



# PRZEGLĄD TECHNICZNY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

WYDAWCA SP. Z O. O. PRZEGLĄD TECHNICZNY

REDAKTORZY INŻ. J. FALKIEWICZ I INŻ. M. THUGUTT

Nr. 19

WARSZAWA, 15 WRZEŚNIA 1937 R.

Tom LXXVI

Prof. dr. inż. W. ŻENCZYKOWSKI

624 . 093 . 691 . 11

## Belki złożone drewniane na gwoździach

**N**owa norma polska PN/B-1710, zawierająca dopuszczalne naprężenia i zasady obliczania konstrukcyj drewnianych, umożliwia w szerszym zakresie projektowanie budowli inżynierskich z drewna i przyczynia się przez to do ich rozpowszechnienia. Dość ważną pozycję w drewnianych konstrukcjach inżynierskich stanowią belki złożone z desek lub bali, łączonych na gwoździach. W niektórych państwach belki takie są szeroko rozpowszechnione zwłaszcza w budownictwie przemysłowym. W Sowieciech np. opracowano i wydano w druku szczegółowe rysunki wykonawcze takich belek dla różnych stosowanych rozpiętości\*). W niniejszym artykule zajmujemy się belkami skrzynkowymi, dwuteowymi i belkami ze ścianką krzyżulcową, przytaczając na wstępie ogólne dane do projektowania.

### A. Dane z normy PN/B-170\*\*), dotyczące połączeń sworzniowych.

1. Pod tą ogólną nazwą rozumie się złącza na dyble dębowe, sworznie, gwoździe, sztyfty, śruby i rurki; wszystkie te elementy nazwiemy ogólnie dla uproszczenia sworzniami.

Wzory dla obliczeń dotyczą połączeń, w których sworznie ściśle przylegają do tworzywa łączonych części; przyleganie takie będzie zapewnione, jeśli przed wywierceniem otworów na sworznie wzgl. przed wbiciem gwoździ — łączone elementy zostaną złożone, ściśle dopasowane i ściągnięte odpowiednio mocnymi tymczasowymi stężeniami.

2. Obliczenie dwuciętych złącz sworzniowych wykonywa się według jednego z 3-ch następujących wzorów, dających najmniejsze wartości.

Ze względu na zginanie sworznia:

$$T = \varphi d^2 \sqrt{k_{gb} k_{db}} \quad (A)$$

Ze względu na docisk elem. środk:

$$T = 0,5 cd k_{db} \quad (B)$$

Ze względu na docisk elem. skrajn:

$$T = 0,7 ad k_{db} \quad (C)$$

We wzorach tych wprowadzono następujące oznaczenia:

$T$  — siła w kg dopuszczalna na jedno cięcie sworznia (analogicznie do „cięć” nitów),

$d$  — średnica sworznia w cm.

$c$  — grubość środkowych bali lub desek w cm,

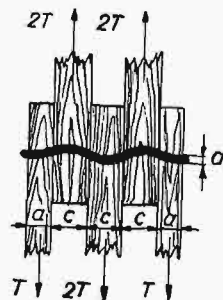
$a$  — grubość skrajnych elementów (nakładek) w cm,

$k_{gb}$  — dopuszczalne naprężenie na zginanie sworznia,

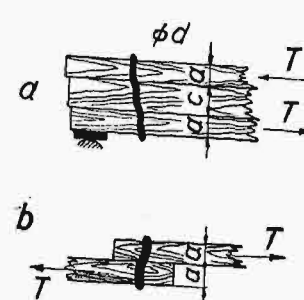
$k_{db}$  — dopuszczalne naprężenie na docisk drewna w połączeniu sworzniowym w zależności od kąta docisku,

$\varphi$  — współczynnik zależny od rodzaju sworznia.

3. Obliczenie jednociętych połączeń sworzniowych jak również i wielociętych w wypadkach jeśli sworznie pracują w sposób analogiczny do jednociętych (np. przy obliczaniu na siłę rozwarstwiająca przy zginaniu lub wyboczeniu) wykonywa się według



Rys. 1.



Rys. 2.

jednego z 3-ch następujących wzorów, dających najmniejsze wyniki (rys. 2a i b).

$$T = \varphi d^2 \sqrt{k_{gb} k_{db}} \quad (A)$$

$$T = 0,4 cd k_{db} \quad (D)$$

$$T = 0,6 ad k_{db} \quad (E)$$

\*) Projektowanie promysłennych zdaniij tom II — 1935 r.

\*\* Wiadomości Polsk. Kom. Norm. 1936 r. zes. 10 i 11.

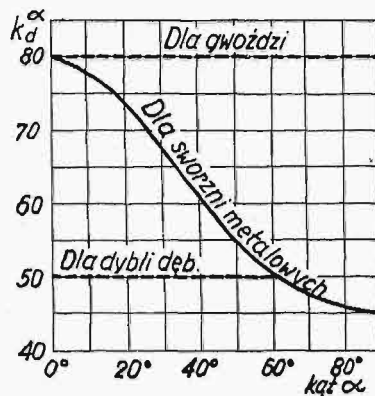
We wzorach tych przez  $a$  oznaczono grubość najcieńszego z elementów przylegających do połączenia. Pozostałe oznaczenia i wartości współczynników jak w p. 2.

TABELA I.

Współczynniki  $\varphi$ ,  $k_{gb}$  i  $k_{db}$  dla połączeń sworzniowych.

Rodzaj połączeń	$\varphi$	$k_{gb}$ kg/cm <sup>2</sup>	$k_{db}$ dla sosny kg/cm <sup>2</sup>		$k_{db}$ dla dębu kg/cm <sup>2</sup>	
			wzdłuż	wpoprz.	wzdłuż	wpoprz.
			włókien		włókien	
Gwoździe . . . . .	0,8	1 800	80	80	110	110
Sztyfty stalowe . . . . .	0,6	2 400	80	45	110	85
Bolce . . . . .	0,5	1 400	80	45	110	85
Dyble dębowe . . . . .	0,6	130	50	45	50	45
Rurki żelazne o zewnętrznej średnicy $d$ i grubości ścianek: 0,2 $d$ . . . . .	0,45	1 400	80	45	110	85
0,1 $d$ . . . . .						
0,05 $d$ . . . . .						

W wypadku ukośnego docisku naprężenia  $k_{db}^{\alpha}$  ustalone są dla sosny w wykresie rys. 3.



Rys. 3.

Wykres wartości naprężeń docisku dla sosny w połączeniach sworzniowych.

4. Odległości wzdłuż włókien od czoła desek (względnie bali) jak również między osiami sworzni wszystkich rodzajów z wyjątkiem gwoździ przyjmuje się nie mniej od  $5d$ , a wpoprzek włókien od brzegu  $1,5d$  i między podłużnymi rzędami sworzni  $2,5d$ .

5. Odległości wzdłuż włókien od czoła deski do gwoździa przyjmuje się nie mniej  $15d$ , a między gwoździami  $20d$ , wpoprzek zaś włókien od brzegu deski i między gwoździami w podłużnych szeregach  $4d$ ; przy rozmieszczeniu gwoździ w zakosy (lub pochyłe szeregi) — pomiędzy sąsiednimi podłużnymi rzędami nie mniej  $3d$ ; w wypadku wiercenia otworów na całą długość gwoździa, odległości można przyjmować jak dla sworzni zgodnie z p. 4.

6. W rozciąganych połączeniach na sworznie do przekroju pracującego (netto) nie mogą być wliczane przecięte włókna, z czego wynika, że rozmieszczenie sworzni w zakosy nie daje oszczędności na przekroju. Wyjątek stanowią połączenia na gwoździe wbijane (bez uprzednio wywierconych otworów), przy których przekrój netto można obliczać jak w połączeniach stalowych nitowanych, ponie-

waż uszkodzenia włókien są w tym wypadku nieznaczne.

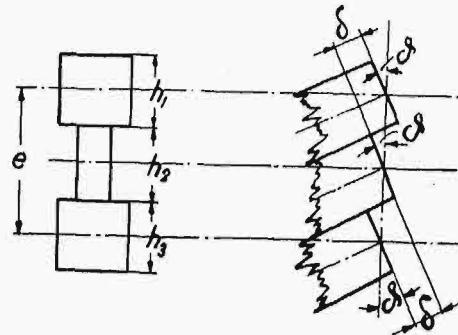
7. Gwoździe podległe siłom ścinającym i wyciągającym powinny być z reguły wbijane w kierunku prostopadłym do powierzchni łączonych elementów; odchylenia od tego kierunku, nie większe od  $15^\circ$ , są dozwolone, o ile obciążenie nie zmienia znaku; odchylenia te muszą być prócz tego tak skierowane, ażeby siły przenoszone przez gwoździe nie przyczyniały się do rozluźnienia połączeń.

## B. Wygięcia konstrukcyjne belek złożonych.

W belkach złożonych pojawiają się oprócz zasadniczych ugięć  $y$ , określonych wzorami dla belki jednolitej, jeszcze ugięcia dodatkowe  $y_1$  na skutek drobnych przesunięć w złączach pomiędzy poszczególnymi elementami.

Kąty  $\delta$  i ugięcia  $f_1$  belki złożonej spowodowane wymienionymi przesunięciami w złączach, rozpatrzmy w założeniu zupełnego braku jakiegokolwiek spójności w powierzchniach zetknięcia poszczególnych składowych elementów. W tym wypadku pod działaniem sił gnących osie poszczególnych belek ugną się, ale jako osie obojętne, pozostaną niezmięnionej długości, wobec czego środki przekroju podporowych tych belek będą się znajdowały na jednej prostej pionowej, a wszystkie kąty  $\delta$  będą sobie równe. Z rys. 4 wynika:

$$\operatorname{tg} \delta \cong \delta = \frac{\delta}{0,5 e} = \frac{2 \delta}{e}, \dots (1)$$



Rys. 4.

gdzie  $\delta$  — przesunięcie jednego elementu po drugim,  $e$  odległość między osiami skrajnych elementów.

Z wytrzymałości materiałów znany jest przybliżony wzór, wyrażający zależność między strzałką ugięcia  $f_y$  i kątem obrotu odkształconej na podporze  $\delta$  dla belki wolnopodpartej na dwóch końcach

$$f_y = \frac{e}{3} \operatorname{tg} \delta \cong \frac{e}{3} \delta \dots (2)$$

(Przy obciążeniu jednostajnym równomiernie rozłożonym

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{ql^4}{EI} = \frac{5}{16} l \cdot \frac{ql^3}{24 EI} \cong \frac{l}{3} \delta;$$

przy obciążeniu siłą skupioną w środku

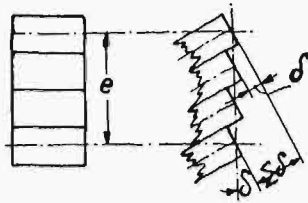
$$f_y = \frac{Pl^3}{48 EI} = \frac{l}{3} \cdot \frac{Pl^2}{16 EI} = \frac{l}{3} \cdot \delta \text{ i t. p.)}$$

Ponieważ każda ze składowych belek belki złożonej odkształca się przy przyjętych wyżej założeniach niezależnie, więc strzałkę ugięcia będzie można określić — jak dla belki jednolitej

$$f_1 = \frac{l}{3} \operatorname{tg} \vartheta = \frac{l}{3e} \cdot 2\delta \dots (3)$$

W ogólnym wypadku przy dowolnej ilości belek (rys. 5);

$$f_1 = \frac{l}{3e} \sum \delta \dots (4)$$

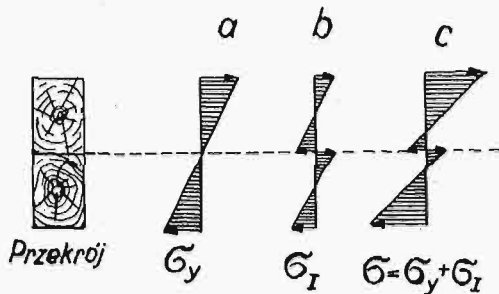


Rys. 5.

Całkowita strzałka ugięcia belki złożonej będzie zatem

$$f = f_y + f_1 \dots (5)$$

Naprężenia odpowiadające tym ugięciom —  $\sigma_y, \sigma_1$  i  $\sigma$  ilustruje rys. 6.

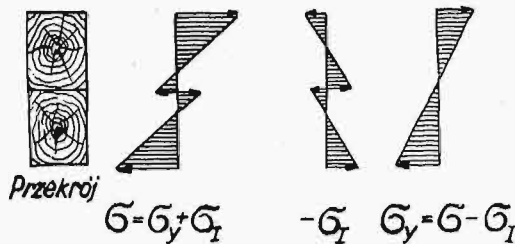


Rys. 6.

Z powodu powstawania w belce złożonej naprężeń  $\sigma_1$  norma PN/B-1710 zaleca przyjmowanie wskaźników wytrzymałości przekroju ze współczynnikami, a mianowicie:

Ilość belek pojedynczych	Połączenia na		
	gwoździe, sworznie	kliny	klocki
2	0,9	0,8	0,7
3	0,8	0,7	0,6

Ażeby uniknąć straty na materiale można nadać belce t. zw. konstrukcyjne wygięcie, sprowadzające ugięcia  $y_1$  i naprężenia  $\sigma_1$  do zera. Wygięcie to trzeba uskutecznić przed wy-



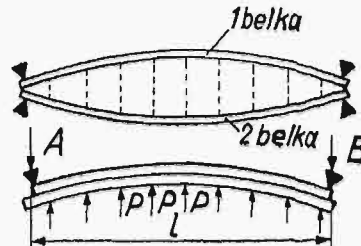
Rys. 7.

konaniem połączeń. Belka złożona z tego rodzaju wygięciem — ma pracować na zginanie jak belka jednolita. Ażeby więc układ naprężeń  $\sigma$  belki zło-

żonej (rys. 6c) doprowadzić do stanu naprężeń  $\sigma$  belki jednolitej (rys. 6a), trzeba spowodować dodatkowe naprężenia, równe co do wartości naprężeniom  $\sigma_1$  (rys. 6b), lecz przeciwnego znaku, to znaczy przejść od stanu naprężeń  $\sigma$ , z powrotem do  $\sigma_y$  (rys. 7). Konstrukcyjne wygięcie oblicza się ze wzoru (4), zakładając odpowiednie przesunięcia  $\delta$ . Normy sowieckie podają, że przy wykorzystaniu naprężeń dopuszczalnych w złączach należy przyjmować  $\delta = 1-1,5$  mm — dla połączeń sworzniowych i  $\delta = 1,5-2,0$  mm — dla wkładek klockowych. W wypadku niewykorzystania lub przeciążenia naprężeń w złączach,  $\delta$  należy proporcjonalnie zmienić. Kształt krzywej wygięcia można przyjąć paraboliczny, korzystając z następującej tablicy:

$\frac{x}{l}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$\frac{y}{f}$	0	0,36	0,64	0,84	0,96	1	0,96	0,84	0,64	0,36	0

Najlepiej jednocześnie wyginać 2 belki złożone — za pomocą rozklinowania (rys. 8). Siły, jakie będą



Rys. 8.

działy w poszczególnych klinach można obliczyć ze wzorów:

$$f_1 = \frac{5}{384} \frac{pl^4}{E \cdot \Sigma I}, \text{ lub } p = \frac{384}{5} \cdot \frac{E \cdot \Sigma I}{l^4} \cdot f_1 \dots (6)$$

gdzie  $p$  — jest równomiernym obciążeniem jednostkowym,  $\Sigma I$  — sumą momentów bezwładności pojedynczych belek wchodzących w skład jednej belki złożonej.

Przy podziale na 10 odcinków (rys. 5) siła rozpychająca w jednym klinie

$$P = \frac{pl}{10} = 7,68 \cdot \frac{E \cdot \Sigma I}{l^3} \cdot f_1$$

Kliny można usunąć dopiero po wykonaniu właściwych połączeń. Obliczenie belki złożonej, której nadano tego rodzaju konstrukcyjne wygięcie nie różni się od obliczenia belki jednolitej. A więc w zwykłym wypadku przekrojów symetrycznych względem poziomej osi  $X$ :

$$\text{naprężenie gñące } \sigma_g = \frac{M_x}{W_x} \dots (8)$$

$$\text{naprężenie tnące } \tau = \frac{Q S}{J_x b} \dots (9)$$

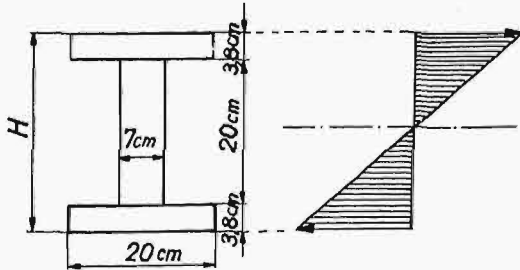
przy czym momenty wytrzymałości  $W_x$  i bezwładności  $J_x$  oblicza się jak dla belki jednolitej.

### C. Belki dwuteowe i skrzynkowe.

Belki te wykonywa się zazwyczaj z 2-ch desek poziomych i jednej wzgl. 2-ch pionowych.

Deski grubości  $1\frac{1}{2}''$ — $2\frac{1}{2}''$ . Belki skrzynkowe winny posiadać przepony w odległości  $\sim 3-4 H$ , i na podporach, a belki dwuteowe — żebra usztywniające w odległościach  $1,2 H - 1,8 H$ .

Przykład a d. Obliczyć potrzebne konstrukcyjne wygięcie i naprężenia w belce dwuteowej jak na rys. 9 i zaprojektować połączenia gwoździowe de-



Rys. 9.

sek. Dane: rozpiętość teoretyczna  $l = 6,0$  m, obciążenie  $q = 360$  kg/m b.; materiał — drewno sosnowe średniej jakości, gwoździe śr. 5 mm; reszta danych na rys. 9.

Moment bezwładności  $J = 26380$  cm<sup>4</sup>.

Moment wytrzymałości  $W = 1910$  cm<sup>3</sup>.

Moment statyczny poziomej deski  $S = 905$  cm<sup>3</sup>.

Moment statyczny  $\frac{1}{2}$  przekroju  $S^1 = 1255$  cm<sup>3</sup>.

Moment gnący  $M_{max} = \frac{ql^2}{8} = 1620$  mkg.

$$\sigma_{g max} = \frac{M_{max}}{W} = 84,8 \text{ kg/cm}^2.$$

Siła tnąca na podporze (reakcja)

$$Q = 1080 \text{ kg.}$$

Największe naprężenie tnące

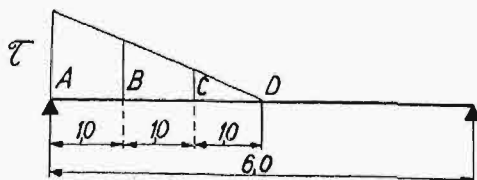
$$\tau_{max} = \frac{QS}{Jb} = 7,35 \text{ kg/cm}^2.$$

Strzałka ugięcia

$$f = \frac{5}{384} \frac{ql^4}{EJ_{br}} = 2,7 \text{ cm.}$$

Konstrukcyjne wygięcie (wzór 3) w założeniu  $\delta = 0,125$  mm.

$$f_1 = \frac{l}{3e} \cdot 2\delta = 2,1 \text{ cm.}$$



Rys. 10.

Naprężenia tnące w szwach między deskami pionowymi i poziomymi (rys. 10):

$$\tau_A = 5,29 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\tau_B = 3,53 \text{ kg/cm}^2; \tau_C = 1,76 \text{ kg/cm}^2.$$

Siły rozwarstwiający w szwach na poszczególnych 3-ch odcinkach:

$$R_{AB} = 3087 \text{ kg.}$$

$$R_{BC} = 1850 \text{ kg.}$$

$$R_{CD} = 615 \text{ kg.}$$

Dopuszczalne obciążenie jednego cięcia gwoździowego wg jednego ze wzorów A, D, E normy PN/B-1710, dającego najmniejsze wartości:

$$T = \varphi d^2 \sqrt{k_{gb} k_{db}} = 304 d^2 = 76 \text{ kg.}$$

$$T = 0,4 cd \cdot k_{db} = 320 \text{ kg.}$$

$$T = 0,6 ad k_{db} = 91 \text{ kg.}$$

Przyjęto  $T = 76$  kg.

Potrzeba gwoździ na odcinkach AB, BC, CD.

$$n_1 = \frac{3087}{76} = 40 \text{ szt.}$$

$$n_2 = \frac{1850}{76} = 24; n_3 = 2 = \frac{615}{76} = 8.$$

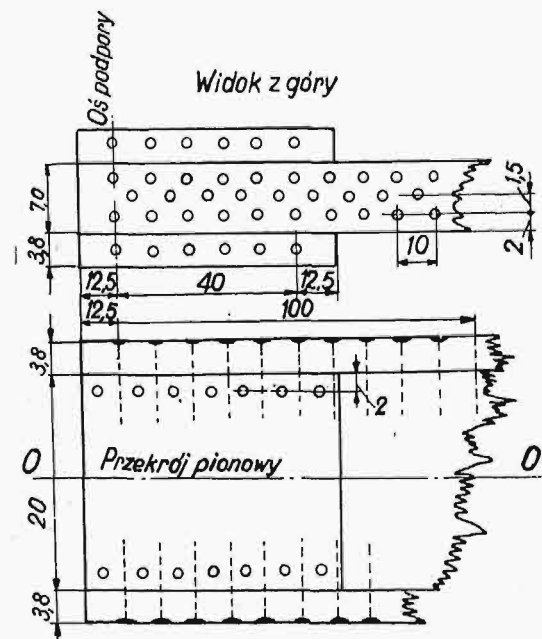
Rozstaw gwoździ nie może być mniejszy od  $20 d = 10$  cm. W ten sposób przy rozstawieniu w zakosy zabraknie na odcinku AB 10 gwoździ. Te gwoździe wbijemy w dodatkowe pionowe nakładki grubości 3,8 mm. Siła przeniesiona przez te gwoździe wynosi

$$R_1 = 3087 \cdot \frac{10}{40} = 772 \text{ kg.}$$

Ta siła daje moment względem osi obojętnej

$$M_1 = 772 \cdot 10 = 7720 \text{ kg}$$

Ten moment zostanie przeniesiony przez 12 cięć gwoździ poziomych. Na jedno z nich przypadnie siła  $T_1 = \frac{7720}{12 \cdot (10-2)} \approx 80$  kg. Na odcinku BC sta-



Rys. 11.

wiamy gwoździe co 12,5 cm, na CD — co 25 cm. Długość gwoździ wbitych pionowo przyjmujemy równą trzem grubościom przymocowanych desek, t. j. 11 cm (rys. 11).

**D. Belki dwuteowe ze ścianką krzyżulcową i pasami równoległymi.**

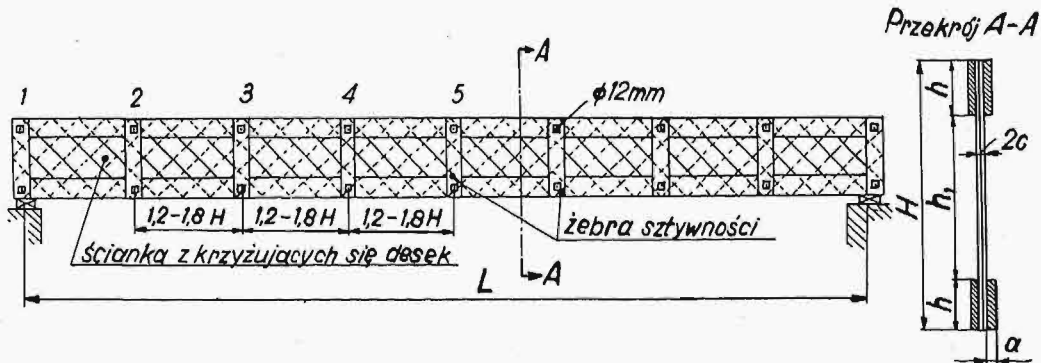
Belka składa się z górnych i dolnych desek pasowych, połączonych na gwoździe ze ścianką z 2-ch warstw krzyżujących się pod kątem 45° desek. Deski ścianki na wysokości  $h_1$  winny być konstrukcyjnie z mocowane 2—3-ma poziomymi szeregami gwoździ. Odległość pozioma między tymi gwoździami wynosi 40—80  $d$  i jest w części środkowej większa, przy podporach — mniejsza. Ponadto belka musi być wzmocniona żebrami sztywności, rozstawionymi co 1,2—1,8  $H$ , a przede wszystkim na podporach i w miejscach działania sił skupionych; żebra ściągane są śrubami (zwykle  $\phi$  12 mm) z deskami pasów (rys. 12), a do ścianki przybijane są

pole przekroju 2-ch desek pasa,  $e$  — odległość od osi obojętnej do środka ciężkości trapezu naprężeń w pasie,  $t$  — odcinek poziomy odpowiadający jednemu gwoździowi.

Siła  $R$  równoważona jest przez siły  $P_1 = P_2 = R \cos 45^\circ$ , przenoszone przez krzyżulce. Obraz sił przyłożonych do gwoździa przedstawia się w rzucie ukośnym, jak na rys. 14. W każdym z trzech cięć gwoździa działają siły

$$T = \frac{R}{2} = P \cos 45^\circ \dots \dots \dots (12)$$

Siłę  $T$ , jaką można dopuścić na jedno cięcie gwoździa określa się według jednego z 3 wzorów: (A), (C), (B), dającego najmniejszą wartość:



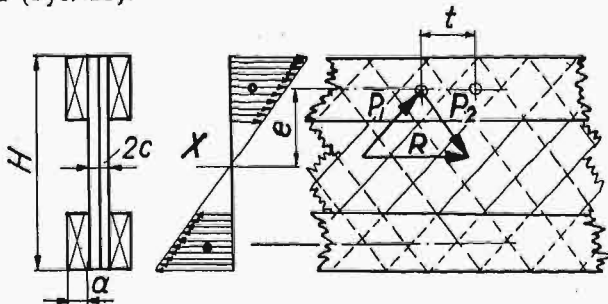
Rys. 12.

za pośrednictwem przekładek drewnianych 2-ma pionowymi rzędami gwoździ z najmniejszym rozstawem. Wysokość belki wynosi  $H = \frac{1}{10} L$  do  $\frac{1}{12} L$ ; rozpiętości spotykane  $L = 5—12$  m.

Belce nadaje się zazwyczaj konstrukcyjne wygięcie obliczane na podstawie wzoru (4) i wtedy naprężenia gnące i ścinające są takie same, jak w belce jednolitej. Naprężenie gnące oblicza się ze wzorów

$$\sigma_g = \frac{M_x \cdot 2}{J_x \cdot H}, \text{ lub } \sigma_g = \frac{M_x}{W_x}, \dots \dots (10)$$

gdzie  $J_x$  i  $W_x$  są momentami bezwładności i wytrzymałościami desek obydwóch pasów względem osi  $X$  (rys. 13).



Rys. 13.

a) ze względu na wykorzystanie zginania gwoździa:

$$T = \varphi d^2 \sqrt{k_{gb} k_{db}} \dots \dots \dots (13)$$

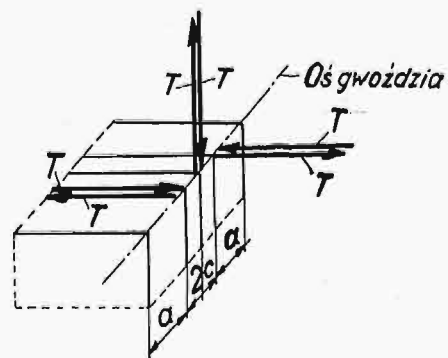
b) ze względu na docisk w deskach pasowych:

$$T = 0,7 a \cdot d \cdot k_{db} \dots \dots \dots (14)$$

c) ze względu na docisk w deskach ścianki, licząc w kierunku działania siły w krzyżulcu:

$$P = T \cdot \sqrt{2} \cdot c \cdot d \cdot k_{db}, \text{ lub } T = 0,707 \cdot c \cdot d \cdot k_{db} \dots (15)$$

Dla gwoździ wbitych w drewno sosnowe przy



Rys. 14.

Siłę rozwarstwiająca  $R$  pomiędzy pasem i ścianką, przypadającą na jeden odpowiednio wbity gwoździe (rys. 13), oblicza się ze wzoru

$$R = \frac{Q \cdot 2F \cdot e \cdot t}{J_x}, \dots \dots \dots (11)$$

przy czym  $Q$  oznacza siłę poprzeczną,  $2F$  —

$k_{gb} = 1800 \text{ kg/cm}^2$  i  $k_{db} = 80 \text{ kg/cm}^2$  wzory 13, 14 i 15 przybierają kształt:

$$a) T = 304 d^2 \dots \dots \dots (13a)$$

$$b) T = 56 ad \dots \dots \dots (14a)$$

$$c) T = 56,56 cd \dots \dots \dots (15a)$$

Dla wykorzystania w równej mierze docisku w ściance i pasach trzeba spełnić zależność między

$a$  i  $c$ , wynikającą z przyrównania wzorów (14a) i (15a).

$$56 ad = 56,56 cd$$

Przy zadanej grubości ścianki  $c$  (zwykle 2 deski po 2,5 cm) normalna grubość deski pasa

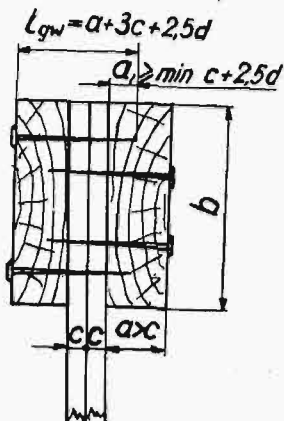
$$a_n = 1,01 c \cong c \dots \dots \dots (16)$$

Jeśli wypadnie dać  $a > a_n = c$ , wówczas gwóźdź, wbity z jednej strony winien wchodzić w drugą deskę pasa najmniej na  $a_1 = a_n = c$ , a przyjmując pod uwagę długość zaostrego końca, oraz licząc się z możliwymi nieszczelnościami między deskami, dajemy dla zwiększenia pewności

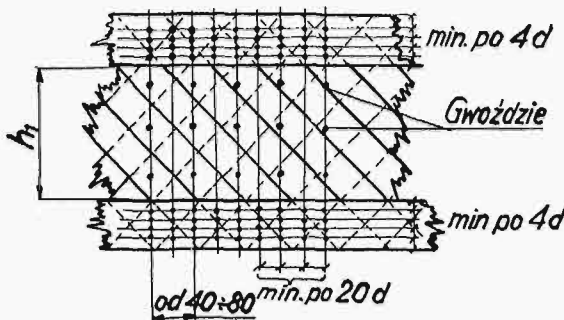
$$a_1 \geq c + 2,5 \cdot d.$$

Długość gwoźdźcia (rys. 15) wynosi zatem

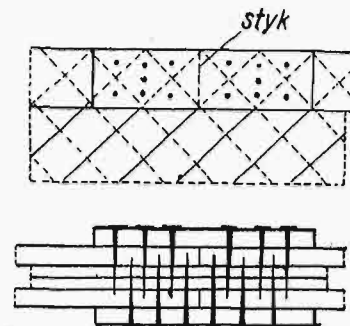
$$l_{gw} = a + 3c + 2,5d \dots \dots \dots (17)$$



Rys. 15.



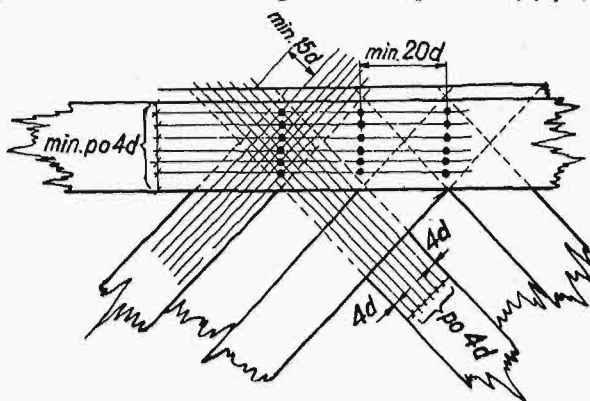
Rys. 17.



Rys. 18.

Pożądane jest rozmieszczać gwoździe tak, aby nie trafiały w szczeliny między deskami ścianki; najlepszym jest rozmieszczanie jak na rys. 16.

Jednakże takie wykonanie w praktyce jest nadzwyczaj uciążliwe; z tego powodu można przyjąć sposób rozmieszczenia gwoździ odpowiadający je-



Rys. 16.

skami ścianki. Z tego powodu koniecznym jest zwiększenie ilości gwoździ w pasach o 20—30%.

Przy rozpiętościach belek przekraczających długość sortymentu zachodzi konieczność wykonywania styków.

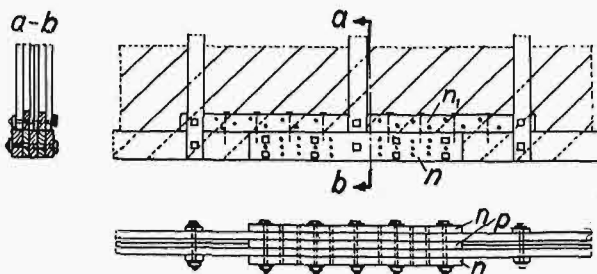
Styk pasa ściskanego można wykonać przez czółowy dotyk desek, starannie dopasowanych na końcach; należy przy tym dać nakładki konstrukcyjne, jak na rys. 18.

Styk pasa rozciąganego należy o ile możliwości wykonywać bez nakładek żelaznych. Styk ten wykonywa się zazwyczaj w środku rozpiętości z nakładkami  $n$  i przekładką  $p$  na bolcach (rys. 19). Conajmniej 20% bolców należy ześrubować. Odległości między sworzniami przyjmuje się według p. A. 4. Otwory na bolce powinny być rozwiercone dokładnie według ich średnicy. Najmniejsza średnica śrub 10 mm. Normalna średnica podkładek żelaznych pod łby i nakrętki śrub wynosi

$$3d, \text{ grubość } \sim \frac{d}{3}.$$

Krzyżulce zostają obcięte na końcach w miejscu

założenia przekładki  $p$ . W celu przymocowania tych krzyżulców do pasów daje się dodatkowo dwustronne nakładki  $n_1$ , które przybijają się gwoździami poziomymi do krzyżulców i pionowymi do pasów. Nakładki te z mocowanymi sworzniami z 3-ma żebrami sztywności. Takie przymocowanie krzyżulców jest wystarczające, o ile styk pasów znajduje się w środku rozpiętości belki, gdzie siły tnące są małe.



Rys. 19.

dynie wymaganiom w stosunku do desek pasów; wtedy gwoździe na odcinku  $h_1$  w ściance wbijają się również odpowiednio do pionowych szeregów w pasach (rys. 17).

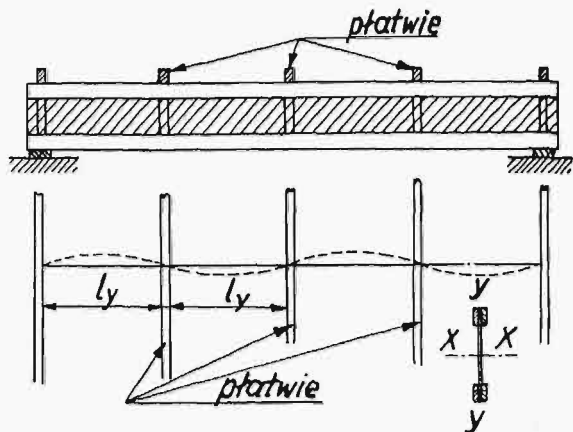
Rozumie się, że przy tym sposobie nieuniknionym jest, że część gwoździ trafia w szczeliny między de-

Stateczność górnego pasa (wyboczenie). W wypadku jeśli górny pas nie jest usztywniony obłacaniem z desek lub łąt, lecz tylko płatwiami, należy go sprawdzić na wyboczenie, przyjmując rozpiętość teoretyczną równą odległości między płatwiami (rys. 20).

Do tego celu służy wzór z normy PN/B-1710

$$\sigma_0 = \frac{P}{\beta_y \beta_\eta F} \leq k_c, \dots \dots \dots (18)$$

w którym  $\sigma_0$  jest średnim naprężeniem normalnym pasa,  $P$  jest całką wszystkich naprężeń w pasie,



Rys. 20.

$\beta_y$  i  $\beta_\eta$  współczynnikami zmniejszającym całego przekroju względem osi  $Y$  i jednej części względem osi  $\eta$ ,  $F$  — polem desek pasa. W wypadku gwoździ  $l_\eta = \text{ok. } 0$ , a zatem  $\beta_\eta = 1$ , przeto

$$\sigma_0 = \frac{P}{\beta_y F} \leq k_c \dots \dots \dots (19)$$

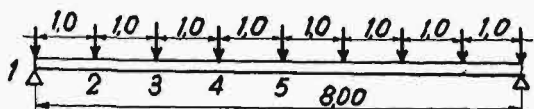
Siłę rozwarstwiająca, która może się pojawić przy wyoboczeniu oblicza się na odcinku równym połowie odległości między płatwiami zgodnie ze wzorem (5) normy PN/B-1710.

$$T_{0,5l} = 1,05 \frac{U}{u} \cdot \frac{k_g}{k_c} \left( \frac{1}{\beta_y} - 1 \right) \frac{P}{F}, \dots (20)$$

We wzorze tym  $U$  oznacza moment statyczny jednej gałęzi pasa względem osi  $Y$ ,  $u$  — odległość skrajnego włókna przekroju od osi  $Y$ .

Odpowiednio do siły  $T_{0,5l}$  — oblicza się dodatkową ilość cięć gwoździ.

Przykład (rys. 12, 22 i 23). Belka rozpiętości  $L = 8$  m obciążona jest ciężarem od płatwi,



Rys. 22.

$Q = 600$  kg, rozstawionymi co 1 m. Przyjęto  $H = 70$  cm;  $h \times a = 12 \times 4$  cm;  $c = 3$  cm;  $F = 48$  cm<sup>2</sup>;  $I = 163500$  cm<sup>4</sup>;  $W_x = 4670$  cm<sup>3</sup>. Obliczyć naprężenia i ilości gwoździ.

Moment gnący  $M_x = 4800$  kg/cm<sup>2</sup>

$\sigma_{gmax} = 103$  kg/cm<sup>2</sup>

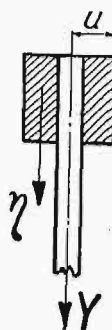
Reakcja podporowa  $A = 2700$  kg.

Siły poprzeczne pod płatwiami wynoszą:

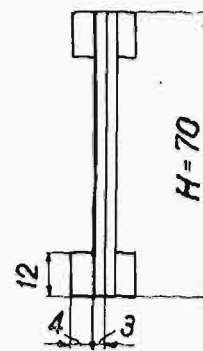
$$Q_{1-2} = 2100 \text{ kg}, \quad Q_{2-3} = 1500 \text{ kg}, \quad Q_{3-4} = 900 \text{ kg}, \\ Q_{4-5} = 300 \text{ kg}.$$

Siły rozwarstwiająca na poszczególnych odcinkach

$$R_{AB} = 3624 \text{ kg}, \quad R_{BC} = 2590 \text{ kg}, \quad R_{CD} = 1554, \\ R_{DE} = 518 \text{ kg}.$$



Rys. 21.



Rys. 23.

Jedno cięcie gwoźdźcia 5 mm przenosi siłę  $T = 76$  kg.

Potrzebna ilość gwoździ ze względu na zginanie:

$$n'_{1-2} = 23,8; \quad n'_{2-3} = 17,0; \quad n'_{3-4} = 10,2; \\ n'_{4-5} = 3,4.$$

$$\beta_y = 0,818; \quad \sigma_0 = \frac{P}{F \cdot \beta} = 104 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{P}{F} = 103 \cdot \frac{29}{35} = 85,3 \text{ kg/cm}^2.$$

Siła rozwarstwiająca w jednym szwie przy wyoboczeniu na odcinku 1—2

$$T_{0,5l} = 1,05 \cdot \frac{48,5}{7} \cdot \frac{110}{100} \cdot \left( \frac{1}{0,818} - 1 \right) \cdot 85,3 = \\ = 750 \text{ kg}.$$

Ilość gwoździ potrzebna ze względu na rozwarstwienie przy wyoboczeniu

$$n''_{1-2} = 9,9; \quad n''_{2-3} = 7,1; \quad n''_{3-4} = 4,2; \quad n''_{4-5} = 1,4;$$

Ostatecznie zwiększając teoretycznie potrzebną ilość gwoździ ze względu na możliwość trafiania w szwy o ok. 20% przyjmujemy w pasie górnym

$$n_{1-2} = 40; \quad n_{2-3} = 28; \quad n_{3-4} = 16; \quad n_{4-5} = 12;$$

W pasie dolnym przyjmujemy ilość gwoździ:

$$n_{1-2} = 30; \quad n_2 = 21; \quad n_{3-4} = 15; \quad n_{4-5} = 12.$$

Podane w niniejszym sposobie obliczenia belek prostych mają również zastosowanie w konstrukcjach łukowych ze ściąganiem, b. często spotykanych w dachach hangarów, hal fabrycznych i t. p.

Inż. S. K. KOCHANOWSKI

629. 135. 5

## Lotnictwo transatlantyckie

Przeloty nad „wielką słoną wodą” mają już swoją historię, zapoczątkowaną 15 czerwca 1919 r. przez *Alcock-Brown'a*. Nadanie im charakteru stałego wymagało długotrwałych wysiłków przede wszystkim w dziedzinie techniki. Nie chodziło tutaj o przeloty maszyn lekkich; prowadzonych przez pierwszorzędnych pilotów, lecz o rozwiązanie zagadnienia lotów komunikacyjnych, regularnych, umożliwiających skrócenie odległości między dwoma lądami. Względny geograficzny ograniczały wybór dróg do dwóch: 1) Irlandia — Nowy Jork ponad północnym Atlantykiem — ok. 3 200 km \*) ponad oceanem, a więc bez lądowania; 2) Londyn — Azory — Bermudy — Nowy Jork — ok. 8 000 km z możliwością lądowania w punktach pośrednich. Pierwsza droga jest znacznie krótsza, lecz panują na niej stałe wiatry zachodnie, zatem zmniejszające szybkość przelotową przy locie z Europy do Ameryki. Droga druga składa się z pięciu odcinków, z których najdłuższy — Azory — Bermudy — wynosi ok. 3 300 km, lecz panują tam dobre warunki meteorologiczne, a zatem nawigacja jest łatwiejsza. Biorąc jednak pod uwagę ogólną długość trasy należy dojść do wniosku, że droga południowa jest kosztowniejsza ze względu na konieczność zużycia znacznie większej ilości materiałów pędnych. Droga ta niejako inspirowa udział lotnictwa francuskiego, gdyż zawiera odcinek Londyn — Gironde, prócz tego pociąga ona lotnictwo niemieckie, oddawna pracujące na środkowym Atlantyku. Droga północna jest drogą anglo-saską, czyniącą z Londynu punkt węzłowy pierwszej bezpośredniej regularnej linii transatlantyckiej. Umowa angielsko-amerykańska przewiduje podział w stosunku 1:1 całego przewozu na tej trasie. Nie pozostawia więc miejsca dla flag innych. Mimo to, Niemcy rozpoczęli loty próbne przez Lizbonę i Azory, wykorzystując lotniskowiec *Friesenland* jako bazę dla dwupływakowych samolotów *Ha 139*, budowanych przez stocznnię *Blöhm & Voss* i wyposażonych w 4 silniki dieselowskie *Junkersa Jumo*.

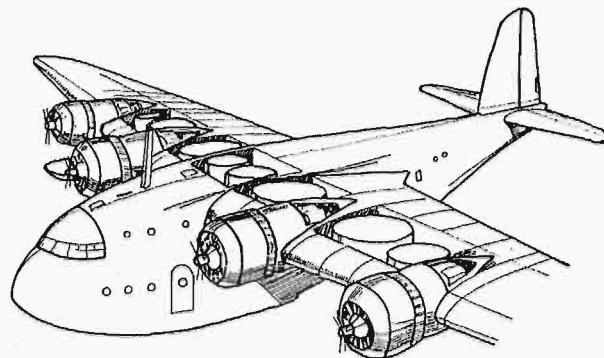
Rys. 1. Widok wodnosamolotu *Caledonia*.

Francuzi są w położeniu nieco trudniejszym, gdyż wydatkowali wielkie sumy na linię południową i obecnie nie mają samolotów, zdolnych do współzawodnictwa, bowiem jedyny, istniejący *Lieutenant-de-Vaisseau-Paris* ma szybkość przeciętną 180 km/godz., zaś sześciosilnikowy *Latécoère 630* o szybkości 280 km/godz. będzie gotów na wiosnę 1940. Tymczasem Amerykanie mają w budowie trzy typy o szybkości podróży 320—350 km/godz. i bardzo

\*) Całkowita długość tej drogi, Londyn — Irlandia — Nowa Szkocja — Shediac — Nowy Jork wynosi 5 500 km.

wysokim pułapie przelotowym (6 000—7 000 m). Anglicy, oprócz już wypróbowanej łodzi latającej *Empire*, klasy C, posiadają samoloty *Ensign* i *Albatros*.

Do pierwszego doświadczalnego przelotu Anglicy przeznaczili jedną z dwóch łodzi latających, specjalnie budowanych w tym celu, jest nią *Caledonia* typu *Empire*, klasy C, zbudowana przez zna-

Rys. 2. Rozmieszczenie zbiorników paliwa w samolocie *Caledonia*.

na stocznnię wodnosamolotów *Short Bros*. Jest to łódź całkowicie metalowa, górnopłat wolnonośny, o kadłubie dwuprogowym, normalnym dla łodzi dużych. Ma ona specjalnie wbudowane w skrzydła zbiorniki paliwa ogólnej pojemności 10 500 l, w każdej gondoli silnikowej jest zbiornik smaru 170-litrowy. Tak wielką ilość paliwa przewidziano licząc się z bardzo niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi przelotu na zachód. Przelot ten trwał 15 godzin. Na jego wykonanie rozchodowano 7500 l paliwa. Przelot powrotny trwał krócej, bo tylko 12 godzin, tak, że *Caledonia* wodowała koło wyspy Foynes, mając jeszcze w zbiornikach ok. 4 500 l paliwa. Przy maksymalnej ilości paliwa pozostawała jeszcze rezerwa w ilości ok. 180 kg na ładunek płatny. Uwzględniając lepszą praktyczną znajomość warunków meteorologicznych na trasie, umożliwiającą unikanie warstw z silnymi wiatrami zachodnimi (pierwszy przelot odbył się w połowie na wysokości ok. 500 m i w połowie ok. 1 600 m), a nawet biorąc pod uwagę wiatr o szybkości 40 km/godz., można ograniczyć czas przelotu zachodniego do 16 godzin na trasie Foynes — Botwood, a więc zmniejszyć ilość paliwa do 9 000 l łącznie z rezerwą na 2 godziny lotu. W tych warunkach ładunek płatny wynosiłby ok. 1200 kg, t. j. 12% całkowitego ciężaru łodzi latającej. Szybkość przelotowa wyniosłaby wtedy 200 km/godz., była by więc o przeszło 10 km/godz. mniejsza od szybkości pierwszego lotu zachodniego. W przelocie wschodnim uzyskano przeciętną szybkość 263 km/godz. Lepsze warunki lotu wschodniego umożliwiają zwiększenie ładunku płatnego o jakieś dalsze 1 200 kg, czyli — podwoić ładunek płatny.

W przeciwieństwie do Anglików, Amerykanie do pierwszego próbnego przelotu użyli łodzi latającej *Sikorsky'ego S42B*, mającą piękną przeszłość — dwa rekordy wysokości w 1934 r. jeden 6 220 m



z ładunkiem 5 000 kg i drugi 2 000 m z ładunkiem 7 530 kg. Łódź ta również całkowicie metalowa o skrzydle jednolitym zastrzałowym, uległa zmianom o tyle, że wbudowano dodatkowe zbiorniki materiałów pędnych tak, że pojemność wszystkich zbiorników wyniosła 11 200 l. Załogę zwiększono o 2 ludzi. W przelocie wschodnim S42B łódź osiągnęła przeciętną szybkość 252 km/godz. na pułapie ok. 3 000 m. Przelot trwał 12½ godziny, a zatem z dwugodzinną rezerwą wystarczyłoby ok. 7 500 l materiałów pędnych. Do przelotu zachodniego zwiększano jeszcze ilość paliwa o 1 135 l (licząc się z możliwością przeciwnego wiatru o szybkości ok. 50 km/godz.). Mimo to Amerykanie chcieli początkowo przelot powrotny odbyć drogą na Azory — Bermudy. Ostatecznie jednak postanowiono lecieć na zachód drogą północną. W ten sposób zdobyto doświadczenie, niezbędne do dalszej pracy nad organizacją regularnych lotów komunikacyjnych.

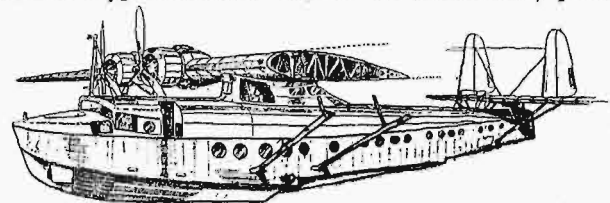
Charakterystyka łodzi.

	<i>Caledonia</i>	<i>S 42 B</i>
Rozpiętość m . . . . .	34,75	36
Długość „ . . . . .	26,42	20,7
Wysokość „ . . . . .	9,70	7,5
Powierzchnia skrzydeł m <sup>2</sup> .	139,35	124,25
Ciężar netto kg . . . . .	10 886	10 886
„ całkowity *) . . . . .	20 412	20 640
Obciążenie jednostkowe powierzchni kg/m <sup>2</sup> . . . . .	146	166
Silniki gwiazdźdźiste 9-cylindrowe . . . . .	4 Bristol Pegasus Xc.	4 Pratt & Whitney Hornet
Pojemność skokowa litrów .	28,7	27,7
Moc normalna przy 2250 obr./min KM . . . . .	740×4=2960	750×4=3000
Moc na starcie KM . . . . .	910×4=3640	800×4=3200
Ciężar 1 silnika kg . . . . .	460	460
Obciążenie jednostkowe mocy kg/KM . . . . .	6,9	6,9
Śmigła . . . . .	deHavillanda o skoku nastawn.	Hamiltona standard o skoku nastawnym
Szybkość maximalna km/h .	320 (na pułapie 1680 m)	303 (na pułapie 2130 m)
„ przelotowa „ . . . . .	256	262
Zasięg km (maximum) . . . .	5 500	5 700
Pułap m . . . . .	6 100 (maximum)	4 730 (przelotowy)
Szerokość kadłuba na owrężu m . . . . .	3,05	2,92
Całkowita długość: szerokość na owrężu . . . . .	8,8	7,09
Kg ciężaru całkowitego na 1 cm owręża . . . . .	66,9	70,68
*) Ciężar całkowity składa się:		
z ciężaru łodzi kg . . . . .	10 886	10 886
„ załogi „ . . . . .	360	510
z ciężaru materiałów pędnych . . . . .	8 500	9 026
z ciężaru rezerwy i wyposażenia specjalnego kg .	660	218

Zmiany w łodzi S42B wpłynęły na jej charakterystykę o tyle, że ciężar całkowity zwiększył się

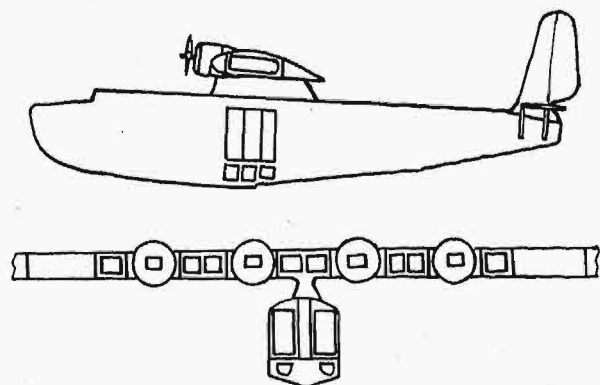
o 1 589 kg, obciążenie jednostkowe powierzchni o 13 kg/m<sup>2</sup>, a obciążenie jednostkowe mocy o 0,56 kg/KM. Przy charakterystyce, jaką posiadała ta łódź przed lotem transatlantyckim, jej zasięg wynosił 1930 km (max. 2 460 km) na szybkości przelotowej, a ciężar użyteczny 8 165 kg, w czym 4 307 kg ładunku płatnego, zapas materiałów pędnych wynosił 4 974 litr. Zwiększenie zasięgu maks. 2,3 raza powoduje ograniczenie ciężaru rozporządzalnego (płatnego) z 4 307 kg do 218 kg (o ile odrzucimy wyposażenie specjalne lub zmniejszymy załogę do normalnej, tj. do 5 ludzi), a więc do 5%. Tak wielki zasięg nie jest potrzebny, jak to wynika z dotychczasowych prób. Do całkowitego bezpieczeństwa lotu wystarczy 7 500 l. Ta ilość pozwala na zabranie ładunku 3 000 kg. Na takiej ilości ładunku można już oprzeć kalkulację linii regularnej.

Wyniki pierwszych prób nie pozwalają na ostateczne wypowiedzenie się co do stanowczej prze-



Rys. 3. Wodnosamolot S42 B. (pokazana konstrukcja skrzydła).

wagi jednej łodzi nad drugą, jakkolwiek S42B jest starsza od swej współzawodniczki o parę lat. Łódź Sikorsky'ego z powodu większego jednostkowego obciążenia powierzchni wydaje się być pewniejsza, gdyż mniej podlega wpływom niekorzystnej pogody oraz może łatwiej znieść bardzo ciężkie warunki cumowania. Zwiększona szybkość przelotowa jest naturalnym następstwem znacznego jednostkowego obciążenia powierzchni. Ta zwiększona szybkość jest zasadniczym warunkiem dla praktycznego stosowania dalekich przelotów w odpowiednim czasie i z silnym wiatrem przeciwnym, z którym trzeba jeszcze dzisiaj liczyć się poważnie ze względu na niezbyt dokładną znajomość meteorologii górnych warstw powietrza na obranej trasie.



Rys. 4. Rozmieszczenie zbiorników paliwa na samolocie S42 B.

O ile chodzi o *Caledonię*, to różni się ona od łodzi *Empire* klasy C, przeznaczonych do lotów krótszych, tym że te łodzie ważą z wyposażeniem 9 671 kg, biorą paliwa 2 250 kg, na ich załogę przypada 360 kg, a na ładunek płatny 3 074 kg. Ich zasięg wynosi 1 300 km na szybkości przelotowej 254 km/h (zasięg maksymalny 1 550 km). Obciąże-

nie jednostkowe powierzchni wynosi 132 kg/m<sup>2</sup>, a obciążenie mocy 6,20 kg/KM. Liczby te są znacznie niższe od odpowiednich dla S42B o zasięgu 1930 km. Przy ocenie tych danych należy uwzględnić fakt, iż łodzie *Empire* klasy C budowano wykorzystując doświadczenia, poczynione przy budowie i użyciu łodzi *Calcutta* z 1928 r. oraz *Kent* z 1931 r. Miano więc do rozporządzenia doświadczenie własne wcześniejsze, a inne nawet późniejsze od daty budowy S42B, nie wyłączając doświadczeń z S42 i *Martina Clipper Ship N 7*. Ocena postępu w budowie łodzi latających nie wchodzi w zakres niniejszego artykułu, ograniczę się więc do stwierdzenia, że *Caledonia* jest pierwszą tak dużą łodzią angielskiej budowy, będącą jedno- i górno- płatem o skrzydle wolnonośnym. Rozwiązanie to do niedawna ograniczało się do małej łodzi latającej — amfibii *Cutty-Sark*, ważącej ogółem 1 770 kg, zbudowanej przez *Saunders-Roe, Ltd.* oraz

*Shorta R24/31* o ciężarze całkowitym 5 320 kg. Ten moment musi być uwzględniony przy ocenie powodów, wpływających na wyniki użycia dwóch omawianych wielkich łodzi latających.

W obecnym stanie rzeczy jedno jest pewne — obie użyte łodzie wykazały całkowitą możliwość regularnej bezpośredniej komunikacji lotniczej ponad jednym z najbardziej burzliwych oceanów. Sprawa rentowności linii doprowadzi najprawdopodobniej do konieczności budowy większych łodzi, gdyż ze wzrostem ciężaru całkowitego wzrasta znacznie szybciej udział, jaki można przeznaczyć na ładunek płatny. Jest to sprawa przyszłości, przede wszystkim ze względu na trudności, związane z budową wielkich silników lotniczych. Narazie więc należy oczekiwać modyfikacji w łodziach, podobnych do używanych dotychczas.

621, 56

## Nowe zadania chłodnictwa

Nowoczesne chłodnictwo ma do spełnienia dwa główne zadania w życiu gospodarczym: konserwację środków spożywczych i pomoc przy wytwarzaniu syntetycznych surowców przemysłowych. Do niedawna jeszcze chłodnictwo miało szerokie zastosowanie jedynie w pierwszej dziedzinie. Najwcześniejszą gałęzią przemysłu surowcowego, w którym technika chłodnicza odgrywa decydującą rolę, jest fabrykacja związków azotowych. Potrzebny do tego celu czysty azot otrzymuje się ze skraplanego powietrza.

Obecnie i w innych gałęziach przemysłu, z których, jako najważniejszą, wystarczy wymienić produkcję syntetycznej benzyny z węgla, chłodnictwo znajduje coraz większe zastosowanie.

Ta gałąź produkcji rozwija się szybko i, jak wiemy, w państwach o silnie rozwiniętym przemyśle i dużych zapasach węgla powstało cały szereg fabryk upłynniania węgla.

Benzynę syntetyczną na szeroką skalę wyrabiają już: Anglia, Francja, Japonia, Stany Zjedn. A. Półn. i Niemcy, które przodują w tej dziedzinie.

Chłodnictwo dla konserwacji środków spożywczych jest naturalnie więcej rozbudowane. Spełnia ono tu doniosłą rolę, gdyż zapobiega dużym stratom wskutek gnicia i stosowane jest z każdym rokiem coraz to na większą skalę.

Chłodnictwo np. odgrywa dziś pierwszorzędną gospodarczo rolę w konserwacji przetworów mlecznych i mięsnych. Czynnione są już nawet próby stosowania chłodni przy konserwacji zboża i kartofli (Niemcy).

Postęp w budowie chłodni w ostatnich latach jest również znaczny.

Nowoczesna chłodnia musi się liczyć z tym, że przy konserwacji mięsa na krótki czas, temperatura chłodzenia jest tylko nieco niższa od 0°, gdy tymczasem do przechowania mięsa w zamrożonym stanie przez czas dłuższy wymagana jest temperatura od — 8° do — 10°.

Ostatnio ze względu na to, że okres magazynowania mięsa przekracza często 6 miesięcy, temperatura poprzednia do tego celu już nie wystarcza. Niezbędna jest tu temperatura — 15 stopni, a nawet niższa.

Tak niskie temperatury chłodzenia i w tak szerokim zakresie dadzą się wprawdzie łatwo osiągnąć przy pomocy znanych urządzeń, wymaga to jednak stosowania nowoczesnych środków.

Przy budowie chłodni należy więc przewidzieć urządzenia, pozwalające osiągać różne i najodpowiedniejsze gospodarczo temperatury. Dla rozwiązania tego zagadnienia buduje się dwie różne sieci przewodów dla rozprowadzenia skroplonych środków chłodzących o różnej temperaturze wrzenia i w ten sposób otrzymujemy wyższe i niższe temperatury.

Jeżeli chodzi o postępy w chłodnictwie mleczarskim, to należy wymienić techniczne udoskonalenie stosowanych środków, które poważnie zmniejszają straty, powstające wskutek korozji.

Postęp w budowie chłodni widoczny jest jeszcze i w tym, że nowe chłodnie posiadają urządzenia do samoczynnego regulowania temperatury.

Jest już czynna w Niemczech chłodnia, która nie posiada ani jednego zaworu do ręcznego regulowania.

Jeżeli chodzi o rozszerzenie wzrostu zakresu chłodnictwa, to należy jeszcze wspomnieć, że jesteśmy świadkami wzmagającego się dążenia do budowania chłodni dla konserwacji owoców i jarzyn.

Przy stanie współczesnej techniki chłodniczej, mówiąc o dalszym postępie chłodnictwa, należy mieć na względzie przede wszystkim postęp w sensie gospodarczym, a nie technicznym. Jedynie jeszcze w obszernym dziale chłodnictwa w przemyśle rybnym, niektóre zagadnienia inżyniersko-techniczne czekają na bardziej celowe rozwiązanie.

Chodzi tu zwłaszcza o szybkie zamarzanie całych ryb oraz ich części, jak również o udoskonalenie środków do przewozu ryb drogą morską i lądową, gdyż dotychczasowe urządzenia w tej dziedzinie nie są całkowicie zadowolające.

Technika chłodnicza przy wytwarzaniu surowców odgrywa naturalnie tylko rolę pomocniczą. Nowoczesny przemysł azotowy prowadzi prace w najniższych temperaturach, stosując chłodzenie od — 180° do 210° przy wydobywaniu azotu z powietrza, a częściowo także i wodoru z gazu generatorowego.

Prace nad rozkładem mieszanin i pierwiastków pewnych gazów przez zastosowanie niskich temperatur zostały podjęte na szerszą skalę dopiero po wojnie światowej.

Na tej drodze między innymi wykryto izotypy wodoru i neonu.

Obecnie nowe fabryki amoniaku wytwarzają nie tylko czysty azot przez rozkład powietrza, ale także w ten sam sposób i wodór z gazu wodnego.

Chłodnictwo znalazło również pożyteczne zastosowanie w przemyśle włókienniczym, np. przy produkcji sztucznej wełny.

Pośrednio do wytwarzania sztucznego włókna służą zakłady do wydzielania z roztworów soli glauberskiej.

Do tego celu właśnie zbudowane zostały w Niemczech największe na świecie urządzenia chłodnicze.

Sól glauberską otrzymuje się w nich z roztworów, przepuszczanych przez wysokie wieże, chłodzone mieszaninami oziębiającymi. Służy ona następnie do fabrykacji sztucznego włókna.

Na podobnej drodze w skali przemysłowej wydziela się również parafinę z olejów.

Duże znaczenie ma także chłodnictwo przy usuwaniu wilgoci z powietrza, gazu świetlnego i wodoru. W zależności od żadanego stopnia wysuszenia gazy poddawane bywają stosownej temperaturze. Oziębienie danej ilości gazu o  $10^{\circ}$  powoduje stratę około 40% zawartości wilgoci. Chcąc uzyskać wysoki stopień wysuszenia, należy temperaturę gazu obniżyć do  $-40^{\circ}$ , a nawet i więcej.

Nowoczesne fabryki do wytwarzania wysoko skoncetrowanych soli azotowych budują również wielkie urządzenia chłodnicze.

Najbardziej współczesną dziedziną przemysłu, w której niskie temperatury i najnowsze zdobycze chłodnictwa znalazły duże zastosowanie, jest metoda otrzymywania syntetycznej benzyny.

Stosowane są tutaj temperatury w zakresie od  $0^{\circ}$  do  $-210^{\circ}$ .

Niemieckie zakłady *Farbenindustrie* produkują syntetyczną benzynę metodą *Bergiusa*, oraz *Fischer-Tropscha*. W skład tych metod wchodzi między innymi proces wydobywania wodoru, olejów i innych surowców z węgla.

Do wyrobu benzyny nadaje się mieszanina gazów, która zawiera wiele butanu, propanu i etanu.

Pierwsze dwa składniki, butan i propan, łączą się z sobą i tworzą związek, który służy następnie jako środek napędny do samochodów, zwłaszcza ciężarowych. Węglowodory te są również używane jako gaz palny w miejscowościach, gdzie nie mamy do rozporządzenia gazu świetlnego. Produkty te przechowuje się w stanie płynnym.

Proces łączenia propanu i butanu odbywa się w specjalnych wieżach ochładzanych amoniakiem do  $-45^{\circ}$  i pod ciśnieniem 16 at.

Ze wspomnianej wyżej mieszaniny przez odpowiednie obniżenie temperatury otrzymać można w przemyśle czysty etan.

W skład upłynnionych surowców z węgla wchodzi w dużej ilości wodór, to też bardzo ważne jest, aby potrzebny do wyrobu benzyny wodór syntetyczny wytwarzany był jak najtaniej.

Wodór od lat kilkunastu był wytwarzany prawie wyłącznie z gazu generatorowego, który jest mieszaniną wodoru, tlenku węgla i azotu. Gaz ten z parą wodną przepuszcza się przez odpowiedni katalizator. Zachodzi wtedy reakcja zamiany tlenku węgla na dwutlenek i wzbogacenie mieszaniny w wodór. Następnie  $\text{CO}_2$  zostaje spłukany i otrzymujemy czysty wodór.

Obecnie wodór otrzymujemy nadal z gazu generatorowego, ale inną metodą. Gaz generatorowy oziębia się w

specjalnych aparatach do  $-210^{\circ}$  pod ciśnieniem 16 at. Oziębienie przeprowadza się przy pomocy ciągłego obiegu ciekłego azotu. Otrzymany w ten sposób wodór jest znacznie czystszy, co właśnie posiada duże znaczenie przy procesie uwodorniania.

Gaz generatorowy ostatnio otrzymujemy, nie jak dotychczas, z koksu, ale z węgla brunatnego. Metoda polega na tym, że na rozpalony węgiel brunatny puszczamy strumień powietrza z parą wodną. Do wdmuchiwanego strumienia powietrza wprowadzamy znaczne ilości tlenu.

Gaz generatorowy z węgla brunatnego jest znacznie tańszy od tego samego gazu, otrzymywanego z koksu. To też, jeżeli chodzi o Niemcy, wiele zakładów położonych na obszarach zasobnych w węgiel brunatny wybudowało urządzenia do wytwarzania z niego gazu wodnego.

Ponieważ przy tej metodzie wytwarzania gazu wodnego potrzebne są wielkie ilości tlenu, zbudowano wielkie zakłady produkcji tlenu. W zakładach tych chłodnictwo znalazło również duże zastosowanie.

Rozchód energii elektrycznej na wytworzenie jednego metra sześciennego tlenu wynosi około 0,5 kWh.

Tlen otrzymywany jest z powietrza.

Wytwarzany tą metodą tlen jest bardzo czysty i zawiera zaledwie 2% domieszek innych gazów. Ma to bardzo doniosłe znaczenie, gdyż dzięki temu otrzymany z gazu wodnego wodór jest również bardzo czysty.

Przez doprowadzenie gazu generatorowego do bardzo niskiej temperatury możemy z niego otrzymać etylen, który obecnie w przemyśle chemicznym jest bardzo poszukiwanym gazem. Zawartość etylenu w gazie generatorowym wynosi od 1 do 2%.

Jako przyszłą gałąź przemysłu, w której technika chłodnicza raczej pośrednio tylko znajdzie zastosowanie, należy wymienić hutnictwo żelaza. Prace w tym kierunku prowadzone są w Niemczech, a wyniki ich każą przypuszczać, że tlen w hutnictwie znajdzie zastosowanie przy produkcji surowki. Myśl wzbogacania tlenem powietrza wprowadzanego do wielkich pieców jest tak dawna, jak sposób wydobywania tlenu z powietrza.

Przeprowadzone w tym kierunku próby wykazały, że zasilając tlenem wprowadzane do wielkiego pieca powietrze, zyskujemy z jednej strony na zmniejszeniu rozchodu koksu, a z drugiej strony — z tej samej ilości jednego i tego samego gatunku rudy więcej otrzymujemy surowki, co dla górnictwa niemieckiego, rozporządzającego jedynie niskoprocentowymi rudami żelaza, przedstawia wyraźną korzyść.

Przy dzisiejszej cenie tlenu wytapianie w ten sposób rudy będzie kalkulowało się drożej, niż metodą dotychczasową. Mimo to jednak Niemcy poważnie się liczą z budową wielkich piesów, dostosowanych do wytwarzania surowki przez zastosowanie wzbogacania tlenem wprowadzanym do powietrza.

Przemawia za tym dalsza możliwość obniżenia kosztów produkcji tlenu oraz, co będzie miało rozstrzygające znaczenie, zdecydowane dążenie do ograniczenia importu wysokoprocentowych rud zagranicznych.

Zastosowanie tlenu do gruszek *Bessemera* przy wyrobieniu stali brane jest również poważnie pod uwagę. Jedną ze stalowni w Niemczech od kilku lat stosuje tlen na większą skalę przy produkcji stali *Thomasa*.

Z powyższych rozważań widzimy, że chłodnictwo w ostatnich latach obejmuje coraz to szersze dziedziny przemysłu i przyczyniło się do powstania nowych jego gałęzi.

Jeżeli chodzi jednak o nowe zdobycze techniczne w zakresie chłodnictwa, to w tym kierunku nie mamy nic specjalnie nowego do zanotowania.

Na zakończenie należy podkreślić, że postępy techniczne, a zwłaszcza gospodarcze chłodnictwa zawdzięczać należy przede wszystkim pracom badawczym.

Prace te prawie we wszystkich przypadkach należały początkowo wyłącznie do czystej nauki, a wyniki ich pozwoliły dopiero później na stworzenie całego szeregu bardzo pożytecznych praktycznie zastosowań.

Na poparcie tego twierdzenia wystarczy przytoczyć prace fizyków nad skraplaniem gazów na przestrzeni całego dziewiętnastego stulecia aż do 1908 roku, kiedy to skroplo-

no ostatni gaz hel. Były to badania wyłącznie z zakresu czystej nauki.

I nasi fizycy polscy, *Wróblewski* i *Olszewski*, nie przypuszczali, po skropleniu powietrza, że ich zdobycz, wtedy tylko czysto naukowa, stanie się później podwaliną olbrzymiego dziś przemysłu związków azotowych.

Najwięcej doceniają rolę badań naukowych w dziedzinie chłodnictwa Niemcy i one właśnie obecnie prowadzą pracę w tym kierunku w bardzo szerokim zakresie, mając nadzieję, popartą zresztą szeregiem pożytecznych wyników, że dalszy rozwój chłodnictwa da im możliwość wytwarzania nowych surowców, potrzebnych przemysłowi niemieckiemu.

Ł.

637. 0/3

## Zagadnienia techniczne w przemyśle mleczarskim

Proces wyrobu masła został wprowadzony na właściwe tory dopiero z chwilą wynalezienia wirówki do odciągania śmietany. Przy systemie naturalnym odciągania czas wyrobu sięgał 12 do 16 godzin, a potrzebne do tego celu urządzenia, a zwłaszcza wielka ilość misek, zajmowały dziesiątki metrów kwadratowych.

Dzięki wirówce czas wyrobu uległ skróceniu do 1 godziny, a ilość miejsca przeznaczona dla niej do 1 m<sup>2</sup>. Nie trzeba dodawać, że ilość pracowników przy naturalnym systemie zbierania śmietany sięgała kilku, a w większej mleczarni nawet kilkunastu osób, gdy obecnie do obsługi wirówki w zupełności wystarcza jedna osoba.

Gospodarka mleczna dla państwa stanowi bardzo ważną dziedzinę gospodarczą.

Dla poparcia tego twierdzenia wystarczy wspomnieć, że wartość produkcji mlecznej wyniosła np. w Niemczech za 1935 rok 2,5 miliarda marek i jest znacznie większa od całkowitej produkcji węgla niemieckiego o 600 milionów marek. Ogólna produkcja mleka w tym roku wyniosła 24 205 000 tonn \*).

Przechodząc do omówienia zagadnienia maszyn w mleczarstwie, należy zaznaczyć, że dążenia lat ostatnich zmierzają konsekwentnie do wykonywania w tej dziedzinie wszystkich czynności mechanicznie, a wtedy dopiero mogą być spełnione w całości wszystkie postulaty higieny.

Aby temu uczynić zadość, wśród innych maszyn mleczarskich znalazły się i mechaniczne dojarki. Nie spełniły one jednak dobrze swojej roli, ich rozwiązanie techniczne okazało się niepraktyczne oraz, co najważniejsze, krowy przy ich użyciu zapadały na zdrowiu. Zbudowane później dużych rozmiarów dojarki, oparte na odmiennych zasadach technicznych, spełniały pracę lepiej, ale sprawy mechanicznego dojenia nie rozwiązały, gdyż i w tym wypadku spostrzeżono ujemny wpływ na zdrowie krów. Sprawa więc należytego rozwiązania mechanicznego dojenia krów jest jeszcze otwarta, a przecież jedynie takie rozwiązanie poprawi zdecydowanie warunki higieniczne udoju, czego ręczne w równym stopniu zapewnić nie może.

Mleko po udoju zazwyczaj dopiero po 12—16 godzinach dostaje się do mleczarni. Przechowanie mleka przez ten czas odbywa się w chłodniach wodnych. Przy zatrzymaniu mleka przez czas dłuższy u producenta chłodnie wodne nie wystarczają. Tu potrzebne jest już chłodzenie lodem.

W dużych mleczarniach o kilkuset dostawcach przyjmowanie mleka zajmuje bardzo dużo czasu, który niejednokrotnie sięga kilku godzin. Aby temu zapobiec mleczarnie duże zaopatrzone są w mechaniczne wagi pośpieszne i urządzenia do szybkiego określania zawartości śmietany w mleku. Konwie dostawców po mleku mleczarnia myje na miejscu. Czynność ta zajmuje również wiele czasu, skraca go się kilkakrotnie przy zastosowaniu maszyn do czyszczenia naczyń. Na takie jednak maszyny nie mogą sobie pozwolić małe mleczarnie, gdyż instalacje są bardzo duże, a przez to dla nich za drogie. Celowe technicznie i tanie małe maszyny tego rodzaju wpłyną bezwątpienia na poprawienie higieny. Mleko przeznaczone do picia poddawane jest pasteryzowaniu dla zniszczenia szkodliwych bakterij. Byłoby to zbyteczne, gdyby można było zaufać w całości czystości obór. Urządzenia do pasteryzowania mleka w ciągu 50 lat uległy daleko posuniętemu udoskonaleniu, a jednak sprawy tej nie można jeszcze uznać za rozwiązaną w stopniu dostatecznym. Chodziłoby zwłaszcza o takie urządzenia dla małych mleczarni.

Mleko pasteryzowane należy przechowywać w temperaturze od 3 do 5° w specjalnych chłodziarkach, które obecnie budowane są już bardzo często ze stali nierdzewiącej. Stalowe chłodziarki są wprawdzie o 10% droższe od dawniejszych, ale za to i znacznie trwalsze od dawniejszych.

Bardzo ważnym sprzętem w mleczarni są pompy do mleka, służą one, między innymi, do przepompowywania mleka pasteryzowanego po ochłodzeniu do zbiorników. Zbiorniki do mleka budowane są z cynowanej blachy miedzianej, a rurociągi z cynowanych rur miedzianych. Obecnie na rury stosuje się już dość często szkło i aluminium, a jako materiał na zbiorniki — emaliowaną blachę stalową i aluminium.

Do wyrobu pomp używano do niedawna jedynie brązu i mosiądzu. Teraz i w pompach do mleka zastosowano stal nierdzewiącą. Pompa zbudowana z takiej stali przewyższa nieco ceną pompy z brązu czy miedzi, jest jednak bardzo trwałą.

Mleczarnie dostarczają klientom mleko w bankach lub w butelkach. Urządzenia techniczne dużych mleczarni dzisiejszych do butelkowania mleka osiągnęły bardzo wysoki poziom rozwoju. Dzięki tym urządzeniom butelkowanie mleka odbywa się prawie bez pomocy rąk ludzkich i w idealnych warunkach higienicznych.

Brudne butelki dostają się na taśmie do maszyny do czyszczenia, skąd wędrują dalej do maszyny napełniającej je automatycznie. Następnie pakuje się je do skrzyni i składa w chłodni. Przy wyrobieniu masła najważniejszą ma-

\*) V. D. I., zesz. 34, 1937,

szą jest wirówka. Znajduje się ona już dziś prawie u szczytu rozwoju. Po udoskonaleniach zastosowanych w wirówce w ostatnich latach spełnia ona prawie wszystkie najważniejsze wymagania w tej dziedzinie. Co się tyczy konstrukcji maślarek, to budowane są one w dalszym ciągu wyłącznie z drewna. Masło wyrabiane w maślarce drewnianej jest najsmaczniejsze. Ten wzgląd zapewne zatrzyma jeszcze na długie lata drewno jako materiał konstrukcyjny, chociaż maślarki z drewna są ciężkie i niewygodne w użyciu. Trzeba jednak mieć nadzieję, że w przyszłości technika wynajdzie materiał o lepszych własnościach konstrukcyjnych, który w niczem nie pogorszy smaku masła. Maszyny do pakowania powinny również doznać takiego udoskonalenia, dzięki któremu będzie można pakować masło bez pomocy rąk ludzkich. Dzisiejsze urządzenia do pakowania mechanicznego posiadają jeszcze braki.

W zakończeniu należałoby się zastanowić na tym, jaką

siłę napędową najkorzystniej jest stosować do poruszania maszyn w młeczarni.

Względy higieny przemawiają zdecydowanie za stosowaniem w młeczarniach silników elektrycznych. Biorąc jednak pod uwagę koszt eksploatacji młeczarni całkowicie zelektryfikowanej, trzeba podkreślić, że jest on znacznie większy od kosztów przy zainstalowaniu maszyny parowej, która pozatem jest bardziej celowa w sezonie zimowym, kiedy to potrzebujemy znacznie większych ilości ciepła, niż w lecie, t. j. w okresie zwiększonego zapotrzebowania na środki chłodzące. Biorąc to pod uwagę, należałoby w młeczarni instalować silniki elektryczne oraz maszynę parową, która, spełniając inne cele, poruszałaby prądnice, dostarczającą prądu na własny użytek.

Zrozumiałą jest rzeczą, że taka mieszana siła napędna jest możliwa jedynie w wielkich młeczarniach. F.

## PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH

### Badanie wielkości ziarn w stali metodą przyspieszoną.

Autorzy opisują metodę izotermiczną szybkiego określania wielkości ziarn w stali, polegającą na ogrzaniu materiału do 930°C, utrzymaniu go przez czas krótki w tej temperaturze, ostudzeniu do temp. o 10—20° poniżej  $A_{c1}$ , utrzymaniu w tej temp. przez 10—15 min i zahartowaniu w wodzie. W miejscu wydzielenia się cementytu powstaje warstewka troostytu, który uwypukla zarysy ziarn. Metoda ta nadaje się zarówno dla stali nisko-, jak i wysokowęglistych. Główną jej zaletą jest skrócenie czasu studzenia, tak np. dla stali stopowych czas ten z 8—16 godz. zmniejsza się do 1—2 godz.

(A. P. Guliajew i A. P. Bielowa, Z a w o d s k a j a L a b o r a t o r i a, 5 (1936), Nr. 11, str. 1329/34).

### Stalowe domy.

Jedna z amerykańskich stalowni po przeprowadzeniu prób zdecydowała się przystąpić do budowy stalowych domów, przeznaczonych dla swoich pracowników. Pierwsza seria projektowanych domów już została oddana do użytku. Domki mają wymiary 9,76 × 13,2 m i są wykonane całkowicie z płyt stalowych, spawanych elektrycznie. Domek tak skonstruowany jest wystarczająco sztywny i może być w całości przewożony na miejsce przeznaczenia, a ponieważ jest bardzo szczelny, więc może również przebywać wodę wplaw.

Ciężar całego domu wynosi 41 tonn.

Wykonany jest całkowicie ze stali, z wyjątkiem niektórych części ołowianych. Obok tego do izolacji domu zużyto 4 t wełny mineralnej.

Fundament domu jest betonowy. Jednocześnie przy spawaniu domu zakłada się w miarę postępu robót kolejno: rury wodociągowe i kanalizacyjne, następnie przewody do ogrzewania centralnego, chłodzenia i sieci elektrycznej. W czasie wielkich upałów w lecie działa właśnie urządzenie chłodzące.

Ściana domu składa się z dwóch płyt stalowych, między którymi znajduje się przestrzeń wolna szerokości 102 mm. Przestrzeń ta wypełniona jest wełną mineralną. Otwory na okna są już gotowe w płytach. Każdy domek posiada pięć izb.

Przyłączanie jednego domku do sieci wodnej, kanalizacyjnej i elektrycznej trwa zaledwie dwie godziny.

(Eng. News-Record, 18 luty 1937).

### Wyrób odkuć z lekkich stopów.

Kucie w foremnikach pozwala zastosować małe nadatki na obróbkę i panować nad przebiegiem włókien. Na foremniki stosuje się stal chromowo-niklowo-molibdenową o twardości 340—440 kg/mm<sup>2</sup> po ulepszeniu. Cena foremnika do kucia połówek karterów sięga w Anglii 1000 £. Skosy matrycowe stosuje się w granicach 3—7°. Dokładność wymiarów poprzecznych do 0,4 mm. Dla sprawdzenia wykroju zalewa się foremnik ołowiem, poczem ubija się skrzepły ołów, aby wypełnił dokładnie wykrój. Próbną sztukę ołowianą przesyła się odbiorcy do sprawdzenia wymiarów przed rozpoczęciem produkcji. Młoty do aluminium mają b. ciężkie kowadła. Dla 15 tonnowego młota kowadło waży 205 tonn, młot oddaje 17 uderzeń na minutę z wysokości 2,45 m. Kartery i śmigła można kuć już pod młotem 8 tonnowym, który opada z wys. 3,5 m do 22 razy na minutę. Fundament betonowy młota 15 tonnowego ma głębokość 12 m. Ogrzewanie do kucia w kąpielach solnych lub piecach elektrycznych.

(Aircraft Engineering 8 (1936) Nr. 88).

## BIBLIOGRAFIA

Inż. L. Dreher. Wiadomości podstawowe z dziedziny metalografii żelaza i stali. Wydaw. Stow. dla Rozwoju Spawania i Cięcia Metali. Warszawa, 1937 r. Str. 49, rys. 25.

W badaniach połączeń spawanych najważniejszą rolę odgrywają badania metalograficzne, gdyż — pozwalając na dokładne wnikięcie w procesy metalurgiczne zachodzące przy spawaniu i ułatwiając ich zrozumienie, stanowią najbardziej skuteczną pomoc przy doskonaleniu metod spawania, przy doborze odpowiednich spoiw i t. p.

Wiadomości podstawowe z metalografii są więc dziś potrzebne nie tylko inżynierom i technikom, ale również i inteligentnym spawaczom, którzy pragną dokładnie zrozumieć proces spawania.

Brozura inż. L. Drehera, asystenta przy Katedrze Technologii Mechanicznej Metali na Politechnice Lwowskiej, zawierając zasadnicze wiadomości z metalografii ze szczególnym uwzględnieniem potrzeb spawalnictwa, wyłożone w sposób dotępny nawet dla osób nie posiadających technicznego wykształcenia, stanowi dla naszej popularnej literatury technicznej nader cenny nabytek. Przystępna cena umożliwia jak najszersze jej rozpowszechnienie.

## Listy do Redakcji

### Kilka uwag o uzbrojeniu żelbetowych zespołów stalą wyborową.

W artykule moim pt. „O uzbrojeniu żelbetowych zespołów stalą *Griffel*” (Przeł. Techniczny, zeszyt 11 z b. r.) poruszyłem także niektóre kwestie, wspólne dla wszystkich gatunków stali o podwyższonej granicy plastyczności t. zw. stali wyborowych. Dało to powód p. prof. dr. *Bryle* do opublikowania w Nr. 14—15 powyższego czasopisma kilku zasadniczych uwag w sprawie stosowania wyborowych stali w konstrukcjach żelbetowych, które nasuwają pewne zastrzeżenia. Wobec tego widzę się zmuszony jeszcze raz powrócić do tej sprawy.

We wspomnianym wyżej artykule podałem w wątpliwość z punktu widzenia obowiązujących przepisów dopuszczalność metody wymiarowania, przyjętej dla zginanych konstrukcji żelbetowych z wkładkami ze stali wyborowej, a polegającej na stosowaniu tych samych wymiarów betonu, które odpowiadają uzbrojeniu ze zwykłej stali handlowej przy tej samej jakości betonu. Przy takim sposobie obliczania naprężenia betonu na ściskanie  $\sigma_{bd}$  ulegają zwiększeniu względnie przekraczają dopuszczalne wartości w tych elementach, gdzie są one zwykle wykorzystywane, np. w płytach i prostokątnych belkach. O ile mi wiadomo nie ma dotychczas oficjalnego rozporządzenia, pozwalającego na jakiegokolwiek wyjątki pod tym względem. Dlatego też prof. Dr *Thullie* stwierdził przy omówieniu stali „*Griffel*” w „Czasopiśmie Technicznym”, Nr. 23 z 1936 r., że stosowanie powyższej metody wymiarowania „może prowadzić do konfliktów z władzami budowlanymi”.

Przeciwko wymienionej metodzie należy jednak podnieść zarzuty nie tylko formalne, lecz także i merytoryczne, gdyż w następstwie jej stosowania otrzymuje się konstrukcję o zmniejszonym bezpieczeństwie od rys. Konstrukcja żelbetowa powinna posiadać oprócz przepisanej nośności również i odpowiednie bezpieczeństwo od rys. Rysa jest bowiem słabym miejscem żelbetu, gdyż umożliwia rdzewienie stalowych wkładek, które, jak wiadomo, powoduje powiększenie ich objętości, a tym samym i destrukcję betonu.

Wkładki ze zwykłej stali zapewniają żelbetowej konstrukcji większe bezpieczeństwo od rys, niż stal wyborowa. Jak wykazują bowiem doświadczenia, przy jednakowych wymiarach, przekroju i nośności konstrukcja, uzbrojona wyborową stalą, jest mniej bezpieczną od rys. Z powodu podwyższonych naprężeń pręty ze stali wyborowej, a zarazem i otaczający je beton ulegają znacznie większym wydłużeniom, wskutek czego następuje wcześniejsze wyczerpanie wytrzymałości betonu na rozciąganie oraz powiększa się sumaryczna szerokość powstających rys.

Biorąc pod uwagę, że użytkowe obciążenia, wprowadzane do statycznego obliczenia, są na ogół większe od rzeczywistych i że wskutek monolityczności żelbetowej konstrukcji obliczane momenty gnące są również za duże, możemy na podstawie wyników doświadczeń *Gehlera* przyjąć, że zasadniczo istnieje możliwość uniknięcia rys w płytach i że w tym celu należy zastosować uzbrojenie tylko ze zwykłej stali.

Wg. pomiarów prof. *Gehlera* szerokość rys dochodziła przy stali 37 i przy rachunkowym naprężeniu  $\sigma_z = 1200$  kg/cm<sup>2</sup> do 0,07 mm, przy stali 52 i  $\sigma_z = 1800$  kg/cm<sup>2</sup> do 0,13 i przy stali Isteg do 0,11 mm. W konstrukcjach budowlanych szerokość rys może być faktycznie większa, gdyż beton na budowach nie jest tak starannie wytwarzany jak do celów doświadczalnych. Co się tyczy szerokości rys, którą należy uważać za niegroźną, to poglądy na tę kwestię nie są zgodne: podczas gdy *Gehler* uważa rysy o szerokości ok. 0,125 mm za nieszkodliwe, *Saliger* dopuszcza sze-

rokość 0,2—0,3 mm. W żelbetowych budowlach, znajdujących się na otwartym powietrzu i wystawionych przeto na działanie atmosferycznych opadów, najmniejsza nawet rysa może być zaczątkiem późniejszego zniszczenia konstrukcji. Woda, dostawszy się bowiem do rysy, zamarza w zimie i powiększa swoją objętość i w ten sposób rysa rozszerza się z biegiem czasu.

Chcąc powiększyć bezpieczeństwo od rys należy wg zgodnych stwierdzeń wszystkich badaczy zmniejszyć procentową zawartość uzbrojenia czyli powiększyć rozciąganą strefę betonu. Można to osiągnąć przez powiększenie szerokości przekroju lub jego wysokości, nie dopuszczając do zbyt wysokich naprężeń betonu na ściskanie. Dalszym środkiem do podwyższenia bezpieczeństwa od rys jest stosowanie betonu o większej wytrzymałości betonu na rozciąganie, która jest na ogół tym większa im większa jest wytrzymałość na ściskanie.

Z powyższych wywodów wynika więc, że stosowanie zasady „oparcia obliczenia na tych samych wymiarach betonu przy bezpośrednim przeliczeniu uzbrojenia na równoważną wytrzymałość  $f \cdot k = f_1 \cdot k_1$ ” prowadzi, o ile chodzi o bezpieczeństwo od rys, do pogorszenia jakości konstrukcji w porównaniu z konstrukcją uzbrojoną zwykłą stalą.

Wg niemieckich przepisów o bezpieczeństwie konstrukcji żelbetowej nie decyduje wyłącznie wytrzymałość względnie granica ciastowatości stalowych wkładek, aczkolwiek jest ona, o ile chodzi o słabo uzbrojone ustroje, w pierwszym rzędzie miarodajna, lecz również i inne czynniki jak: pewność współdziałania stali z betonem, jakość betonu i jego wytrzymałość na rozciąganie ze względu na bezpieczeństwo od rys, gdyż wzrost naprężeń wkładek stalowych przyspiesza i powiększa pękanie betonu, wreszcie należy także uwzględnić niedokładność wykonania i ułożenia uzbrojenia. Z tych powodów stal nie może być wyzyskana w konstrukcjach żelbetowych w takim stopniu jak w żelaznych. To też dopuszczalne naprężenie zwykłych stali, stosowanych w niemieckim budownictwie, a mianowicie stali 37 i t. zw. „handlowej stali budowlanej” wynosiło dotychczas dla żelbetu 1200 kg/cm<sup>2</sup>, podczas gdy dla konstrukcji żelaznych 1400 kg/cm<sup>2</sup>. Z tej samej przyczyny niemieckie przepisy ograniczyły również i użytkowe naprężenie stali wyborowej 52, dopuszczając dla niej w konstrukcjach żelbetowych tylko 1500 kg/cm<sup>2</sup>, pomimo że jej granica ciastowatości wynosi 3600 kg/cm<sup>2</sup>. Oprócz tego użycie stali wyborowej uzależnione jest od zastosowania wysokowartościowego betonu, którego kostkowa wytrzymałość po 28 dniach twardnienia powinna wynosić w belkach prostokątnych, teowych i w stropach gęstożebrowych co najmniej 225 kg/cm<sup>2</sup>, ponieważ elementy te są najwięcej narażone na niebezpieczeństwo pękania betonu. Ponadto projektowanie, obliczenia, wykonanie i kontrola budowlana konstrukcyj, uzbrojonych stalą wyborową 52, powinny odpowiadać najdalej idącym wymaganiom (por. mój artykuł pt. „Oszczędność na stali w niemieckim budownictwie” w *Przebiegach Budowlanych* Nr. 5 z 1937 r.). Obecnie, gdy Niemcy z powodu trudności gospodarczych zmuszeni są oszczędzać na stali, złagodzili oni nieco powyższe przepisy, dopuszczając w wyżej wymienionych elementach konstrukcyjnych dla stali 52 naprężenie 1800 kg/cm<sup>2</sup> zamiast 1500, jednakowoż warunek  $R_{28} = 225$  kg/cm<sup>2</sup> został nadal utrzymany. Pozostali oni bowiem na tym zasadniczym stanowisku, że przy projektowaniu żelbetowej konstrukcji należy uwzględnić nie tylko jej nośność lecz także i bezpieczeństwo od rys, co wymaga w razie uzbrojenia stalą wyborową zastosowania przedniego betonu.

Co się tyczy oszczędności na kosztach uzbrojenia przy użyciu wyborowej stali w żelbetowych zespołach, to nie może ona być na ogół znaczna jeżeli się uwzględni, że stal

ta nie wchodzi w rachubę dla uzbrojenia słupów, ściskanych elementów i, jak podaje prof. dr. Bryła, również i dla płyt oraz dla strzemion i prętów rozdzielczych. W przykładowym szkielecie żelbetowego, podanym w moim artykule, oszczędność ta wynosi 6,8%. Przyjmując, że w tego rodzaju konstrukcji na uzbrojenie przypada 30% kosztu żelbetu, otrzymamy, że oszczędność na materiale zbrojeniowym w stosunku do ogólnego kosztu żelbetowych konstrukcji =  $30 \cdot 0,068 = \text{ok. } 2\%$ , a w stosunku do całkowitego kosztu budowy zaledwie 0,2—0,3%.

W Krakowie teoretyczny zysk na uzbrojeniu wynosi dla tych stropów przy rozpiętości 5 m  $\sim 7\%$  względnie w stosunku do całkowitego kosztu stropu  $\sim 2,0\%$ . Podana przez prof. dr. Bryłę 15—20%-owa oszczędność przy zastosowaniu stali grzebieniowej byłaby możliwa tylko w razie wykonania całego uzbrojenia wyłącznie z wyborowej stali.

Natomiast większą jest opłacalność wyborowej stali dla konstrukcji stalowych. Przede wszystkim możliwość wyzyskania wytrzymałości jest tu większa niż w żelbecie, gdzie jest ona ograniczona ze względu na własności współdziałającego betonu, następnie konstrukcja stalowa może być całkowicie wykonana z wyborowej stali, a w statycznym obliczeniu może być uwzględnione zmniejszenie jej własnego ciężaru.

Prof. dr. Bryła porusza następnie bardzo ważną sprawę, mianowicie konieczność oszczędzania na stali ze względu na niewielkie zasoby rud w Polsce i wysuwa w tym celu postulat jak najdalej idącego uwzględniania wyborowej stali przy wykonywaniu żelbetowych konstrukcji zarówno w budownictwie prywatnym, jak i państwowym. Zdawałoby się, że najbardziej skutecznym środkiem byłoby wyłączenie stosowania wyborowej stali, redukujące teoretycznie o ok. 25% ciężar uzbrojenia względnie konstrukcji stalowych, z zupełnym wyeliminowaniem zwykłej stali w budownictwie. Tymczasem Niemcy z tej możliwości nie skorzystali a poszli inną drogą: podwyższyli wprawdzie w sposób wyżej wymieniony dopuszczalne naprężenie  $\sigma_{zd}$  stali 52 ale uczynili to samo i dla stali 37 i budowlanej stali handlowej, podnosząc ich  $\sigma_{zd}$  w żelbetowych ustrojach ogólnie z 1200 do 1400 kg/cm<sup>2</sup> pod warunkiem, że kostkowa wytrzymałość  $R_{28} = 160$  kg/cm<sup>2</sup>, a w konstrukcjach stalowych z 1400 do 1600 kg/cm<sup>2</sup>. Widocznie nie mają oni bynajmniej zamiaru zrezygnować z dalszego stosowania zwykłej stali miękkiej w budownictwie ze względu na pewne jej zalety i w tym celu zapewniają jej możliwość konkurowania ze stalą wyborową. Uważam, że i u nas przydałoby się dla osiągnięcia wskazanego przez prof. dr. Bryłę celu oszczędzania na stali wprowadzenie podwyższonych naprężeń dla zwykłej stali, aby zapewnić jej większą opłacalność w tych wypadkach, gdy użyć jej jest wskazane ze względów technicznych.

Co się tyczy obecnej metody obliczania żelbetowych konstrukcji, to nie podlega wątpliwości, że wymaga ona reformy. Miarodajna teoria żelbetu posługuje się, by móc rozwiązać statycznie niewyznaczalne zagadnienie, jakim jest wyznaczenie wymiarów żelbetowego elementu, prawami teorii sprężystości, stosując do żelbetu założenia, uzasadnione jedynie w matematycznej teorii belek z tworzywa jednorodnego, a mianowicie: liniowy układ naprężeń betonu na ściskanie wg. prawa *Hooka* i hipotezy *Bernoulliego*, stały współczynnik sprężystości betonu bez względu na jego jakość i naprężenia i co za tym idzie stały stosunek  $n$  współczynników sprężystości żelaza i betonu. Założenia te są jednak nie-realne, wskutek czego oparte na nich obliczenia prowadzą do wyników, niezgodnych z rzeczywistością. Liczne doświadczenia wykazały bowiem, że rzeczywiste bezpieczeństwo elementów żelbetowych, obliczonych wg. dotychczasowej metody, są większe od przyjętego na podstawie dopuszczalnych naprężeń. Z tego wynika więc, co należy szczególnie pod-

kreślić, że żelbetowa konstrukcja, obliczona na podstawie obecnej miarodajnych wzorów, posiada duży zapas bezpieczeństwa. Teoria oparta na takiej zasadzie była bezsprzecznie konieczną w początkach budownictwa żelbetowego i spełniła przeto swe zadanie na ogół w sposób zadowalający. Natomiast przy obecnym bardzo wysokim poziomie żelbetnictwa operowanie nadmiernym zapasem bezpieczeństwa nie jest już potrzebne. W dyskusji, która się toczy w sprawie nowego sposobu obliczania żelbetu, zaznaczyły się dwa prądy: jeden z nich obejmuje projekty, dążące do zachowania obecnej metody ze względu na pewne dodatnie jej walory, ograniczając się jedynie do przeprowadzenia odpowiednich zmian w jej ramach, do drugiego natomiast należą koncepcje, zmierzające do zupełnego wyeliminowania przy obliczaniu żelbetu teorii sprężystości i współczynnika  $n$  i do oparcia tego obliczenia na fazie III, w której następuje załamanie zespołu. Opracowane dotychczas projekty nowej teorii nie rozwiązały jednak należycie zagadnienia racjonalnego obliczania żelbetu. Ponadto w żadnej teorii nie uwzględniony jest wpływ szeregu niedostatecznie zbadanych jeszcze czynników, np. skurczu i plastycznych odkształceń. Gdy poglądy badaczy na to zagadnienie jeszcze się krystalizują i nie należy spodziewać się opracowania nowej teorii w krótkim czasie, wskazanym byłoby stosować na razie konsekwentnie obecną metodę obliczania. Oczywiście, że metodę tę należy odpowiednio skorygować, aby uzgodnić jej rachunkowe wyniki z rzeczywistością.

Inż. A. Friedstein.

W związku z listem p. inż. *Friedsteina* poruszającym kilka punktów z mojego artykułu o stali wyborowej w żelbetownictwie (Nr. 14 Przeglądu Techn.) pozwalam sobie donieść, co następuje:

1. Nie ma w Polsce okólnika w sprawie naprężeń dopuszczalnych dla betonu w konstrukcjach uzbrojonych stalami wysokowartościowymi, jednakowoż nasze władze budowlane w zrozumieniu istoty rzeczy nie kwestionują sposobu obliczenia, zwalczanego przez p. inż. *Friedsteina*, stojąc tu na stanowisku zgodnym z władzami szeregu państw innych (w których odp. rozporządzenia już wyszły) oraz zgodnym z wynikami doświadczeń, wykonanych w Polsce przez profesorów *Hubera*, *Paszkowskiego* i przeze mnie.

2. Pozwalam sobie stwierdzić sprzeczność w wywodach p. inż. *Friedsteina*, który w jednym miejscu domaga się, by stal w konstrukcjach żelazobetonowych miała naprężenie dopuszczalne mniejsze niż w stalowych (u nas są to wartości te same), a w drugim żąda „wprowadzenia podwyższonych napięć dla zwykłej stali”. Co prawda dodaje, że żąda tego, „aby zapewnić zwykłej stali większą opłacalność”. Wątpię jednak, czy takie stawianie sprawy może wogóle być brane naprawdę pod uwagę.

3. Ostatni ustęp listu p. inż. *Friedsteina*, nie polemizujący, jest wogóle słuszny (por. mój artykuł w *Cemencie* 1937 r. Nr 6 i 7 p. t. „Ku racjonalnemu obliczeniu konstrukcji żelbetowych”).

4. Natomiast w sprawie ustępu o oszczędności to, powołując się na moje artykuły w *Przeglądzie Technicznym* (Nr 14 i Nr. 18), pozwalam sobie zauważyć, że widocznie Szanowany Pan Kolega *Friedstein* nie zaznajomił się z nimi, zwłaszcza z ostatnim z nich.

5. Co do płyt można postawić jako regułę, że dla płyt cieńszych nie opłaca się obecnie stal wyborowa ze względu na przepisy. Zachodzą jednak wypadki odwrotne, zwłaszcza dla płyt grubszych.

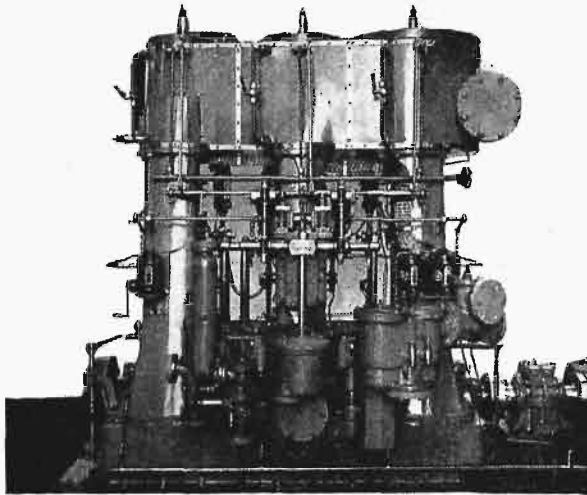
6. Poza tym nie mam nic do dodania ani do odjęcia co do zacytowanych wyżej moich artykułów.

St. Bryła.

## Polska okrętowa maszyna parowa

Ostatnio wykonano w Chrzanowie w Zakładach Spółki Akcyjnej „Pierwsza Fabryka Lokomotyw w Polsce”, pierwszą maszynę okrętową, zbudowaną w Polsce. Jest ona przeznaczona do napędu holownika morskiego Marynarki Wojennej.

Maszyna jest typu stojącego, posiada 3-cylindry, pracujące z potrójnym rozprężeniem pary i z kondensacją. Ciśnienie nasyconej pary roboczej wynosi 14 atn. Średnica cylindra wysokoprężnego jest równa 265 mm, średnioprężnego — 425 mm i niskoprężnego — 700 mm, skok tłoka maszyny — 400 mm. Moc maszyny przy 180 obr./min wynosi 300 KM.



Rys. 1. Widok silnika.

Zastosowane stawidło zewnętrzne jest systemu *Klug'a*, dzięki czemu osiągnięto zwarte rozwiązanie konstrukcyjne maszyny.

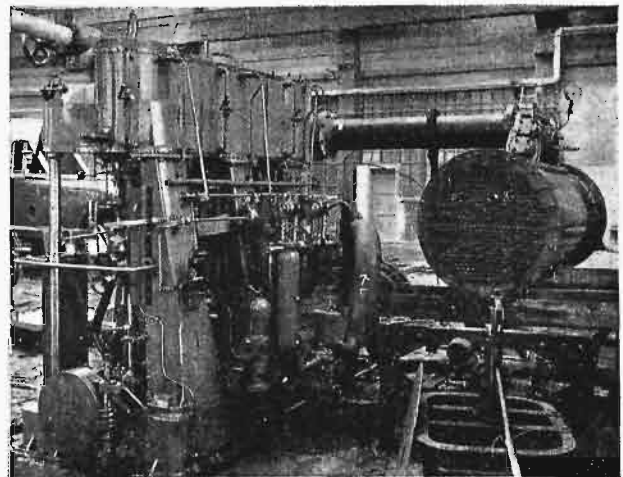
Stawidło wewnętrzne w cylindrze wysokoprężnym stanowi całkowicie odciążony suwak tłokowy.

Cylinder średnioprężny i niskoprężny wyposażono w suwaki płaskie o potrójnym wlocie i podwójnym wylocie (kombinacja suwaka *Penn'a* i *Trick'a*) dla zmniejszenia dławienia pary oraz pracy tarcia z powodu mniejszego skoku.

Ustawienie korb pod kątem  $120^\circ$  daje bardzo korzystny rozkład sił stycznych podczas jednego obrotu wału maszyny, przez co otrzymuje się zmniejszony do minimum stopień niejednostajności biegu śruby okrętowej.

Smarowanie olejowe przy pomocy automatycznych pras smarnych daje całkowitą niezawodność ruchu maszyny i łatwą obsługę.

Pomimo to, że maszyna pracuje parą nasyconą i nie ma ogrzewków cylindrów, uzyskano podczas prób bardzo mały rozchód pary na 1 KM i godz., nieprzekraczający 6 kg.



Rys. 2. Widok silnika ze skraplaczem.

Zastosowany kondensator powierzchniowy, wykonany jest z materiałów odpornych na działanie korozyjne wody morskiej.

Pompy wodne: chłodząca, zasilająca i zębowa oraz pompa powietrzna są dobudowane do maszyny, tworząc z nią zwartą całość.

Zauważyć należy, że maszyna została wykonana całkowicie z polskich materiałów przez polskiego robotnika i w polskiej wytwórni.

### TREŚĆ.

Belki złożone drewniane na gwoździach,  
prof. dr. inż. *W. Żencykowski*.  
Lotnictwo transatlantyckie, inż. *S. K. Kochanowski*.  
Nowe zadania chłodnictwa, *Ł.*  
Zagadnienia techniczne w przemyśle mleczarskim, *F.*  
Przegląd pism technicznych.  
Bibliografia.  
Listy do Redakcji.  
Przegląd Czasopism.

### SOMMAIRE:

Les poutres en bois accouplées par les clous, par M. le prof. *W. Żencykowski*.  
L'aviation transatlantique, par M. *S. K. Kochanowski*.  
Les problèmes récentes d'industrie du froid, par M. *Ł.*  
Les problèmes technique dans le commerce de laitage, par M. *F.*  
Revue documentaire.  
Bibliographie.  
Lettres reçues par la Redaction.  
Revue de journaux.