

PODREČZNIK BUDOWNICTWA ŹELAZNEGO

INŻ. DR STEFAN WŁADYSŁAW BRYŁA

PODRĘCZNIK BUDOWNICTWA ŻELAZNEGO

ZALECONY DO UŻYTKU W SZKOLECH I NA KURSACH
TECHNICZNYCH ROZPORZĄDZENIEM MINISTERSTWA
WYZNAŃ RELIGIJNYCH I OŚWIECENIA PUBLICZNEGO
Z DNIA 9-go SIERPNIA 1920 ROKU, NR 4002—20—III



LWÓW I WARSZAWA 1924
NAKŁADEM KSIĘGARNI POLSKIEJ BERNARDA POŁONIECKIEGO



nr. 479

BG-03P/319-17

PRZEDMOWA

Niniejszy podręcznik jest właściwie odpowiednio przerobionym skrótem obszernego dzieła o budownictwie żelaznym, jakie rozpocząłem jeszcze przed kilku laty. Na rychłe ukończenie tegoż nie pozwoliły warunki wojenne, nawet prac innego rodzaju i dwukrotna służba wojskowa od chwili powstania Rzeczypospolitej Polskiej. Potrzeba takiego podręcznika, ogólnie odczuwana, skłoniła mnie przeciw do wydania go tymczasem przynajmniej w zakresie dla średnich techników, w formie skromniejszej na poziom i na objętość.

Dzisiejsze warunki, nie sprzyjające pracy inżynierskiej, powodują dość liczne odstępstwa od przedwojennych normalnych zasad, odstępstwa, z których nieraz nawet dobry konstruktor nie bardzo zdaje sobie sprawę. Oszczędności czynione powszechnie, brak rozmaitych materiałów, sprawiają, że często budować trzeba inaczej, niż się budowało dawniej i niż powinno się budować. Niemniej uznałem za wskazane podawać zasadniczy typ konstrukcji właściwy, przedwojenny, podkreślając tylko w poszczególnych miejscach wybitniejsze od niego zboczenia, czynione w chwili bieżącej. Uważam bowiem, że tylko konstruktor, rozumiejący konstrukcję i znający doskonale te prawa i zasady, może zrozumieć, kiedy, gdzie i do jakiego stopnia można ich częściowo nie uwzględnić. Dlatego też podałem je przeważnie w możliwie nieskażonej przedwojennej postaci, powołując się tylko w poszczególnych miejscach na warunki chwili dzisiejszej.

Z powodu nieustalonego niestety dotąd w Polsce słownictwa technicznego musiałem uwzględnić równorzędnie cały szereg określeń i terminów, używanych w różnych częściach państwa.

Prawie równocześnie z przystąpieniem do druku wyszły polskie przepisy obliczeń statycznych w budownictwie lądowym, które udało mi się jeszcze uwzględnić w tekście, w tablicach i w większej części przykładów.

Na wydanie książki udzieliło M. R. P. w grudniu 1920 subwencji w kwocie 30 000 Mk.

St Bryła.

Warszawa i Lwów, w lipcu 1923.



TREŚĆ

I. Wstęp.

	Str.
1. Materiał	1
2. Przekroje żelaza, używane w budownictwie	6
3. Ochrona zespołów żelaznych od rdzy i od ognia	9

II. Połączenia żelaza.

4. Połączenia nitowane	10
5. Połączenia na śruby	14
6. Połączenia przegibne prętów	16
7. Elementy połączeń żelaznych	18
A) Połączenia na długość	18
B) Połączenia pod kątem	19

III. Słupy żelazne.

8. Obliczenie słupów żelaznych	26
9. Konstrukcja słupów żelaznych	30
A) Słupy żeliwne	30
B) Słupy z żelaza walcowanego	34

IV. Belki żelazne o ściance pełnej.

10. Belki lite	45
11. Belki nitowane	49
12. Łożyska dźwigarów żelaznych	58
13. Podciąg	61
14. Belki wspornikowe	63
15. Ogólny układ stropów żelaznych	65

V. Ściany żelazne.

16. Konstrukcja ścian żelaznych	67
17. Okna żelazne	70

VI. Schody żelazne.

18. Wymiary ogólne	72
19. Obliczenie schodów żelaznych	74
20. Konstrukcja schodów żelaznych	75

VII. Dachy żelazne.

21. Ogólny ustrój dachów żelaznych	80
22. Projektowanie dachów żelaznych	81
23. Obciążenie dachów	83
24. Obliczenie i konstrukcja krokwi	86
25. Obliczenie i konstrukcja płatwi	87
26. Obliczenie więzara dachowego	100
27. Konstrukcja więzara dachowego	103
28. Łożyska więzarów dachowych	107
29. Teżniki (wiatrownice) dachowe	114
A) Teżniki polaciowe	114
B) Teżniki pionowe	116

VIII. Stropy z zastosowaniem żelaza.

30. Systemy stropów z zastosowaniem żelaza	117
--	-----

IX. Pokrycie dachów żelaznych.

§ 31. Najczęściej spotykane rodzaje pokrycia dachów żelaznych 121

X. Przykłady obliczeń.

Przykłady do §	4 (nr. 1—6)		133
" "	8 (nr. 7—11)		137
" "	10—15 (nr. 12—20)		139
Przykład do §	19 (nr. 21)		159
Przykłady do §§	21—27 (nr. 22—27)		160

XI. Tablice.

1. Spółczynniki sprężystości E w kg/cm^2	176
2. Ciężar własny najważniejszych materiałów	176
3. Ciężar i kąt tarcia różnych gatunków ziemi	177
4. Kąt tarcia niektórych materiałów sypkich	179
5. Ciężar własny stropów	179
6. Obciążenia zmienne (ruchome) stropów	180
7. Ciężar własny pokrycia dachowego	182
8. Ciężar własny dachów	182
9. Obciążenie zmienne dachów	183
10. Naprężenia dopuszczalne dla budownictwie lądowym	184
11. Dwuteowniki normalne, profile niemieckie	188
12. " szerokostopowe Greya, profile niemieckie	189
13. Dwuteowniki, profile austriackie	191
14. Ceowniki, profile niemieckie	192
15. Ceowniki, profile austriackie	193
16. Kątowniki (kątowniki) równoramienne, profile niemieckie	194
17. " równoramienne, profile austriackie	196
18. Kątowniki nierównoramienne, profile niemieckie	200
19. " nierównoramienne, profile austriackie	202
20. Teowniki (T-ówki), profile niemieckie	205
21. Teowniki, profile austriackie	206
22. Zetowniki (zetówki), profile niemieckie	207
23. Zetowniki, profile austriackie	208
24. Zoresówki czyli złobkówki (profile austriackie)	209
25. Ćwierćkołowniki (ćwierćkołówki), profile austriackie	209
26. Ćwierćkołowniki, profile niemieckie	210
27. Poręczowniki	210
28. Szyny suwnicowe (żurawiove)	212
29. Blacha falista	213
30. Słupy żelwne	215
31. Momenty bezwładności blach żelaznych	216
32. Momenty bezwładności dwu nakładek	217
33. Momenty wytrzymałości blachownic	218
34. Blachownice skrzynkowe	220
35. Promienie bezwładności przekrojów krzyżowych	221
36. Rozstawienie dwu ceowników 2 b dla $I_x = I_y$	225
37. Powierzchnia przekroju jednego kątownika po opuszczeniu dziur na nity	225
38. Powierzchnia ceowników po opuszczeniu dziur na nity	226
39. Podziały nitów	227
40. Tablica śrub	228
41. Tablica nitów	229
42. Spółczynniki zmniejszające na wyboczenie	230

I. WSTĘP

§ 1. Materiał

W budownictwie lądowym używane są następujące gatunki żelaza:

1. Żeliwo (żelazo lane) o zawartości węgla ponad 2,3%; posiada ono bardzo małą wytrzymałość na rozciąganie i zginanie, dlatego dziś odlewa się z niego prawie wyłącznie słupy (stosunkowo coraz rzadziej) i łozyska.

2. Żelazo spawane o zawartości węgla 0,1–0,5%, wypierane coraz bardziej przez żelazo zlewne.

3. Żelazo zlewne o zawartości węgla 0,05–0,25%, które jest dziś głównym rodzajem żelaza, używanym dla celów konstrukcyjno-budowlanych; używa go się w postaci kształtowników (kształtówek, przekrojów walcowanych), blach i drutów.

4. Stal spawaną i zlewną spotykamy wyłącznie w formie odlewów na bardzo silnie obciążone części budowli. Zawiera ona 0,25 do 1,5% węgla.

Wszystkie gatunki żelaza powinny mieć odpowiednią wytrzymałość na ciągnięcie, ciśnienie, zginanie itd. W tym celu poddaje się je odpowiednim próbom.

Przepisy, dotyczące obliczeń statycznych w budownictwie lądowym, wydane przez Ministerstwo Robót Publicznych rozp. Nr. VIII—436 dnia 20 maja 1923., powiadają w § 14:

§ 14. 1. W konstrukcjach budowlanych należy z reguły używać żelaza zlewne. Żelazo powinno odpowiadać jakością „Przepisom, dotyczącym żelaza budowlanego”.

2. Żelaza spawanego używać można tylko za zezwoleniem władzy budowlanej.

3. Na słupy i części konstrukcyjne sciskane używać można również żeliwa (żelaza lanego) i stali.

4. Stal powinna mieć wytrzymałość na ciągnięcie najmniej 8000 kg/cm² przy wydłużeniu jednostkowym najmniej 10%, stal walcowana 12%, żeliwo najmniej 1200 kg/cm² na ciągnięcie, a 5000 kg/cm² na ciśnienie.

Tymczasowe przepisy budowy i utrzymania mostów drogowych, wydane przez Ministerstwo

Robót Publicznych dnia 4 marca 1920 r. w nr. 6342—10—IV—213, powiadają pod tym względem w dziale C „Tymczasowe przepisy, dotyczące żelaza budowlanego“:

§ 5. Próby żelaza i „świadcstwo jakości żelaza“.

1. Dla żelaza z każdego naboju pieca i dla żelaza każdej serji walcowania powinny być przeprowadzone w hucie próby wytrzymałości i na podstawie otrzymanych wyników spisane „świadcstwo jakości żelaza“.

2. Ilość próbek ma odpowiadać ciężarowi żelaza wywalcowanego, tak, ażeby na każde 3000 kg, nawet zaczęte, przypadała jedna próbka.

3. W razie, jeżeli wyniki, otrzymane na jednej z próbek, nie odpowiadają warunkom wytrzymałości, to należy zrobić 2 dodatkowe próby z żelaza tej samej produkcji i tego samego walcowania.

4. Gdyby z tych dodatkowych 2 próbek jedna znowu nie odpowiadała warunkom wytrzymałości, to należy cały badany nabój odrzucić.

5. Zwierzchnia władza budowlana może, zwłaszcza przy ważniejszych budowlach, zażądać wykonania kontrolnej próby żelaza bądź to na miejscu w hucie, przy udziale swojego delegata, bądź to w innym zakładzie do tego rządowo upoważnionym.

6. Świadcstwo jakości żelaza powinno podawać:

- a) nazwę i miejscowość zakładu, który próbę żelaza przeprowadza, oraz datę przeprowadzenia próby;
- b) nazwisko obecnych przy próbie;
- c) godło i miejscowość huty, która żelazo wyprodukowała;
- d) opis żelaza, z którego próbki zostały wyjęte;
- e) opis przeprowadzenia próby;
- f) wyniki próby.

Świadcstwo powinno być podpisane przez kierownika zakładu i dwóch świadków obecnych przy próbie

§ 6. Przeprowadzenie prób żelaza.

1. Do przeprowadzenia prób żelaza należy wyciąć próbki i tak: przy kształtownikach w kierunku walcowania, przy blachach zaś i wstęgach, mających w konstrukcji pracować w dwóch kierunkach, należy wyciąć jedną próbkę w kierunku walcowania, a drugą w kierunku prostopadłym do walcowania

2. Dalsza obróbka próbek ma się ograniczyć do wyrobienia niezbędnie potrzebnego kształtu bez ogrzewania żelaza, kucia młotem lub podobnych działań, zmieniających wytrzymałość

3. Prostowanie żelaza, przeznaczonego na próbki, winno się odbywać tylko ciśnieniem w odpowiedniej maszynie i bez ogrzewania.

4. Probki nieodpowiednio obrabione lub z widocznym błędem w materiale nie mogą służyć do oznaczenia wytrzymałości

5. Temperatura przy próbach powinna być wyższa od $+0^{\circ}$ C, a niższa od $+30^{\circ}$ Celsjusza

§ 7. Badanie wytrzymałości na rozerwanie

1. Probki, przeznaczone na rozerwanie, mogą być albo płaskie, albo okrągłe. Szersze powierzchnie przekroju mają zostać nieobrobione, a szerokość ich należy tak dobrać, ażeby przekrój próbki wynosił 2—6 cm².

2. W celu rozerwania należy końce próbek utwierdzić w maszynie próbnej w taki sposób, ażeby kierunek sił ciągnących wpadał w oś próbki.

3. Natężenie sił rozrywających powinno wzrastać powoli i równomiernie.

4. Wydłużenie jednostkowe należy mierzyć na długości równej drugiemu pierwiastkowi z 80-krotnej powierzchni przekroju w środku długości próbki.

5. W razie, jeżeli próbka przerwie się poza środkową trzecią częścią swojej długości, to wynik tej próby należy unieważnić i zastąpić inną.

6. Wytrzymałość na rozzerwanie winna być: dla żelaza zlewne równa lub większa od 3700 kg, a mniejsza lub najwyżej równa 4500 kg/cm², przyczem wydłużenie musi być tak wielkie, ażeby iloczyn z wytrzymałości (w tonnach na cm²) i wydłużenia (w procentach) dla próbek, wyciętych w kierunku walcowania, wynosił co najmniej 100, dla próbek zaś, wyciętych prostopadle do kierunku walcowania, co najmniej 90.

§ 8. Badanie na zginanie.

1. Próbki na zginanie należy wyciąć z dźwigara (kształtownika) w kształcie paska 30 do 50 mm szerokiego, a 400 mm długiego.

Ostre krawędzie w kierunku podłużnym, powstałe przy wycinaniu, należy zrównać pilnikiem.

2. Próbki należy zginać zapomocą odpowiedniej prasy lub innego celowego urządzenia w taki sposób, ażeby wygięcie zataczało łuk koła o średnicy równej grubości próbki przy próbkach, wyciętych w kierunku walcowania, a dwa razy większej od grubości przy próbkach, wyciętych prostopadle do walcowania.

3. Kąt odgięcia ma osiągnąć 150 stopni przy zginaniu na zimno i 180 stopni przy zginaniu na gorąco, a żelazo nie powinno się nigdzie przerwać na stronie ciągniętej.

4. Próby z nadecięciem należy wykonać w sposób następujący: próbkę na całej szerokości nadecina się ostrym dłutem do głębokości 1 mm. Taka próbka, zginana około pręta o średnicy równej 5-krotnej grubości próbki, nie powinna okazać żadnych rys, dopóki kąt odgięcia nie wyniesie:

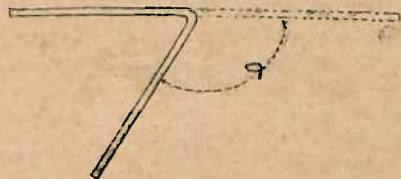


Fig. 1.

90°	dla materiału o wytrzymałości 4500 kg/cm ²	
120°	" " " "	4000 "
150°	" " " "	3600 " (por. fig. 1.)

5. Próbki, rozżarzone do czerwoności i zgięte wzdłuż ostrej krawędzi, a następnie zupełnie sklepane młotem, nie śmia okazać żadnych rys.

W dziale IV :

§ 38. Żelazo.

1. Na konstrukcję mostową należy z reguły używać żelaza zlewne. Żelazo powinno jakością odpowiadać „Przepisom, dotyczącym żelaza budowlanego”.

2. W konstrukcji tego samego mostu należy używać żelaza tylko jednego rodzaju.

3. Na łożyska i przeguby należy używać stali, albo żelaza zlewne, albo też żelaza lanego (żeliwa).

4. Stal na łożyska powinna mieć wytrzymałość na ciągnięcie najmniej 6000 kg/cm² przy wydłużeniu jednostkowym najmniej 10%.

stal walcowana 12%, żelazo lane najmniej 1200 kg/cm² na ciągnięcie, a 5000 kg/cm² na ciśnienie.

Naprężenia dopuszczalne dla budowli lądowych przyjmować należy w Polsce wedle nast. tabliczki (w kg/cm²):

Rodzaj naprężenia	Żelazo zlewne	Żelazo spawane	Żeliwo	Stal zlewna	Odlewy stalowe
Ciągnięcie	1200	1080	250	1400	—
Ciśnienie	1200	1080	500*)	1400	1200
Zginanie	1200	1080	300	1400	1200
Ścinanie	800	720	250	900	—
Ścinanie nitów	900	810	—	—	—
Ciśnienie na ściankę dziury w nitach	1800	1620	—	—	—
Ścinanie śrub	700	630	—	—	—
Ciśnienie na ściankę dziury w śrubach	1400	1260	—	—	—

Przepisy, dotyczące obliczeń statycznych w budownictwie lądowym, wydane przez Ministerstwo Robót publicznych rozp. nr. VIII—436 z dn. 20. maja 1923 r., powiadają (§ 16, ust. 1—7 i 14—17) mianowicie:

§ 16. 1. Naprężenia w żelazie zlewne nie powinny przekraczać granic, zakreślonych następującem zestawieniem:

Rodzaj naprężenia	Naprężenia dopuszczalne w kg/cm ²
Ciągnięcie	1200 kg/cm ²
Ciśnienie	1200 "
Zginanie	1200 "
Ścinanie z wyjątkiem śrub i nitów	800 "
Ścinanie nitów	900 "
śrub	700 "
Ciśnienie na ściankę dziury w nitach	1800 "
" " " w śrubach	1400 "

2. W razie uwzględnienia wszystkich najniekorzystniejszych wpływów przy zupełnie ściśle obliczeniu, można wszystkie powyższe normy naprężeń za zezwoleniem władzy budowlanej zwiększyć o 200 kg/cm²; naprężenia na ścinanie jednak tylko o 100 kg/cm².

3. Żelazo spawane, jakiego wolno używać tylko wyjątkowo, otrzymać może naprężenie o 10% niższe od dopuszczalnych dla żelaza zlewne.

4. Żeliwo otrzymać może naprężenia na ciśnienie w słupach 500 kg/cm², na ciśnienie w łożyskach 1000 kg/cm², na ciągnięcie i ścinanie 250 kg/cm², na zginanie 300 kg/cm².

5. Stal zlewna na zginanie, ciągnięcie i ciśnienie 1400 kg/cm², na ścinanie 900 kg/cm².

6. Odlewy stalowe na ciśnienie i zginanie 1200 kg/cm².

7. Największe naprężenie w kotwach może wynosić 1000 kg/cm².

*) W słupach. Dla łożysk 1000 kg/cm².

14. Dla starego żelaza, użytego powtórnie, należy powyższe naprężenie odpowiednio zredukować, co najmniej o 20%.

15. O ile z obliczenia wynikają zbyt małe przekroje blach i kształtowników, należy je w częściach konstrukcji odpowiednio zwiększyć, z uwagi na niedokładność wykonania i możliwość rdzewienia. Zasada ta nie dotyczy konstrukcji drugorzędnych.

16. Naprężeń dodatkowych, jakie powstają wskutek sztywnych połączeń w węzłach dźwigarów kratowych i w przytwierdzeniu poprzecznic do dźwigarów głównych, oraz wskutek tarcia w przegubach i łożyskach, można z reguły nie uwzględniać.

17. Zmiany temperatury należy w obliczeniach statycznych przyjmować w stosunku do średniej temperatury, zestawienia w granicach od -20° do $+30^{\circ}$ C, o ile konstrukcja nie znajduje się w odmiennych warunkach termicznych, wymagających rozszerzenia granic. Spółczynnik rozszerzalności żelaza zlewne przyjęte należy 0 000011 na jeden stopień Celsjusza.

Dla mostów drogowych podają tymczasowe przepisy budowy i utrzymania mostów drogowych następujące normy (dział IV, § 51):

3. Napięcia (naprężenia) w żelazie zlewne, obliczone bez uwzględnienia parcia wiatru, nie powinny przekraczać granic, określonych następującym zestawieniem:

Rodzaj napięcia	Napięcie dopuszczalne w kg/cm^2 przekroju użytecznego, t. j. po odejęciu dziur na nit
Ciśnienie lub ciągnienie dla podkładu żelaznego, podłużnie i poprzecznie	800
Ciśnienie lub ciągnienie dla dźwigarów głównych	870 + 3L
Za „L.” należy przyjąć dla dźwigarów wolno- podparłych i środkowych przeseł dźwigarów wspornikowych rozpiętość przeseł w metrach, a dla wsporników podwójną długość wspornika.	(najwyżej 1150)
Ścinanie blach i prętów	700
Ścinanie nitów i sworzni śrub w jednym kie- runku	800
Ścinanie nitów i sworzni śrub w różnych kie- runkach	700
Ciśnienie na ściankę dziury	1600

4. Żelazo spawane, jakiego wolno używać tylko wyjątkowo, otrzymać może napięcia o 10% niższe od dopuszczalnych dla żelaza zlewne.

5. Odlewy z żelaza łanego (żeliwa) w częściach podrzędnych konstrukcji

na ciśnienie — 700 kg/cm^2 ,

na ciągnienie — 200 kg/cm^2 ,

na ciągnienie przy zginaniu — 300 kg/cm^2 .

6. Stal zlewna w łożyskach, czopach, klinach na zginanie, ciągnięcie lub ciśnienie — 1200 kg/cm².

7. Dla stali wyborowej Ministerstwo określi każdorazowo natężenie dopuszczalne.

§ 2. Przekroje żelaza używane w budownictwie

Żeliwo (żelazo lane) i stalana mogą pojawić się we wszelkich formach, jakie dadzą się odlać. Przy omawianiu poszczególnych elementów konstrukcyjnych podamy najczęściej spotykane kształty.

Żelazo zlewne i spawane znajduje się w handlu jako: 1. blacha, 2. żelazo płaskie, kwadratowe i okrągłe, 3. kształtowniki (kształtówki).

1. Blachy.

a) Blacha płaska, używana w budownictwie, posiada zwykle grubość $g = 5-15$ mm do 25 mm; szerokość dochodzącą do 3,00 m, zwykle jednak poniżej 1,20 m; długość zaś zależną od ciężaru, który normalnie wynosi do 500 kg.

b) Blacha rowkowana (prążkowana) posiada po jednej stronie małe żeberka, krzyżujące się z sobą, o szerokości około 5 mm, a wysokości 1,5–3 mm. Grubość $g = 4-25$ mm; szerokość pojedynczych arkuszy dochodzi do 1,50 m; powierzchnia do 4 m².

c) Blacha falista, wygięta falowo, przychodzi jako:

blacha falista płaska (płytki) (fig. 2), jeśli $h < \frac{1}{2}b$, przyczem $b = 20$ do 200 mm, grubość $g = 0,5$ do 2 mm;



Fig. 2.

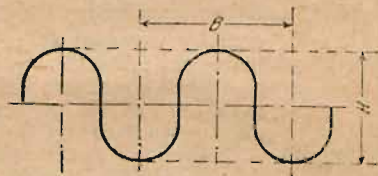


Fig. 3.

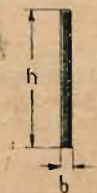


Fig. 4.

blacha falista dźwigarowa (głęboka) (fig. 3), jeśli $h \geq \frac{1}{2}b$, przyczem $b = 30$ do 160 mm, $g = 1$ do 5 mm.

Poszczególne arkusze blachy falistej posiadają największą długość 6,00 m, zazwyczaj 3 do 4 m, przy szerokości od 45 do 80 cm.

2. Płaskowniki (wstęgi, taśmy, żelazo płaskie) o przekroju prostokątnym (fig. 4). Zwykle uży-

wane w budownictwie płaskowniki posiadają grubość od 5 do 50 mm, szerokość do 1000 mm, długość do 10 m.

Żelazo kwadratowe i okrągłe zwykle o grubości 5 do 350 mm, długości 3 do 10 m.

3. Kształtowniki (kształtówki).

a) Kątowniki (kątowniki) dzielą się na:

Kątowniki równoramienne (fig. 5) o równych wymiarach obu ramion. Zwykle określa się je formułą $b \times b \times g$, gdzie b jest długością ramienia, g zaś grubością tegoż w milimetrach (np. $50 \times 50 \times 5$).

Kątowniki nierównoramienne (fig. 6) o wymiarach $b_1 \times b_2 \times g$ (t. j. jedno ramie dłuższe od drugiego, zwykle $b_1 = 1,5 b_2$ lub $b_1 = 2 b_2$).

W budownictwie używa się głównie kątowników, poczynając od wymiaru $40 \times 40 \times 4$ mm; najlepiej używać kątowników o długości ramienia b równej dziesięciokrotnej jego grubości g ($b = 10 g$).

b) Dwuteowniki (dwuteówki, l-ówki, dźwigary l) o kształcie wedle fig. 7, używane najczęściej na belki zgi-



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.

nane. Oznacza się je numerami wedle wysokości (np. l Nr. 16 oznacza dźwigar o wysokości 16 cm).

Dwuteowniki szerokostopowe posiadają o wiele większą szerokość stopek niż normalne; oznacza się je literami a lub B (np. l Nr. 18a); mają one znacznie większy moment wytrzymałości niż analogiczne profile normalne.

c) Ceowniki (ceówki, U-ówki, dźwigary U lub C) o kształcie wedle fig. 8, oznaczane numerami, podobnie jak dwuteowniki, wedle wysokości w centymetrach.



Fig. 8.

d) Z e t o w n i k i (zetówki, fig. 9), używane dość rzadko, najczęściej na płatwie dachowe.

e) T e o w n i k i (teówki, fig. 10), używane rzadko, np. przy pokryciu szkłem.

f) Ć w i e r ć k o ł o w n i k i (ćwierćkołówki, fig. 11), używane niekiedy na słupy.

g) P o r ę c z o w n i k i (żelazo poręczowe, fig. 12).

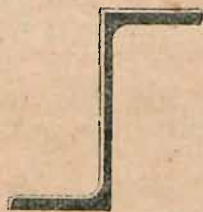


Fig. 9.



Fig. 10.



Fig. 11.



Fig. 12.

h) L i s t w y d o s z k ł a (całe profile, półprofile, profile kątownikowe, rynienkowe i t. d.: fig. 13, 14, 15 oraz 371 i następne).

i) S z y n y k o p a l n i a n e, używane w budownictwie również jako listwy do szkła w świetlniach dachowych.

j) S z y n y d Ź w i g n i c o w e (żurawiove, fig. 16).



Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.

Prócz tych istnieje jeszcze wiele innych rodzajów kształtowników i blach, mających w budownictwie żelaznym mniejsze znaczenie.

Tymczasowe przepisy, dotyczące budowy i utrzymania mostów drogowych, powiadają w dziale C:

§ 2. Rodzaj żelaza.

Dźwigary jednolite winny być walcowane z reguły z żelaza zlewne.

Można je jednak walcować wyjątkowo także z żelaza spawanego, a w szczególnych wypadkach i ze stali zlewnej.

§ 3. Jakość żelaza.

Dźwigary powinny być gładko walcowane. Złom żelaza powinien mieć złoże jednostajne, pełne, bez śladów próżni. Żelazo nie po-

winno być kruche na gorąco, ani na zimno. Zawartość siarki i krzemu jest niedopuszczalna.

§ 4. Wymiary, kształty żelaza i waga.

1. W przejściowym okresie, dopóki dla Państwa Polskiego nie ma ustalonych obowiązujących kształtów i wymiarów dla żelaza walcowanego, należy przy zamówieniach i dostawach oznaczać normy, obowiązujące w państwach obcych, którym odpowiada żelazo zamawiane lub dostarczane.

2. Przyjęte wymiary winny być dokładnie zachowane i grubość na całej długości jednakowa. Różnice w grubościach nie powinny przekraczać granic -3% i $+4\%$.

3. Wagę żelaza według wymiarów można przyjąć na 1 metr sześcienny

dla żelaza zlewne go i stali	7850 kg
dla żelaza spawanego	7800 „

Wagę żelaza przy dostawach należy oznaczać zasadniczo według ciężaru teoretycznego, w wyjątkowych razach według ciężaru rzeczywistego na podstawie protokołu ważenia konstrukcji. W tym ostatnim wypadku należy przyjąć jako dopuszczalną różnicę między ciężarem obliczonym a wynikiem z ważenia, jak następuje:

- a) dla żelaza zlewne go, względnie stali zlewnej, maksimum $+4\%$, minimum -3% ;
- b) dla żelaza lane go, względnie stali lane j, maksimum $+5\%$, minimum -3% .

§ 3. Ochrona zespołów żelaznych od rdzy i od ognia

Dla ochrony konstrukcji żelaznych od rdzy pokrywa się je odpowiednimi powłokami, najczęściej jedną z następujących:

a) powłoką olejną (pokostową) zwykle w dwu warstwach: np. olejem rzadkopląnym, zmieszany m z minją oliw iową (podkład), a p o zmontowaniu konstrukcji czystym olejem lnianym, zmieszany m z białą oliw iową (powłoka kryjąca):

b) powłoką metalową, (najczęściej cynkową, zanurzając żelazo w kąpiel cynkowej);

c) powłoką cementową, powlekając żelazo, zwykle czler o lub pięciokrotnie, rzadką zaprawą cementową;

d) powłoką, uzyskaną przez natlenienie powierzchni.

Innych powłok używa się w budownictwie bardzo rzadko. Przed zastosowaniem którejkolwiek powłoki należy oczyścić powierzchnię żelaza drucianymi szczotkami, strumieniem piaskowym, pumeksem lub przez zanurzenie w rozwodnionym kwasie (zw. solnym), a potem w mleku wapiennym.

Tymczasowe przepisy budowy i utrzymania mostów drogowych polecają w dziale IV:

§ 43. Oczyszczenie żelaza przed złożeniem.

Żelazo obrobione należy przed złożeniem dokładnie oczyścić.

§ 48. Malowanie mostu.

1. Wszystkie części żelazne mostu, z wyjątkiem ruchomych części łożysk i przygubów, powinno się zaraz po złożeniu zespołu na miejscu budowy uszczelnić kitem minjowym i powlec olejną farbą minjową. Czynność tę należy wykonać w czasie suchym i bezmroźnym.

Również należy odczyścić i na nowo powlec olejną farbą minjową te miejsca, w których farba została zdrapana w czasie przewożu lub zestawienia konstrukcji.

2. Po dokładnem wyschnięciu farby minjowej należy pokryć część żelazną mostu dwa razy olejną farbą kryjącą, tej barwy, jaką oznaczy zwierzchnia władza budowlana, przyczem pierwszy raz należy powlec farbą jaśniejszą, za drugim zaś razem ciemniejszą.

3. Części żelazne, stykające się z ziemią, należy smolować lakiem asfaltowym.

Dla zapewnienia ogniotrwałości zespołów żelaznych należy:

umożliwić rozszerzanie wskutek zmiany ciepłoty przez zastosowanie łożysk ruchomych (w belkach), oraz podłużnych dziur na nity (w kotwach i płatwiach); osłonić je złym przewodnikiem ciepła, a to:

- a) murem ceglany (zwykle słupy);
- b) warstwą betonu lub żelbetu co najmniej 2–3 cm (zw. słupy, rzadziej belki);

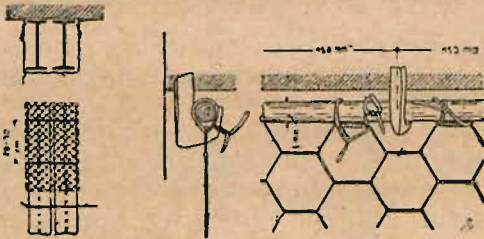


Fig. 17.

c) zaprawą cementową lub gipsową na siatce drucianej o grubości 1–1,4 mm, a wielkości oczek 2 cm (zw. belki, fig. 17), lub na matach trzcinowych;

d) warstwą korkową i t. d.

Oslony ogniochronne stosuje się tam, gdzie zależy na ogniotrwałości, więc w budynkach mieszkalnych, magazynach i t. d. Konstrukcji dachowych i t. p. zwykle w ten sposób nie osłaniamy.

II. POŁĄCZENIA ŻELAZA

Najczęściej używa się połączeń: a) na nity, rzadziej b) na śruby, czasem c) połączeń przegibnych.

§ 4. Połączenia nitowane

Nit składa się ze sworznia, główki gotowej przed użyciem nitu, oraz nakówki, powstającej po umieszczeniu nitu

w otworze przez nakucie nitarką. Główka i nakówka mają w nitach pełnych kształt sferoidalny (fig. 18). Rzadziej używamy nitów w puszczoonych zupełnie (fig. 19) lub czę-

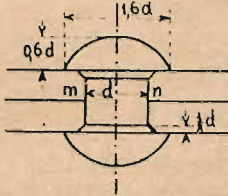


Fig. 18.

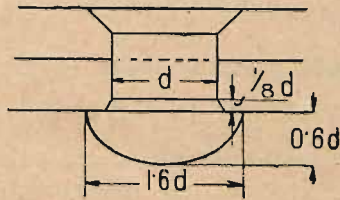


Fig. 19.

ściowo, gdy chodzi o uzyskanie gładkiej płaszczyzny. Nit wykonuje się w temperaturze t. zw. jasno-czerwonego żaru; ochładzając się, ściga się on i przyciska blachy; powstającego przez to tarcia nie uwzględniamy jednak w obliczeniu, licząc nity tylko na ścinanie i na ciśnienie na ściankę otworu nitowego.

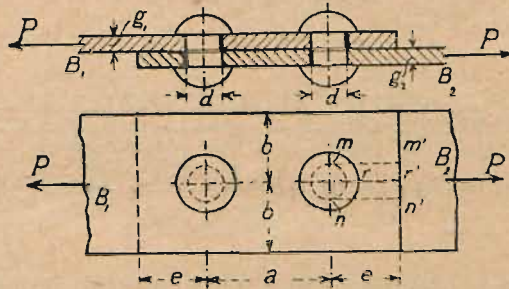


Fig. 20.

Rozróżniamy nity:
a) raz cięte, t. j. takie, które w razie zniszczenia konstrukcji zostałyby ścięte w jednej płaszczyźnie (fig. 20);

b) dwucięte, któreby zostały ścięte w dwu płaszczyznach (fig. 21 i 22).

Ilość n nitów raz ciętych przenosi siłę: *)

$$\text{na ścinanie } P = n \frac{d^2 \pi}{4} k_t \dots \dots \dots 1$$

$$\text{na ciśnienie na ściankę dziury } P = n d g k_d \dots 2$$

gdzie k_t = naprężenie dopuszczalne na ścinanie 900 kg/cm² (względnie 1000 kg/cm²),

gdzie k_d = naprężenie dopuszczalne na ciśnienie 1800 kg/cm² (względnie 2000 kg/cm²).

*) Por. Bryła, Podręcznik statyki budowli, str. 111 i następne.

Dane w nawiasach dotyczą konstrukcji obliczanych nadzwyczaj dokładnie przy uwzględnieniu w s y s t e m i e najniekorzystniejszych obciążeń por. Przepisy § 16, 2 (str. 4).

d = średnica nitu,

g = grubość cieńszej z łączonych blach, czy kształtowników.

Ilość n nitów dwuciętych przenieść może siłę

$$\text{na ścinanie } P = 2 n \frac{d^2 \pi}{4} k_t = \frac{n}{2} d^2 \pi k_t \dots 3$$

$$\text{na ciśnienie na ściankę dziury } P = n d g k_d \dots 4$$

Jeżeli $2g_1 < g$, należy użyć wzoru $P = 2 n d g_1 k_d$.

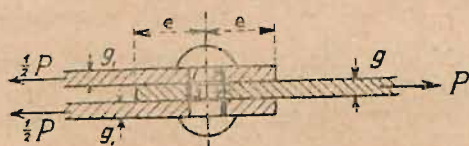


Fig. 21.

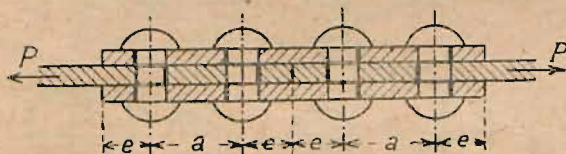


Fig. 22.

Przy obliczaniu ilości nitów najlepiej posługiwać się tablicą nitów (tabl. 39).

Średnice nitów najczęściej używanych są: $d = 10, 12 (13), 16, 18, 20, 22, (23)$ mm, w budownictwie lądowym zwykle do 20 mm. Nitów mniejszych od 10 mm w dół używa się tylko przy połączeniach podrzędnych, wykonując

je na zimno. Połączenie nitami na styku staramy się przeprowadzić wedle następujących reguł:

1. Przeniesienie siły powinno być osiowe; należy zatem nity rozstawiać symetrycznie do osi (por. fig. 23 i 24);



Fig. 23.

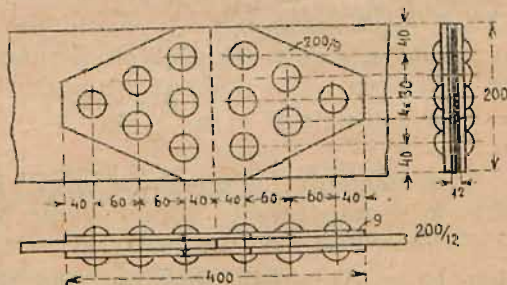


Fig. 24.

stykając zaś przekroje pojedyncze (np. blachy), używać podwójnych przykładek. Tem samym uzyskuje się też nity dwu-

cięte w miejsce raz ciętych. Na kątownikach rozmieszcza się jednak nit w t. zw. linii podziału nitów, leżącej w połowie szerokości (lub prawie w połowie szerokości) ramienia.

2. Do połączenia należy zawsze używać co najmniej dwu nitów; wyjątek stanowią drugorzędne połączenia, nie przenoszące wielkiej siły (np. łączniki w słupach i t. p.).

3. O ile możliwości nie należy ustawiać więcej niż 4—5 nitów jeden za drugim; w razie potrzeby większej ilości, należy je rozmieścić w dwu lub trzech rzędach (fig. 23), lub zamienić je na dwucięte, ewentualnie użyć nawet pomocniczych kształtowników lub blach (por. str. 22).

4. Łącząc pręty rozciągane, liczymy ich przekrój użyteczny wedle wzoru $F_u = F - F_n$, gdzie przekrój normalny F zmniejszony jest o powierzchnię nitów F_n (por. fig. 25). Dla uzyskania wielkiego F_u należy styk szerokich wstęp urządzić wedle fig. 23 i 24, t. j. umieszczając w pierwszym rzędzie 1 nit, w każdym następnym co najwyżej dwa razy więcej niż w poprzednim. Wtedy od F odejmuje się powierzchnię tylko jednego nitu. Np. na przykładzie fig. 24. $F_u = 20 \times 1,2 - 1,2 \times 1,8 = 21,8 \text{ cm}^2$.



Fig. 25.

5. Łącząc pręty (lub części prętów) ściskane, obliczamy ich powierzchnię użyteczną ze wzoru $F_u = F - F_n$, jedakowoż dla obliczenia promienia bezwładności (i) i momentu bezwładności (I) nie odrzucamy powierzchni nitów.

6. Przykładki powinny mieć powierzchnię użyteczną, równą lub większą od powierzchni użytecznej zetkniętego przekroju. — Najmniejsza grubość g przykładki 6 mm.

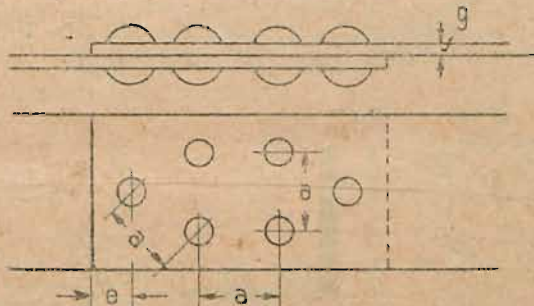


Fig. 26.

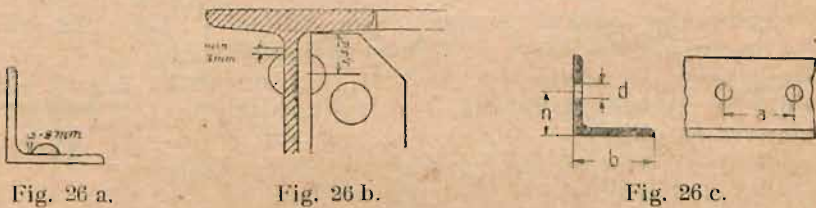
7. Łącząc przekroje złożone, można zetknąć je wszystkie w jednym miejscu, albo styki rozłożyć. Połączenie każdej części, wziętej osobno, musi jednak odpowiadać warunkom 1—4. Ilość nitów, łączących jedną część o powierzchni F' , oblicza się na siłę $P' = \frac{F'}{F} P$, gdzie F jest powierzchnią całego przekroju, P zaś całkowitą siłą.

8. Odstępy nitów dajemy zwykle (fig. 26)

$$\begin{array}{ll} a = 3d & (\text{conajmniej } a = 2,5d) \\ b = 1,5d & \text{„ } b = 1,25d) \\ c = 2d & \text{„ } c = 1,5d) \end{array}$$

Najlepiej używać tablicy nitów.

9. Przy umieszczeniu nitów na kątownikach, dźwigarach i t. d. należy pamiętać, że główka nitu nie może zachodzić na zaokrągloną część przekroju i powinna być od niej oddalona o 3 do 5 mm (fig. 26 a i 26 b). Dlatego w tych profilach nity umieszcza się w t. zw. osi podziału nitów, (a nie w osi ciężkości przekroju, fig. 26 c). Linja podziału nitów oddalona jest od naroża kątowników o odstęp



$$n = \frac{b}{2} + 5 \text{ mm, gdy } b \text{ kończy się na } 0 \text{ (np. } 80 \times 80 \times 8)$$

$$n = \frac{b}{2} + 2,5 \text{ mm, gdy } b \text{ kończy się na } 5 \text{ (np. } 75 \times 75 \times 8)$$

Jeżeli $b > 4d$ (zwykle dla $b > 100 \text{ mm}$), to dajemy nity przestawione (fig. 26 d), przyczem

$$n_1 = 1,5d \text{ do } 2d.$$

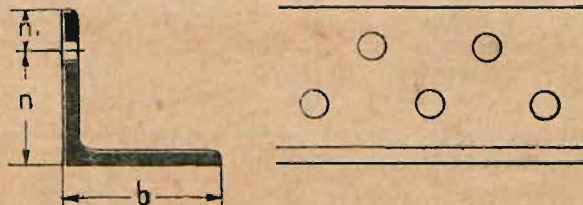


Fig. 26 d.

§ 5. Połączenia na śruby

Śruba (fig. 27) składa się ze sworznia z naciętymi gwintami (skrętami), głowy śruby, zwykle sześciobocznej, i również sześciobocznego naśrubka. Najczęściej używane

śruby o gwintach systemu Whitforda (por. tablicę śrub, gdzie podano też wszystkie wymiary śrub) oznacza się wedle średnicy sworznia, podanej w calach angielskich.

Śrub używa się zamiast nitów:

1) gdy długość nitu wypadłaby większa niż 4—5 d, gdyż wtedy powstać mogłyby zbyt wielkie natężenia rozciągające w nicie;

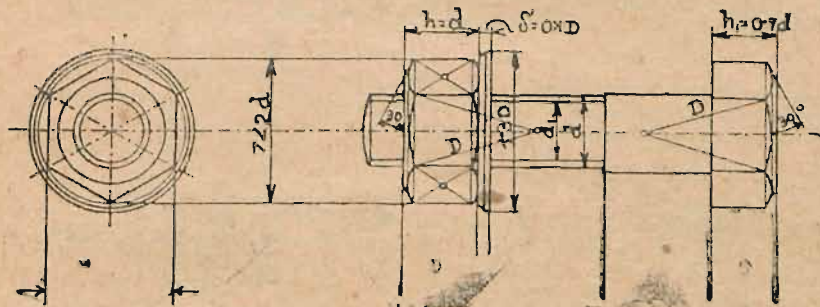


Fig. 27.

- 2) gdyby nit miał być narażony na ciągnięcie;
- 3) gdy jedna lub obie części łączone są żelazne lane;
- 4) gdy niema miejsca na nitowanie;
- 5) gdy chce się uzyskać możliwość przesunąć lub obrotów; otwory na śruby powinny być wtedy podłużne.

Śruby narażone na ścinanie oblicza się wedle wzoru 1 i 3, śruby zaś narażone na ciągnięcie wedle wzoru:

$$P = n \frac{d_1^2 \pi}{4} k_r \dots \dots \dots 5$$

$$\text{wzgl. } d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{P}{k_r}} \dots \dots \dots 6$$

gdzie d_1 jest średnicą rdzenia.

Dla śrub przypisuje rozporządzenie Ministerstwa Robót Publicznych $k_t = 700 \text{ kg/cm}^2$; $k_d = 1400 \text{ kg/cm}^2$; k_r przyjęc można 800 kg/cm^2 .

Jeżeli części, łączone przy pomocy śrub, mają płaszczyny ukośne, to należy pod główkę śruby dać podkładkę wyrównującą.

Dla utwierdzenia żelaznych konstrukcji (np. słupów) w kamieniu lub betonie używa się t. zw. śrub do kamienia (fig. 28). Trzpień ich ma zazwyczaj kształt ściętego ostrosłupa czterościennego o ścia-

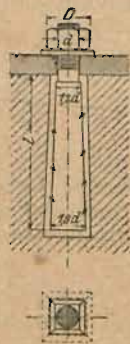


Fig. 28.

nach ponacinanych dłutem. Wstawia się go w otwór w kamieniu i następnie zalewa cementem. Długość $l = 5d + 5 \text{ cm}$.

§ 6. Połączenia przegibne prętów

Pręt okrągły zakończony jest tutaj pojedynczym lub podwójnym okiem, które zachodzi na blachę. — Przez otwór w blasze i odpowiednie otwory w okach przeprowadza się trzpień.

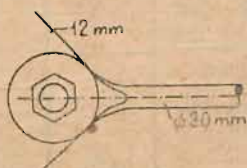


Fig. 29.

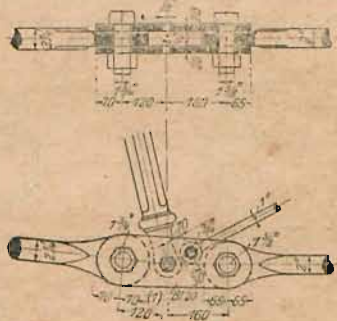


Fig. 29 a.

Połączenia przegibne stosowane są u nas rzadko: najczęściej dla tężników dachowych polaciowych (fig. 29), przyczem

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{P}{k_r}} \dots \dots \dots 7$$

wyjątkowo używamy w wieżach kratowych połączeń, jak fig. 29 a.

Średnicę trzpienia oblicza się wedle wzoru 1 dla oka pojedynczego, wedle wzoru 3 dla oka podwójnego.

Tymczasowe przepisy budowy i utrzymania mostów drogowych powiadają w dziale IV:

§ 41. Otwory na nity i śruby.

1. Rozkład otworów na nity i śruby powinien odpowiadać dokładnie planom budowy.

Odechylenia od projektowanych odstępów nie mogą przekraczać 2 milimetrów.

2. Otwory na nity i śruby mają być wiercone lub przebijane, lecz w tym drugim wypadku średnica dziury po przebiciu powinna być o 3 mm mniejszą od projektowanej, a następnie rozwiercona.

Krawędzie otworów, do których mogą przylegać główki nitów, należy ścieć stożkowo.

3. Otwory mają mieć średnicę o pół milimetra większą od średnicy trzpienia nitu, przyczem nit (a nie otwór) powinien mieć projektowaną średnicę.

4. Otwory w częściach składowych należy wiercić wspólnie przez wszystkie części; w razie, jeżeli wierci się otwory w każdej części

z osobna, należy używać świdra o mniejszej średnicy o 10%, a następnie po złożeniu powiększyć otwory rozwierceniem do projektowanej średnicy.

5. Przebijanie otworów stalowym kołcem dla zwiększenia średnicy lub wyrównania otworów jest niedopuszczalne.

6. W razie, gdyby w przewidzianym otworze okazało się przesunięcie części składowych, należy dla wyrównania zwiększyć średnicę otworu i użyć odpowiednio grubszych nitów. Przesunięcie to nie może przekraczać 10%.

7. Otwory dla nitów wpuszczonych mają być dodatkowo obrobione zapomocą odpowiednich świdrów.

§ 42. Nity i śruby.

1. Nity i śruby powinny być wykonane z przepisanego na ten cel żelaza, odpowiadającego warunkom przepisów budowlanych.

2. Nity mają być sporządzone maszynowo, przy ogrzaniu żelaza do czerwoności.

3. Nity tych samych średnic mogą się różnić w grubościach trzpieni najwyżej o pół milimetra.

4. Główniki nitów mają siedzieć osiowo na trzpieniu, a dolna powierzchnia główki powinna być płaska, prostopadła do trzpienia.

5. Kształt główki nitów powinien być tak wyrobiony, ażeby wysokość główki, mierzona przy obwodzie trzpienia, równała się co najmniej połowie grubości trzpienia, a średnica główki, mierzona w powierzchni zewnętrznej żelaza nitowanego, ażeby równała się co najmniej półtorakrotnej średnicy trzpienia.

6. Śruby mają mieć trzpień z główką, wyrobioną z jednego kawałka. Główki nie wolno w żadnym wypadku osadzać dodatkowo na trzpieniu.

7. Gwint śrub ma być wycięty według skali (systemu) Whitwortha na takiej długości, ażeby po zakręceniu naśrubka przynajmniej dwa skręty wystawały nad górną powierzchnią naśrubka i ażeby skręty nie wchodziły w otwór żelaza łączonego. Pod naśrubki należy dawać pierścienie podkładowe, tak grube, ażeby zakrywały przynajmniej dwa skręty.

8. Śruby, łączące części mostu, narażone na wstrząśnienia, powinny mieć urządzenia, zapobiegające samoczynnemu odkręcaniu się naśrubków.

9. Wykonanie śrub powinno być tak dokładne i jednostajne, ażeby można użyć tego samego naśrubka do różnych trzpieni.

10. Powierzchnie główek i naśrubków, którymi śruby przylegają do żelaza łączonego, powinny być obtoczone.

11. Śruby, które w zespołach żelaznych zastępują nity, narażone na ścięcie, powinny mieć trzpień stożkowo wytoczony w stosunku 1:100 i odpowiednio do tego rozwiercone otwory w żelazie łączonym.

W dziale C:

§ 9. Badanie żelaza okrągłego na nity.

1. Zgodnie z § 7.

2. Próbkę żelaza okrągłego na nity należy pozostawić z naskórką nawalcowaną, bez żadnego obrobienia.

3. Zgodnie z § 8.

4. Próbką należy nawinać na walec o średnicy równej średnicy próbki

Przy drugiej próbie należy wykuć na zimno płaską główkę o średnicy równej półtorakrotnej średnicy próbki. Tak przy jednej jak i przy drugiej próbie nie powinny okazać się żadne ślady rozerwania.



021179

§ 7. Elementy połączeń żelaznych

Przy połączeniach żelaznych rozróżniamy:
pręty, przenoszące tylko siły osiowe (ściskanie, rozciąganie);

belki (dźwigary), przenoszące głównie momenty zginające (często jednak także przez nich i siły osiowe, które wywołują zresztą zwykle naprężenia znacznie mniejsze od momentów zginających).

A) Połączenia na długość

I. Połączenia prętów na długość:

Połączenia płaskowników (wstęp) uskutecznia się przy pomocy przykładek obustronnych (por. fig. 23 i 24).

Połączenia kątowników (kątownek) kryjemy przykładkami, wykonanymi najczęściej

a) z dwu płaskowników, których sumaryczna powierzchnia jest równa powierzchni

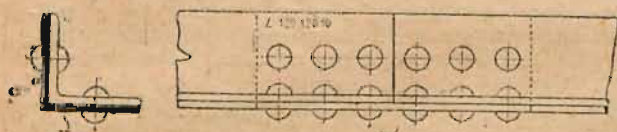


Fig. 30.

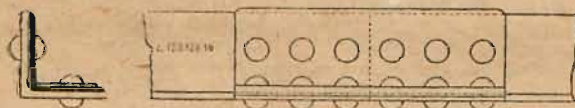


Fig. 31.

z większą od niej (por. fig. 30;

b) z kątownika o ściętym narożu (fig. 31); sposób ten wychodzi z użycia.

Połączenia innych pro-

filów walcowanych, narażonych na siły osiowe, przykrywa się przykładkami o powierzchni co najmniej równej powierzchni dźwigarów (fig. 32).

Pręty okrągłe łączy się zwykle z sobą na t. zw. zamki śrubowe, nacinając gwinty o kierunkach przeciwnych w obu końcach łączonych prętów i zakręcając na nie zamek (fig. 34).

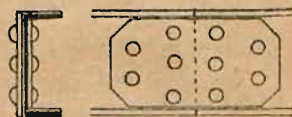


Fig. 32.

Ilość nitów, potrzebnych w połączeniach, oblicza się wedle wzoru 1—4. Przy połączeniu należy pamiętać o regułach, podanych powyżej (str. 12).

II. Połączenia belek (zginanych) na długość uskutecznia się zapomocą przykładek (fig. 34), przyczem moment wytrzymałości przykładek W_p (po odtrąceniu nitów)

powinien być równy lub większy od momentu wytrzymałości belki W_b , tj. $W_p \geq W_b$ (por. przykłady). W każdym razie należy dążyć do tego, aby przykładki miały należytą tęgłość także w kierunku poprzecznym. Uzyskuje się to przez umieszczenie w miejscu styku przykładek pionowych i przykładek poziomych; obliczenie nitów podane jest w § 11.

Jeżeli stykamy w pewnym miejscu tylko część przekroju złożonego, np. tylko blachę blachownicy (belki nitowanej), przykładki muszą mieć moment wytrzymałości, równy momentowi wytrzymałości części zetkniętej.

Jeżeli chodzi tylko o ustalenie belek łączonych względem siebie, tak, by moment zgięcia nie został przeniesiony przez przykładki, uz. z jednej strony podłużnych otworów na nity, zw. o długości równej $1,5 d$ (por. fig. 33., gdzie czarne kółka oznaczają takie nity — por. str. 46).

B) Połączenia pod kątem

I. Węzłem nazywamy punkt, w którym schodzą się pręty najczęściej belki kratowej. Połączenie ich da się wykonać:

a) przez bezpośrednie znitowanie prętów (fig. 36) tylko w połączeniach podrzędnych, przenoszących bardzo małe siły. Jeżeli łączy się płaskownicy, leżące w płaszczyznach pro-

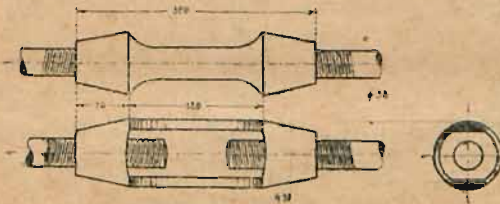


Fig. 34.

stopadłych do siebie, to jeden z nich można wygiąć wedle f. 37;

b) jako połączenia przegibne, używane u nas stosunkowo bardzo rzadko; wtedy pręty zakończone okami, połączone przy pomocy trzpieni. Prosty przykład podaje fig. 29;

c) najczęściej przy pomocy blach węzłowych. W tym razie doprowadza się pręty możliwie blisko

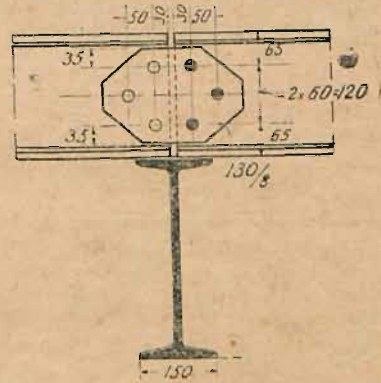


Fig. 33.

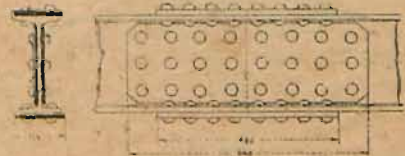


Fig. 35.

do punktu węzłowego, przytwierdzając je do blachy wspólnej, t. zw. węzłowej, przy pomocy nitów, obliczonych na siły, jakie działają w poszczególnych prętach. Nity umieszcza się w odstępach normalnych (por. § 4) tak, aby wymiary

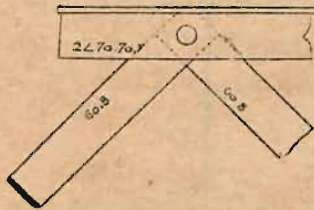


Fig. 36.

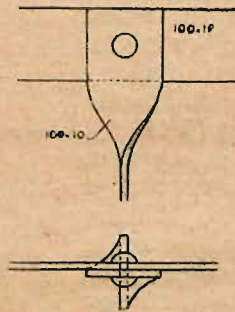


Fig. 37.

blach węzłowych były możliwie małe. Grubość blach jest zwykle większa od grubości prętów łączonych (co najmniej równa). Pomiedzy prętami ścina się blachy w linii prostej. Kształt ich winien być taki, aby robota była możliwie uproszczona;

staramy się też wycinać je z prostokąta. Przy wpisywaniu wymiarów należy też wpisać prostokąt, z którego blacha została wycięta, (por. fig. 46 i nast.).

Zasada stosowania się do prostokąta ma przeciw granice, określone oszczędnością materiału i nitów, np węzeł fig. 38 wykonany jest niezmiernie nieekonomicznie i dlatego wskazany jest węzeł wedle 39 lub wedle fig. 40, gdzie kątowniki przekątni nałożono na pas.

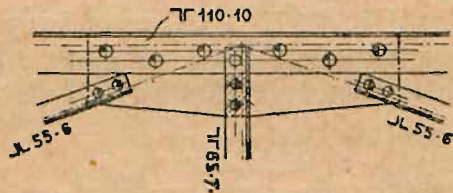


Fig. 38

Zawsze pamiętać trzeba przy połączeniu, aby osi ciężkości wszystkich prętów przecinały się w jednym punkcie. Chodzi bowiem o to, aby uniknąć naprężeń dodatko-

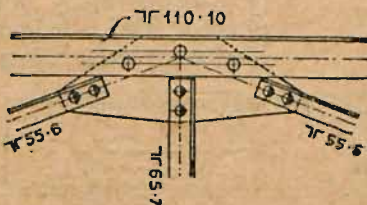


Fig. 39.

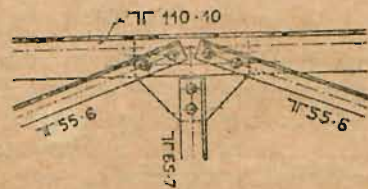


Fig. 40.

wych z powodu zginania. Dopuszczalne są tylko bardzo nieznaczne odchyłki. Osi ciężkości płaskowników i dźwigarów

schoǳą się z ich osią symetrii. Osi ciężkości kątowników i dźwigarów niesymetrycznych podane są na odpowiednich tablicach. Trzeba pamiętać, że oś podziału nitów nie schoǳi się z osią ciężkości. Połączenia na blachach węzłowych spotyka się w budownictwie łądowym najczęściej w dachach żelaznych, to też tam omówione są one szczegółowiej (por. § 27). Tu podajemy tylko parę przykładów.

Fig. 41 przedstawia połączenie dwu niewielkich kątowników na blasze węzłowej. Połączenie jest w płaszczyźnie poziomej niesiowej, dlatego w fig. 42 połączono drugie ramiona kątowników przy pomocy blachy, zagięte pod kątem prostym. Takie połączenie dopuszczalne jest tylko dla przekrojów niewielkich. To samo połączenie wykonać można, zginając jeden kątownik na drugi (fig. 43). Wtedy zaoszczędza się jeden nit, natomiast przybywa dodatkowa robota zginania kątownika.

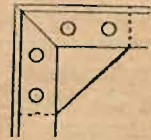


Fig. 41.

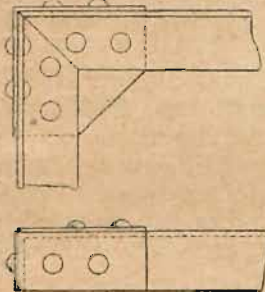


Fig. 42.

Jeżeli z prętów połączonych w węzle przebiegają dwa w linii prostej (n p. pas więzara kratołowego), to te pręty można wykonać albo z dwu różnych przekrojów, każdy przytwierdzony

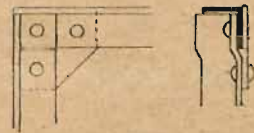


Fig. 43.

nitami, obliczonymi na siłę w przecie, albo też można przeprowadzić pręt (pas) wskrós, bez zetknięcia, a wtedy nity liczy się na różnicę sił. Np. połączenie na fig. 44 i 45. Na fig. 44 pas g_1 i g_2 przyłączone są przy pomocy osobnych nitów; natomiast na fig. 45 pręt g_1 g_2 przechodzi bez zetknię-

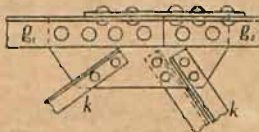


Fig. 44.

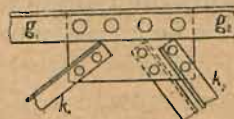


Fig. 45.

cia i wtedy nity liczymy tylko na siłę ($g_1 - g_2$). Blacha w drugim wypadku ma kształt prostokątny, który jest najwygodniejszy do wykonania, gdyż wymaga najmniejszej ilości cięć.

Wygodnie jest nity prętów k_1 i k_2 umieścić tak, aby osi ich leżały grupami na liniach równoległych do osi nitów g_1 g_2 .

Fig. 46 przedstawia również połączenie, w którym jeden z pasów przechodzi wskrós bez zetknięcia. Zarys blachy węzłowej odpowiada również prostokątowi (linia mn // op). Podobny jest szczegół na fig. 47. Na fig. 48 pokazano połączenie, podobne do połączenia fig. 45. Pas, złożony z dwu ceowników, przechodzi bez zetknięcia, kątowniki dołączone są do blachy węzłowej nitami. Blacha ma kształt prostokąta. Pierwszy kątownik od lewej i oba prawe ścięte są dobrze, drugi od lewej niewłaściwie*).

Na fig. 49 uwidoczniło połączenie bardziej złożone. W węzle schodzi się siedm prętów. Pręt poziomy, składający się z dwu kątowników, przechodzi bez zetknięcia; oś podziału nitów wyraźnie odchyła się od osi ciężkości kątowników, które spadają z osiami teoretycznymi. Dołem idą dwa ceowniki (U-ówki), przytwierdzone do blachy nitami; nadto dla usztywnienia, oraz dla umieszczenia większej ilości nitów dodano dwie kątowniki $70 \times 70 \times 7^{**}$). Właściwie powinno się jednak nity umieścić zupełnie osiowo, czego w danym wypadku nie uzyskano. Pozostałe pręty przytwierdzono w zwykły sposób. Blacha wycięta jest z prostokątnej o wymiarach 790×670 .

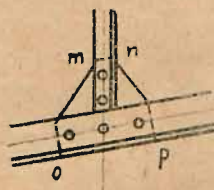


Fig. 46.

Fig. 50 przedstawia połączenie proste, dość dobrze wykonane, przy którym jednak kątowniki prawego krzyżulca należało uciąć prostopadłe do ich długości; dobre jest natomiast ujęcie dwu kątowników jednym nitem dla zmniejszenia blachy węzłowej.

Fig. 51 przedstawia bardzo dobre rozwiązanie węzła, przy którym rozsunięto nity na kątownikach przekątni, używając w ten sposób blachę węzłową prostokątną. Kątowniki pasów otrzymały dodatkowy kątownik, przenoszący część siły.

Projektowanie połączenia węzłowego.

Projektując węzeł, należy:

1) rysować osi teoretyczne poszczególnych prętów 1—4 (fig. 52), przyczem bardzo dokładnie należy odnieść ich nachylenia;

*) Gdyż ścinanie prostopadłego ramienia kątownika jest trudne i czysto wykonać się nie da.

**) Por. str. 13 p. 3.

2) na osiach rysować przekroje obliczone tak, aby ich osi ciężkości zeszły się z osiami teoretycznymi zupełnie lub prawie zupełnie (fig. 53); przy połączeniach drugorzęd-

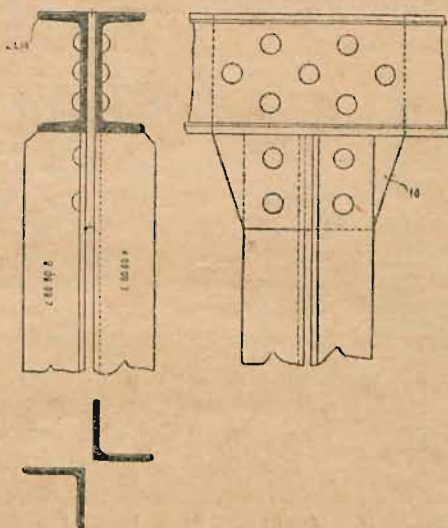


Fig. 47.

nych można przyjąć w osiach teoretycznych osi podziału nitów (tylko dla kątowników o ramionach poniżej 50 mm);

3) na przekrojach umieścić nity (fig. 54), trzymając się wogóle odstępów normalnych, podanych w § 4. Jeżeli jednak

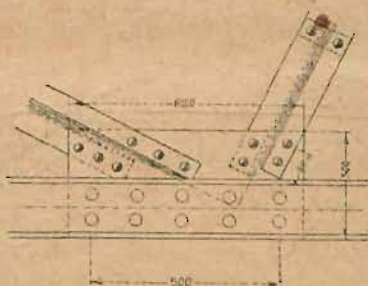


Fig. 48.

można nity umieścić po kilka na równoległych do siebie liniach, a blacha węzłowa przez to albo zupełnie nie zwiększy się, albo tylko nieznacznie, to należy to uczynić, gdyż powoduje to uproszczenie roboty, a więc i większą taniałość.

4) przekroje można ścinać ukośnie, ale jednym cięciem jedno ramię, jeżeli ścięcie takie obejmuje dwa ramiona równocześnie n. p. oba żebra kątowników itp. to robota jest znacznie trudniejsza i tego należy unikać. Np. kątowniki należy ścinać wedle fig. 49 lub 55, a nie wedle drugiego od lewej strony kątownika fig. 48; natomiast kątowniki pozostałe na fig. 48 są ścięte należyście;

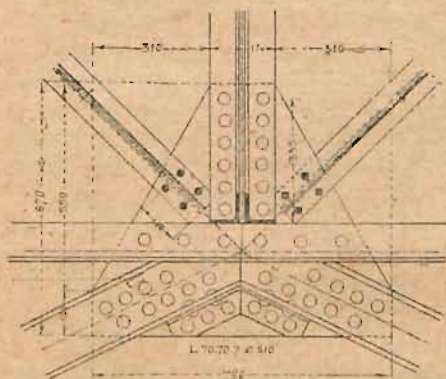


Fig. 49.

5) dla określenia kształtu blachy węzłowej zakreśla się ze skrajnych nitów łuk promieniem równym podwójnej średnicy nitu ($2d$) i prowadzi się styczne do tych kół; w razie niewielkiej odchyłki od prostokąta należy nity nieco rozsunąć tak, aby uzyskać w blasze

kąt prosty: pomiędzy prętami zarys blachy przechodzi w liniach prostych (fig. 55).

Blachę węzłową można wyciąć z prostokąta w różny sposób, por. fig. 56 i 57; lepsze konstrukcyjnie i dające mniejszą blachę jest połączenie 56.

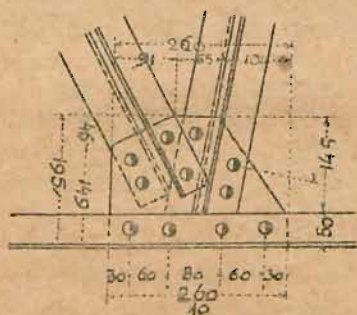


Fig. 50.

z II. Połączenie belek pod kątem uskutecznia się:

1) na przykładki kątowe (kątowniki) lub

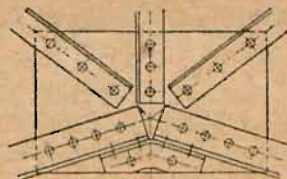


Fig. 51.

2) na blachy węzłowe, zwykle w połączeniu z przykładkami kątowymi.

1) Połączenie na przykładki kątowe:

Jeżeli dźwigar mniejszy zmieści się pomiędzy stopkami belki większej, to

a) można dać kątowniki łączące tak krótkie, aby zmieściły się między stopkami dźwigarów (fig. 58 i 59) — tylko dla niewielkiej wysokości belki większej;

b) można ściąć stopki dźwigara mniejszego obustronnie (fig. 60); wtedy jednak dźwigar ten bardzo się osłabia;

c) można ściąć stopki z jednej strony i dać jeden kątownik dłuższy, jeden krótszy, pomiędzy nieściętymi stopkami (fig. 61); sposób wogóle najlepszy.

Jeżeli dźwigary są wysokością równą, to połączenie robimy wedle fig. 62, przyczem wycina się jeden dźwigar (dołączony) wedle zarysu dźwigara głównego. (Por. też fig. 63). Można przecież w połączeniach podrzędnych uciąć dźwigar boczny prostopadłe (fig. 64).



Fig. 56 i 57.

Podobnie postępuje się, jeżeli jedna ściana dźwigara jest płaska (fig. 65).

Połączenia belek ze słupami por. § 9.

2. Połączenia na blachy węzłowe (zwykle w połączeniu z przykładkami kątowymi) uskutecznią się wtedy,

gdy dźwigary łączone mają tę samą wysokość (fig. 66).

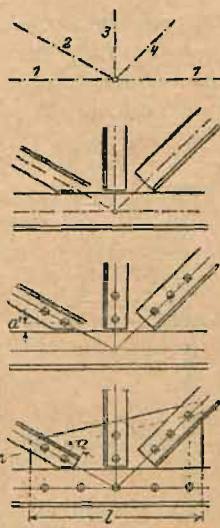


Fig. 52—55.

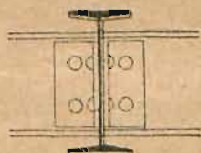


Fig. 58.

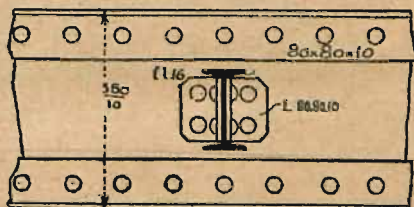


Fig. 59.

Potrzebną ilość nitów we wszystkich tych wypadkach wyznacza się z wzorów 1—4.

Połączenie dźwigarów pod kątem ukośnym wykonuje się wedle jednego ze sposobów, podanych na fig. 67—69.