeżeli przyjmiemy 1,5 m, to nie będzie przesadzoną liczbą.

Jeżeli zasoby torfu, jakie Polska posiada, przeliczymy na suchy torf, wyniesie to około 6 miliardów ton, które mogłyby dać około 4 miliardów kWh. Są to zasoby bardzo duże. Obecne zużycie torfu w Polsce jest minimalne, po części skutkiem silnego nacisku ze strony przemysłu węglowego na wszystkie nasze województwa, znajdujące się w pobliżu zagłębi węglowych. Z drugiej strony, nasz wschód przyzwyczajony jest do używania innego paliwa niż torf — drewna. Torfem pali się w niektórych tylko województwach, głównie w Wielkopolsce, na Pomorzu i w centralnych województwach, chociaż coraz częściej słychać o poszukiwaniach torfu na opał i w województwach wschodnich (Wołyń, Polesie, Wileńszczyzna).

Na jak długo te zasoby torfu starczą? Jeżeli weźmiemy zużycie z r. 1935 za normalne (ostatnie dane zużycia rozmaitych rodzajów paliwa) — to węgla starczy na 2 000 lat, gazu ziemnego na 60 lat, ropy naftowej prawdopodobnie na 30 lat, torfu zaś — przy zużyciu takim, jakie było w r. 1935, na 3 000 lat. W miarę jednak rozwoju przemysłu i motoryzacji (rok 1935 był jeszcze pod ciężarem kryzysu, skutkiem tego zużycie węgla i ropy minimalne) rezerwy wyczerpią się wcześniej.

Co się tyczy położenia geograficznego torfowisk, co z punktu obrony Państwa ma oczywiście duże znaczenie, to główne zasoby znajdują się na wschodzie. Samo Polesie ma 1 600 000 ha pod torfowiskami. Poza tym torfy mamy rozsiane po całej Polsce. To jest główna zaleta, główna strona dodatnia tych torfowisk, jako przyszłych kopalń paliwa zastępczego. Poza tym należy dodać, iż torfowiska leżą głównie w oddali od kopalń węglowych i w oddali od źródeł energii wodnej. Ostatnio na posiedzeniu jednej z komisji Polskiego Komitetu Energetycznego obliczono, iż przy pełnym wykorzystaniu elektrycznej energii, opartej na źródłach wodnych Podkarpacia, starczy jej tylko do linii Skarżysko — Pionki — Radom. Już dalej na północ tej energii elektrycznej, opartej na źródłach wodnych górskich, nie wystarczy, skutkiem czego źródła energii oparte na torfie zyskują jeszcze na znaczeniu. Jednak torf jest mało używany i nie widzimy tendencji do rozwoju użycia torfu. Przyczyn jest parę. Pierwszą i główną przyczyną — mała wartość cieplna w stosunku do objętości. Skutkiem tego w czasie pokoju nie opłaca się przewożenie torfu w postaci cegiełek na odległość większą niż 40 — 50 km. Na odległości większe torf mógłby być przewożony w stanie przerobionym. Ujemny stosunek ciepła do objętości pociąga za sobą i drugą ujemną stronę, mianowicie przy użyciu takich cegiełek torfu pod kotłami, jeżeli palenisko nie jest spe-

cialne, trzeba często otwierać piec i wrzucać opał, co obniża temperaturę. Do innych ujemnych stron torfu, jako opału, należy zaliczyć znaczne straty na kruszenie przy transportach i przeładunkach i wreszcie znaczne zapotrzebowanie robocizny przy większych ilościach torfu użytego na skalę przemysłową; dla domowego zużycia robocizny nie potrzeba tak bardzo wiele.

Do jakich celów torf, albo jego przeroby się nadają? Torf ręczny, wyrzynany ręcznie, daje od 2 800 do 3 600 kaloryj. Mówię tu o przeciętnym torfie, z jakim mamy przeważnie do czynienia w Polsce. Płomień długi. Torf taki nadaje się do domowego użytku, do cegielni, do gorzelni itd.

Torf maszynowy, przerabiany w maszynach, jest znacznie mocniejszy do przewozu i więcej ujednolicony. Taki torf posiada wartość 2 800 — 4 000 kaloryj. Nadaje się do tych samych celów, co i ręczny, oprócz tego nadaje się zupełnie do brzo do spalania pod kotłami.

Torf brykietowy — maszynowy i ręczny, przerabiany na brykiety torfowe. Wartość cieplna 4 200 — 4 800. Płomień także długi. Nadaje się do tych wszystkich celów co i torf maszynowy; więcej się nadaje do przewozu.

Dalej mamy torf t. zw. frezowany, który jest wyrabiany w Rosji, w Polsce jego nie ma. Znacznie krócej on schnie, ale też bywa używany niedosuszony, skutkiem czego wartość cieplna torfu frezowanego waha się od 1 800 do 3 000 kaloryj. Nadaje się on do bardzo wielu celów z wyjątkiem gazowania. Wymaga specjalnych palenisk, jeżeli tylko jako skrobany ma być użyty do celów przemysłowych.

Torf przerabiany, t. zw. półkoks torfowy. Wartość cieplna 6 500 — 7 200 kaloryj. Płomień krótki. Nadaje się do generatorów, do centralnego ogrzewania, do wielkich pieców.

Koks torfowy. Wartość cieplna 6 800 — 7 500 kaloryj. Pali się bez płomienia. Nadaje się do tych samych celów, co i półkoks oraz do metalurgii.

Gaz torfowy. Ciepłota jego waha się od 2 900 do 3 800 kaloryj. Gaz może być stosowany do najrozmaitszych celów.

Z punktu widzenia gospodarczego i obrony państwa wydaje się najracjonalniejszą przeróbka torfu na gaz i używanie tego gazu w miejscu jego wyrobu, to znaczy na samych torfowiskach dla wytwarzania elektryczności i przesyłania jej tam, gdzie na ten prąd jest zapotrzebowanie. Przy tym otrzymuje się rozmaite produkty uboczne o wielkim znaczeniu dla obrony państwa.

Niektórzy wyrażają obawy, czy opłacą się tak wielkie inwestycje, jak elektrownie, oparte na gazie torfowym. Otóż gazo-elektrownie są możliwe tam gdzie leżą duże torfowiska. Torfowiska o dużych zasobach najbliższej Warszawy mamy pod Wyszkiem — Pulwy-Bagno, zawiera około 50 milionów m³ torfu. Z torfowisk zbadanych przeze mnie jest Krowie Bagno w pow. Włodawskim, zawiera przeszło 100 milionów m³ torfu. Leży ono o 30 km od rozległych torfowisk otaczających Chełm, dzięki czemu znaczenie jego jeszcze wzrasta, gdyż torf Chełmskich torfowisk stanowi poważną rezerwę. Torfowiska te znajdują się w cen-

tralnym województwie, nie mającym granic z innymi państwami.

Na wschodzie największe torfowisko mamy Mroczo (pow. stoliński) zawiera przeszło 500 milionów m³ i Hryczyno (pow. łuniniecki) zawiera przeszło 600 milionów m³.

Nie mówiąc tu o torfowiskach bardzo oddalonych od centrum, jeżeli weźmiemy tylko torfowisko Krowie Bagno, to gazo-elektrownia na nim o mocy 20 000 kW mogłaby istnieć 50 do 75 lat. Postęp w dziedzinie wyzyskania torfu jest taki, że obecnie dla wytworzenia 1 kWh potrzeba 1,5 kg torfu. Pisano o tym, iż pod tym względem w Rosji osiągnięto jeszcze lepsze wyniki (1,3 kg na 1 kWh).

Jak dojść do użytkowania torfu? Przede wszystkim trzeba przygotować torfowisko. To przygotowanie polega na zbadaniu danego torfowiska, czy zawiera torf nadający się do eksploatacji i do przeróbki, gdyż jedno i to samo torfowisko w jednej części może zawierać torf mało wartościowy, w innej — bardzo wartościowy. Dalej po zbadaniu i zrobieniu zdjęć należy przeprowadzić odwodnienie. Odwodnienie przeprowadza się przede wszystkim dla celów udostępnienia danego torfu, a po wtóre celem zwiększenia wydajności kopaczy. Dla przykładu powiem, iż odwodnienie torfowiska może zwiększyć 3 krotnie wydobyte torfu przez jednego robotnika.

Naturalnie tak przygotowane torfowisko nie musi być zaraz eksploatowane lecz może być używane rolniczo. Tę kwestię podkreślam specjalnie, bo przy takim przeludnieniu wsi, iż stoimy na skraju samowystarczalności żywnościowej, musimy myśleć o zwiększeniu wszelkiego rodzaju możliwości podniesienia wydajności naszej ziemi, wydajności, która w razie wojny spadnie o 25 do 30%. Skutkiem tego meliorację torfowisk dla tymczasowego użytkowania rolniczego, a jednocześnie dla celów technicznego przygotowania na wypadek wojny do eksploatacji uważam za konieczność państwową i z punktu widzenia wyżywienia i z punktu widzenia zaopatrzenia w opał. Najlepiej odwodnienie jest przeprowadzać na dwa lata przed eksploatacją. Użytkowanie rolnicze w przeciągu dłuższego czasu bynajmniej nie szkodzi takiemu torfowisku, o ile dane torfowisko używane jest jako łąki.

Po tym przygotowaniu przystępujemy do wydobywania i suszenia. Przy wydobywaniu należy przede wszystkim pomyśleć o sposobie wydobywania. Wydobyte bowiem 1 tony suchego torfu ręcznie wymaga 20 godzin pracy, przy pomocy podnośników — maszyn 10 — 13 godzin, przy pomocy bagrów — 1 godziny i torfu frezowanego 0,76 godziny. Prócz tego wydajność — poza sposobem wydobywania — zależy od 1) umiejętnej organizacji pracy, 2) od kwalifikacji majstrów i 3) od wprawy robotników. Bardzo interesujące cyfry przytaczane są z rosyjskich kopalń torfu, gdzie jedni i ci sami robotnicy „stachanowcy“, tj. ci, którzy wydobywają z siebie co mogą najwięcej, podnoszą w miarę wprawy wydajność o 40 — 60%.

Po wydobywaniu trzeba taki torf osuszyć. Wymaga to od 1 miesiąca do półtora, zależy od tego, czy miejsce do suszenia było w odpowiedni sposób

przygotowane, czy też nie. Trochę wpływa i przebieg pogody. Lecz przy przeciętnej naszej pogodzie miesiąc wystarczy.

Po wysuszeniu torfu trzeba go zebrać w odpowiedni sposób i przewieźć. Przewóz ten odgrywa dużą rolę i sprawia wiele trudności, ponieważ chodzi tu o znaczne masy. W jakim stopniu przewóz z miejsca kopania na miejsce suszenia i później na miejsce przechowania obciąża koszty można sądzić z tego, iż np. w Rosji — stosunek robót przygotowawczych, eksploatacyjnych, budowlanych i transportowych jest jak 4:6:10:10. Ciągłe przytaczam tu dane rosyjskie z tego powodu, iż Rosja stoi najwyżej pod względem wydobywania torfu i wiele pracy teoretycznej i praktycznej wkłada w rozwój torfiarstwa w związku z tym, iż rosyjskie kopalnie węgla oddalone są od centrów przemysłowych, środki zaś komunikacyjne bardzo szwankują, muszą więc tam myśleć o miejscowych źródłach opału, tj. torfie. Z powyższego stosunku wynika, iż jeżeli koszty wydobycia wynoszą 1/5 wszystkich kosztów, to transport wynoszą 1/3.

Z powyższego krótkiego zarysu wynika, iż torf może być gotowy do użytku na torfowisku przygotowanym w lecie — w ciągu półtora miesiąca, w zimie od chwili zapotrzebowania do połowy maja (o ile nie ma przygotowanego zapasu), zwykle bowiem roboty rozpoczynają się 1 kwietnia; na torfowisku zaś nie przygotowanym, nie odwodnionym, o rok potrzebny na odwodnienie dłużej, lub przez suszenie torfu wydobytego z nieodwodnionego torfowiska o kilka tygodni dłużej, przyczem zużywa się znacznie więcej robocizny.

Jeżeli chodzi o tezy, jakie nasuwają się przy omawianiu wyzyskania torfowisk jako źródła energii na wypadek wojny, należałoby u nas:

1) przede wszystkim nakazać zbadać najważniejsze (dla obrony państwa i dla zaopatrzenia większych miast oraz fabryk) torfowiska, odwodnić je i zabezpieczyć od dzikiej eksploatacji, to jest dewastacji, użytkując tymczasowo rolniczo.

Poza tym tutaj należałoby przeprowadzić pewnego rodzaju selekcję pomiędzy torfowiskami, mającymi większe lub mniejsze znaczenie dla obrony państwa. Dalej wyszukać torfowiska, które mają znaczenie i dla większych miast, wszak one mają

wodociągi, elektrownie, gazownie i rozmaite fabryki pracujące dla obrony państwa. Należałoby na większe miasta wyrzucić pewien nacisk, aby pomyślały o tym, co będzie w razie wstrzymania dowozu węgla.

Trzeba więc torfowisko wybrać, zbadać, odwodnić i zabezpieczyć od dzikiej eksploatacji. Niestety pod tym względem Polska nie posiada odpowiedniego ustawodawstwa, jakie posiadają kraje sąsiednie, jak np. Niemcy, Węgry. Prawodawstwo powinno iść w tym kierunku, aby państwo miało prawo wskazać na te torfowiska, które są ważne dla obrony państwa i nie pozwolić na ich dziką eksploatację. Bardzo często właściciele wydobywają dla siebie torf w sposób nieodpowiedni, torfowiska psują w taki sposób, iż pozostawiają nieużytki.

2) przygotować kadry sił technicznych, majstrów i wykwalifikowanych robotników przy pomocy: a) wykładów w Politechnice i liceach oraz kursów, b) opracowania instrukcji i c) prowadzenia choćby jednej pokazowej eksploatacji, bez praktyki nic się bowiem nie zrobi.

3) założyć doświadczalną gazo-elektrownię. Taką doświadczalną gazo-elektrownię jest niezbędna. Doświadczenia żadnego my nie mamy. Musimy opierać się na danych rosyjskich i niemieckich, które trzeba przyjmować cum grano salis.

4) zapewnić dostateczną ilość maszyn do eksploatacji na skalę niezbędną dla potrzeb obrony państwa. U nas wydobywanie torfu odbywa się tylko na skalę minimalną. Maszyn jest bardzo mało. Fabryki maszyn, do których się zwracałem ostatnio, zupełnie nie mają ich na składzie. Te maszyny, które gdzieś się kołaczają są przestarzałe. Dowodem tego może być stosunek czasu na wydobycie jednostki torfu u nas i w Niemczech.

5) wydelegować za granicę paru specjalistów dla poznania nowych sposobów eksploatacji i przeróbki torfu.

Tego wiele motywować nie trzeba. My praktyki pod tym względem nie mamy i przy osobistym zetknięciu możemy więcej się nauczyć niż z tych czasopism i książek, jakie do nas dochodzą.

Drewno jako paliwo zastępcze

Prof. Fr. Krzysik

DREWNO odgrywa w życiu gospodarczym naszego kraju poważną rolę, jako niezbędny surowiec, którego konsumpcja idzie w dwóch kierunkach. Pierwszy to t. zw. drewno użytkowe, stosowane do celów rękodzielniczych, budowlanych i przemysłowych, drugi, to drewno opałowe. Obie formy użytkowania drewna zazębiają się z sobą tak ściśle, że nie można ich rozpatrywać w formie oderwanych fragmentów. Zarówno w warunkach pokojowego życia gospodarczego, jak też w zmienionych warunkach życia wojennego muszą one być rozpatrywane łącznie. Na skutek narzuconych wojną konieczności zająć mogą daleko idące przesunięcia w kierunku zwiększonego zapotrzebowania drewna jako paliwa, nie da się jednak w żadnym wypadku wyeliminować i sprowadzić do zera zapotrzebowania drewna

użytkowego. Z drugiej strony przy produkcji i przemysłowej przeróbce drewna użytkowego powstają zawsze duże ilości odpadów drzewnych, które nadają się jedynie na opał i w ramach logicznego gospodarstwa powinny zawsze znaleźć zbyt na rynku opałowym.

Uwzględniając powyższe momenty rozpatrywać musimy problem drewna jako paliwa zastępczego w łączności z problemem drewna użytkowego, gdyż inaczej ujęte rozważania musiałyby zejść do rzędu teoretycznej fikcji.

Polska posiada ok. 9 000 000 ha lasów rozmieszczonych dość nierównomiernie, zwłaszcza jeśli ich rozmieszczenie powiążemy z zaludnieniem danych obszarów naszego kraju. Najślabsze zalesienie wykazują województwa centralne i województwo tarnopolskie, największe skupienia leśne

występują w Karpatach wschodnich i województwach wołyńskim, poleskim, nowogródzkim i wileńskim, a więc w pasie biegnącym wzdłuż wschodniej granicy naszego Państwa. Inne części kraju wykazują zalesienie pośrednie, z mniejszymi lub większymi wahaniami w nasileniu lesistości (p. załączoną mapkę).

Drewno stosowane jest w dużych ilościach jako paliwo w czasie pokoju, a zastosowanie drewna na cele opałowe zależy w pierwszym rzędzie od następujących momentów:

- 1) Odległość od zagłębia węglowego.
- 2) Istniejąca sieć linii kolejowych.
- 3) Stawki kolejowe i wynikające z nich koszty przewozi.

W warunkach pokojowych województwa zachodnie, jako najbliższe położone zagłębia węglowe i dysponujące dobrze rozbudowaną siecią kolejową, stosują do celów opałowych przeważnie węgiel, drewno schodzi tu na plan drugi odgrywając drugorzędną rolę paliwa pomocniczego.

Inaczej przedstawia się sprawa w województwach centralnych, a zwłaszcza w województwach wschodnich, gdzie ludność wiejska i ludność małych miasteczek używa niemal wyłącznie paliwa drzewnego. Składa się na to szereg czynników, w pierwszym zaś rzędzie słabo rozbudowana sieć linii kolejowych, duże odległości transportu i związana z tym wysoka cena węgla, który nie może w tych warunkach konkurować z tanim drewnem opałowym, dostarczonym w nadmiarze przez ekstensywnie zagospodarowane obiekty leśne. Niepoślednią rolę gra tu także konserwatywne usposobienie naszej ludności wiejskiej.

Prócz tego duże ilości drewna opałowego konsumują także większe miasta w formie paliwa pomocniczego oraz pewne gałęzie przemysłu, jak np. przemysł piekarski.

Zapotrzebowanie drewna opałowego dla ludności cywilnej w czasie wojny.

O ile w czasie wojny będzie istniała możliwość eksploatacji zagłębia węglowego, to będzie ono mogło obsłużyć tylko województwa zachodnie, przemysł, kolejnictwo i większe miasta.

Wschodnia część Polski i wszystkie okręgi dysponujące większymi kompleksami leśnymi, będą musiały przejść na drewno opałowe, a to ze względu na trudności w wydobywaniu i transporcie węgla. Za przykład mogą służyć państwa centralne, które dysponując bogatymi zagłębiami węglowymi, nie mogły w czasie wojny światowej pokryć swego zapotrzebowania wewnętrznego.

W myśl statystyki obecna normalna produkcja drewna opałowego (grubizny) wynosi rocznie:

| | |
|---------------------|--------------------------|
| W lasach prywatnych | 3 627 163 m ³ |
| „ państwowych | 3 217 365 „ |
| Razem | 6 844 528 m ³ |

W rzeczywistości zaś w związku z likwidacją służebności, przedterminowymi wyrębami i wyrębami zmarzniętych drzewostanów bukowych produkcja drewna opałowego była niewątpliwie znacznie wyższa. Produkcja ta obrazuje normalne spożycie przemysłu i ludności cywilnej.

Na wypadek zamknięcia dostaw węgla w czasie wojny należy się liczyć z podwojeniem powyższych cyfr.

W tych warunkach zapotrzebowanie ludności cywilnej i przemysłu wynosiłoby ok. 14 000 000 m³.

Zapotrzebowanie kolejnictwa.

P. K. P. spożywają obecnie w warunkach pokojowych ok. 3 000 000 ton węgla rocznie. Działania wojenne pociągną za sobą zwiększenie przewozów i nieekonomiczne palenie, z drugiej zaś strony spowodują zmniejszenie efektywnej sprawności parowozów. Czynniki te spowodują niewątpliwie zwiększenie zużycia paliwa przynajmniej do cyfry 4 000 000 ton węgla.

Na wypadek braku węgla najważniejszym paliwem zastępczym dla kolejnictwa będzie drewno opałowe. Obliczenie zapotrzebowania drewna opałowego dla P. K. P. musimy oprzeć na porównaniu wartości opałowej drewna i węgla.

Wartość opałowa drewna przeschniętego (15% wilgotności) ok. 3 700 kal

Wartość opałowa węgla górnosłaskiego ok. 7 000 kal.

W praktyce przyjąć możemy, że wartość opałowa węgla jest 2 razy większa niż drewna, czyli że 1 t. węgla odpowiada 2 t. drewna opałowego. Przeciętną wagę 1 m. p. przeschniętego drewna opałowego można przyjąć ok. 450 kg traktując ją jako wartość średnią dla różnych gatunków drewna (drewno miękkie i drewno twarde).

A zatem:

1 t. węgla = 2 t. drewna = ok. 4,5 m. p. drewna,
4 000 000 t. węgla = 8 000 000 t. drewna = ok. 18 000 000 m. p. = ok. 12 600 000 m³ drewna opałowego.

Jako zamiennik dla przeliczenia m. p. na m³ przyjęto czynnik zamienny 0,7.

Zapotrzebowanie drewna użytkowego.

Zapotrzebowanie drewna użytkowego dla potrzeb cywilnych zmniejszy się na skutek zatomowania eksportu i zastoju w kraju. Zwiększy się natomiast konsumpcja drewna w pewnych gałęziach przemysłu pracujących dla celów wojennych. Ogólne zużycie drewna użytkowego można szacować przybliżoną cyfrą ok. 5 000 000 m³ w stosunku do obecnej pokojowej produkcji wynoszącej 8 500 000 m³.

Ogólne zapotrzebowanie drewna.

Na podstawie powyższych cyfr zestawień można ogólnie zapotrzebowanie drewna w czasie wojny w następujący sposób:

| | |
|--|---------------------------|
| Opał dla ludności cywilnej i przemysłu | 14 000 000 m ³ |
| Opał dla kolejnictwa | 12 600 000 m ³ |
| Drewno użytkowe | 5 000 000 m ³ |
| Drewno dla potrzeb specjalnych | 5 000 000 m ³ |
| Razem | 36 600 000 m ³ |

Roczne zatem zapotrzebowanie drewna wyniesie w przybliżeniu ok. 37 000 000 m³.

W obecnych warunkach normalna roczna produkcja drewna przedstawia się następująco:

| | |
|--|---------------------------|
| Lasy państwowe: | |
| Drewno użytkowe | 4 265 795 m ³ |
| Drewno opałowe (grubizna) | 3 217 365 m ³ |
| Razem | 7 483 160 m ³ |
| Lasy prywatne: | |
| Drewno użytkowe | 4 211 725 m ³ |
| Drewno opałowe (grubizna) | 3 627 163 m ³ |
| Razem | 7 838 888 m ³ |
| Lasy nie objęte statystyką ok. | 1 000 000 m ³ |
| Opał którego eksploatacja obecnie nie opłaca się | 1 500 000 m ³ |
| Ogółem | 17 822 048 m ³ |

W tych warunkach rocznemu zapotrzebowaniu ok. 37 000 000 m³ można przeciwstawić cyfrę rocznego normalnego użytkowania ok. 18 000 000 m³.

Na pokrycie zatem rocznego zapotrzebowania trzeba będzie rąbać więcej niż 2 letni etat. Jeśli zaś uwzględni się, że szereg obiektów nie będzie mógł być eksploatowanym ze względów strategicznych i ze względów na trudności transportowe, to w pozostałych obiektach trzeba będzie rąbać etat 3 — 4 letni, lub nawet większy.

Znaczenie drewna jako paliwa zastępczego.

Najważniejszym materiałem opałowym jest bezwzględnie węgiel. Jako paliwo zastępcze wybija się na pierwsze miejsce drewno opałowe, zwłaszcza jeśli chodzi o potrzeby kolejnictwa. Należy sobie jednak zdać sprawę, że drewno będzie musiało być także użyte do innych celów i że wobec tego w preliminarzach na wypadek wojny należy bardzo ostrożnie dysponować drewnem opałowym.

Celem odciążenia odcinka drzewnego należy uwzględnić jak najdalej idące wykorzystanie węgla kamiennego oraz rozrzuconych w różnych częściach kraju złożów węgla brunatnego, jak najdalej idące wykorzystanie gazu ziemnego dla potrzeb przemysłu i ludności, a pozostałe niedobory pokrywać drewnem. Celem zmniejszenia zużycia drewna w kolejnictwie, należy przeprowadzić próby w kierunku opalania torfem parowozów manewrowych, które zużywają ok. 15% kolejowego zapotrzebowania paliwa.

Prace przygotowawcze.

Zastosowanie drewna jako paliwa zastępczego wymaga dłuższego okresu czasu na wyróbkę zrębową i należyte przeschnięcie. Drewno świeżo ścięte jest wilgotne, co zwiększa jego ciężar, a tym samym kosztą transportu, równocześnie zaś zmniejsza jego wartość opałową. Przy racjonalnym paleniu należy używać drewna, które leżało w stosach przez 1 rok, minimalna zaś norma przeschnięcia nie powinna spaść poniżej 6 miesięcy. W tym kierunku drewno opałowe jest zasadniczo odmienne od węgla kamiennego.

Poza tym zastosowanie drewna jako paliwa w parowozach i w przemyśle wymaga zmiany palenisk.

Biorąc pod uwagę powyższe momenty należy się liczyć z co najmniej 6 miesięcznym okresem przejściowym dla wprowadzenia drewna jako paliwa zastępczego co wymaga stworzenia rezerw węglowych na 6 miesięcy.

Mniejsza wartość opałowa drewna wymaga podwojenia stacyj drzewnych wzdłuż szlaków kolejowych.

Uruchomienie większych ilości drewna opałowego pociągnie za sobą konieczność zatrudnienia w lasach dużej ilości robotników obeznaných z manipulacją leśną. Jako normę wydajności pracy, można przyjąć, że t. zw. „piła“ czyli 2 robotników może wyrobić dziennie 6 — 8 m. p. drewna opałowego.

Sprawne uruchomienie prac eksploatacyjnych wymaga przeprowadzenia odpowiednich studiów co do możliwości komunikacyjnych i transportowych, co do przeprowadzenia manipulacji zrębowej, oraz rozmieszczenia baz drzewnych.

Problem zużytkowania odpadów w przemyśle drzewnym.

Zakłady przemysłowe produkują przy przeróbce surowca drzewnego ok. 20% trocin i odpadów, które nadają się głównie dla celów opałowych. Nadmiar powyższych odpadów pozostający po pokryciu zapotrzebowania kotłowni danego zakładu, można zużytkować:

- 1) Do produkcji energii elektrycznej dla okolicznych terenów.
- 2) Do opalania kotłowni w zakładach przemysłowych.
- 3) Jako materiał opałowy do celów domowych przy zastosowaniu odpowiednich pieców.

Wykorzystanie trocin i odpadów tartacznych nie jest u nas jeszcze postawione na należytych poziomach. Istnieją wprawdzie elektrownie oparte o tartaki, jak np. w Mikuliczynie, Worochcie, Augustowie, a w niektórych okolicach zdołano wprowadzić trocinę na rynek opałowy, z drugiej jednak strony cały szereg tartaków stosuje nie ekonomiczne palenie i mimo to natrafia na duże trudności związane z usunięciem z tartaku nadmiaru trocin.

Odpady i trociny stanowią duże pozycje w naszym bilansie drzewnym i z tego względu konieczne są odpowiednie studia i propaganda w kierunku ich należytego wykorzystania.

Drugi problem stanowi zastosowanie drewna do napędu silników ssąco-gazowych w zakładach przemysłowych, elektrowniach i samochodach. W zachodniej Europie silniki drzewne są już silnie rozpowszechnione, u nas stanowią one jeszcze mało znaną nowość. Zapotrzebowanie paliwa do tych silników wynosi 1,2 — 1,8 kg drewna na 1 KM/godz. Są to zatem silniki tanie, tym bardziej, że można w nich zużytkować odpady drzewne i drewno podrzędnej jakości, nie nadające się do innych celów.

Z tego względu silnikom na gaz drzewny należałoby poświęcić dużą uwagę już w czasach pokojowych.

Na specjalną uwagę zasługuje problem elektrowni opartych o zakłady przemysłu drzewnego lub o silniki na gaz drzewny na Kresach Wschodnich, gdzie brak sił wodnych i gazu ziemnego, dowód zaś węgla lub ropy kalkuluje się drogo.

W N I O S K I.

Z przytoczonych uwag wynika, że bynajmniej nie dysponujemy nadmiarem drewna i że konieczna jest jak najdalej idąca oszczędność w preliminarzach rozchodowych surowca drzewnego jako paliwa.

Z tego względu należy dążyć do:

1) Zużytkowania trocin i odpadów drzewnych jako paliwa.

2) Większego rozpowszechnienia silników na gaz drzewny.

3) Forsowania torfu jako paliwa dla ludności i pewnych gałęzi przemysłu.

4) Odpowiedniego przestudiowania surowcowych baz drzewnych z uwzględnieniem możliwości transportowych i założenia sieci stacyj drzewnych wzdłuż szlaków P. K. P., o ile drewno ma na wypadek wojny zastąpić węgiel.

5) Przygotowania rezerw węglowych dla kolejnictwa i ludności przynajmniej na okres 6 miesięcy.

6) Jak najdalej idącego zastosowania torfu w kolejnictwie (przewozy manewrowe).

7) Jak najdalej idącego wykorzystania sił wodnych, gazu ziemnego i złoża węgla brunatnego.

O racjonalności przemysłu suchej destylacji drewna

Prof. W. Dominik

MOŻNA się spotkać z zapatrywaniem, wygłaszanym przez osoby bardzo poważne, że sucha destylacja drewna jest przemysłem, który znajduje się przed wygaśnięciem. Z drugiej strony jednak w ostatnich latach byliśmy świadkami tak postępów dokonanych w metodach przeróbki produktów suchej destylacji drewna jak też rozszerzenia terenu zastosowań tych produktów w niektórych państwach. Stosunki w Polsce składają się w ten sposób, że przemysł ten u nas się nie rozwija i jego produkty odgrywają w naszym życiu gospodarczym stosunkowo nie wielką rolę.

W niniejszym referacie chciałbym przedstawić uzasadnienie ważności tego przemysłu dla stosunków polskich oraz ustalić zakres zastosowań produktów przy uwzględnieniu aktualnych stosunków polskich.

Czy i w jakich warunkach sucha destylacja jest rentowna? Aby na to odpowiedzieć, należy znać cenę, osiągalną na rynkach światowych za produkty suchej destylacji drewna oraz ceny samego drewna. Te ostatnie wynoszą u nas około 8 zł. za 1 m. p. drewna opałowego t. j. za 360 kg sosny, 400 kg brzozy i 450 kg buka przy zawartości około 15% wilgoci. Dla każdego z tych gatunków otrzymuje się różne produkty i różne wydajności a mianowicie:

| | węgiel drzewny | smoła | kw. oct. | alkohol metyl. | terpentyna |
|----------|----------------|-------|----------|----------------|------------|
| brzoza . | 100 kg | 28 | 25 | 6 | — |
| buk . . | 110 .. | 27 | 25 | 6,8 | — |
| sosna . | 90 .. | 37 | 10 | 4,0 | 4,0 |

Ceny produktów należy przyjąć następujące: Węgiel drzewny 40 zł tona. Smoła liściasta 100 zł t. Smoła iglasta 170 zł t. Kwas octowy 700 zł t. Alkohol 700 zł t. Terpentyna 700 zł t. Wtedy otrzymujemy obraz następujący:

| drewno | sosna | buk | brzoza |
|---------------------------------|-------|------|--------|
| wartość produktów z 1 m. p. zł. | 22,5 | 28,9 | 28,5 |

Zużycie innych surowców poza drewnem jest przy suchej destylacji znikome. Gdy się uwzględni, że przemysł chemiczny jest na ogół rentowny, jeżeli koszt surowców jest nie większy niż 50% wartości produktów, można uważać suchą destylację opałowego drewna liściastego w Polsce za zupełnie dobry interes, zaś suchą destylację sosny za problem godny szczegółowego zbadania. Jeżeli się sosnę przerabia na celulozę, nie uzyskuje się więcej jak 22 zł z 1 m. p. przy cenie celulozy 200 zł za tonę. Jednak inwestycje dla wyrobu celulozy są kosztowniejsze niż do suchej destylacji.

Widać więc stąd, że nawet co do sosny kwestia rentowności tego rodzaju przeróbki nie może być uważana za przesadzoną w sensie negatywnym.

Aby jednak przemysł ten mógł rozwinąć się do odpowiednio wielkich rozmiarów, powinien nastawić się przede wszystkim na zaspakajanie potrzeb konsumentów miejscowych. Dopiero stosunkowo mała procentowa nadwyżka produkcji może być bez obawy o wstrząsy gospodarcze wysłana zagranicę. Gdy rozpatrzmy szczegółowej możliwości zbytu tego przemysłu to przedstawi się nam obraz następujący:

Alkohol metylowy po przerobieniu na formalinę będzie mógł zawsze liczyć na zbyt ze względu na stale wzrastające zapotrzebowanie tak dla sztucznych żywic jak dla nowo powstałego przemysłu sztucznej wełny. Zbyt ten będzie tym łatwiejszy, że inne surowce dla tych przemysłów znajdują się w kraju w dostatecznej ilości. Są to fenole, krezole i kazeina.

Kwas octowy obecnie ma w Polsce zastosowanie dość ograniczone, ale głównie z powodu wysokiej ceny, trzy do czterech razy wyższej od cen światowych, branych pod uwagę na wstępie. Jednakowoż w postaci rozpuszczalników do lakierów nitrocelulozowych będzie chętnie brany przez nasz przemysł farb i lakierów po cenie rynku światowego. Również fabrykacja acetylcelulozy i jedwabiu sztucznego octanowego w razie obniżenia cen kwasu octowego ma do-

bre widoki rozwoju. Także i przemysł włókienniczy, w razie obniżki cen, przerzuciłby się w większej mierze na kwas octowy.

Francja otrzymuje rocznie 12 000 ton kwasu octowego na drodze suchej destylacji a poza tym duże ilości na innej drodze. Nie widać powodu, dlaczego u nas nie dałoby się przy odpowiedniej cenie znaleźć zastosowania dla tego kwasu. Trzeba tu zaznaczyć, że w razie obniżenia cen kwasu octowego do poziomu cen światowych, przemysły przetwarzające kwas octowy staną się zdolne do eksportu.

Smoła drewna iglastego jest dobrym artykułem eksportowym, zaś smoła drewna liściastego po usunięciu z niej składników wrzących poniżej 200° C jest dobrym materiałem zastępczym na miejsce asfaltów drogowych. Każda jej ilość będzie mogła być zużytkowana.

Pozostaje jeszcze do omówienia węgiel drzewny. Produkt ten nadaje się do różnorodnego zastosowania, które jednak u nas należy naprzód stworzyć. Pod tym względem zagranicą rozwinięto dość znaczną pomysłowość. Spróbujmy więc zastanowić się nad różnymi możliwościami co do zastosowań węgla drzewnego i rozważmy, które z nich dla Polski mogą mieć znaczenie.

A więc naprzód zastosowania w metalurgii. Co do metalurgii żelaza, dominującym paliwem i środkiem redukcyjnym jest koks. Obecna technika wielkopieczowa jest nastawiona na ten surowiec, który ze względu na swoją tanią, (20 — 40 zł za tonę zależnie od jakości) jak też ze względu na swą wytrzymałość mechaniczną pozwalał na zwiększenie rozmiarów pieców wielkich i potaniecie produkcji surowca żelaznego. Coprawda przy poprzednich przeliczeniach braliśmy pod uwagę cenę węgla 40 zł za tonę, co przy wysokiej czystości węgla drzewnego czyniłoby ten ostatni konkurencyjnym w stosunku do koksu, ale jeżeli się uwzględni koszty transportu, wynikające z małego ciężaru właściwego węgla drzewnego, to dojdziemy do przekonania, że tylko przy wyrobie węgla drzewnego na miejscu przy wielkim piecu mógłby on wyjść zwycięsko z konkurencji z koksem. Jednakowoż obecnie, gdy jeden piec wielki dostarcza dziennie przynajmniej 200 ton surowca i zużywa na to nie wiele mniej jak 200 ton koksu, przemysł żelazny odzwyczaił się od małych jednostek. Zaś na utrzymanie się w rozmiarach, należałoby przerabiać na miejscu około 2 000 m. p. drewna dziennie lub 700 000 m. p. rocznie. Jest to ilość, jaką przerabia cała Francja.

U nas zaś całkowita ilość drewna zużywana na rzecz suchej destylacji jest obecnie około pięć razy mniejsza.

Istnieją wprawdzie w hutnictwie żelaznym tendencje do ominięcia procesu wielkopieczowego i do bezpośredniego otrzymywania żelaza miękkiego względnie stali z rud. Do tego celu czystość użytego paliwa względnie środka redukującego jest rzeczą pierwszorzędnej wagi.

Jedną z metod ostatnio w prasie fachowej przychylnie omawianą (z 1934 i następane lata)

jest metoda Kruppa zwana Rennverfahren. Pozwala ona otrzymywać nawet z niskoprocentowych rud np. 30%-owych przez redukcję w piecach obrotowych na kształt pieca, używanego do wyrobu cementu portlandzkiego, z dobrą (94%) wydajnością, śrutu żelaznego, który w razie użycia beziarkowych surowców może być wprost użyty do przetopienia na stal. Do tego celu bierze się także pod uwagę mielony węgiel drzewny jako środek redukujący. Lecz jednostki takie miałyby również wielkie rozmiary, porównywalne z produkcją obecnych wielkich pieców. W tych warunkach jest wątpliwe, czy korzyść z wysokiej czystości jest dostatecznie wielka, ażeby hutnictwo odwrócić od stosowania węgla kamiennego.

Jeżeli bowiem nawet otrzyma się tą metodą mniej czysty materiał to już sam fakt możliwości wykorzystania rud niskoprocentowych, bardzo tanich, czyni ją zdadną do zastosowania nawet w wypadku gdyby otrzymany produkt miał iść z powrotem do wielkiego pieca do przetopienia na surowiec przed dalszą przeróbką na stal.

Z powyższego widać, że na hutnictwo żelazne nie można liczyć obecnie u nas jako na chętnego odbiorcę węgla drzewnego. Dopiero przy dalszych procesach uszlachetniających, może węgiel drzewny liczyć na zbyt w przemyśle żelaznym ale już w mniejszych ilościach. Również przemysł elektrometalurgiczny, który obecnie u nas jeszcze jest słabo reprezentowany, ale który z pewnością będzie musiał się rozwinąć, może być odbiorcą większych ilości węgla drzewnego.

Wysoka czystość węgla drzewnego uprawniałaby do przypuszczenia, że w niektórych procesach chemicznego przemysłu organicznego, gdzie synteza na drodze katalitycznej wymaga wysokiej czystości gazów reakcyjnych, może węgiel drzewny przy niskiej cenie dawać korzyści w porównaniu z koksem. Tu wchodziłyby w rachubę takie przemysły jak synteza alkoholu metylowego i synteza benzyny metodą Fischera i Tropscha. W obu tych wypadkach przechodzi się przez mieszaninę tlenku węgla i wodoru, którą z węgla drzewnego można otrzymać łatwo w bardzo wysokiej czystości. Jednakowoż co do benzyny, to najmniejsze fabryki projektuje się na 25 000 ton benzyny względnie olejów rocznie. Fabryka taka wymagałaby około 125 000 ton węgla drzewnego rocznie, gdyż mniej więcej 5 kg węgla wychodzi na 1 kg benzyny. Widać więc znowu, że są to przedsiębiorstwa zbyt wielkie, ażeby je można wiązać z produkcją węgla drzewnego. Prędzej już byłoby możliwe oparcie ich na torfie.

Natomiast wytwarzanie alkoholu metylowego z węgla drzewnego mogłoby być celowe ze względów wyżej podanych, ale pod warunkiem rozpowszechnienia zastosowań tego alkoholu. Poza przeróbką na formalinę największe widoki miałyby dodawanie metanolu do mieszanek benzynowych, co zresztą w niektórych krajach jest praktykowane. Ten rodzaj zużytkowania węgla drzewnego byłby z punktu widzenia współmierności podaży surowca z popytem na produkt rozwiązaniem racjonalnym. W Polsce spotkałaby

się prawdopodobnie taka propozycja z oporem tak przemysłu naftowego jak i Monopolu Spirytusowego. Opór ten dałby się jednak przeciężyć przy uwzględnieniu skażających własności alkoholu metylowego.

Wysuwanie węgla drzewnego jako środka do napędu silników samochodowych wydaje się zupełnie usprawiedliwione tanią opałą w stosunku do benzyny. Sprawę tę omówił obszernie na międzynarodowym kongresie leśnym w Budapeszcie dr. Wiktor Raymann z punktu widzenia stosunków, panujących w b. Austrii. Uważa on, że zawsze znajdują się okoliczności, w których węgiel drzewny będzie miał wyższość nad drewnem, jako napęd silnikowy. Szczególnie węgiel drzewny prasowany (po zmieleniu) miałby duże zalety ze względu na wysoki ciężar właściwy a więc małą objętość na kalorię. Dotąd jednak nie udało się sprawy prasowania rozwiązać w tani sposób. Brykieciki z węgla drzewnego kosztują obecnie 28 groszy za 1 kg, co przy cenie drewna 5 groszy za 1 kg (w Austrii) przedstawia w motorze 40 konnym koszt energii w brykietach $2\frac{1}{2}$ razy większy niż w drewnie (11,2 g za 1 S. K. G. przy brykietach). Autor przewiduje jednak obniżenie kosztów brykietowania tak, że spodziewa się obniżenia ceny brykietów do 10 groszy za 1 kg. Wtedy konkurencyjność brykietów z węgla drzewnego w porównaniu do benzyny wzrosłaby ogromnie a koszt paliwa brykietowego wynosiłby mniej niż 20% kosztu paliwa benzynowego.

Trzeba jednak mimo tych obliczeń stwierdzić, że w razie rozpowszechnienia się samochodów napędzanych węglem drzewnym, stałaby się aktualną kwestia opodatkowania nowego paliwa na wzór benzyny, a wtedy korzyści mogłyby wnet stać się iluzoryczne. Trzeba pamiętać, że kaloria w benzynie eksportowanej i w brykiecie z węgla drzewnego kosztuje mniej więcej jednakowo.

Poza rozpatrywanymi tu zastosowaniami węgla drzewnego należy w Polsce zwrócić jeszcze uwagę na zaniedbane obecnie zastosowania węgla drzewnego do celów domowych.

Samowary, żelazka, piece kąpielowe na węgiel drzewny są obecnie mało używane. A jednak przy niskim stanie gazownictwa w Polsce węgiel drzewny mógłby być powołany do stworzenia daleko idącego ułatwienia w gospodarstwie domowym. Wydajność cieplna w zwyczajnym samowarze jest prawie taka jak na kuchence gazowej.

Przy odpowiednio celowej konstrukcji aparatów, mógłby węgiel drzewny pełnić rolę paliwa zastępującego gaz świetlny dla celów kuchennych, odznacza się bowiem z powodu swojej łatwości rozżarzania się nie mniejszą wygodą w stosowaniu jak inne paliwa zastępcze np. spirytus i nafta. Jest zaś równocześnie znacznie tańszy od tych środków, jak zresztą i od gazu świetlnego. Cena węgla w sprzedaży detalicznej mogłaby być niższa od 20 groszy za 1 kg.

Dla zagotowania 1 litra wody potrzeba:

| elektryczności po 0,15 zł. za kWh | gazu świetln. | nafty | spirytusu | węgla drzewnego |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 0,2 kWh wartości 3,0 gr | 0,04 m ³ 1,2 grosza | 0,016 kg 1,0 gr | 0,030 l 2,2 gr | 0,025 kg 0,5 gr |

Gotowanie na węglu drzewnym przy cenie 20 groszy za kilogram kosztowałoby przy odpowiedniej aparaturze 2,5 razy mniej niż na gazie, dwa razy mniej niż na nafcie, 4,5 razy mniej niż na spirytusie i sześć razy mniej niż na elektryczności.

Obecnie jest w Polsce około 2 000 000 ludności średnich miast, w których nie ma gazu. Jeżeliby opracowano dogodną i taną aparaturę dla szybkiego gotowania na węglu drzewnym, paliwo to zyskałoby niewątpliwie wielkie rozpowszechnienie. Licząc tylko po 100 kg rocznie na jedną rodzinę, możnaby na ten cel dla wspomnianych około 400 000 rodzin zbyć 40 000 ton węgla drzewnego rocznie. A przecież ilość ludności miejskiej wzrasta, a na inwestycje gazowniane nie bardzo się zanosi.

Z powyższego wynika, że istnieją możliwości zużycia węgla drzewnego w Polsce, współmierne z możliwościami produkcyjnymi. Wymagają one jednak szczegółowego opracowania.

Przegląd zastosowań produktów suchej destylacji wskazuje, że dla przemysłu suchej destylacji drewna w Polsce jest pole rozwoju w oparciu o rynek wewnętrzny, jakkolwiek stworzenie tego rynku wymagałoby pewnych wysiłków ze strony samego zainteresowanego przemysłu.

O metodach przeróbki destylatów drzewnych o ile dotyczą one wyosabniania stężonego kwasu octowego, pisałem w swoim referacie na międzynarodowy zjazd leśny w Budapeszcie. Poza wymienionymi tam metodami bezpośredniego stężania octu drzewnego na kwas octowy można też pokierować przeróbkę wodnego destylatu w ten sposób, że dochodzi się do pewnych estrów lub soli kwasu octowego. I w tym kierunku proces da się na podstawie obecnego stanu wiedzy poprowadzić taniej i prościej niż to było możliwe przy dawniejszych, przedwojennych metodach. Świadczą o tym fabryki rozpuszczalników oparte o drewno, a uruchomione w ostatnich czasach w Stanach Zjednoczonych przez wielkie fabryki samochodów.

Opierając się na powyższych uwagach można przemysł suchej destylacji drewna traktować jako jeden z tych, których rozwój należałoby w kraju popierać. Ceny światowe chemikaliów i ceny wewnętrzne drewna kształtują się obecnie w ten sposób, że umożliwiają rentowność tego przemysłu. Wewnętrzne zaś ceny chemikaliów są u nas znacznie wyższe od światowych, należy więc uważać, że konkurencja w tej dziedzinie będzie w Polsce z ogólnego punktu widzenia raczej korzystna, doprowadzi bowiem ceny do właściwego poziomu, spowoduje zwiększenie spożycia i pozwoli na obniżenie kosztów produkcji przemysłowych, przetwarzających produkty suchej destylacji.

Zastępcze paliwa na P. K. P. w razie braku węgla

Inż. St. Felsz

1. Wartość opałowa paliw zastępczych.

WĘGIEL kamienny, koks i ropa należą do paliw skoncentrowanych t. j. zawierających w kilogramie lub metrze przestrzennym dużą ilość kalorii użytkowych przy małej zawartości t. zw. balastu szkodliwego, t. j. wody i popiołu.

Paliwa zastępcze: węgiel brunatny, drwa i torf zawierają w kilogramie i metrze przestrzennym znacznie mniej kaloryj przy znacznie większej zawartości szkodliwego balastu.

Wilgoć zawarta w paliwie zarzucanym do paleniska musi być odparowana kosztem ciepła spalania i na to idzie 6 kal. tego ciepła na każdy dkg wilgoci, czyli na każdy % tej wilgoci, zawartej w kilogramie paliwa. Jednocześnie wilgoć ta obniża temperaturę spalania, a przez to zmniejsza sprawność spalania, a zarazem zwiększa straty odlotowe, bo para tej wilgoci uchodząca przez komin o temperaturze dymnicznej unosi z sobą ciepło dodatkowe nie tylko bez pożytku, ale ze szkodą dla spalania.

Popiół, zawarty w węglu i torfie w umiarkowanych ilościach, nie jest szkodliwy, o ile nie jest łatwo topliwy. Łatwo topliwy popiół zalewa prześwity między rusztowinami i hamuje przepływ powietrza potrzebnego do spalania. Takie same zahamowanie spalania dają grube warstwy popiołu paliw o dużej zawartości popiołu.

Wartości opałowe kilograma wszelkich paliw organicznych dają cały kalejdoskop liczb od 0 do 12 000 kal. Dla ułatwienia orientacji można w każdym typie paliwa ustalić pewną przeciętną wartość opałową masy organicznej tego typu i określać przybliżoną wartość opałową samego paliwa zależnie od zawartości masy organicznej i wilgoci w kilogramie danego paliwa.

Tak na przykład przeciętną wartość opałową*) masy organicznej węgla górnośląskiego i Brzeszcza z Zagłębia Krakowskiego można przyjąć na 77 kal. na każdy % kg tej masy.

Krańcowe wahania nie przekraczają 4% tej liczby w jedną lub drugą stronę.

Jeżeli mamy węgiel o zawartości 5% wilgoci i 5% popiołu, to wartość opałowa jego wypada $90 \times 77 - 5 \times 6 = 6900$ kal/kg.

W węglach dąbrowskich i krakowskich (bez Brzeszcza) masa organiczna daje 73 kal. na 1% kg z wahaniami około 3% w obie strony.

Przy 10% wilgoci węgla dąbrowskiego i 5% popiołu wartość opałowa wypada $85 \times 73 - 10 \times 6 = 6145$ kal/kg.

Przy 20% wilgotności węgla krakowskiego i 5% popiołu wartość opałowa jego wypada $75 \times 73 - 20 \times 6 = 5355$ kal/kg.

Gdyby więc węgiel krakowski został darmo podsuszony do 10% wilgoci, to nie byłby wcale gorszy od węgla dąbrowskiego. Te 10% większej wilgotności węgla krakowskiego obniżają jego wartość opałową o 790 kal/kg węgla, czyli o 79 kal. na kg i 1% wilgoci.

*) Operujemy tutaj liczbami wartości opałowej użytkowej, a nie ciepła spalania, które jest wyższe od wartości opałowej.

Wartość opałowa masy organicznej, w której składnikami palnymi są węgiel i wodór (siarkę przy spalaniu można bagatelizować) zależy od udziału balastu gazowego w tej masie (wolny tlen, azot, bezwodnik węglowy). W masie organicznej węgla górnośląskich tego balastu jest najmniej. Więcej jest go w masie organicznej węgla dąbrowskiego i krakowskiego, dlatego wartość opałowa tej masy spada z 77 kal. na 73 kal. Jeszcze mniejszą wartość opałową ma masa organiczna w węglu brunatnym, torfie i drewnie.

W naszych obecnych warunkach węgiel brunatny nie może być jeszcze traktowany szeroko, jako paliwo zastępcze: zaleganie jego i wartość jest niedostatecznie zbadana, leży głęboko i dostęp do niego tu i tam przegradzają kurzawki, kosztowne do opanowania.

Poza tym trudno również brać pod uwagę jako paliwo makuchy, potrzebne dla inwentarza rolnego, lub słomę, którą można byłoby opalać tylko lokomobile rolnicze.

Zatem w charakterze ogólnego naszego paliwa zastępczego można rozpatrywać tylko torf i drewno.

Wartość opałowa masy organicznej torfu jest znacznie niższa od masy organicznej węgla: waha się w dość szerokich granicach od 46 do 54 kal. na 1 kg masy organicznej w torfie zależnie od wieku i pochodzenia. Jeżeli przyjąć jako przeciętną wartość 50 kal. na 1 kg to wahania wypadają $\pm 8\%$. Z taką więc największą nieścisłością można obliczać wartość opałową torfu zależnie od szkodliwego balastu.

Świeży torf w postaci błota o zawartości 10% masy organicznej, 7% popiołu i 83% wody nie może dać żadnego ciepła przy spalaniu, gdyż dostarczona teoretycznie przez masę organiczną ilość ciepła $10 \times 50 = 500$ kal/kg błota zużyta zostanie na odparowanie wody $83 \times 6 = 500$ kal/kg.

Torf rznęty i wysuszony przez letnie miesiące na powietrzu zawiera około 25% wilgoci. Przy maksymalnych dla użytku pod kotłami 10% popiołu, kg takiego torfu może dać $65 \times 50 - 25 \times 6 = 3100$ kal/kg torfu t. j. połowę tego, co daje węgiel dąbrowski.

O ile taki torf podsuszać w dalszym ciągu, to na każdy % zmniejszonej wilgoci wartość opałowa podnosi się o 56 kal/kg torfu.

Ale przy dużej hygroskopijności torfu, duża wilgotność powietrza lub zamoczenie deszczem zmniejsza odpowiednio wartość opałową torfu. Dlatego torf musi być przechowywany pod dachem.

Poza tym torf jest materiałem kruchym, dającym przy przewozie i przeładunku duży % miazgi, a przy spalaniu łatwo daje osady, którymi zatyka kanały dla spalin i rury płomienne. Jest to wada szczególnie szkodliwa dla przegrzewaczy, a więc dla parowozów z przegrzaną parą.

Wartość opałowa masy organicznej w drewnie waha się w dość wąskich granicach 44 do 46 kal. na 1 kg zależnie od gatunku drewna.

Przyjmując za przeciętną 45 kal. możemy obliczyć wartość opałową drewna zależnie od balażu ze ścisłością $\pm 2\%$.

Zawartość popiołu nie przekracza 1%. Przy obliczaniu można z dostateczną ścisłością przyjmować 1% przy wszelkich % wilgoci.

Świeżo zrąbane w lecie drzewo zawiera do 50% wilgoci (w zimie do 45%). Wtedy wartość opałowa jego sięga zaledwie $49 \times 45 - 50 \times 6 = 1900$ kal/kg.

Usunięcie pierwszych 20—25% wilgoci w drzewie najtańszą drogą—suszenia na powietrzu wymaga co najmniej pół roku czasu.

Drewno wysuszone do 25% wilgoci ma wartość opałową $74 \times 45 - 25 \times 6 = 3180$ kal/kg t. j. również połowę tego, co daje węgiel dąbrowski. Ubytek 1% wilgoci podnosi wartość opałową drewna o 50 kal. na kg i odwrotnie.

Tak więc oba paliwa zastępcze — torf i drwa dopiero po wielomiesięcznym suszeniu na powietrzu osiągają połowę wartości opałowej węgla dąbrowskiego i stają się odpowiednie pod względem zawartości wilgoci (25%) do opalania kotłów.

2. Przewóz energii cieplnej w paliwie zastępczym.

Przy przewozach musimy się liczyć z objętością wagonów i tendrów. Tu ważne są liczby przewożonych w danym paliwie kalorii, zawartych w metrze przestrzennym.

Metr przestrzenny ropy waży około 900 kg i zawiera około 9 mio. kal. Metr przestrzenny węgla grubszego waży około 800 kg i zawiera zależnie od typu: węgla górnośląskiego — 5,6 mio kal., dąbrowskiego — 5 mio kal., krakowskiego — 4,3 mio kal.

Metr przestrzenny drewna i torfu maszynowego waży około 400*) kg przy 25% wilgoci i zawiera 1,25 mio kal.

Metr przestrzenny drewna świeżego waży 400 kg, ale zawiera tylko około 0,75 mio kal. Torf rżnięty w metrze przestrzennym waży około 230 kg i zawiera również około 0,7 mio. kal.

W wagonie 20-tonowym przewozimy w ropie 200 mio. kal., w węglu górnośląskim około 140 mio. kal., dąbrowskim — 125 mio. kal., krakowskim — 110 mio. kal.

Nasze węglarki 20-tonowe mają objętość 33 m³. W tej objętości drewno suche i torf maszynowy mieszczą około 40 mio kal., a torf rżnięty i drewno świeże — tylko 20 — 25 mio. kal.

Zamiast wagonu węgla dąbrowskiego trzeba tę samą ilość ciepła przewozić w 5 — 6 wagonach drewna świeżego i torfu rżniętego, lub w 3 wagonach drewna suchego, albo torfu maszynowego. Te stosunki przewozowe podkreślają potrzebę takiej organizacji w przewozach paliw zastępczych, aby drwa i torf dochodziły najkrótszą drogą do miejsca zapotrzebowania i aby ładunki te nie

krzyżowały się w przebiegach kolejowych.

Tendry naszych pociągów dużych parowozów mieszczą 10 ton węgla co odpowiada przewożonemu zapasowi ciepła 63 mio. kal. w węglu dąbrowskim.

W tej samej objętości tendra (bez czuba — 12,5 m³) — możemy ulokować w wysuszonym drewnie i maszynowym torfie niecałe 16 mio. kal. t. j. 4 razy mniejszy zapas niż w węglu dąbrowskim, a w świeżym drewnie i rżniętym torfie około 9 mio. kal., t. j. 7 razy mniejszy zapas.

Jeżeli na km przebiegu ciężkiego towarowego pociągu rozcłodzi się 25 kg węgla i 10 ton węgla wystarcza na przebieg 400 km., to zapas wysuszonego drewna i maszynowego torfu naładowanego bez czuba, wystarczy na przebieg 100 km, a świeżego drewna i rżniętego torfu — na przebieg 60 km. Przy ładowaniu z czubem — przebieg się odpowiednio zwiększy.

O ile więc obecny zapas węgla na tendrze wystarcza na metę przebiegową do 200 km bez nabierania węgla na zwrotnej stacji, to przy opale suchymi drwami na tej samej mecie wypadnie nabierać drzewo i na stacji zwrotnej i pośrodku mety w obie strony. Zatem przy przejściu na suchy opał zastępczy składy opałowe muszą być zdublowane tak, aby na przebieg między nimi wystarczył 4 razy mniejszy zapas węgla na tendrze.

Przy świeżym drzewie i rżniętym nieprasowanym torfie zapas paliwa będzie niewystarczający nawet przy podwojonych składach opałowych.

Oczywiście nabieranie paliwa po drodze przez parowozy zmniejszy handlową szybkość pociągów i wydajność pracy drużyn i taboru.

3. Największe szybkości i ciężary pociągów przy paliwie zastępczym.

Szybkość i ciężar pociągu zależy od dopasowanych do siebie wzajemnie w parowozie trzech czynników: siły przyczepnej kół napędnych, energii pociągowej maszyny i wydajności parowej kotła. Dwa pierwsze czynniki są dopasowane do wydajności kotła parowozowego przy opale węglowym — nawet w najcięższych warunkach jazdy, na t. zw. wzniesieniach miarodajnych, od których zależy największy ciężar pociągów, a przy danym ciężarze — największa na nich szybkość biegu.

Na tych miarodajnych wzniesieniach kocioł musi wydać maksymalną ilość pary, na jaką go stać. Przy danym ustroju kotła i paleniska maksymalna wydajność kotła zależy w wysokim stopniu od paliwa: od najwyższej ilości kalorii, które można spalić produkcyjnie na m² rusztu podczas przebiegu na tym miarodajnym wzniesieniu. Te najwyższe natężenia spalania na m² rusztu mogą dochodzić na minutę do 17 kg węgla dąbrowskiego (100 000 kal.) i do 13 kg węgla spiekalnego — gorzej przepuszczającego powietrze (90 000 kal.).

*) Odnośne liczby dla dębu 550 kg, brzozy — 480 kg, sosny — 390 kg, osiny — 365 kg, jodły — 350 kg.

MAPA POGLĄDOWA LASÓW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ



POLSKI KOMITET
ENERGETYCZNY
1938

Przy takich np. natężeniach mogą na polskim węglu parowozy Ty 23 o ruszcie 4,5 m² rozwijać 24 000 kg siły pociągowej cylindrowej i przeciągać na wzniesieniu 10% — 1 800 ton ciężaru z szybkością 10 km na godzinę (a mniejsze ciężary z większą szybkością). Odpowiada to mocy indykowanej 900 KM.

Nie ma żadnych ściślejszych danych, ile maksimum drzewa, lub torfu i z jaką sprawnością można spalić w tych samych warunkach. Są tylko pewne napomknięcia, że torfu ilościowo więcej spalić nie można, niż węgla. Jest to możliwe ze względu na znacznie mniejszy ciężar gatunkowy torfu, co powoduje silne unoszenie go do rur i kolumna przy silnym wówczas ciągu.

Sprawę najwyższego natężenia spalania można potraktować przez porównanie ręcznego zarzucania węgla i paliwa zastępczego.

Przy węglu na ruszcie 4,5 m² w podanych powyżej warunkach trzeba zarzucać 10 łopat węgla co minutę. Zarzucanie 10 łopat trwa pół minuty, drugie pół minuty pozostaje na spalanie przy zamkniętych drzwiczkach.

Torfu rżniętego na łopacie przy tej samej objętości będzie 3 razy mniej na wagę, a jego wartości cieplnej — 7 razy mniej od węgla. Podczas zarzucania przy otwartych drzwiczkach bez nadmuchu pod ruszta, ciąg powietrza przez warstwę żaru, a zatem i spalanie słabnie w wysokim stopniu. Zatem musi być pozostawiony czas na spalanie przy zamkniętych drzwiczkach, co na mniej równy czasowi zarzucania.

Z tego wynika, że na cały ruszt i minutę można zarzucać i spalać nie więcej jak 10 łopat torfu \times 2 kg \times 3 100 kal. = 62 000 kal., co odpowiada 10 kg węgla na minutę i cały ruszt, a 600 kg węgla na godzinę i cały ruszt.

W rżniętym więc torfie podawanym ręcznie można spalać na ruszcie tylko 14% ciepła, podawanego w węglu na rozpatrywanym wzniesieniu miarodajnym, podczas gdy parowóz w tych warunkach sam na siebie zużywa 11% ciepła w węglu.

Pozostaje zatem przy rżniętym torfie na wagony 3% ciepła, zamiast 89% przy opalaniu węglem, co pozwalałoby uciągnąć zaledwie 60 ton ciężaru wagonów, licząc, że sprawność parowozu pozostanie bez zmiany. Jest to jednak wątpliwe.

Przy torfie maszynowym, w którym na łopacie zarzucamy połowę wagi węgla i czwartą część jego kalorii ten sam parowóz na wzniesieniu miarodajnym dźwignąć może w przybliżeniu 300 t. ciężaru pociągowego.

Prawie to samo byłoby przy suchym drewnie, podawanym do paleniska szczapami o wadze 3,5 kg, z taką samą szybkością, jak zarzuca się węgiel.

Aby zwiększyć intensywność spalania torfu należy zastosować odpowiednie łopaty.

Aby wyrównać spalanie polan z węglem należałoby zarzucać do paleniska z tą samą szybkością polana o wadze 14 kg, albo lżejsze, z odpowiednio zwiększoną szybkością. Dotyczy to oczywiście suchego, a nie świeżego drewna. Poza tym otwartą jest kwestia, czy przy suchym nawet drewnie, zarzucanym tak intensywnie przez połowę czasu jazdy na wzniesieniu miaro-

dajnym, będzie w tym czasie dość intensywne spalanie bez nadmuchu pod ruszta przy otwartych drzwiczkach. Poza tym, przy tak intensywnym zarzucaniu trzeba bardzo umiejętnie „mościć“, palenisko i zarzucać tak, aby polano układało się przy polanie i to w bardzo grubej warstwie, ażeby stłumić szkodliwy zbędny nadmiar powietrza i osiągnąć w palenisku dostateczną temperaturę spalania. Zatem przy opalaniu drewnem parowozów sklepienia muszą być usunięte, ruszta ściśnięte, a natężenie spalania w ogóle nie powinno być mniejsze od 400 kg na m² rusztu i godzinę, co odpowiada spalaniu na godzinę metrowej warstwy drewna i przeciętnemu spalaniu 200 kg węgla na m² rusztu i godzinę.

Dla należytego „moszczenia“ palenisk, których długość u nas nie przekracza przeważnie 2,8 m, długość polan powinny wynosić, albo 90 cm, albo 1,3 — 1,4 m (trzy lub dwa rzędy polan).

Ze względu na intensywność zarzucania i potrzebny znaczny ciężar polan, ktośszy wymiar może być odpowiednim przy grubym drewnie, dłuższy — przy cienszym drewnie. Poza tym przy tak intensywnym zarzucaniu na trudnych profilach potrzebni są dwaj palacze.

Wszystko to dotyczy pracy pociągowej przy ręcznym zarzucaniu paliwa. W stosunku do drewna — innego sposobu nie ma.

Ale torf nadawałby się do t. zw. przestrzenne-go spalania przez wdmuchiwanie pod sklepienie sproszkowanego torfu, spalanego nad ogniskiem zapałowym. Ten proces odbywa się nieustannie, a wtedy spalanie torfu może być co najmniej 2 razy intensywniejsze, niż przy zarzucaniu ręcznym.

Metoda ta w swoim czasie była opracowana w Szwecji i Finlandii i tam możnaby wykorzystać dotychczasowe doświadczenie.

Również z większym prawdopodobnie skutkiem użytecznym można byłoby spalać rżnięty torf przy mechanicznym rozrzucaaniu go po rusztowisku za pomocą przyrządu Stockera (z odpowiednią zmianą przekładni). Największą wątpliwość jednak co do skutku użytecznego wzbudza prawdopodobne obniżenie odparowalności płomieniówek i temperatury przegrzania pary wskutek zanoszenia osadem.

W jakim stopniu usuwałby je na przykład Superior — mogłyby określić to tylko bezpośrednie doświadczenia.

4. Konkretnie możliwości spalania gorszego opalu na P. K. P.

Przy braku zupełnym węgla na P. K. P., zużywanego w latach ostatnich w ogólnej ilości 3 000 000 ton, z czego 2,5 mio. spalają parowozy, trzeba by go zastąpić 6-ma mio. ton suchego drewna, co odpowiada zużyciu 15 mio m. przestrzennych, lub 10 mio. m³ masy drzewnej.

Stanowiłoby to nie mniej niż połowę całego przyrostu rocznego polskich lasów, obliczonego na niespełna 18 mio. m³ masy.

Biorąc pod uwagę, że obecnie połowa przyrostu spala się u nas w postaci drewna opałowego i odpadków drzewnych, trzeba by na samej tylko

kolei spalać wszystek budulec i inne drewno obróbkowe bez zaspokojenia opałowych potrzeb reszty dziedzin życia, gdzie spala się węgla 4—5 razy więcej niż na P. K. P.

Liczby te dostatecznie ilustrują potrzebę gromadzenia zawczasu dużych zapasów węgla w miejscach największego zużycia. Dla osłabienia wietrzenia wydaje mi się najwłaściwszym przechowywanie ich pod przykryciem ziemnym z gliny z zastosowaniem miazgi węglowej, jako podkładu, lepiszcza dla brył i pokrycia izolacyjnego od przenikania powietrza i nabierania z węglem ziemi, która powodowałaby po tym szlakowanie w palenisku.

O sposobach racjonalnego przechowywania węgla podają wskazówki, opracowane świeżo przez Polski Komitet Energetyczny*).

W razie braku węgla powyższe liczby wskazują, że można go zastąpić suchym drewnem w bardzo ograniczonej ilości, chyba, że będziemy spalali kapitał drzewny.

Zatem konieczność nakazuje zająć się torfem jako materiałem, który może być spalany pod kotłami, lżej pracującymi.

a) Na pompach wodnych, w warsztatach i elektrowniach kolejowych oraz w ogrzewaniu domowym, na co zużywa się około 15% węgla kolejowego. Szczególnie dobrze torf spalać można w paleniskach, przystosowanych do miazgi węglowej (zainstalowanych np. na niektórych pompach Dyr. Warszawskiej).

W takich paleniskach z powodzeniem spalać można nie tylko torf i miazgę torfową, ale nawet lesz kolejowy.

Wobec tego już teraz należałoby przeprowadzić próby, w których kotłach stałych może wystarczyć torf bez przeróbki palenisk, a jeśli bez przeróbki nie wystarcza pary — przystosować je do miazgi węglowej i torfu.

b) Na parowozach manewrowych, w lżejszych pociągach wyjęciowych gospodarczych i zdawczych, w których chwilowe najwyższe natężenia nie przekraczają 10 kg węgla na minutę i cały ruszt. Na parowozach manewrowych np. spala się 1,5 do 3 kg na minutę i cały ruszt (90—180 kg na godzinę), a wszystkie manewrowe parowozy P. K. P. spalają również około 15% węgla kolejowego.

Wobec ujemnych stron spalania torfu — silne iskrzenie i zatykanie rur płomienych unoszonym miazgą — zdaje się wykluczone jest zwyczajne spalanie torfu na parowozach z przegrzewaczem (na manewrach — ich mało) konieczne jest częste przebijanie, lub przedmuchiwanie płomieniówek, prawdopodobna jest potrzeba ściśnięcia siatek iskrochronnych, a w ogóle konieczne jest ustalenie zawczasu warunków ekonomicznego i bezpiecznego pod względem pożarowym spalania torfu różniętego, lub frézowanego i prasowanego, ustalenie miejsc odbioru i dostawy torfu oraz magazynowania go pod nakryciem.

c) Na parowozach pociągowych zwłaszcza z przegrzewaczem możliwe jest tylko stosowanie mechanicznych sposobów spalania torfu, co wymaga dość kłopotliwych studiów i specjalnych

urządzeń a dla zwiększenia zapasu na tendrze — podawania go w postaci sprasowanej po to, by po tym proszkować go przed wpuszczeniem do paleniska.

Ciekawe byłoby doświadczenie, jakie pociągi mogłyby wozić parowozy z urządzeniem Stocera, gdyby zastąpić spalany obecnie drobny węgiel torfem przy zwiększonej szybkości podawania.

Oczywiście bardziej uszlachetnione postacie torfu, w których osiąga się większą koncentrację i spoistość cząstek palnych i mniejszą hygroskopijność pozwoliłyby zwiększać ciężary i szybkości pociągów, w porównaniu z torfem surowym. Tak np. koks torfowy lub półkoks z użyciem lepiszcza mógłby już stanąć na równi z węglem. Ale uszlachetnianie wymaga dość znacznych kosztów inwestycyjnych i czasu przeróbki. Wymaga rozwoju przemysłu przetwórczego na torfie: gazowego, chemicznego lub elektryfikacyjnego.

d) Należy również przewidzieć brak ropy i oleju gazowego dla Diesli w wagonach motorowych. Dlatego należałoby przystąpić do budowy wagonów motorowych na gaz ssany, otrzymywany z torfu, lub odpadków drzewnych w generatorze wagonowym z tym nieodzownym warunkiem, aby wyrób odnośnych generatorów i motorów był prowadzony w kraju (myśl tę od paru lat propaguje fabryka Lilpop — Rau).

5. *Ogólne warunki przejścia na opał zastępczy.*

Drewno i torf przed użyciem w palenisku wymaga wysuszenia na powietrzu: drewno — przynajmniej przez pół roku, torf — przez letnie miesiące. Tylko drobny procent potrzebnego do spalania drewna i torfu, mógłby być wysuszony sztucznie prędko i tanio — ciepłem odpadkowym gazów spalinowych dostatecznie suchych w temperaturze 110 — 100° C. Osiągana w kotłach stałych temperatura tych gazów jest zwykle wyższa, ale przy spalaniu wilgotnego opału gazy te są zbyt wilgotne dla suszenia i muszą być rozrzedzane powietrzem.

Można z lepszym skutkiem ogrzewać do temperatury 110° — powietrze i jego prądem — suszyć mokry opał.

Sztuczne suszenie ciepłem odpadkowym może być zorganizowane w przemyśle dla jego potrzeb i dla domowego opału w miastach, ale dla parowozów — wydaje się sprawą akademicką.

Zatem dla parowozów pociągowych już na pół roku przed ewentualnym przejściem na drwa należy zacząć wyręby w odpowiednich miejscach i ilościach i przez te pół roku jeździć na zapasowym węglu.

Torfowiska przed ich eksploatacją muszą być odwodnione rowami i zdarta z nich zewnętrzna pokrywa roślinna, na co potrzebny jest dość znaczny czas.

Suszenie torfu musi się odbywać przez letnie miesiące, po czym musi on być magazynowany pod dachem. Zatem o ile zapotrzebowanie na torf zjawiałoby się na początku jesieni, to odpowiedni materiał mógłby być dostarczony nie wcześniej jak po upływie roku.

Należy się liczyć nie tylko z taką zwłoką, ale i z tym jeszcze, że działania wojenne już od sa-

*) Zeszyt 5 — 6 z 1937 r. „Sprawozdań i Prac PKEⁿ“.

mego początku redukują poważnie przewozy węglowe i inne, a wtedy ludność i przemysł muszą się zwrócić do miejscowego opału zastępczego, z którego do niezwłocznego użytku nadają się tylko słoma, łąciny i suche gałęzie.

Zatem już w czasie pokoju należy zwrócić się do torfu wszędzie tam, gdzie torf może się kalkulować finansowo w porównaniu z węglem, a węgiel — magazynować na czas dłuższy np. pod nakryciem ziemnym.

O sferze użytkowania torfu decyduje zasadniczo porównawczy koszt miliona kalorii użytkowych, zawartych w torfie i węgla na miejscu spożycia. Jeżeli na przykład P. K. P. płaci 15 zł. za tonę węgla normalnego t. j. o wartości 6,3 mio kal/t. to milion kalorii loco wagon na kopalni kosztuje $\frac{15}{6,3} = 2,38$ zł.

Za tę samą cenę można mieć milion kalorii w odpowiednim torfie o wartości 3150 kal/kg jeżeli koszt tony torfu loco wagon załadowczy wynosi 7,50 zł. za tonę. O tej cenie decyduje koszt przewozu kołowego. Na miejscu wydobycia można liczyć 6 zł. za t., ale do kalkulacji orientacyjnej musi dojść koszt przewozu miliona kalorii w wagonie. Koszt własny przewozu wagonu torfu jest zaledwie o niecały 1% niższy od kosztu przewozu wagonu węgla. Zatem koszt przewo-

zu miliona kalorii w rżniętym torfie $\frac{125}{21} = 6$

razy większy, a w prasowanym torfie — 3 razy większy, niż w węgla dąbrowskim. W promieniu więc 300 km. od Zagłębia opłacać się może torf rżnięty, sprowadzany z odległości mniejszej od 50 km., a torf prasowany z odległości mniejszej od 100 km.

Przy inych cenach torfu i węgla loco wagon załadowczy decydującym jest porównanie sumy ceny nabycia i kosztu przewozu.

W/g mapy naszych torfowisk*) mamy je w pobliżu linii Zawada-Lublin, pod Chełmem, w trójkącie Parczew-Luków-Siedlce, w pobliżu Dębli-
na, Kowla, Sarn, Otwocka i t.d.

Wielkie torfowiska Polesia, z których niektóre są przecięte liniami kolejowymi, dają najlepszą kalkulację dla torfu i najdalsze mety przewozowe konkurencyjne, ale mały ruch pociągowy i manewrowy daje im małą sferę zastosowania.

Rozpoczęcie jednak w sprzyjających warunkach opalania torfem parowozów i kotłów stałych jest konieczne dla rozwinięcia w odpowiednich miejscach systematycznego wydobywania torfu na podstawie zawartych przez P.K.P. kontraktów. Należy zaznaczyć, że spośród stwierdzonych torfów — zamało jest jeszcze — zbadanych.

Wszelkie oczywiście poczynania na większą skalę muszą być poprzedzone odpowiednimi doświadczeniami ze spalaniem torfu dla przystosowania do niego palenisk, ciągu, siatek i t.d., oraz dla ustalenia u palacza najwłaściwszej rutyny palenia.

Każde nowe dla palacza paliwo wymaga przystosowania się palacza (i maszynisty) do niego, ażeby z parowozu lub kotła wyciągnąć najwyższą

żądaną i możliwą pracę. I administracja musi też nabrać odpowiedniego doświadczenia. Na to wszystko potrzebny jest czas, którego po tym przy t.zw. trzecim dzwonku — nie będzie.

Za wzór należy postawić wykonywane na przykład repetycje z meblowaniem wagonów. Pierwsze repetycje wykazały słabe orientowanie się i brak należytej organizacji.

Dały one impuls do lepszej organizacji i orientacji i do pewnych uzupełnień, z których jedno np. wymaga aż 3 lat czasu do pełnego wykonania.

6. Wnioski ogólne.

1) Należy przystąpić do urządzenia co najmniej półrocznych zapasów węgla przeznaczonego do przechowywania na czas nieokreślony pod wodą, lub przykryciem ziemnym. Prawdopodobnie w chwili ruszenia tego zapasu wypadnie przystąpić do masowych wyrębów drzewa dla wysuszenia go w celach opałowych.

2) Dla wyrobienia się należytej rutyny wśród służby przy opale drzewnym, dla ustalenia dodatkowych składów drewna, odpowiedniejszych wymiarów polan i t.p. należy przeprowadzać sporadyczne próby — repetycje opalania parowozów pociągowych drewnem z nieodzownym udziałem maszynistów — instruktorów, którzy szkolić będą potem odpowiednio personel, nie biorący udziału w tych repetycjach.

3) Droga prób wstępnych z torfem ustalić potrzebne zmiany konstrukcyjne na parowozach i kotłach stałych, mniej obciążonych, w myśl rozdz. 4 punkty a i b oraz zbadać możliwości wskazane w punkcie c.

4) Na podstawie osiągniętych wyników i kalkulacji, opartej na tych wynikach (podane tu możliwości i liczby są tylko przybliżone) zorganizować planowe i stałe zużycie i dostawę torfu, a możliwie i węgla brunatnego do odpowiednich punktów, nie czekając na wypadki, które do tego zmusić mogą, a to dla rozwoju kopalnictwa.

5) Dla zaoszczędzenia lub ewent. zastąpienia oleju gazowego, lub ropy, przystąpić do budowy wagonów motorowych na gaz ssany w myśl p. d., rozdz. 4.

6) Dla stałego nadzoru i wykonywania tych czynności oraz dla dalszego ich rozwoju i planowania należy zorganizować w Departamencie Mechanicznym M.K.niewielki, ale fachowy i sprężysty dział (referat) opałowy z kierownikiem — inżynierem mającym doświadczenie fachowe (choćby z pracy przy węgla), odpowiednią inicjatywę i środki do opanowania tarcia, lub oporów.

W każdym Wydziale Mechanicznym Dyrekcji sprawy te muszą być poruczone także fachowemu inżynierowi, lub technikowi dla współpracy z ośrodkiem w Ministerstwie.

7) Pożądane byłoby zwiększenie dotacji dla Państwowego Instytutu Geologicznego dla bardziej wydajnych poszukiwań i analiz węgla brunatnego zwłaszcza w centralnych częściach Polski.

8) W tych samych częściach Polski należy zwrócić większą uwagę na budowę i ulepszenie dróg samorządowych i gminnych, którymi może być dowożone drewno lub torf do najbliższych stacyj, ruda żelazna do hut i t.p.

*) Zeszyt drugi, 1938 r. „Sprawozdania i Prace P. K. En.“.

Tezy Komisji Torfu i Drewna Polskiego Komitetu Energetycznego w sprawie wyzyskania torfu i drewna jako paliw zastępczych

(uchwalone na posiedzeniu z dnia 7 lutego 1937 r.,
którego protokół podany jest osobno w zeszycie niniejszym)

I. Tezy ogólne

1) **T**ORFOWISKA i lasy są rozsiane po całym państwie z przewagą województw odległych od zagłębia węglowego (torfowiska zwłaszcza we wschodnich województwach).

2) Oba rodzaje tych paliw zastępczych wymagają przed ich zastosowaniem przygotowania: drewno — ścięcia drzew i przesuszenia pół do 1 roku, torf — wydobycia i wysuszenia torfu 3 — 4 miesiące letnich, w razie zaś niezbadanego torfowiska — jeszcze rok na zbadanie i odwodnienie.

3) Tak drewno jak i torf mogą znaleźć zastosowanie w domowym gospodarstwie, kotłowniach przemysłowych i instytucjach użyteczności publicznej (wodociągi, elektrownie, gazownie), kolejnictwie itp. Oba rodzaje tych paliw należy traktować przede wszystkim jako paliwa lokalne.

4) Wobec dużego stałego zapotrzebowania drewna przez ludność a jeszcze znacznie zwiększonego według przewidywań podczas wojny oraz wobec przewidywanego braku jego, nawet do najniezbędniejszych potrzeb (kolejnictwa) konieczne jest forsowanie torfu jako paliwa tak dla ludności, jak i dla pewnych gałęzi przemysłu oraz kolejnictwa.

5) Wobec konieczności oparcia przemysłu i środków transportowych na różnorodnych rodzajach paliwa wskazane jest forsowanie silników na ssany gaz generatorowy, drzewny i torfowy w miejsce silników ropnych.

4) Niezbędnym jest ustalenie, które torfowiska mogą mieć znaczenie poważniejsze do celów eksploatacyjnych zwłaszcza na wypadek trudności w zaopatrzeniu kraju w węgiel. Przygotowanie ich do eksploatacji (zbadanie, odwodnienie) i zabezpieczenie od dewastacji.

5) Wobec braku u nas doświadczenia niezbędnym jest przeprowadzenie jak najrychlejsze doświadczeń z różnymi sposobami eksploatacji i użytkowania oraz przerobu i uszlachetnienia torfu. Należy przy tym zaznajomić się z urządzeniami istniejącymi zagranicą.

6) Niezbędnym jest przygotowanie kadr specjalistów w tych dziedzinach (kursy instrukcyjne itp.).

7) Możliwości użytkowania torfu w kolejnictwie jak również wnioski w sprawie zastosowania torfu do produkcji koksu i gazów przemysłowych ujęte zostały oddzielnie pod C i D.

B. Drewno

1) W uwzględnieniu dużej ilości trocin i odpadków pozostających przy przemysłowej przeróbce drewna konieczne jest poświęcenie należytej uwagi problemowi ich użytkowania dla celów elektryfikacyjnych, przemysłowych i domowych.

2) Dla celów należytego zaopatrzenia kolejnictwa w drewno jako paliwo zastępcze w czasie wojny, należy już dzisiaj zaprojektować odpowiednio przestudiowaną sieć magazynów drzewnych wzdłuż szlaków P. K. P.

II. Tezy specjalne

A. Torf

1) Eksploatacja torfu dla celów wymagających większej ilości materiałów powinna odbywać się maszynowo (podnośniki, bagry i frezy). Torf frezowany wymaga specjalnych palenisk.

2) Poza możliwościami zastosowania torfu bez uszlachetnienia w domowym gospodarstwie i kolejnictwie, bardziej racjonalnym byłoby stosowanie torfu do powyższych celów pod postacią koksu względnie półkoksu; dotyczy to, również możliwości zastosowania koksu i w metalurgii.

3) Najracjonalniejszym sposobem wykorzystania torfu jest użytkowanie go w postaci gazu i koksu z otrzymywaniem produktów ubocznych. Dla umożliwienia najłatwiejszego przesyłania energii wskazane jest użytkowanie gazu a nawet koksu torfowego w elektrowni. Zasługuje także na uwagę zbadanie możliwości wytwarzania z torfu benzyny syntetycznej.

C. Zastępcze materiały opalowe na P. K. P.

1) Dla zmniejszenia rozchodu drewna, jako materiału zastępczego przy opalaniu parowozów, należy uważać za możliwe zastosowanie torfu, wysuszonego na powietrzu i spalane przez zwykłe zarzucanie na ruszt na parowozach, pracujących z małym natężeniem rusztu, a więc na manewrach i w lekkich pociągach zdawczych i gospodarczych.

Uprzednio drogą prób należy ustalić warunki spalania torfu rżniętego lub frezowanego i sprasowanego dla osiągnięcia najbardziej ekonomicznego i bezpiecznego spalania (odyskiernik, dysza wylotowa, sklepienie, pyram, rusztowiny), miejsca odbioru i dostawy torfu i miejsca magazynowania pod nakryciem.

2) Torfem również może być zastąpiony węgiel i drewno na pompach wodnych, w kotłach warsztatowych i innych zwłaszcza tam, gdzie są specjalne paleniska, przystosowane do miazgi węglowej.

Ponieważ w takich paleniskach można spalić nawet odsiany lesz węglowy, należy stopniowo przystosowywać do miału węglowego wszystkie paleniska pomp i kotłów stałych, w miarę nadchodzącej większej ich naprawy.

3) Należy zapoznać się możliwie bezpośrednio z techniczną i organizacyjną stroną wdmuchiwania u parowozów pociągowych do paleniska przez inżektor powietrzny torfu sproszkowanego, spalane go przestrzennie nad ogniskiem zapalowym. Sposób ten, stosowany w Szwecji i Finlandii podczas wielkiej wojny i po niej (a obecnie podobno i w Estonii), należałoby przystosować do naszych warunków i parowozów oraz przeprowadzić próby dla określenia tonażu pociągowego; to samo dotyczy się i parowozów.

4) Dla zastąpienia ropy i oleju gazowego w trakcji wagonów motorowych odpadkami drewna i torfem (ewent. torfowym półkoksem i koksem) należałoby przystąpić do budowy wagonów motorowych na gaz ssany, z tym, aby fabrykacja odnośnych generatorów i motorów była prowadzona na miejscu.

D. Zastosowanie torfu do produkcji koksu i gazów przemysłowych

1) Z uwagi na konieczność oparcia znacznej części polskiego przemysłu, a w szczególności elektryfikacji i transportu, na paliwie rozmieszczonym wewnątrz kraju, sprawa gazyfikacji i uszlachetnienia torfu, jako środka opałowego, posiada podstawowe znaczenie. Jeżeli poza tym uwzględnić, że na tej drodze uzyska się również szereg cennych produktów chemicznych, jak amoniak, kwas octowy, fenole, parafinę, oleje motorowe, impregnacyjne itd., oraz że odciążą się transport kolejowy od przewozu węgla na znaczne odległości, należy uważać, że wskazany sposób rozwiązania zagadnienia powinien być wzięty pod uwagę.

2) Na podstawie danych, dotyczących naszych torfowisk, można stwierdzić, że istniejące trudności zarówno we właściwej ocenie stopnia przydatności krajowych torfów do celów przemysłowych, a tym bardziej niemożności zbudowania nawet niedużej instalacji technicznej do przerobu torfu, wynikają z okoliczności, że odpowiednie prace badawcze pozostają w toku i wobec tego nie dają możliwości sklasyfikowania przynajmniej pewnej liczby torfowisk pod względem ich przydatności do celów gazyfikacji oraz produkcji koksu.

3) Z poznanych dotychczas torfów z kilku torfowisk, położonych w różnych okręgach, tylko w jednym przypadku stwierdzono zdolność spiekania się torfu na koks dostatecznie twardy. W pozostałych przypadkach przy ogrzewaniu torfu ulega on w mniejszym lub większym stopniu skruszeniu na miał, z czego należy sądzić, że nie nada się on bez pokonania większych trudności do prowadzenia procesu generatorowego oraz do produkcji półkoksu i koksu bez dodatku lepszysza. Prowadzi to do stwierdzenia, że dotychczas realnym sposobem produkcji gazu generatorowego (poza mniejszymi urządzeniami?) jest

stosowanie do generatorów półkoksu torfowego, wyprodukowanego z dodatkiem lepszysza, względnie zastosowanie do gazyfikacji torfu urządzeń koksowniczych typu generatorowego.

4) Celem sklasyfikowania torfowisk pod względem ich przydatności do celów koksowniczych oraz do produkcji gazu generatorowego, winny być ukończone, względnie uzupełnione, badania (przynajmniej w odniesieniu do kilku torfowisk), które pozwoliłyby na poznanie następujących danych: zawartość popiołu, skład popiołu, stopień storfienia i jednorodności materiału, wartość kaloryczna, wydajność koksu, smoły i gazu oraz ich jakość, liczby spiekania z pakiem torfu oraz miału półkokсового (wg met. Chem. Instytutu Badawczego).

5) Ponieważ poza własnościami chemicznymi i fizyko-chemicznymi, istotny wpływ na przebieg produkcji koksu i jego własności wywierają: sposób wydobycia torfu, sposób suszenia i stopień odwodnienia, jak też jednorodność materiału, przy opracowywaniu, względnie przy stosowaniu wskazanych sposobów przygotowywania materiału torfowego do celów koksowniczych, winny być równocześnie podjęte prace w kierunku zbadania wpływu powyższych czynników na bieg procesu koksowania celem ustalenia odpowiednich norm.

6) Z uwagi na charakter torfu krajowego należy przewidywać z reguły następujący sposób postępowania przy produkcji półkoksu i koksu: a) przygotowanie miału półkokсового na drodze ogrzewania torfu do temperatur powyżej 500°, b) uformowanie brykietów z miału półkokсового i paku pod ciśnieniem i c) półkoksowanie, względnie koksowanie brykietów do odpowiednich temperatur. W związku z powyższym należy uważać za istotną sprawę podjęcie prac w kierunku ustalenia właściwego typu instalacji koksowniczej, biorąc z jednej strony pod uwagę stronę technologiczną procesu oraz cele produkcji, z drugiej strony — koszt urządzeń i obsługi. Przy ograniczonym obszarze torfowiska ważną sprawą będzie okres czasu amortyzacji.

7) Z uwagi na samozapalność koksowego, a szczególnie półkoksowego miału torfowego, jak też ze względu na znaczną hygroskopijność półkoksu i koksu torfowego, należy przewidywać odpowiednie trudności tak podczas magazynowania, jak i transportu tych materiałów do odbiorców. W związku z tym wydaje się wskazanym zużywać półkoks i koks przede wszystkim na miejscu i bezpośrednio po wyprodukowaniu. Sprawa ta wymaga dokładnego zbadania w najbliższym czasie, celem ustalenia możliwości transportowych półkoksu i koksu oraz sposobów jego zabezpieczenia.

8) Konieczne jest podjęcie systematycznych badań nad sposobami przeróbki smoły torfowej celem wyosobnienia cennych produktów chemicznych. Podobnie też ważne znaczenie posiadać winny badania nad wydzielaniem ważniejszych składników gazu (lekkie węglowodory, amoniak, kwas octowy) oraz nad usunięciem składników szkodliwych (dwutlenek węgla, pył). Rozwój tych badań

bez wątpienia okaże znaczny wpływ na rentowność produkcji koksu, jak też stworzy podstawę do produkcji szeregu cennych artykułów.

9) Różnorodność torfu jako materiału wyjściowego do produkcji koksu z jednej strony, oraz trudności związane z przygotowywaniem materiału torfowego do produkcji, jak też konieczność uprzedniego poznania biegu produkcji półkoksu i koksu przynajmniej w mniejszej skali technicznej z drugiej strony, wskazują na celowość skoncentrowania tych badań w odniesieniu do jednego z przydatnych do tego celu tor-

fowisk. Po wyprodukowaniu dostatecznych ilości półkoksu i koksu oraz zastosowaniu tych produktów do właściwych celów użytkowych, uzyska się podstawowe dane dla dalszych prac w kierunku rozbudowy polskiego torfowego przemysłu gazowo-koksowniczego. Niezależnie od biegu prac w zakresie koksownictwa, winny być prowadzone również próby stosowania torfu w różny sposób przygotowanego do doświadczeń w generatorach odpowiedniego typu.

SPRAWOZDANIA Z POSIEDZEŃ

PREZYDIUM PKE_n.

Protokół posiedzenia z dnia 10 kwietnia 1937 r.

Obecni pp.: przewodniczący PKE_n — L. Tolłoczko, wiceprzewodniczący — B. Stefanowski, sekretarz generalny — K. Siwicki, oraz członkowie Prezydium, pp.: T. Czaplicki, W. Günther, St. Kruszewski, Cz. Mikulski, B. Pikusa, K. Pomianowski, Cz. Swierczewski, St. Turczynowicz i J. Wójcicki.

Porządek obrad obejmował:

1. Zatwierdzenie protokołu poprzedniego posiedzenia.
2. Charakterystyka węgla w ujęciu Komisji skandy-nawskiej.
3. Prace w Komisjach.
4. Sprawy wydawnicze.
5. Inne sprawy bieżące.

Po otwarciu obrad p. przewodniczący powitał p. prof. dr K. Pomianowskiego, jako nowego członka Prezydium, przewodniczącego Komisji Wodnej.

1. *Protokół* zebrania poprzedniego zatwierdzono.

2. *Charakterystyka węgla*. Sprawę zreferował p. inż. Kruszewski, zast. przewodniczącego Komisji paliwa stałego, podając do wiadomości wyniki obrad tej Komisji nad omawianym zagadnieniem. Komisja wypowiedziała się za przyjęciem proponowanej przez Komitet londyński klasyfikacji ważności cech węgla; przedstawiciel Unii przem. gór.-hutniczego zrazu zajmował stanowisko przeciwne, lecz w końcu posiedzenia przychylił się do zdania większości, zawierającego zastrzeżenie co do potrzeby uzupełnienia klasyfikacji ujednostajnionymi metodami badań poszczególnych cech węgla oraz stosowania jej w praktyce za ogólną zgodą eksporterów na jej obowiązujące wprowadzenie.

Po dyskusji Prezydium przyjęło do wiadomości uchwałę Komisji i postanowiło zakomunikować ją Centralnemu Biuru w Londynie.

3. *Prace w Komisjach*: Sprawozdanie z działalności Komisji Gazowej złożył p. Cz. Swierczewski. Komisja uzgodniła w gronie Prezydium Komisji naftowej oraz Komisji gazowej tezy dotyczące gazyfikacji, opracowane przez p. J. Maleckiego; co do prac nad gazyfikacją torfu karczewskiego w Warszawie, mówca proponuje, by w tej sprawie porozumiał się z dyrektorem gazowni p. prof. St. Turczynowicz; zarazem mówca zawiadamia, iż porozumiał się z gazownią w Krakowie co do badań torfu nowotarskiego, lubelskiego i ewent. innych. Proponuje wreszcie zaproszenie na obrady Komisji gospod. elektr. przedstawicieli przedsiębiorstw gazyfikacyjnych (Polmin, Gazolina).

P. J. Wójcicki zawiadamia, iż uzgadniał swój referat z przedstawicielami obu wspomnianych przedsiębiorstw, dodając, iż na razie ustalono tylko pewne dane potrzebne Komisji gospod. elektr., a dalsze prace będą się toczyły we właściwej Komisji (gazyfikacyjnej). Poza tym mówca proponuje wciągnięcie do współdziałania Politechniki Lwowskiej w osobie p. prof. Witkiewicza, który podjął prace nad dwugazem otrzymywanym z torfu.

P. St. Turczynowicz zwrócił uwagę, że torf nowotarski jest zupełnie inny niż karczewski, więc wyników badań obu nie będzie można bezpośrednio porównać;

równocześnie podkreśla konieczność umiejętnego brania próbek z torfowisk.

P. B. Stefanowski przypomina, iż podjęte przez PKE_n próby torfu miały mieć charakter użytkowy, a nie naukowy, podnosi więc konieczność nie wychodzenia poza rami właściwe dla prac PKE_n.

P. St. Turczynowicz zaznacza, że Komitet wypowiedział się za potrzebą budowy gazowni czy raczej gazowni z elektrownią na torfie; badanie różnych torfów w tym celu powinno mieć charakter użytkowy, a nie wymagający wydatków ze strony PKE_n.

P. T. Czaplicki wspominał o genezie referatu gazyfikacyjnego, o konieczności posiadania innych danych o spożyciu gazu — poza czysto elektryfikacyjnymi — o ilości zasobów gazu w Polsce, wreszcie o zaproszeniu przedstawicieli przedsiębiorstw „Polmin” i „Gazolina” na obrady Komisji. Proponuje nawet prosić ich o koreferat, na co Prezydium wyraziło zgodę.

Przechodząc do prac Komisji gospodarki elektrycznej, p. T. Czaplicki oświadczył, iż zaproszono do współpracy p. prof. Pomianowskiego, który obiecał dać (wspólnie z p. Herbichem) referat o siłach wodnych, dalej będzie jeszcze dyskutowany referat prof. Sokolnickiego o wyborze napięcia, brak natomiast referatu o torfie. Poza tymi pracami Komisja omawia dalej sprawy nowego ujęcia uprawnień (taryfy, amortyzacja sieci i in.). Kończąc mówca wyraża nadzieję, że w maju oba te zadania Komisji (o całości gosp. elektr. i bieżące zagadnienia) będą ukończone.

P. prof. Pomianowski podaje w krótkich słowach zebrane wspólnie z p. inż. Herbichem dane o siłach wodnych w okręgu środkowym kraju *).

Program prac Komisji Wodnej prof. Pomianowski obiecał podać na następnym posiedzeniu.

Sprawozdanie z prac Komisji Gazowo-Naftowej dał jej przewodniczący, p. J. Wójcicki, wspominając o współpracy z Komisją Gazyfikacyjną oraz o zamiarze zbadania zasobów gazu w Polsce; do tego celu powołano osobną podkomisję. Prace podkomisji palnikowej posuwają się; obecnie oczekuje się na wykonanie palników, przyrządy zaś już są; w dalszym ciągu mówca przewiduje prace nad palnikami do których zamierza zaangażować osobnego inżyniera.

W zastępstwie przewodniczącego Komisji paliwa stałego zreferował jej prace p. St. Kruszewski. Mówca wnosi o kooptowanie do Komisji p. inż. B. Karpińskiego, na co Prezydium wyraża zgodę. Dalej mówca omawia starania o dane co do potrzebnych zasobów węgla, referat w tej sprawie p. inż. Blitka oraz własne poszukiwania danych o spożyciu węgla przez poszczególne dziedziny przemysłu; uzyskane liczby z G. U. S. są dostatecznie dokładne, gdyż różnica pomiędzy nimi a statystyką M. P. i H. mieści się w granicach 2%. Na podstawie tych liczb mówca opracowuje tabelę i mapę spożycia węgla przez przemysł polski (a więc prócz kolei, miast, instytucji państwowych, domów), która będzie stanowiła podstawę ustalenia zapasów, jakie musieliśmy mieć spożywczy**).

Co do dalszego programu — p. Kruszewski podnosi potrzebę ożywienia prac nad węglem brunatnym (ewent. utworzenie osobnej podkomisji węgla brunatnego), zastanowienia się nad zagadnieniem stosowania właściwego wę-

*) p. „Sprawozdania i Prace PKE_n”, Nr 1 b. r., str. 16 i następne.

**) p. „Sprawozdania i prace P.K.En.”, za 1937 r., str. 70 i następne.

gła do właściwych celów (ustalenia jakie marki odpowiadają jakiemu celowi), jak również ustalenia, jakie węgle najlepiej nadają się do przechowywania.

Program ten podtrzymał p. sekretarz gen. K. Siwicki.

Na zapytanie plk. Pikusy co do transportu wodnego węgla, jako związanego z możliwością tworzenia zapasów węgla na przystaniach, w magazynach portowych itp. w centrum kraju, p. Kruszewski odpowiada, iż Komisja uważa, że zagadnienie transportu wodnego nie wiąże się z powiększeniem zapasów, lecz z potaniem rozwoju węgla; ten środek transportu paliwa jest zresztą możliwy tylko w ciągu 8 do 9 miesięcy w roku. Nadto mówca przypomina, że urządzenie składów węgla wiąże się nie tylko z kosztami przechowywanego paliwa, ale i z kosztami obsługi i in., co należy mieć na uwadze w liczbie trudności realizacji zapasów.

4. *Sprawy wydawnicze.* Wysłuchano sprawozdania p. sekretarza generalnego o wydawnictwie map węgla brunatnego, że PKEn mu nie podoła i zgadzając się, iż dotychczasowy nakład jest za duży, po dyskusji postanowiono przekazać sprawę ustalenia nakładu właściwego p. sekretarzowi generalnemu; sprawę tempa wydawnictwa i ewent. jego przerwania zdecydowano odłożyć.

Następnie wysłuchano sprawozdania o bieżących pracach wydawniczych.

5. *Sprawy bieżące.* W związku z zawiadomieniem Komitetu Jugosłowiańskiego o śmierci jego prezesa przyjęto do wiadomości wysłanie kondolencji oraz postanowiono podać życiorys zmarłego w „Sprawozd. i Pracach PKEn”.

Postanowiono zorganizować Walne Zebranie PKEn dnia 22 maja r.b.; jako temat odczytu wybrano zagadnienie gazyfikacji i elektryfikacji, pozostawiając wybór autora sekretarzowi generalnemu.

Sprawę stosunku do TWT poruszoną przez p. K. Siwickiego, przelożono na następne zebranie.

Również przyjęto do wiadomości, iż drukuje się 7000 egz. broszury zawierającej wskazówki o przechowywaniu węgla, by je rozesłać przez kilka czasopism technicznych jako premię; redakcje tych pism będą proszone o zamieszczenie w odpowiednich zeszytach wezwania do czytelników o nadsyłanie uwag; pewną ilość egzemplarzy broszury wyśle się wedł. specjalnej listy adresowej, którą sporządzi sekretariat PKEn, z prośbą o uwagi możliwe w ciągu 3-ch miesięcy zarówno co do sformułowania „wskazówek”, jak i ewent. dokonanych własnych próbach w zakresie przechowywania węgla.

Na tym posiedzeniu zakończono.

Protokół posiedzenia z dnia 25 września 1937 r.

Obecni: pp. L. Tolłoczko — przewodniczący, B. Stefanowski — wice-przewodniczący, K. Siwicki — sekretarz generalny oraz członkowie Prezydium: T. Czaplicki, W. Günther, St. Kruszewski, Cz. Mikulski, K. Pomianowski i Cz. Swierczewski.

Porządek obrad obejmował:

1. Zatwierdzenie protokółów 2-ch poprzednich zebrań.
2. Współpraca z Towarzystwem Wojskowo-Technicznym.
3. Sytuacja finansowa PKEn.
4. Program prac Komisji w 2-im półroczu 1937/38.
5. Komunikaty Sekretarza Generalnego.
6. Wolne wnioski.

1. *Protokoły 2-ch zebrań poprzednich* odczytano i przyjęto. Na tle odczytanych protokółów poruszono sprawę uwag, dotyczących wydanych przez PKEn wskazówek co do przechowywania węgla, a w szczególności w dyskusji, jaka się odbyła na zebraniu górników w Sosnowcu i uwag krytycznych wypowiedzianych tam przez prof. Zaleskiego. Uwagi w sprawie tych wskazówek, zebrane z różnych stron, będą omówione — wedł. oświadczenia Sekretarza Generalnego — na jednym z zebrań Komisji Węglowej PKEn w Tow. W. Techn.

Na pytanie w sprawie nakładu nowych arkuszy map węgla brunatnego Sekretarz Generalny oznajmił, iż po porozumieniu się z P. I. G. ustalono nakład na 800 egz., z czego połowę otrzyma P. I. G. Z drugiej połowy autor otrzyma 100 egz., ok. 80 egz. PKEn roześle, a resztę będzie miał na składzie.

2. *Współpraca z T. W. T.* Sekretarz Generalny zreferował projekt regulaminu tej współpracy, ułożony wspólnie z Dyrekcją T. W. T. Projekt ten przyjęto.

3. *Sytuacja finansowa PKEn.* Sekretarz Generalny zreferował stan rzeczy wynikający z tego, iż PKEn ma w r. b. fundusze z dotacji Ministerstwa Przemysłu i Handlu zmniejszone. W związku z tym na 1 kwietnia 1938 r. należy się spodziewać deficytu, o ile wydatki pozostaną nie zmniejszone. Zastanawiając się nad tym, jak zapobiec temu, mówca wskazuje 3 drogi: 1) starać się o restytuowanie pełnej wysokości funduszu z M. P. i H.; 2) powiększyć fundusze społeczne; 3) obciążyć wydatki.

Postanowiono: 1) udać się do pp.: Ministra Przemysłu i Handlu Romana oraz Wiceministra Rosego; 2) starać się o powiększenie dopływu środków społecznych.

4. *Program prac Komisji* scharakteryzował ogólnie p. Sekretarz Generalny po czym p. prof. K. Pomianowski zreferował zagadnienia oczekujące Komisję Wodną, wspomniawszy o zorganizowanym w Paryżu w końcu czerwca 1937 r. posiedzeniu Międzynarodowej Komisji Wysokich Zapór i omówił możliwości wyzyskania różnych sił wodnych.

Następnie p. inż. St. Kruszewski zaznaczył, iż w Komisji Węglowej — po intensywnej ostatnio pracy — będzie teraz tempo nieco słabsze, po czym omawianie prac innych Komisji odłożono.

5. *Komunikaty.* Sekretarz Generalny zakomunikował o prowadzonych pracach nad statystyką do 2-iego Rocznika Energetycznego.

6. *Wolnych wniosków* nie zgłoszono, wobec czego na tym posiedzeniu zakończono.

PODKOMISJA DREWNA PKEn

Protokół posiedzenia z dnia 30.XI 1936 r.

Obecni: pp. prof. Turczynowicz, inż. Siwicki, doc. dr F. Krzysik, inż. J. Wolski, dr R. Zieliński.

Po zgaganiu posiedzenia przez prof. Turczynowicza, dr Krzysik zreferował zadania Podkomisji, która ma na celu opracowanie możliwości zastąpienia węgla kamiennego drewnem na wypadek braku tego pierwszego.

Z problemem zastępowania drewna jako paliwa wiąza się następujące sprawy:

1. Ustalenie rejonów ew. baz surowcowych z wykazem pow. leśnych i ich zapasów wg. nadleśnictw i majątków.
2. Ustalenie zapasów paliwa dla kolejnictwa w nawiązaniu do stacyj węzłowych.
3. Ustalenie zapasów paliwa dla elektrowni i siłowni.

Dla obszarów leśnych i ich zapasów należy ustalić ich zdolności gospodarcze jak i maksymalną wydajność.

W opracowaniu jest obecnie mapa lasów — na przyszłość należy opracować ośrodki będące odbiornikami paliwa drzewnego.

W celu dalszego realizowania prac nawiązano kontakt z Instytutem Badawczym Lasów Państwowych i Wydz. Leśnictwa Min. Rolnictwa.

Po krótkim referacie dr Krzysika podniesiono kwestię funduszy na te cele i uchwalono zwrócić się do Prezydium Komitetu Energetycznego z odpowiednim wnioskiem.

Z oświadczenia inż. Siwickiego wynika konieczność zebrania w pierwszym etapie prac danych jedynie orientacyjnych. W rezultacie uchwalono, że całość materiałów do opracowania przez Podkomisję obejmuje:

- 1) Mapy i dane statystyczne.
- 2) Tabele klas wieku.
- 3) Obliczenie zapasów.

Zdaniem inż. Wolskiego w sprawie powierzchni i zapasów Lasów Państwowych zwracać się należy do Dyrekcji Naczelnej.

W rezultacie wyznaczono zadania dla poszczególnych członków Podkomisji:

1. Prof. Turczynowicz — nawiązanie kontaktu z władzami.
2. Dr Krzysik — opracowanie map i zapasów.
3. Dr Zieliński — zestawienia tartaków państwowych i prywatnych oraz uzyskanie map z Wojsk. Inst. Geogr.

Protokół posiedzenia z dnia 14.XII 1936 r.

Obecni: pp. prof. S. Turczynowicz, inż. Siwicki, inż. A. Cydzik, prof. W. Dominik, inż. L. Kazubski, dr. R. Zieliński. Przewodniczący prof. Turczynowicz.

Po odczytaniu protokołu poprzedniego posiedzenia inż. Cydzik podnosi niemożliwość uzyskania materiałów dla prac Podkomisji nadmieniając, że wskazaniem jest by Komitet zajął się innymi możliwościami zużycia drewna, gdyż to ostatnie jako paliwo jest opracowane dla celów specjalnych. Wobec tego prace Podkomisji byłyby bezcelowe.

Inż. Siwicki wyjaśnia, że jednak prace Podkomisji wiążą się ze zleceniem otrzymanym od Min. Przemysłu i Handlu zebrania materiałów, dotyczących drewna jako paliwa. Zdaniem mówcy całokształt prac Komitetu Energetycznego odgrywa ogromną rolę przy rozpatrywaniu przez władze problemów źródeł energii dla celów specjalnych. Ostatecznie uchwalono konieczność uzgodnienia poglądów i prac między Min. Przem. i Handlu i Min. Rolnictwa.

Prof. Turczynowicz uzyskuje zgodę prof. Dominika na opracowanie przez niego referatu o uzyskaniu w drodze chemicznej z drewna materiałów pędnych.

Podniesiono również problem trocin jako paliwa i ew. możliwości statystycznego opracowania zapasów tychże w zakładach przemysłu drzewnego.

Protokół posiedzenia z dnia 19.I 1937 r.

Obecni: pp. prof. St. Turczynowicz, inż. Siwicki inż. Felsz, doc. dr F. Krzysik, inż. J. Mitkiewicz, dr R. Zieliński, inż. A. Cydzik.

1. Po odczytaniu protokołu z poprzedniego posiedzenia, na zapytanie inż. Cydzika o sprecyzowanie celów prac Podkomisji udziela wyjaśnień dr Krzysik.

Z oświadczeń inż. Cydzika wynika, że problem zużycia drewna jako paliwa opracowały już właściwe do tego powołane czynniki.

2. Po zamknięciu dyskusji doc. Krzysik wygłosił referat na temat roli drewna jako opału*).

Po referacie wywiązała się dyskusja w której głos zabierali pp. inż. Siwicki, prof. Turczynowicz, inż. Cydzik, inż. Felsz oraz referent.

Nader interesujące były wywody inż. Felsza dotyczące porównania węgla, torfu i drewna jako paliwa dla parowozów.

Zdaniem inż. Felsza w związku z paliwami zastępującymi węgiel nasuwają się następujące kwestie.

- Torf nie nadaje się dla parowozów pociągowych a tylko manewrowych.
- Drewno jest jedynym paliwem zastępczym o ile będzie suche, i o ile będą jego zapasy przygotowane na stacjach węzłowych z rejonów w nie obfitujących.

3. Inż. Siwicki po zamknięciu dyskusji komunikuje, że pożądanym jest aby p. dr Krzysik opracował referat obejmujący problemy prac Podkomisji z terminem 2-tygodniowym.

Protokół posiedzenia z dnia 25.I 1937 r.

Obecni: pp. doc. dr F. Krzysik, prof. St. Turczynowicz, inż. A. Cydzik, dr R. Zieliński.

1. Po odczytaniu protokołu poprzedniego zebrania prof. Turczynowicz wnosi poprawkę, że inż. Felsz nie zdyskwalifikował całkowicie torfu jako opału dla parowozów a jedynie nadmienił, że pociągi z parowozami opalanymi torfem mogłyby kursować tylko w znacznie zmniejszonym składzie.

2. Następnie inż. Cydzik referuje sprawę materiałów udostępnianych Komisji przez Min. Roln.

3. Przy omawianiu programu pracy wyłoniła się konieczność przygotowania matrycy lasów dla nałożenia ich na sytuację mapy, która jest w opracowaniu Komitetu.

*) Referat wydrukowany w niniejszym numerze „Sprawozdań i prac PKE_n”.

W dalszym ciągu dr. Krzysik ma przygotować zestawienia tez i wniosków jako materiału pod obrady Prezydium Komitetu.

PODKOMISJA TORFU PKE_n.

Protokół posiedzenia z dn. 15 lutego 1938 r.

Obecni: Przewodniczący — p. prof. Turczynowicz, inż. Czechowicz, dr Dąbkowska, inż. Kazubski, prof. Krzysik, inż. Krzyżkiewicz, inż. Patla, dr. Różycki, inż. Siwicki, dr. Zieliński.

1. Protokół z poprzedniego zebrania został odczytany i przyjęty.

2. Inż. Kazubski złożył sprawozdanie z prac Podkomisji Torfu.

3. i 4. Inż. Patla zreferował program prac Podkomisji Torfu:

- Wybranie wielkich torfowisk i naznaczenie ich na mapie.
- Wybranie miejsc zużycia — konsumpcji z naznaczeniem ich na mapie:
 - miasta — opał dla ludności,
 - ośrodki dla kolei,
 - ośrodki dla fabryk.

3. Komisyjne określenie, które torfowiska trzeba zbać i w jakiej kolejności, uwzględniając zaopatrzenie kolei i ludności, oraz jako podstawy elektryfikacyjne.

Badania torfowisk należy rozbić na wstępne, orientacyjne i szczegółowe.

4. Ustalenie kto będzie prowadzić dalsze badania:

- terenowe — wstępne, orientacyjne i szczegółowe,
- eksploatacyjne — wydobywanie, brykietowanie, transportowanie, maszyny i narzędzia torfiarskie,
- zużytkowanie torfu — spalanie brykiet torfowych, opalanie parowozów, kotłów parowych itp.,
- uszlachetnienia torfu — 1) gazowanie i spalanie gazu, gazo-elektrownie, silniki gazowe, 2) koksowanie, 3) benzynowanie i t. p.

5. Przygotowanie planu eksploatacji torfu po wybraniu torfowisk.

Program prac jakkolwiek szeroki i zakrojony na daleką metę, wkroczył na zupełnie realne tory, a częściowo nawet został już wykonany.

Przy szczegółowym omawianiu programu wyłoniła się kwestia skoordynowania prac różnych osób i instytucji. Inż. Kazubski proponuje zwołać ogólnopolską konferencję osób i instytucji a Min. P. i H. podejmie się rozesać ankietę, dotyczącą eksploatacji torfu w r. 1937.

Poruszone przez p. dr. Dąbkowską zagadnienie szkolenia fachowców do badań nad torfami, p. prof. Turczynowicz proponuje opracować w formie specjalnego referatu na jedno z następnych posiedzeń i przenieść ten temat na teren T. W. T.

5. W wolnych wnioskach prof. Krzysik podkreślił konieczność skoordynowania prac w zakresie badań drewna i jego wykorzystania w kierunku chemicznym i energetycznym. Dotychczasowe prace prowadzone są dorywczo i raczej z punktu widzenia prywatnych zainteresowań badaczy, zaznacza się natomiast brak zainteresowania ze strony Państwa i kapitałów prywatnych.

Na wniosek inż. Kazubskiego uchwalono na zebraniu Podkomisji Torfu i Drewna zaprosić przedstawicieli Biura Surowców oraz p. dyr. Rychłowskiego — Naczelnika Wydziału Badań i Studiów Ministerstwa W. R. i O. P.

Na tym zebranie zakończono.

KOMISJA TORFU I DREWNA PKE_n.

Protokół posiedzenia z dnia 8.II 1937 r.

Obecni: prof. Turczynowicz — przewodniczący, inż. Bartlet, inż. Cydzik, inż. Felsz, inż. Kalinowski, inż. Kazubski, inż. Krzyżkiewicz, dr Różycki, dr Salcewicz, dyr. Swierczewski, inż. Szymański.

1. Odczytano i przyjęto protokół poprzedniego posiedzenia.

2. Przy dyskusji nad porządkiem dziennym inż. Swierczewski zgłosił referat o badaniach nad użyciem torfu w gazowni warszawskiej i zaznaczył, że próby te nie dały wyników negatywnych pomimo wykazania szeregu trudności w ruchu, jak zatykanie kanałów. Trudności te należy przez prowadzenie dalszych prób usunąć.

3. Omówienie wniosków:

- a) tezy Podkomisji Torfowej,
- b) wnioski w sprawie zastępczych materiałów opałowych dla P. K. P.,
- c) wnioski w sprawie możliwości zastosowania torfu do produkcji koksu i gazów przemysłowych.

Na wniosek prof. Turczynowicza przyjęto jako podstawę dla wniosków Komisji tezy w opracowaniu Podkomisji Torfowej, przy czym zostaną uwzględnione jako dodatkowe dalsze wnioski Komisji Drewna oraz wnioski, dotyczące użycia torfu w P. K. P.

Następnie przedyskutowano wniosek inż. Felsza w sprawie materiałów opałowych dla P. K. P.

Po dyskusji, w której wzięli udział prof. Turczynowicz, inż. Felsz i inż. Krzyżkiewicz, pewne punkty przyjęto, inne skreślono, względnie przereferowano.

Przy omawianiu zagadnienia „torf dla celów gazyfikacyjnych” w dyskusji wzięli udział pp.: inż. Swierczewski, inż. Bartlet, prof. Dominik, inż. Kazubski, dr Salcewicz i prof. Turczynowicz. Stwierdzono, że w obecnym stadium przy istniejących metodach, torf nie może być używany w gazowni nawet w czasie pokoju. Na wypadek braku węgla w czasie wojny będzie mógł być użyty z tym, że wydajność gazowni znacznie spadnie; mimo to jednak należy próby prowadzić w dalszym ciągu. Chemiczny Instytut Badawczy opracowuje nową metodę odgazowania torfu. Prof. Dominik uważa za wskazane zbadanie torfowisk, przy których wybudowanie gazowni na torfie byłoby gospodarczo uzasadnione.

Prof. Turczynowicz zakańczając dyskusję, postanawia na jednym z najbliższych posiedzeń powtórzyć szczegółowo ten temat i prosi p. dr Salcewicza o przygotowanie odpowiedniego referatu.

4. Odczytanie i omówienie wniosków Podkomisji Drewna.

W dyskusji nad wnioskami wzięli udział pp.: prof. Dominik, prof. Krzysik, inż. Bartlet poruszając możliwości zastosowania drewna w gazowniach, zagadnienie suchej destylacji drewna oraz możliwości użycia węgla drzewnego do parowozów P. K. P.

Na tym posiedzeniu zakończono.

Protokół posiedzenia z dnia 18.X 1937 r.

Obecni prof. Turczynowicz — przewodniczący, członkowie — pp. prof. Krzysik, dr Salcewicz, dr Zieliński, dr Różycki, inż. Krzyżkiewicz, inż. Siwicki, inż. Holewiński, inż. Kazubski, inż. Mitkiewicz, inż. Gąsiorowski, mgr Ptaszycki i inż. Czechowicz jako sekretarz.

Na wstępie prof. Turczynowicz zawiadomił zebranych o chwilowym ustąpieniu inż. Kazubskiego ze stanowiska sekretarza komisji wskutek mianowania naczelnikiem wydziału i objęcia zastępstwa tego stanowiska przez inż. St. Czechowicza.

Wskutek wyjazdu z Warszawy na stałe dr Salcewicz zmuszony jest przerwać pracę w Komisji. Prof. Turczynowicz w imieniu Komisji podziękował obu panom za współpracę i wyraził żal z powodu ich ustąpienia.

Sprawozdanie z prac podkomisji: torfu — odczytał p. inż. Kazubski i drewna — p. dr Zieliński. Program prac podkomisji: torfu — zreferował p. inż. Kazubski i drewna — p. prof. Krzysik.

Ponieważ w dyskusji nad programami pracy wyłoniły się kwestie ściślejzego określenia rozmiarów współpracy z T. W. T. konieczność ujęcia prac badawczych torfu i drewna z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego, oraz szereg innych zagadnień — na wniosek p. prof. Turczynowicza sprawę uzgodnienia programów prac obu podkomisji powierzono komisji w składzie: pp. prof. Turczynowicz, prof. Krzysik, dr Zieliński, inż. Kazubski, inż. Czechowicz.

Sprawę kontaktu komisji torfu i drewna z komisją paliw ciekłych ułożono w ten sposób, że wszelkich ewentualnych informacji o pracach komisji paliw ciekłych udzie-

lać będzie p. inż. Kazubski, który prace te zna b. dokładnie.

Następnie p. inż. Holewiński wygłosił referat p. t. „Destylacja metylująca torfów — syst. Michot-Dupont*).

„Produkcja związków aromatycznych opiera się w Polsce wyłącznie na surowcu z Górnego Śląska i zależna jest od zapotrzebowania na koks metalurgiczny, nie ma więc widoków na znaczne jej podniesienie. Jednocześnie produkty te są podstawą wyrobu wielu cennych produktów chemicznych, środków wybuchowych oraz paliwa o wysokiej liczbie oktanowej.

Od 7 lat prowadzone są we Francji badania nad destylacją węgla brunatnych i torfów systemem Michot-Dupont. Do surowca dodaje się przed destylacją niewielkie ilości octanu wapnia, sody i opilek żelaznych po czym destyluje go w temperaturze nie przekraczającej 600° C. Rozkład octanu wapnia daje keton, który w połączeniu z produktami o typie fenoli przetwarza je przez metylację na związki aromatyczne. Otrzymuje się znaczne zwiększenie ilości smoly, zupełne zniknięcie fenoli i krezoli, oraz zastąpienie ich przez szereg związków aromatycznych jak benzen, toluen, ksylen oraz wielometylowych, stanowiących obfity surowiec do wyrobu benzyn lotniczych o liczbie oktanowej 100, środków wybuchowych, rozpuszczalników oraz wielu innych cennych produktów.

Metoda wypróbowana w warunkach półprzemysłowych, jest prosta; piec destylacyjny zbudowany jest z żelaza, pracuje bez ciśnienia i wysokich temperatur. Z tony surowca o zawartości 30% wody otrzymuje się około 100 litrów smoly i 300 — 500 kg półkoksu. Zastosowanie tej metody w Polsce pozwoliłoby na powstanie w centrum kraju fabrykacji brakujących benzyn lotniczych oraz środków wybuchowych uniezależnionych od Górnego Śląska. Jeżeli surowiec zawiera siarkę, to metylacja wiąże ją na siarkowodor byłoby podstawą wyrobu kwasu siarkowego.

Dla stwierdzenia, w jakim stopniu nasze surowce nadają się do destylacji metylacyjnej, należałoby przesłać próby do instalacji półprzemysłowej we Francji, lub też zbudować za licencją podobne urządzenie w Polsce“.

Po referacie wywiązała się ożywiona dyskusja. W odpowiedzi na zapytania referent wyjaśnił, że badania destylacji węgla brunatnych i torfów prowadzone były we Francji w skali laboratoryjnej w latach 1930-35, a następnie przez dwa lata w aparaturze półprzemysłowej, przerabiającej 120 kg surowca na godzinę. Wynalazca ma w budowie aparaturę na przeróbkę 1000 kg surowca na godzinę, która nie została jeszcze uruchomiona. Próby przeróbki tą metodą węgla kamiennego nie dały żadnych wyników.

Gatunek otrzymanego półkoksu będzie prawdopodobnie niski, należy więc starać się zużytkować go w instalacji przemysłowej, połączonej z destylarnią surowca. W miejscowościach posiadających obok torfu biedne rudy żelazne możnaby brykietować je razem z półkoksem i spalać w czadnicy typu Philipon, otrzymując bardzo dobrą surowkę, cement żuźlowy i gaz przemysłowy. Zużytkowując w ten sposób produkty uboczne, możnaby otrzymać benzynę lotniczą 100-oktanową po cenie własnej nie wyższej niż benzyny niskooktanowej z ropy naftowej.

Przybliżona kalkulacja wstępna wykazuje, że prawie 50% kosztów stanowi pozycja octanu wapnia i sody, sprzedawanych w Polsce po cenach kartelowych. Pewne gatunki surowca np. węgle brunatne okolic Zawiercia nie wymagają neutralizacji kwasów; tani octan wapnia możnaby otrzymać przy zwykłej destylacji torfu. Są więc widoki na wysoce opłacalną produkcję benzyny oraz cennych ubocznych produktów przemysłowych w centrum kraju i na kresach wschodnich, a więc w okolicach czekających na uprzemysłowienie.

Wobec obfitości i niskich cen torfu należałoby wypróbować praktycznie metodę Michot-Dupont w stosunku do naszych surowców.

Na zakończenie p. inż. Holewiński poinformował zebranych, że dane do swego referatu otrzymał z Francji od prof. Barbet'a i prof. Pascala.

Na tym posiedzeniu zamknięto.

*) Referat podany jest w streszczeniu. Pełny tekst referatu znajduje się w Nr. 11 z listopada 1937 r., „Przegląd Chemiczny” p. t. „Destylacja metylująca węgla brunatnych i torfów“.

Protokół posiedzenia z dnia 27 maja 1938 r.

Obecni pp.: prof. Krzysik, kpt. Kuczkowski, prof. Lutze-Birk, plk. Rotarski, dr. Różycki, inż. Siwicki, prof. Turczynowicz, dr. Zieliński i inż. Czechowicz, jako sekretarz.

1. Dr. Zieliński wygłosił referat na temat „Problem silników na gaz z drewna z punktu widzenia gospodarczego w świetle doświadczeń zagranicznych“.

2. W dyskusji poruszano problem silników na gaz z drewna głównie z gospodarczego i prawnego punktu widzenia.

Na wstępie prof. Lutze-Birk zaznacza, że wszystkie dotychczasowe badania nad opłacalnością gazogeneratorów prowadzone były na silnikach benzynowych, przystosowanych do generatora. Połączenie takie powoduje duże straty które udało się znacznie zmniejszyć dopiero przez zastosowanie generatora z silnikami Diesla.

Okres zużywalności generatorów o cylindrach żelaznych wynosił przeciętnie 3 lata. Z chwilą kiedy cylindry żelazne zaszpawano miedzianymi, okres pracy znacznie się przedłużył, co naturalnie dodatnio wpłynęło na opłacalność generatora. Następnie poruszona została sprawa podatków jakim ewentualnie podlegały wozy z silnikami na gaz z drewna, w związku z większą wagą własną. P. prof. Lutze-Birk wyjaśnił, że podatki są obliczone nie według wagi własnej wozu, ale według wagi łącznie z dopuszczalnym obciążeniem, tak że żadne dodatkowe koszty z tytułu podatków nie mogą tu mieć miejsca.

Drewno używane do gazogeneratorów winno zawierać ca 20% wilgoci, tak że usunięcie nadmiaru wody wymaga pewnych — bardzo zresztą prymitywnych urządzeń w postaci szop, magazynów itp. co znów pociąga za sobą niewielkie wprawdzie koszty, ale nie podraża generatorów w stosunku do silników benzynowych, przy których również występują koszty magazynowania, naczyń i t. p.

Czynnikami, który przy kalkulacji wozów generatorowych odgrywa dużą rolę jest b. znaczna oszczędność na remontach. Prof. Lutze-Birk dla przykładu podaje, że chodzący w Warszawie autobus na gaz drzewny (Henschel) po przejściu 25 tys. km nie wymaga jeszcze remontu, podczas gdy „Zawraty“ po 10 tys. km bardzo tego remontu potrzebują. Spośród wozów taboru miejskiego Warszawy w pierwszym rzędzie winny być na gaz drzewny przerobione „Saurezy“, które dzięki swym błędom konstrukcyjnym, na wypadek wojny nie mogą odegrać większej roli, natomiast po przeprowadzeniu pewnych zmian dadzą idealny wóz z generatorem.

Kpt. Kuczkowski — Z punktu widzenia przydatności silników na gaz z drewna dla marynarki, interesująca jest kwestia zbiorników na drewno — paliwo i szybka gotowość do ruchu. Próby robione dotychczas z generatorami dostosowanymi do silników benzynowych na motorówkach — dały wyniki ujemne. Trudności wynikały przy zabieraniu zapasów paliwa, b. dużych objętościowo w stosunku do benzyny. Poza tym zanotowano przy przejściu na gaz z drewna spadek mocy, wynoszący ca 30%, a przy użyciu sprężarki 10 — 12%. Zagadnienie zastosowania generatorów na gaz z drewna do potrzeb marynarki, ciągle jeszcze wymaga dalszych prac badawczych.

Inż. Siwicki — Po wyświetleniu zagadnień technicznych i kalkulacyjnych należałoby przystąpić do omówienia zagadnień ogólnogospodarczych i opracować projekt ustawy o użyciu samochodów na gaz. Projekt ten winien być oparty na danych statystycznych, zebranych na podstawie wyników pracy istniejących w Polsce gazogeneratorów. P. K. En. na prace w tej dziedzinie posiada odpowiednie fundusze, tak że obecnie należałoby tylko przedstawić kosztorysy i dokładny plan prac.

Prof. Krzysik. Prace w dziedzinie badań nad gazogeneratorami podjął p. dr. Zieliński, który na dalsze prowadzenie tych studiów przeznacza tegoroczne wakacje.

Prace wakacyjne dra Zielińskiego pójda w następujących kierunkach: a) gruntowne zapoznanie się z problemami technicznymi silników na gaz z drewna, b) inwentaryzacja i zbadanie istniejących silników, c) zestawienie i przepracowanie literatury gazogeneratorowej, d) opracowanie referatu i wniosków. Zdaniem prof. Krzysika najbliższe prace nad gazogeneratorami winny pójść po linii: a) zbadanie przydatności drewna, węgla drzewnego i kok-

su torfowego jako surowca do silników na gaz ssany, b) zastosowanie gazogeneratorów do wagonów motorowych i samochodów P. K. P., i c) — do taboru rzeczniczego i morskigo.

Inż. Siwicki proponuje, aby wyniki badań i prac prof. Lutze-Birka nad gazogeneratorami ogłosić w rocznym sprawozdaniu z prac P. K. En., a w razie dalszej potrzeby zrobić odbitkę w formie broszury. Sprawozdania P. K. En. rozchodzą się w 7 000 egzemplarzy. Sprawę tę pozostawiono do osobistego porozumienia inż. Siwickiego z pp. prof. Lutze-Birkiem i Krzysikiem.

Na tym posiedzenie zakończono.

KOMISJA PROGRAMOWA WYŁONIONA PRZEZ KOMISJĘ TORFU I DREWNA PKE_n NA POSIEDZENIU DNIA 18.X 1937 r.

Protokół posiedzenia z dnia 25.X 1937 r.

Obecni: pp. prof. Turczynowicz, prof. Krzysik, inż. Kazubski, dr. Zieliński, inż. Czechowicz.

Pp. inż. Kazubski i prof. Krzysik odczytali kolejno programy prac Podkomisji Torfu i Drewna, po czym po przedyskutowaniu i uzgodnieniu ich, przyjęto wspólny program dla Komisji.

1. Wybór torfowisk ważnych z punktu widzenia państwowego na wypadek wojny.

Wybór terenów leśnych ważnych z punktu widzenia państwowego na wypadek wojny.

2. Torf w elektryfikacji Polski.

Drewno w elektryfikacji Polski.

3. Spalanie torfu.

Spalanie drewna.

4. Komisyjne ustalenie w jakich rozmiarach możliwe będzie wykorzystanie torfu (drewna) dla celów elektryfikacji, kolejnictwa, przemysłu i przez ludność, oraz jakich inwestycji będzie na to potrzeba.

W ramach tematów 3 i 4 wylonily się następujące zagadnienia interesujące specjalnie Podkomisję Drewna:

a) zużytkowanie odpadków drzewnych, b) zastosowanie węgla drzewnego w hutnictwie i dla napędu gazogeneratorowego; silniki na gaz drzewny ssany dla zakładów przemysłowych i samochodów, c) badania nad określeniem minimalnego czasokresu naturalnego przeschnięcia drewna przed zastosowaniem do celów opałowych.

5. Próby z torfem w gazowni.

6. Program i koszty inwentaryzacji torfowisk.

7. Statystyka terenów leśnych i ich inwentaryzacja.

8. Opracowanie dla wybranych torfowisk planów eksploatacji, planów budowy zakładów przeróbki i ich koszty (gazownie i elektrownie poruszane torfem i drzewem).

Przy bliższym omawianiu tematów i ustalaniu ewentualnych referentów wylonily się następujące kwestie.

Temat 1) zarówno dla torfu jak i drewna wymaga specjalnych pracowników i funduszy w wysokości ca 1 000 zł. Termin opracowania referatu — 3 mies.

Z prośbą o pracowanie tematu 2) oraz częściowo 4) i 8) postanowiono zwrócić się do Biura Elektryfikacji, a tematu 3) z uwzględnieniem kwestii budowy pieców na odpadki, ewentualnie zmiany palenisk itp. do panów: prof. Witkiewicza w sprawach torfu i prof. Stefanowskiego w sprawach drewna.

Opracowanie tematu 7) jest technicznie b. trudne do przeprowadzenia i bardzo poza tym kosztowne. Największe trudności ze względu na brak materiałów przedstawiają tu lasy nie-państwowe. Sprawą tą zajęło się obecnie Min. Komunikacji.

Do omówienia i uzgodnienia programu prac z T. W. T. i Min. Rolnictwa Komisja upoważniła przewodniczącego p. prof. Turczynowicza.

Na tym posiedzenie zamknięto.

OMYŁKI DRUKU.

Załączony do niniejszego zeszytu druczek należy nalekleić na odpowiednią mylnie wydrukowaną kolumnę w Tabelicy Nr 2 „Zasoby torfu“ w lipcowym zeszycie „Sprawozdań i Prac P. K. En. 1938“. — Ponadto w teje tabelicy w kolumnie 4-ej L. p. 4 wojew. Kieleckie zamiast 1 — winno być 1,3.

Adres Redakcji i Administracji:

Warszawa, ul. Elekoralna 2

Redakcja otwarta codziennie od godz. 10 do 12-ej
telefon 624-55

P. K. O. 14.252

Cena rocznika Zł. 10. —

Cena zeszytu Zł. 2.50

Wydawca: **Polski Komitet Energetyczny**

Redaktor odp. inż. **Kazimierz Siwicki** Sekretarz Generalny P. K. En.

Druk. „Bagatela“ (właśc. M. Twardowski). Tel. 9-49-99.