

Fig. 129.

IV. BELKI ŻELAZNE O ŚCIANIE PEŁNEJ

Belki żelazne o ścianie pełnej dzielą się na:

- a) belki lite
- b) belki nitowane.

§ 10. Belki lite

Na belki zginane używa się najczęściej dwuteowników dźwigarów I); rzadziej ceowników (dźwigarów U), wtedy mianowicie, gdy chodzi o jedną ścianę gładką (np. przy ścianach) lub też o większą szerokość stópki (n. p. dla umieszczenia nitu).

Obliczenie dźwigarów:

a) Jeżeli moment M działa w płaszczyźnie osi głównej, to potrzebny moment wytrzymałości belki znajdziemy z wzoru:*)

$$W = \frac{M}{k_g} \dots \dots \dots 16$$

b) Jeżeli moment działa w płaszczyźnie nachylonej pod kątem α do osi głównej, to

*) Por. aut. Statyka budowli str. 131.

przyjmujemy pewien profil dźwigara (z tablic) i obliczamy naprężenie z wzoru:*)

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{M \cos \alpha}{W_x} + \frac{M \sin \alpha}{W_y} \quad \dots \quad 17$$

przyczem σ musi być równe lub mniejsze od naprężenia dopuszczalnego k_g . Najodpowiedniejszy profil dźwigara znajduje się zapomocą prób.

Jeżeli składowa pozioma momentu jest bardzo znaczna, używa się belek szerokostopowych lub nawet paru belek obok siebie umieszczonych i połączonych ze sobą.

c) Jeżeli na belkę działa moment M i siła osiowa P , obliczamy naprężenie wedle wzoru:**)

$$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \quad \dots \quad 18$$

Jeżeli na belce spoczywa mur, to dla wysokości tegoż niewielkiej (n. p. jednopiętrowej) przyjmuje się obciążenie równe ciężarowi części muru ograniczonej liniami pionowymi, przechodzącymi przez osi łożysk dźwigara (por. przykł. 15).

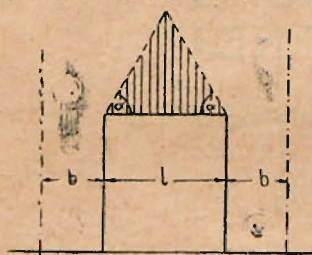


Fig. 130.

Dla większej wysokości murów uwzględnić należy, że część muru, leżące nawet nad dźwigarem, wspiera się na filarach, podtrzymujących go. Dlatego też przyjmuje się w tym wypadku, że na belkę działa ciężar muru ograniczonego liniami, wychodzącymi z podpór pod kątem 60° (fig. 130), por. przepisy M. R. P. (tablice w niniejszej książce), gdzie warunki takiego obciążenia podane są bardzo dokładnie.

W budownictwie żelaznym unika się o ile możliwości belek ciągłych, gdyż nierówna wysokość podpór, np. poddanie się jednej z podpór większe niż drugiej, zmienia odrazu wielkość momentów zginających, a tem samem powoduje niepewność obliczenia. W razie, jeżeli belka leży na kilku podporach, dajemy więc na podporach pośrednich takie połączenie, które nie przenosi momentu zginającego, t. j. małą ilość nitów, przykładki o niewielkim momencie bezwładności, zaś dziury z jednej strony podłużne, aby końce belek mogły się przesuwac (por. fig. 33.).

*) Por. aut. Statyka budowli str. 159.

**) Por. aut. Statyka budowli str. 165.

Ilość śrub łączących:

Nr dźwigara	Ilość śrub	Odstęp c
8—16	1	— — —
17—40	2	0,45 w
42—50	3	0,30 w

Przepony takie są stosunkowo bardzo kosztowne.

Belki bliźniacze połączyć można nadto:

e) przy pomocy nakładek wspólnych; wtedy mamy jednak właściwie belki nitowane (por. § 11)

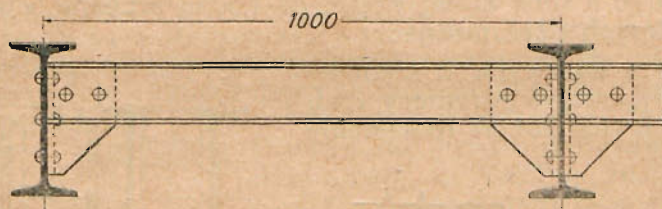


Fig. 133.

f) przy pomocy stężeń poprzecznych (fig. 133 i 134).

Dla stężenia budowli zaopatrujemy dźwigary żelazne stropowe w kotwy, które wykonuje się najczęściej wedle fig. 135, przyczem poziome ścięgno ma zwykle wymiary 60×8 do 70×10 , zaś pionowy klucz te same lub nieco większe. Dla większych dźwigarów i większych sił klucz stanowi kątownik przy-

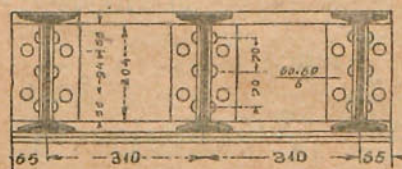


Fig. 134.

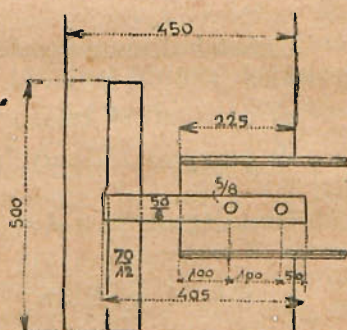


Fig. 135.

twierdzony do ścięgna zapomocą blachy węzłowej (fig. 136). W braku miejsca można zastosować kątownik $80 \times 80 \times 10$ do

do $100 \times 100 \times 10$ dł. 700, mm przynitowany na pasie górnym wedle fig. 146. Kotwy dajemy zwykle na głównych dźwigarach, nad filarami okiennymi, na podciągach i t. d., wogóle tak, aby stężyć należycie budowlę.

§ 11. Belki nitowane

Dla większych obciążeń używa się niekiedy dźwigarów z nanitowanymi blachami, jednakowoż rzadko, gdyż nitowanie na stopce o powierzchni pochyłej jest bardzo niewygodne.

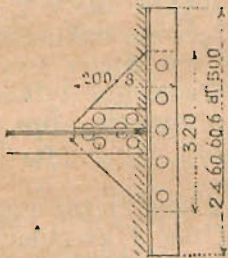


Fig. 136.

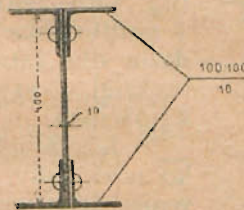


Fig. 137.



Fig. 138.

Najczęściej używa się w takim wypadku t. zw. blachownic czyli belek blaszanych (por. fig. 137 i 138). Składają się one z blachy stojącej, zwanej też środkiem lub duszą, z czterech kątowników, oraz z nakładek, dodawanych w miarę potrzeby. Wyjątkowo używa się blachownicy o dwu kątownikach, gdy chodzi o jedną ścianę gładką (fig. 139).

Zwykle przyjmujemy: grubość blachy stojącej 8—10 mm dla mniejszych obciążeń, 12 mm dla większych obciążeń i wyższych blach;

wysokość blachy $H = \frac{1}{10}$ do $\frac{1}{15}$ rozpiętości, przyczem najmn. $H = 40-50$ cm.

Wymiary kątowników od $60 \times 60 \times 8$ dla małych blachownic i od $80 \times 80 \times 8$ do $100 \times 100 \times 12$ dla średnich, rzadko w budownictwie łądowem do $120 \times 120 \times 14$.

Wygodne są kątowniki nierównoramienne, poczynając od $60 \times 90 \times 8$, jednakowoż trudniej je dostać.

Grubość jednej nakładki 8—14 mm; najmn. szerokość $b = 2b_1 + g_1$, gdzie b_1 jest szerokością kątownika, zwykle jednak przyjmujemy:

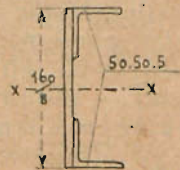


Fig. 139.

Nie mogąc lub nie chcąc stosować tablic, można obliczyć moment bezwładności blachownicy (fig. 141) bez nakładek, z potrąceniem dziur na nity poziome z wzoru:

$$I_0 = \left[\frac{1}{12} (2b_1 + g_0) H^3 - 2c_1 h_1^3 - 2c_2 h_2^3 - 2d (2c_2 + g_0) \left(\frac{h_1 + h_2}{2} \right)^2 \right] \quad 21$$

zaś moment wytrzymałości z wzoru: $W_0 = \frac{2 I_0}{H} \quad 22$

We wzorze 21 oznacza b_1 szerokość jednego kątownika, zaś g grubość ścianki.

Następnie oblicza się (przybliżoną) grubość nakładek w kilku miejscach z wzoru*):

$$g_w = \frac{M_w - M_0}{(b - 2d) H k} \quad 23$$

We wzorze tym oznacza:

M_w — moment zgięcia w danym miejscu,

M_0 — największy moment zgięcia, jaki

może przenieść przekrój zasadniczy — ($M_0 = W_0 k$).

Jeżeli bowiem $W_w - W_0 = W_n$ oznacza tę część momentu wytrzymałości, którą mają przejąć nakładki, to w przybliżeniu $W_n = F_n H = (b - 2d) g_w H$ (gdzie F_n jest powierzchnią jednej nakładki), a stąd:

$$g_w = \frac{W_n}{(b - 2d) H} = \frac{W_w - W_0}{(b - 2d) H} = \frac{M_w - M_0}{(b - 2d) H k}$$

Dla tak otrzymanego przekroju należy dokładnie obliczyć moment wytrzymałości. O ile tenże różni się znacznie od potrzebnego W_w , należy odpowiednio zmienić g_w .

Obliczoną w ten sposób grubość nakładek g_w dzieli się na parę grubości nakładek (np. $g_w = 35$ mm można podzielić na 2 blachy po 12 mm i jedną 11 mm, albo nawet przyjąć trzy nakładki po 12 mm) i oblicza się momenty bezwładności I_1, I_2, \dots i momenty wytrzymałości W_1, W_2, \dots belki z nakładką jedną, dwiema... z wzoru:

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= I_0 + \frac{1}{2} (b + 2d) [(H + 2g)^3 - H^3] \\ I_2 &= I_1 + \frac{1}{2} (b + 2d) [(H + 4g)^3 - (H + 2g)^3] \end{aligned} \right\} \quad 24$$

$$\left. \begin{aligned} \text{względnie } W_1 &= \frac{2 I_1}{H + 2g} \\ W_2 &= \frac{2 I_2}{H + 4g} \end{aligned} \right\} \quad 25$$



Fig. 141.

*) Siły w kg, długości w cm, momenty w kg/cm.

We wzorze 24 oznacza I_0 moment bezwładn. przekroju zasadniczego z odtrąceniem nitów pionowych, a więc:

$$I_0 = \frac{1}{12} [(2 b_1 + g_0 - 2 d) H^3 - 2 (c_1 - d) h_1^3 - 2 c_2 h_2^3] \quad . . . \quad 25 a$$

Na powierzchni momentów, wyznaczonej w zwykły sposób, wykreśla się teraz wielkości $W_0 k = M_0$, $W_1 k = M_1$... odpowiednie momentom wytrzymałości belki bez nakładki, z jedną, dwiema... nakładkami, a miejsca przecięcia tych linii określają teoretyczne długości nakładek (fig. 142, por. przy-

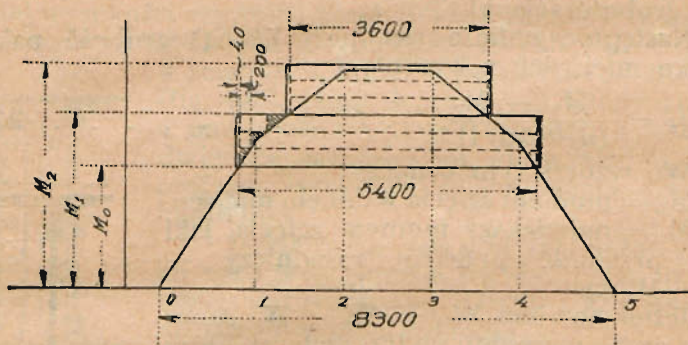


Fig. 142.

kład 15). Nakładki przedłużyć jednak trzeba poza te punkty tak, aby na długości przedłużenia zmieściła się potrzebna ilość n nitów pionowych:

$$n = \frac{4 F_u k}{d^2 \pi k_t} = \frac{4 g (b - 2 d)}{d^2 \pi} \cdot \frac{k}{k_t} \quad \quad 26$$

gdzie F_u jest przekrojem użytecznym nakładki. Jeżeli bowiem nakładka ma powierzchnię użyteczną F_u , to największa siła dopuszczalna, przeniesiona przez nakładkę, wynosi

$$F_u k = g (b - 2 d) k$$

gdzie k jest naprężeniem dopuszczalnym w nakładce (dla żelaza $k = k_r = k_c = k_g = 1200 \text{ kg/cm}^2$). Siła ta musi być przeniesiona przez n nitów, przyczem

$$n \frac{d^2 \pi}{4} k_t = F_u k = g (b - 2 d) k$$

Dla $k = 1200 \text{ kg/cm}^2$ i $k_t = 900 \text{ kg/cm}^2$,

$$n = 1,68 \frac{g (b - 2 d)}{d^2} \quad \quad 26a$$

Dla stężenia ścianki przytwierdza się do niej t. zw. ż e - r a (fig. 143 a, b, c), t. j. kątowniki pionowe o szerokości

Żebra określają miejsca, w których przyjąć musi nit, łączący kątowniki ze ścianką. Pomiędzy temi miejscami dajemy nity w odstępach, które wynoszą co najmniej:

$$\min e = \frac{d g h_m k_d}{T}.$$

We wzorze tym oznacza h_m odstęp pionowy obu osi nitów od siebie, zaś T największą siłę poprzeczną w dan-

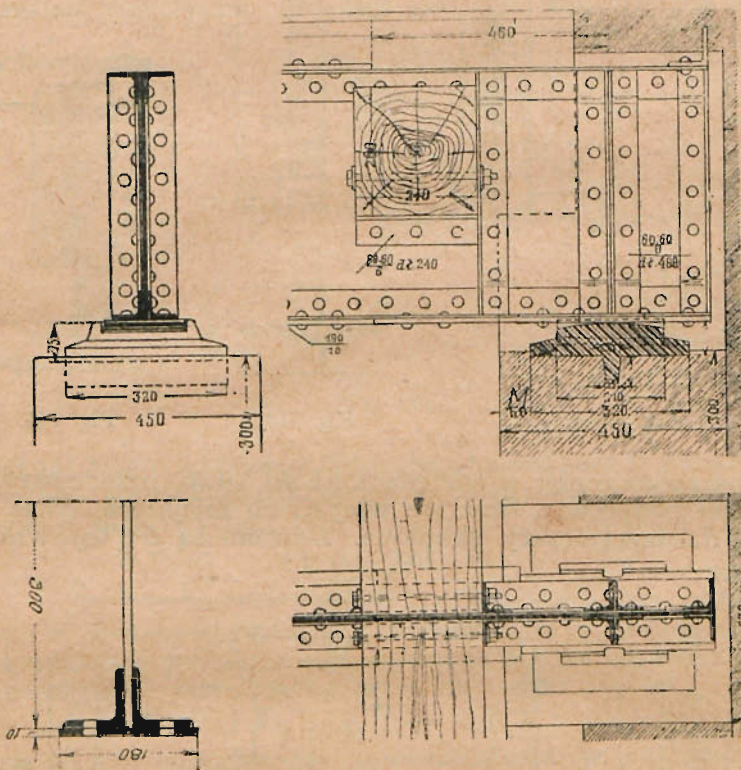


Fig. 147.

Fig. 146.

nym przedziale blachownicy (fig. 35). W przybliżeniu $h_m = \frac{1}{3} (h_1 + h_2)$.

Każdy nit przenosi bowiem siłę poziomą $H = d g k_d$. Te siły poziome, działające na ramieniu h_m , dają moment $h_m H$, który musi równoważyć moment $T e$; skąd

$$e = \frac{H h_m}{T} = \frac{d g k_d \cdot h_m}{T} \quad \dots \quad 26b$$

Licząc dokładniej, musimy uwzględnić, że $H = T \frac{S}{I}$ e, gdzie S jest momentem statycznym części dołączonych nitami poziomymi do ścianki, a więc obu kątowników i ewentualnie nakładek (fig. 147), zaś I momentem bezwładności całego przekroju. Otrzymamy wtedy:

$$H = T \frac{S}{I} e = d g k_d$$

$$\text{a stąd: } e = \frac{d \cdot g \cdot k_d}{T} \cdot \frac{1}{S} \dots \dots \dots 26c$$

Różnica między odstępem „e”, obliczonym wedle 26b a wedle 26c jest niewielka, zwłaszcza dla blachownic stosunkowo wysokich ($h > \frac{1}{10}$).

Obliczenie nitów na ścinanie można opuścić, gdyż są dwuciete.

Jeżeli obliczone e jest większe niż 8 d, to dajemy odstęp $e \leq 8$ d. Jeżeli obliczone $e < 3$ d, to należy wziąć grubsze katowniki i większe d .

Obliczywszy e , dzielimy odstęp między nitami żeber tak, aby odstęp nitów był równy, ale mniejszy od c . Nity pionowe dajemy w połowie między poziomami.

Ściankę składa się z poszczególnych części, przyczem należy je tak dobierać, aby ciężar jednej części był najwyżej 500 kg. Długość poszczególnych części wynosi zatem około 4 - 5 m. Styki staramy się odsunąć od środka belki, składając raczej ściankę z trzech części, t. j. dając dwa styki. Kryje się je obustronnie przykładkami (fig. 148 a i b) o grubości równej $\frac{3}{8}$ g do g.

Jeżeli całkowity moment w miejscu styku wynosi M ,
to część momentu przenosząca się przez ściankę $M_s = M \frac{I_s}{I}$

gdzie I = moment bezwładności całego przekroju,
 I_s = " " " ścianki.

Po każdej stronie styku dać można jeden, dwa lub trzy (rzadko więcej) pionowe rzędy nitów. Dla jednego rzędu otrzymuje się największą siłę w najwyższym nicie (por. fig. 148 c).

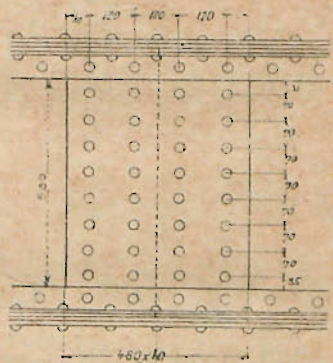


Fig. 148 a.

$$N_{max} = M_s \frac{h_{max}}{\sum h^2} \dots \dots \dots 27$$

Przyjmujemy bowiem, że siły przenoszone przez nity wzrastają proporcjonalnie do odległości od osi obojętnej.

$$\text{Wtedy } N_1 = N_{max} \frac{h_1}{h_{max}} \dots \dots \dots 28$$

$$N_2 = N_{max} \frac{h_2}{h_{max}} \dots \dots \dots 28a$$

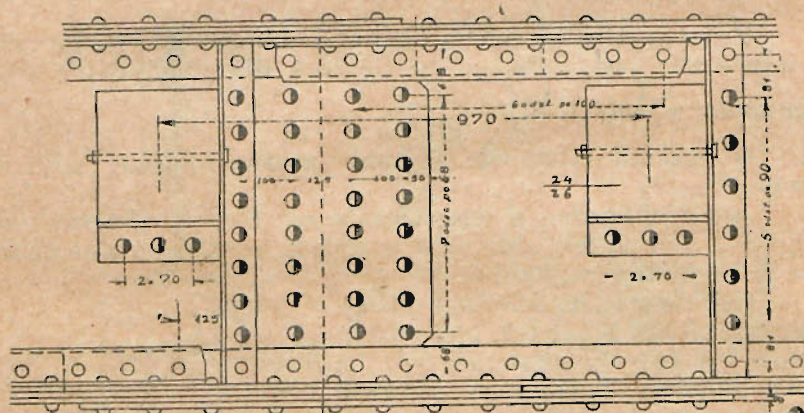


Fig. 148 b.

$$\text{zaś } M_s = N_1 h_1 + N_2 h_2 + \dots = N_{max} \frac{h_1^2}{h_{max}} + N_{max} \frac{h_2^2}{h_{max}} + \dots =$$

$$M_s = \frac{N_{max}}{h_{max}} (h_1^2 + h_2^2 + \dots) = N_{max} \frac{\sum h^2}{h_{max}} \dots \dots \dots 29$$

$$\text{a stąd: } N_{max} = M_s \frac{h_{max}}{\sum h^2}$$

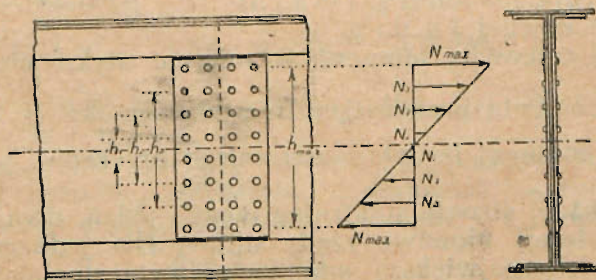


Fig. 148 c.

Za N należy przyjąć mniejszą wartość z następujących:

$$N_1 = \frac{d^2 \pi}{2} k_s \quad N_2 = d g k_d$$

(zazwyczaj miarodajne jest N_2).

Wpływ siły poprzecznej T jest zwykle niewielki; o ile jest ona znaczna, można w przybliżeniu przyjąć

$$T_n = \frac{T}{n} \quad \dots \dots \dots 30$$

(gdzie n = ilość nitów po jednej stronie styku), a wtedy największa siła w nicie

$$R = \sqrt{N_{\max}^2 + T_n^2} \quad \dots \dots \dots 31$$

Wartości $i = \frac{h_{\max}^2}{\sum h^2}$, obliczone dla różnych odległości nitów mierzonych pionowo, podaje następująca tablica:

Ilość nitów w pierwszym rzędzie od styku	Ilość rzędów nitów (por. fig. 148 d)		
	1	2	3
4	0,900	0,643	0,375
5	0,800	0,553	0,320
6	0,714	0,455	0,278
7	0,643	0,396	0,245
8	0,584	0,350	0,219
9	0,533	0,314	0,198
10	0,491	0,284	0,180
12	0,423	0,239	0,153
14	0,371	0,206	0,133

Kątowniki wykonuje się najczęściej z jednej sztuki; jeżeli jednak potrzeba je zetknąć, to kryje się je zwykle wedle § 7 A przykładką kątową, najczęściej z płaskowników, przyczem styk kątowników można: albo wykonać w tem samym miejscu co styk ścianki (połączenie wygodniejsze przy montowaniu konstrukcji, ale słabsze), albo styki kątowników odsunąć od styków ścianki (fig. 148 b).

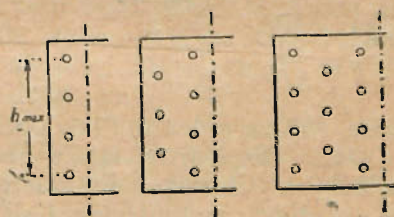


Fig. 148 d.

Potrzebną ilość nitów do przytwierdzenia przykładki kątowej oblicza się z wzoru:

$$n = 4 \frac{F_u}{d^2 \pi k_s} \text{ wzgl. } n = \frac{F_u}{d g k} \quad \dots \dots \dots 32$$

gdzie F_u oznacza powierzchnię użyteczną jednego kątownika.

Belki skrzynkowe oblicza się tak samo, tylko za g należy przyjąć sumę grubości obu ścianek.

Dla obliczenia wstępnego można przyjąć ciężar blachownicy w kg/mb wedle wzoru:

$$\gamma = 60 + 15l \quad \dots \dots \dots 33$$

gdzie l jest rozpiętością w metrach.

§ 12. Łożyska dźwigarów żelaznych

Małe dźwigary do NP. 16 opiera się wprost na murze, przyciem parę warstw cegieł pod dźwigarem kładzie się na cemencie. Dźwigar umieszcza się na 10–15 mm warstwie zaprawy cementowej (fig. 149).

Długość dźwigara na murze wynosi:

$$a = (1 \text{ do } 1,5) h \quad \dots \dots \dots 34$$

gdzie h jest wysokością dźwigara, co najmniej 20 cm.

Dźwigary I NP 16 do I NP 30 opiera się zwykle na kamieniu ciosowym (fig. 150), przyczem długość podparcia dźwigara:

$$a = \frac{P}{b k_c} \quad \dots \dots \dots 34a$$

gdzie k_c jest naprężeniem dopuszczalnym na ciśnienie na cios = 20–65 kg/cm^2 , zw. do 30 kg/cm^2 , b zaś szerokością stopki dźwigara.

Powierzchnia ciosu:

$$a' b' = \frac{P}{k_m} \quad \dots \dots \dots 34b$$



Fig. 149. Fig. 150. Fig. 151.

gdzie k_m = natężenie dopuszczalne na mur ceglany, które wynosi dla muru na zaprawie cementowej = 10 kg/cm^2 ; na zaprawie zwykłej 7 kg/cm^2 . — Zwykle przyjmujemy $a' : b' = 1 : 1$ do $2 : 1$, wysokość zaś

ciosu równą potrójnej lub poczwórnej grubości cegły.

Dla dźwigarów silnie obciążonych i blachownic używa się łożysk żeliwnych płaskich lub wypukłych (dla osiągnięcia osiowego przeniesienia sił). Pod każdą belkę daje się jedno łożysko stałe i jedno ruchome. Układamy je na kamieniu ciosowym (fig. 151).

Łożysko płaskie ma górną powierzchnię, na której spoczywa belka, wykształconą jako płaszczyznę poziomą (fig. 152 i 153) w całości lub też — lepiej — tylko w części tylnej; w tym ostatnim razie w części przedniej (wewnętrznej) pochylamy ją spadkiem 1 : 40 dla umożliwienia ugięcia belki (fig. 154).

Łożysko wypukłe posiada górną powierzchnię o kształcie walca o promieniu 2,5—4 m (fig. 155 i następne).



Fig. 152.

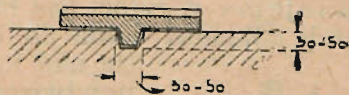


Fig. 153.

Po bokach łożyska ruchomego umieszcza się żebra dla uniemożliwienia przesunięcia poprzecznego (fig. 152, 153 i 156).

Na łożysku stałym należy nadto belkę ustalić w kierunku podłużnym. W tym celu użyć można:

a) żebra umieszczonego z tyłu łożyska, o które to żebro opiera się belka (fig. 154);

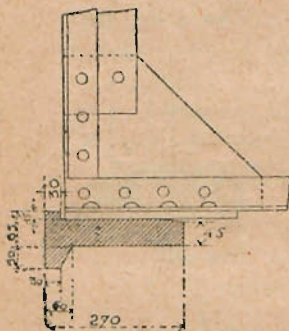


Fig. 154

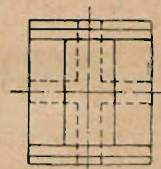
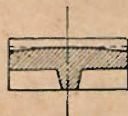
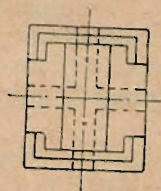
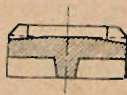
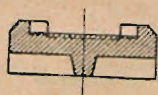


Fig. 155 i Fig. 156.

b) dwu (fig. 146) lub, rzadziej, czterech (fig. 155) żeber poprzecznych, wchodzących w wycięcia dolnej stopki dźwigara (konstrukcja dziś najchętniej używana);

c) dwu trzpieni (fig. 157) lub śrub (fig. 159) przechodzących przez stopkę belki, a zachodzących w łożysko; górny koniec takiego trzpienia ścina się w stożek ścięty dla umożliwienia ugięcia belki (fig. 158);

d) dwu śrub do kamienia, na które nakłada się łożysko z otworami i dźwigar również z otworami.

Łożysko ruchome urządzeń tych nie posiada; można jednakowoż w kierunku poprzecznym ustalić je nie przy pomocy żeber podłużnych (fig. 152 i inne), ale przy pomocy śrub do kamienia, podobnie do konstrukcji opisanej pod „d”: wtedy w dźwigarze dajemy dziury podłużne (fig. 160 — konstrukcja rzadko używana i gorsza).

Łożyska osadza się w ciosie zapomocą żeber (fig. 153 i 154 i i.) lub wprost wpuszcza w cios. Nity blachownicy wykonujemy w części nad łożyskiem jako wpuszczone dołem. Jeżeli nakładka dolna do końca belki nie dochodzi, dodaje

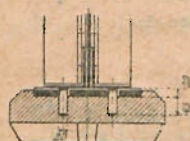


Fig. 157

się nad łożyskiem osobną blachę, przytwierdzoną do kątowników nitami, dołem wpuszczonemi (fig. 154)

Jeżeli belkę, spoczywającą na dźwigarach, chcemy oprzeć osiowo, to możemy uskutecznić to wedle fig. 161, kładąc łożysko tej



Fig. 158.

belki (ewentualnie wypukłe) na dźwigarach. — Utwierdzić je można przy pomocy żebra lub śrub.

Zamiast robić łożysko wypukłe, możemy ściąć je trzema płaszczyznami (fig. 155 i 156) lub złożyć je z paru blach coraz węższych ku górze (fig. 162), przyczem żebra robi się z płaskowników.

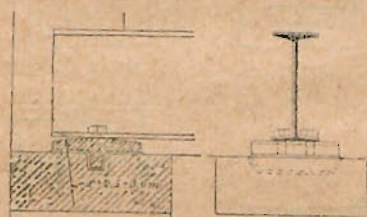


Fig. 159.

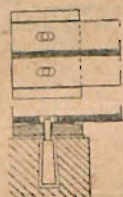


Fig. 160.

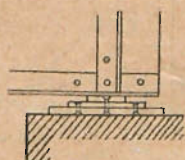


Fig. 162.



Fig. 161.

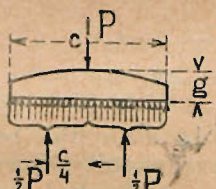


Fig. 163.

Reakcja ciosu działa na łożysko jako obciążenie od dołu (por. fig. 163); dlatego też łożyska oblicza się na zginanie. Otrzymujemy mianowicie dla łożyska wypukłego (fig. 163), gdzie przyjąć można, że ciężar belki działa jako skupiony:

$g = \sqrt{\frac{3}{4} \cdot \frac{Pc}{bk_g}} = 0,87 \sqrt{\frac{Pc}{bk_g}}$, gdzie P = siła cisnąca na łożysko = oddziaływanie, c = długość łożyska, b = szerokość, k_g = naprężenie dopuszczalne materiału łożyska na zginanie*):

*) W kilogramach i centymetrach.

Otrzymujemy bowiem: $M = \frac{P}{2} \cdot \frac{c}{4} = \frac{Pc}{8} = Wk_g = \frac{1}{6} b g k_g$

$$\text{a stąd } g = \sqrt{\frac{3}{4} \cdot \frac{P}{b k_g}} \dots \dots \dots 35$$

$$\text{Dla żeliwa } g = 0,055 \sqrt{\frac{Pc}{b}} \dots \dots \dots 35a$$

Zwykle *min.* $g = 40-50$ mm.

Inne wymiary łożyska:

głębokość żebra i grubość tegoż u nasady 40—50 mm,

wysokość rąbków bocznych 15—20 mm,

szerokość „łożysk” płaskich 40 mm.

Dla szerokich łożysk płaskich miarodajny jest kierunek poprzeczny. Mamy tu (fig. 164):

$$g = \sqrt{\frac{3 p c^2}{k_g}} = c \sqrt{\frac{3 p}{k_g}} \dots \dots \dots 35b$$

gdzie p jest ciśnieniem jednostkowym, przyczem j. w. nie schodzimy z grubością g poniżej 40 mm.

Moment zginający z powodu ciśnienia na płytę od dołu wynosi bowiem $\frac{1}{2} c^2 p$ (na jednostkę szerokości), a stąd:

$$\frac{1}{2} c^2 p = \frac{1}{6} \cdot 1 \cdot g^2 \cdot k_g$$

a stąd:

$$g = c \sqrt{\frac{3 p}{k_g}}$$

Obliczenie to potrzebne jest tylko wyjątkowo.

§ 13. Podciągi

Podciągiem nazywamy belkę, na której wspierają się inne belki (por. np. blachownica na fig. 147 lub 148) lub ściana *).

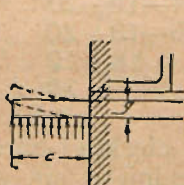


Fig. 164.

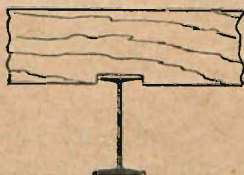


Fig. 165.



Fig. 166.

Belki drewniane przymocowuje się do podciągu zwykle:

*) W sprawie obliczenia podciągów, podtrzymujących ściany, por. str. 46 i odp. ustępy w tablicach.

a) na zacięcia (fig. 165), przyczem $a = 2-3 \text{ cm}$;
 $\max a = \frac{2}{5} h$;

b) na stopkach dolnych podciagu (fig. 166), najczęściej również nacinając belkę drewnianą;

c) na kątowniki (por. fig. 146 i 148), o ile podciąg żelazny jest bardzo wysoki.

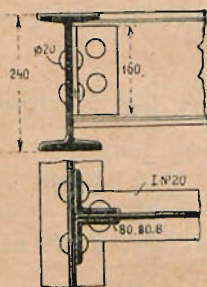


Fig. 167.

Belki żelazne łączy się z podciągami za pomocą kątowników, przyczem dla małej różnicy wysokości podciagu i belki długość kątowników mieści się między ramionami belki drugorzędnej (fig. 167), dla większej zaś zwykle jeden kątownik (żebrowy) przepuszczamy na całą wysokość podciagu, wycinając belkę boczną (fig. 168). Por.

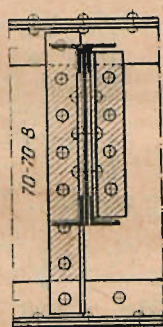


Fig. 168.

str. 24 i 25. Wymiary kątowników i nitów łączących można brać wedle następującej tabliczki:

N. dźwigara przytwierdzonego	Wymiar kątowników	Średnica nitów w mm
6—8	40 × 40 × 5 (rzadko) — 50 × 50 × 5	10—12—13
8—14	50 × 50 × 5	12—13—16
10—16	60 × 60 × (6—7)	12—13—16—18
16—20	70 × 70 × 7 (8)	14—16—20
20—26	80 × 80 × 8 (10)	16—18—20
26—30	90 × 90 × 10	18—20
od 30	100 × 100 × 10	20



Fig. 169.

Ściany bardzo ciężkie i bardzo silnie obciążone podpira się nie-rz podciągami kratowymi, włożonym w ścianę. Zarys takiego więzara przedstawia np. fig. 169. Strop może być zawieszony na ścięgna.

Zasada obliczenia belek kratowych podana jest w dziale VII, § 26.

*) Najlepiej brać wymiary oznaczone tłustym drukiem.

§ 14 Belki wspornikowe.

Belki wspornikowe (zamurowane jednym końcem) o małych obciążeniach i wymiarach otacza się szczelnie murem, wpuszczając je możliwie głęboko; wtedy największe ciśnienie na mur

$$\begin{aligned} \text{od strony zewnętrznej: } \sigma_1 &= \frac{1}{mb} \left(P + \frac{6 M}{m} \right) \\ \text{od strony wewnętrznej: } \sigma_2 &= \frac{1}{mb} \left(P - \frac{6 M}{m} \right) \end{aligned} \quad 36$$

gdzie m = głębokość wmurowania, b = szerokość dźwigara, M = moment w miejscu wmurowania.

Dla większych wymiarów lepiej jest oprzeć belkę na dwu łożyskach, dolnem A i górnem B (fig. 170). Ciśnienie B znajdziemy z równania:

$$B = \frac{M_a}{d - (m_1 + m_2)} = \frac{M_a}{m} \quad 37$$

Mamy bowiem:

$$M_a = B (d - m_1 - m_2) = B m.$$

Ciśnienie na łożysko

$$A = B + P. \quad 37a$$

gdzie P jest obciążeniem wspornika, M_a zaś momentem tego obciążenia względem punktu A.

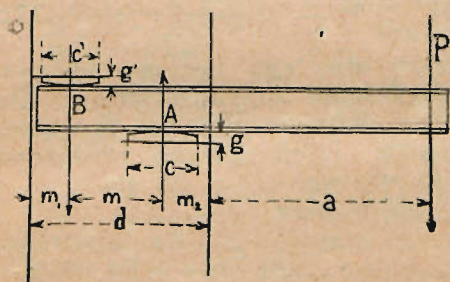


Fig. 170

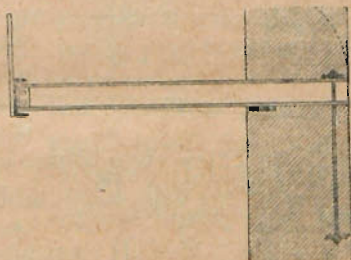


Fig. 171.

Ciężar, spoczywający na B, winien być równy dla pewności co najmniej $2B$. Oba łożyska obliczamy, jak dla belek prostych, a konstruujemy zwykle jako wypukłe. Parę warstw cegieł nad i pod dźwigarem wmurowanym wykonujemy na zaprawie cementowej ($k = 10 \text{ kg/cm}^2$). Jeżeli ciężar muru, spoczywający na B, jest mniejszy niż $2B$, to łożysko należy zakotwić wedle fig. 171, tak, aby ciężar muru,

chwyconego kotwą, wraz z ciężarem, spoczywającym na B, był większy od 2 B.

Balkony wykonać można też, przedłużając dźwigary stropowe poza mur, jako belki wystające (przewieszone).

Jeżeliby dźwigar wspornikowy wypadł zbyt wielki, można zastosować wsporniki zastrzałowe, których końce

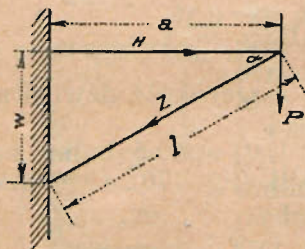


Fig. 172.

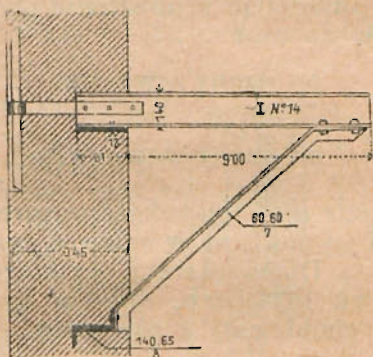


Fig. 173.

podpiera się ukośnymi prętami, t. zw. zastrzałami. Wsporniki takie widzimy na fig 173 i następnych. Zastrzał przenosi tu (fig. 172) ciśnienie

$$Z = P \frac{l}{w} \dots \dots \dots 37b$$

ścięgno zaś poziome ciągnienie

$$H = P \frac{a}{w} \dots \dots \dots 37c$$

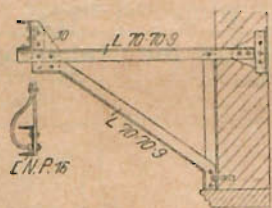


Fig. 174.

Wedle wzoru tego liczymy ścięgno, gdy obciążenie przenosi się na nie tylko w końcowym punkcie (w węźle) wspornika. Jeżeli ścięgno obciążone

jest na całej swej długości, to we wzorze powyższym $P = \frac{1}{2} p a$, największe zaś naprężenie ścięgna:

$$\sigma = \frac{H}{F} + \frac{M}{W} = \frac{H}{F} + \frac{p a^2}{8 W} \dots \dots \dots 37d$$

Ściągno wspornika musi być zakotwione w murze (por. fig. 173, 174, 176); zastrzał wspiera się na łożysku:

a) przy pomocy śruby przy bezpośrednim oparciu (fig. 174) (tylko dla małych obciążeń!); zastrzał na końcu został wygięty;

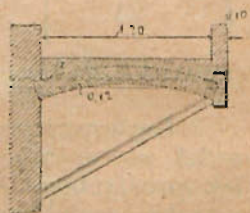


Fig. 175.

b) przy pomocy kształtowników, o które opiera się wygięty zastrzał (fig. 173 i 176);

c) na blasze węzłowej i kątownikach (fig. 177).

Por. również str. 113 i 114.

W każdym z tych wypadków oblicza się poziomą powierzchnię łożyska na siłę pionową, pionową zaś powierzchnię na ściskanie poziome.

Połączenie zastrzału ze ścięgnem wykonuje się albo bezpośrednio (fig. 173 i 179), albo przy pomocy blachy węzłowej (fig. 174 i 176).

Jeżeli wsporniki podtrzymują balkon, wykusz i t. p., to końce ich łączy się przy

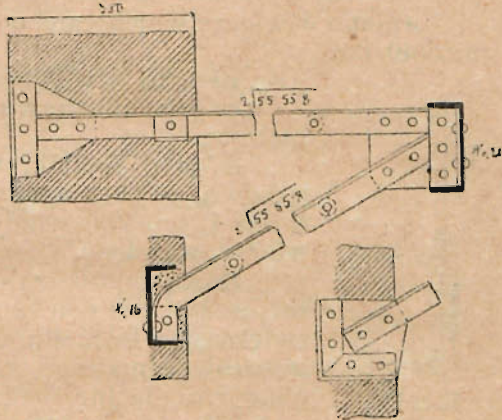


Fig. 176—7.

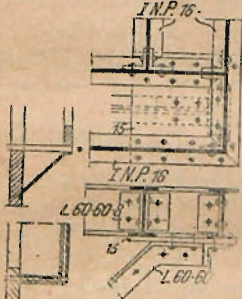


Fig. 178—9.

pomocy dźwigarów poprzecznych (fig. 176, 178, 179, por. też przykład 18). Między tym dźwigarem a murem można przerzucić sklepienie: wtedy dźwigar liczy się też na wyginanie poziome, ewentualnie ściąga kotwami.

Poręczę przytwierdza się do tejże belki poziomej; parę przykładów por. fig. 180—183.

§ 15. Ogólny układ stropów żelaznych

Niewielkie rozpiętości do 5—6 m przykrywamy szeregiem belek równoległych w odległościach, zależnych od rodzaju stropu, zwykle 1—2 m (por. § 30) (fig. 184), wykonanych jako dźwigary walcowane, ułożone w kierunku mniejszego wymiaru przykrytej przestrzeni.

Dla rozpiętości większych stosujemy dwa systemy dźwigarów (fig. 185 i 186): a) podciąg, b) belki drugorzędne żelazne lub drewniane, przy czym podciąg oprzeć można albo tylko na ścianach (zw.



Fig. 180. Fig. 181. Fig. 182.

filarach okiennych, fig. 185), albo na ścianach i słupach (dla większych rozpiętości, fig. 186). Projektując strop, należy przedewszystkiem określić położenie podciągów i słupów, tak, aby długość dźwigarów drugorzędnych była 5–6 m.

Podciągi wykonać można:

a) jako dźwigary walcowane o wielkiej wysokości zwykle $\max 40$ cm

b) jako dźwigary walcowane bliźniacze,

c) jako blachownice — dla większych rozpiętości,

d) jako belki kratowe; zdarza to się wyjątkowo, zwykle wtedy, gdy chodzi o podparcie ciężkiej ściany; wtedy belkę kratową można włożyć w ścianę.

Ilość słupów zależy też od rozpiętości dźwigarów. Niekiedy zwiększając ilość słupów, można zastosować podciągi nie blachownicowe, ale lite walcowane, co może okazać się tańszem, pomi-



Fig. 183.



Fig. 184–5.

mo zwiększonej ilości słupów.

Wogóle, jeżeli niema powodu, nakazującego wybór któregoś systemu, należy rozważyć możliwe ewentualności i wybrać najtańszą.

Np. dla przykrycia sali $15,0 \times 8,0$, jak na fig. 186, możemy zastosować następujące systemy:

a) Szereg dźwigarów 1–11, leżących obustronnie na murach podłużnych w odstępach 1,25 m. System ten jest tu niewłaściwy, gdyż ugięcie dźwigarów o dł. 8 m byłoby bardzo znaczne; stosować go bezwarunkowo nie należy.

b) Podciągi 4 i 8, a pomiędzy nimi dźwigary, leżące równolegle do dłuższych ścian sali. Podciągi te byłyby silnie obciążone i bardzo ciężkie.

c) Słup S; na nim podciągi AS i SB; na tychże dźwigary 1–11 o długości po 4 m. Podciągi byłyby prawdopodobnie blachownicowe.

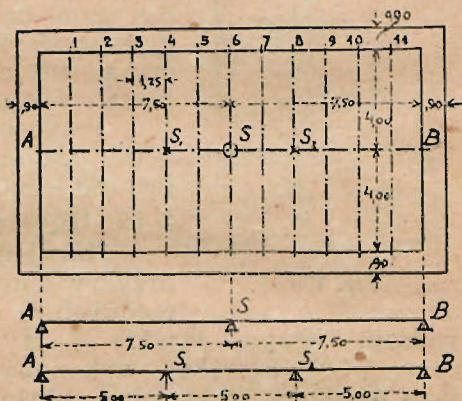


Fig. 186–8.

d) Słupy S_1 i S_2 ; na nich podciąg AS_1 , S_1S_2 i S_2B_1 , a na tychże dźwigary 1—11.

Z tych ewentualności nadaje się najlepiej do wykonania b), jeżeli słupy nie są dopuszczalne, d) jeżeli zaś można je umieścić. Por. przykłady.

V. ŚCIANY ŻELAZNE

§ 16. Konstrukcja ścian żelaznych

Ściany budynków żelaznych składają się: A) ze szkieletu żelaznego i B) z wypełnienia, zwykle cegłą, betonem lub blachą falistą.

A. Szkielet żelazny mniejszych budynków stanowią: 1) podwalina, 2) oczep, 3) słupy, 4) przekątne, 5) rygle.

Podwalinę, t. j. belkę poziomą, na której wspiera się szkielet żelazny ścian, tworzy najczęściej ceownik (dźwigar U), rzadziej kątownik; leżeć może ona albo w całości na podmurowaniu albo też opierać się tylko na poszczególnych fundamentach (fig. 191). Należy zakotwić ją w fundamencie śrubami do kamienia (fig. 192 i 193).

Oczep, t. j. belkę poziomą, łączącą szkielet żelazny u góry, robimy również najczęściej z ceowników, leżących na płasko (fig. 194 i 195). Czasem oczep robimy z drzewa (w budynkach krytych drzewem), podpierając go na ceownikach i usztywniając zastrzałami (fig. 196).

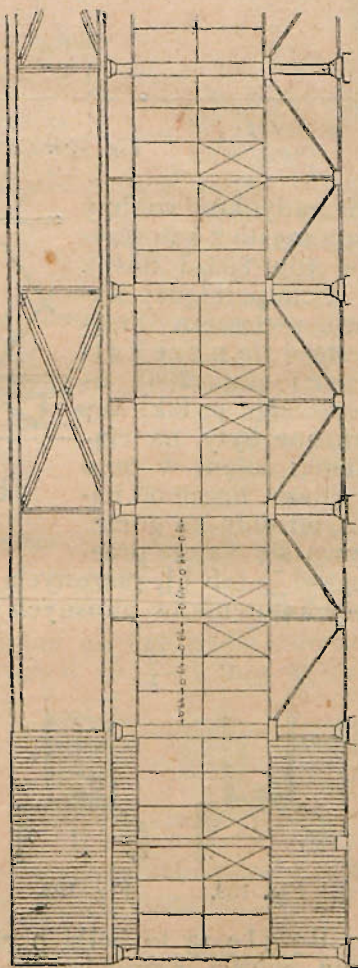


Fig. 189.