

ewentualnego zginania. Osiąga się to przez stosowanie przegubów cylindrycznych lub kulistych.

W miejscach załamania się łańcuchów kotwicznych w murach powinny być poduszki, by łańcuch cisnął na poduszkę i ta na ciosy muru (fig. 294 c). By zmniejszyć wymiary poduszek, można zakończyć łańcuchy kotwiczne kilku odnogami. Od jednego przechodzić od dwóch do czterech. Może to ułatwić przeniesienie ciśnienia na mur.

V. Przekroje prętów.

Przy nadawaniu przekrojów prętom należy mieć na uwadze następujące zasady: pręty powinny być naogół o przekrojach sztywnych, prętów gibkich z blach płaskich obecnie się nie stosuje. Przekroje powinny być proste i dostępne do nitowania, dawać możność dogodnej stopniowej zmiany przekroju w miarę zmiany sił w przecie, oraz łatwego przymocowania jednego pręta do drugiego. Winno się unikać przekrojów z wąskimi głębokimi szparami, niedogodnymi do malowania. W prętach ściskanych promień bezwładności winien być możliwie duży i jednakowy w różnych kierunkach, wysmukłość pręta ściskanego nie powinna przekraczać 150. Najmniejszy wymiar przekroju pręta nie powinien być mniejszy, niż $\frac{1}{50}$ i w ostateczności $\frac{1}{80}$ jego długości. Pręty zatem długie z niewielkimi siłami mają zwykle nadmiar przekroju. Wymaganie pewnego minimalnego wymiaru przekroju w zależności od długości pręta dyktuje się koniecznością osiągnięcia pewnej sztywności i unikania silnych drgań prętów w mostach. Używanie zbyt szerokich prętów w płaszczyźnie dźwigarów jest niewskazane ze względu na powstające duże dodatkowe naprężenia wskutek sztywności węzłów. Wysokość pasów h w zależności od długości a przedziałów można

przyjmować od $h = \frac{1}{10} a$ do $\frac{1}{15} a$, zaś szerokość prętów kraty (w płaszczyźnie dźwigara) od $\frac{1}{15}$ do $\frac{1}{25}$ ich długości. Przekroje prętów kraty dźwigarów powinny być tak zestawiane, aby oś obojętna pręta leżała na osi teoretycznej pręta, na osi siły, i aby środek ciężkości nitów, którymi pręt przynitowuje się do pasa, również leżał możliwie na osi teoretycznej pręta. Pręty o przekroju symetrycznym względem osi, prostopadłej do płaszczyzny dźwigara i leżącej w płaszczyźnie dźwigara, zadość czynią wyżej wymienionym warunkom.

Przy obliczeniu naprężeń pole przekroju prętów należy brać netto, tj. po odciągnięciu z przekroju otworów na nity, przytem należy każdy element danego przekroju przyjmować z największym osłabieniem, chociażby te osłabienia znajdowały się nie w jednym przekroju, a w różnych, lecz oddalonych jeden od drugiego nie więcej, niż na skok nita (fig. 295 a, b, c, d). Przy obliczaniu momentów statycznych dla określenia położenia środków ciężkości, również momentów bezwładności dla określenia wysmukłości pręta i współczynników na wyboczenie prętów ściskanych, przyjmuje się przekroje brutto, tj. bez odciągania dziur na nity.

Pasy. Przekroje pasów stosuje się obecnie: a) jednościankowe — teowe T, b) dwuściankowe — skrzynkowe Π , Π , c) w kształcie litery H lub rurowe

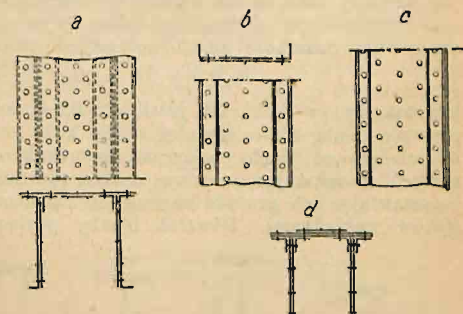


Fig. 295 a, b, c, d.

otwarte z dołu i góry $\square \square$, i wreszcie d) wielościankowe $\square | \square$; ostatnie w mostach wielkich rozpiętości.

Najczęściej stosowane są przekroje pasów teowe i skrzynkowe. Pierwsze stosują do rozpiętości 60 m, przy większej rozpiętości stosują skrzynkowe, które można również stosować i do mniejszych rozpiętości od 25 m. Pierwsze są więcej zwarte, nie wymagają dodatkowej kraty do usztywnienia, gdyż są jednogaleziowe i podlegają jednakowemu nagrzewaniu od działania słońca, zato są mniej sztywne względem osi pionowej i pozwalają na stosowanie kraty niezbyt sztywnej w kierunku prostopadłym do płaszczyzny dźwigara. Przekroje skrzynkowe są sztywniejsze, dają możliwość stosowania kraty odpowiednio sztywnej tak w płaszczyźnie dźwigara, jak i prostopadłej do tej płaszczyzny, wymagają przepon usztywniających, oraz kraty do połączenia blach pionowych, co podnosi nieco współczynnik ustrojowy konstrukcji. Pod działaniem słońca blachy pionowe mogą się niejednokrotnie

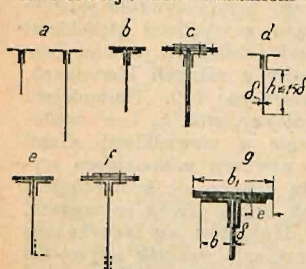


Fig. 296 a, b, c, d, e, f, g.

rozszerzać, co powoduje dodatkowe naprężenie; zewnętrzna powierzchnia ich, przypadająca na jednostkę przekroju, jest większa, niż w przekrojach teowych. Jednak możliwość stosowania sztywniejszych przekrojów prętów kraty i łatwiejszy i lepszy sposób połączenia prętów kraty z pasami jest przyczyną, że naogół przekroje skrzynkowe są częściej używane, niż przekroje teowe. Najmniejszy przekrój teowy, pokazany na fig. 296 a, składa się z blachy pionowej i kątowników. Kątowniki stosuje się od $80 \times 80 \times 9$, lepiej od $90 \times 90 \times 9$ wzwyż, a blachy pionowe od 9 mm grubości i więcej, wysokość blachy pionowej od $3b + (5-10)$ mm, gdzie b szerokość boku kątownika, do 600 mm. Zwiększenie przekroju można uskutecznić zapomocą blach poziomych i dodatkowych pionowych (fig. 296 b, c). W pasie ściskającym wolna wysokość blachy pionowej poza kątownikami nie powinna przekraczać 15 δ , jeżeli δ jest grubością blachy (fig. 296 d); w każdym razie lepiej usztywniać je kątownikami (fig. 296 e, f), które można włączyć do obliczenia momentów bezwładności, lecz nie do przekroju użytecznego pasa, gdyż zwykle koło węzłów trzeba je przerywać. Szerokość blach poziomych powinna się równać (fig. 296 g):

$$b_1 \geq \delta + 2b + \min(25-30) \text{ mm},$$

lecz tak, by $e < 3,5d$, lub jeżeli $e > 3,5d$, to $e_1 \geq 65$ mm, by można było postawić szereg nitów średnicy d (fig. 297 a). Blachy pionowe powinny być nie cieńsze od blach poziomych, kątowniki zaś nie cieńsze od blach pionowych. Zwiększając przekroje, można również zwiększać boki kątowników, pozostawiając ich grubość ze względu na dogodność sztukowania i krycia styków nakładkami. Również blachy poziome można stosować o różnej



Fig. 297 a. Fig. 297 b.

Fig. 298.

Fig. 299.

Fig. 300.

szerokości, lecz o jednakowej grubości (fig. 296 c, 296 f). Dodatkowe blachy pionowe (fig. 297 b) należy stosować o takiej grubości, jak kątowniki pasowe ze względu na dogodność połączeń z pasami poprzecznie i wiatrownic. Szerokość tych blach lepiej brać od 5 do 10 mm mniejszą, niż wolna wysokość h_1 blachy pionowej (fig. 297). Dodając kątowniki zewnętrzne od dołu do blach poziomych, zwiększamy moment bezwładności względem osi

pionowej, co ma znaczenie w pasach ściskanych (fig. 298). Pod te kątowniki należy dawać podkładki (fig. 299), które w węzłach przechodzą w blachy fasonowe do połączenia z pasami żeńników podłużnych (fig. 300), o ile żeńniki te winny mieć miejsce. Podkładki te można wliczać do użytecznego przekroju pasa, gdyż zawsze jest możliwość przekrycia ich styku z blachami węzłowymi.

Przekroje dwusciankowe pasów rozciąganych pokazane są na fig. 301, zaś pasów ściskanych na fig. 302. Kątowniki stosuje się od $90 \times 90 \times 9$



Fig. 301.

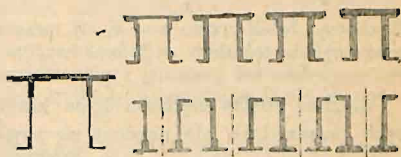


Fig. 302.

wzwyż do największych w zależności od rozpiętości, a zatem od siły panującej w pasach; grubość kątowników nie mniejsza od grubości blach pionowych. Grubość kątowników na długości pasa zwykle się nie zmienia ze względu na dogodność stykowania, szerokość boków może się zwiększać. Nie wykluczona jest i zmiana grubości, lecz wtedy conajmniej około 3 mm, by tej grubości podkładkami wyrównać grubość boków kątowników na styku do przekrycia nakładką. Blachy pionowe grubości od 9 mm i więcej do 15–19 mm. Wysokość blach od 300–900 mm i więcej przy dużych

rozpiętościach. Wysokość h można przyjąć według Schapera $h = \left[L - \frac{L^2}{400} \right] \text{ cm}$, jeżeli L jest rozpiętością w metrach. Odległość b pomiędzy blachami pionowymi nie mniej, niż 200 mm, choć lepiej 250 mm, ze względu na dogodność nitowania i do 800 mm, lub według Schapera:

a) dla małych i średnich rozpiętości $b = (h - 0,1 L) \text{ cm}$,

b) dla dużych rozpiętości $b = (h - 0,2 L) \text{ cm}$ (h w cm, L w metrach).

Ilość blach pionowych w zależności od siły w pasie może dochodzić do 4–5 w każdej ścianie i zależy od ogólnej grubości nitowania. Ogólna grubość nie powinna przekraczać $4,5 d$, a lepiej $4 d$, gdzie d średnica nita. Blachy poziome używa się takiej szerokości, by pokrywały kątowniki pasów i się nieco zwieszały. Przeto $b_2 = b + 2 b_1 + 2 \delta + (25-30) \text{ mm}$; inne warunki przestrzega się te same, co w przekrojach jednościankowych.

Gdyby blachy poziome wypadały zbyt szerokie, można je dawać z dwóch, węższej i szerszej, składanych naprzemian (fig. 303).



Fig. 303.

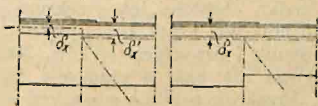


Fig. 304.

Ponieważ wzrastanie sił w pasach powstaje wskutek składowych rzutu prętów kraty na pasy, przeto należy większość przekroju pasów zebrać w blachach pionowych i kątownikach pasowych, nie zaś w blachach poziomych, by tym sposobem blachy pionowe nie otrzymywały zbyt znacznych dodatkowych naprężeń w pobliżu węzłów. Blachy dodatkowe pionowe i poziome między kątownikami lepiej dawać o tej samej

grubości, co grubość kątowników, gdyż to ułatwia połączenie poprzecznie i rozpórek z pasami. Kątowniki, usztywniające blachy pionowe, można włączać do przekroju, jeżeli takowe się nie przerywają w węzłach, lub jeżeli choć przerwane są, lecz zamienione przez inne elementy; kątowniki te powinny być włączane do momentu bezwładności. Stosunek wysokości blach h do

ich rozstawu powinien być taki, by wysmukłość pręta pasa $\frac{a}{r}$ w płaszczyznach pionowej i $\frac{a_1}{r_1}$ w płaszczyźnie osi pasów była mniej więcej jednakową. Jeżeli przeto $a = a_1$, tj. przedział dźwigara w jego płaszczyźnie i płaszczyźnie tężników są jednakowe, to momenty bezwładności przekroju pasa względem osi poziomej i pionowej winny być możliwie równe.

Odległość środka ciężkości δ_x od krawędzi kątowników (fig. 304), w różnych przedziałach nie powinna się zbytnio różnić, szczególnie w pasach prostych; różnica $\delta'_x - \delta_x$ tutaj nie powinna przekraczać 3% wysokości blachy pionowej. W pasach załamanych różnica ta może być i większa, gdyż tutaj zawsze jest możliwość odpowiednio osie obojętne przekrojów pasów, schodzących się w węzle, skierować do węzła. Przy różnicy w odległości środków ciężkości od kątowników w pasach prostych najlepiej brać średnią odległość i takową przyjąć za oś pasa prostego.

Pas dolny poziomy powinien mieć specjalne otwory do stoku wody lub też pas ten może mieć na całej swej długości szparę o szerokości 40 i więcej *mm*. W węzłach jednak obie gałęzie pasa powinny być dobrze ze sobą połączone blachami poziomymi.

Do pasów skrzynkowych należą pasy o przekrojach według fig. 305 *a*. Oś obojętna w tych przekrojach leży koło środka wysokości. Przekroje te są zakryte, lecz niezbyt dogodnie do połączeń z prętami kraty, wymagają znacznie większych blach węzłowych, niż przekroje uprzednie.

Przekroje w kształcie litery H (fig. 305 *b, c*), stosowane są obecnie rzadziej niż przekroje skrzynkowe do pasów górnych, gdyż, mając tą zaletę, że położenie środka ciężkości ich przekroju się nie zmienia, sprawiają pewne trudności do połączeń kraty, belek poprzecznych, wnitowywanych między pasami, wiatrownic i przekrycia styków. Nadają się do pasów środkowych i są więcej sztywne niż pasy o przekroju rurowym otwartym z dołu i z góry (fig. 305 *d*). Przekroje ostatnie mogą być wytworzone z dwóch korytek; wzmocnienie przekroju można wykonać donitowaniem blach pionowych do ściunki korytka (fig. 305 *c*). Co się tyczy wzmocnienia boków korytek zapomocą płaskowników, to takowe mogłoby mieć miejsce tylko przy bokach o szerokości conajmniej 120 *mm*, gdyż to jest najmniejsza szerokość, na której można postawić dwa szeregi nitów w szachownicy. Blach, wziętych na jeden szereg nitów, nie należy stosować w konstrukcjach mostowych.

Przekroje wielościankowe stosują się tylko w mostach bardzo dużych rozpiętości, gdy przekroje przekraczają kilka tysięcy *cm*²: most w Queensboro

— 7224 cm^2 , w Quebec — 5038 cm^2 , most przez Mississippi w St. Louis — 4300 cm^2 . W moście Fortskim pasy są o przekroju rurowym okrągłym o średnicy 3 m.

Wszystkie przekroje dwu- i wielościenne wymagają usztywnienia, wykonanego pod postacią przepon, szczególnie jeżeli należą do prętów ściskanych, by przekroje prostokątne się nie zniekształciły na inne. Przepony takie w prętach ściskanych dają się w każdym węźle obowiązkowo i co 2,5—3 m, w prętach rozciąganych w każdym węźle, zaś między węzłami, jeżeli odległość od węzła do węzła przekracza 5—6 m. Przepony stawia się albo prostopadłe do osi pasa (fig. 306), albo też prostopadłe do blach pionowych i pochylone do osi (fig. 307), w celu uniknięcia osłabienia blach pionowych dodatkowymi nitami dla przepon.



Fig. 306.



Fig. 307.

Pręty kraty dźwigarów. Przekroje prętów kraty zależą od przekroju pasów. Przy pasach jednościankowych przekroje mogą być według fig. 308 a, b, c, d, e. Przekrój 308 d nadaje się dobrze do prętów rozciąganych, zadość czyni warunkom zbiegu osi obojętnej i środka ciężkości nitów z osią pręta. Z powodu małego momentu bezwładności względem osi x_0 słabo się nadaje do prętów ściskanych. Przekrój krzyżowy (fig. 308 f) dobrze się nadaje do prętów ściskanych, jako najsztywniejszy z przekrojów, złożonych z dwóch kątowników, oś obojętna i oś nitów leżą na osi prętów; do prętów rozciąganych mniej zdalny, gdyż do połączenia kątowników wymaga więcej materiału. Przekrój teowy (fig. 308 g) zajmuje ostatnie miejsce

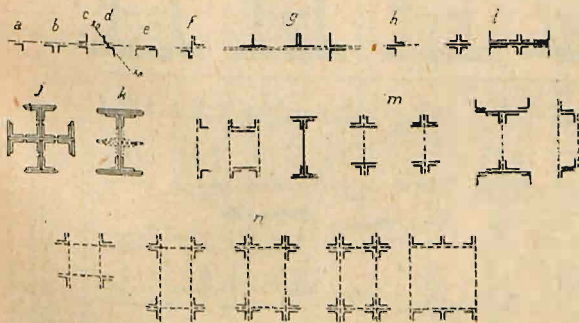


Fig. 308.



Fig. 309.

jako pręt rozciągany, z powodu, że oś nitów nie leży ani na osi obojętnej, ani na osi pręta. Do prętów ściskanych stosowany ze względu na dość duży moment bezwładności. Jako zwiększenie przekroju można do przekroju krzyżowego dodać blachę (fig. 308 h lub fig. 308 i), jednak przynitowanie blach do pasów w ostatnim wypadku jest dość trudne i może być dokonane przez zwiększenie liczby nitów w kątownikach. Przekrój według fig. 308 j może być stosowany, gdy chodzi o sztywność w kierunku prostopadłym do płaszczyzny dźwigara, np. w mostach otwartych, by utrzymać pas górny, w jego płaszczyźnie. Wtedy można stosować i przekrój dwuteowy wzmocony (fig. 308 k).

Przy pasach dwuściankowych przekroje krzyżulców i słupków mogą być według fig. 308 m i fig. 308 n. W przekrojach złożonych z kątowników, które mogą być przynitowane do pasów tylko jednym bokiem, należy stosować kątowniki nierównoboczne, przytem bok szerszy winien być równoległy do

padłej do płaszczyzny dźwigara. Ten moment powinien być większy, gdzie teoretyczna długość wybaczalna jest większa; przeważnie długość ta jest większa w kierunku poprzecznym mostu.

Grubość blach należy brać taką samą, jak blach pionowych pasów, jeżeli stosuje się przynitowywanie kraty zapomocą wstawek fasonowych. Jeżeli stosuje się nakładki fasonowe, to grubość powinna być taka jak nakładki, które zwykle są grubości kątowników pasowych. Jeżeli blachę przynitowuje

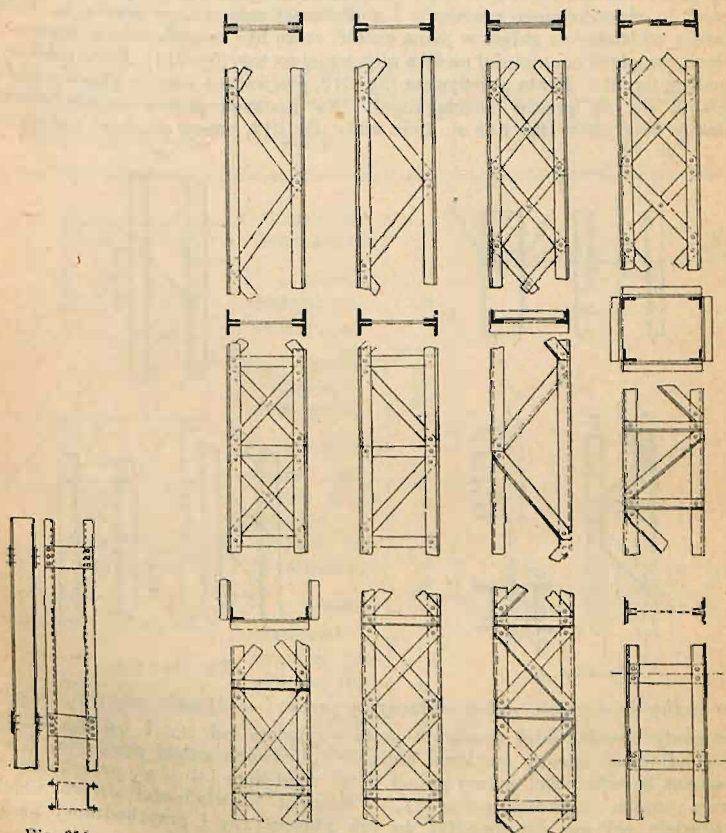


Fig. 311.

Fig. 312.

się przez proste nałożenie na drugą blachę (w nakładkę), wtedy grubość może być dowolna, byleby tylko można ją było przynitować odpowiednią ilością nitów (nie więcej niż cztery lub pięć nitów w jednym szeregu w kierunku działania siły).

By przekrój prostokątny pręta zachował swój kształt, należy co pewną odległość dawać przepony: w prętach ściskanych mniej więcej co 3 m, w prętach zaś rozciąganych nieco rzadziej. Grubość blachy dla przepon od 7 mm wzwyż w zależności od przekroju. W mostach o niezbyt dużych rozpiętościach do 100—120 m można stosować grubość 8—9 mm. Na fig. 310 pokazany jest schemat dźwigara o rozpiętości 158,4 m i przekroje prętów.

Krata prętów. Ponieważ przekroje kraty składają się z oddzielnych gałęzi, przeto gałęzie te muszą być odpowiednio połączone, by tworzyły jedną całość. Szczególniej krata taka ma znaczenie dla prętów ściskanych. Musi być ona takich wymiarów, aby pręt taki mógł pracować jako pręt jednolity, by można było przyjmować moment bezwładności całego przekroju względem jego osi symetrii, a nie oddzielnych części. Wolna długość oddzielnej gałęzi winna być taka, by stosunek tej długości do najmniejszego jej promienia bezwładności był większy, niż stosunek całej wybaczalnej długości do odpowiedniego promienia bezwładności całkowitego przekroju. Połączenie oddzielnych gałęzi w jedną całość może być uskutecznione zapomocą blach, wziętych conajmniej na dwa nity, lepiej na trzy (fig. 311). Krata może być według fig. 312. Krata pojedyncza (fig. 312, pierwszych ośm) z płaskowników stosuje się do prętów rozciąganych. Na końcach prętów należy dawać blachy na 6 nitów (fig. 313 a). Inne kraty (fig. 312, cztery ostatnie) nadają się

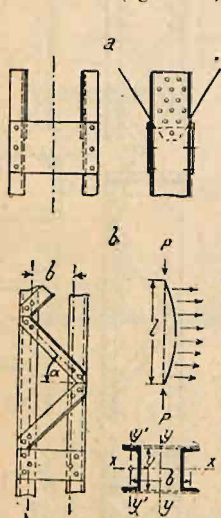


Fig. 313 a, b.

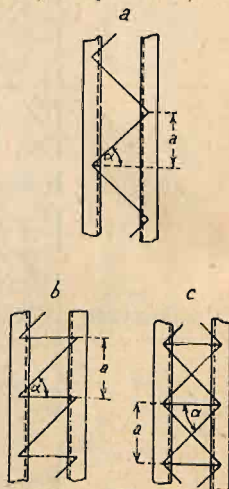


Fig. 314 a, b, c.

do prętów ściskanych. Jeżeli oznaczymy przez: l — długość pręta, I_x i I_y — momenty bezwładności przekroju pręta względem osi xx i yy (fig. 313 b), b — odległość między środkami ciężkości obydwóch gałęzi przekroju, I_1 — moment bezwładności jednej gałęzi pręta względem osi $y'y'$, przechodzącej przez środek ciężkości gałęzi, I_2 — moment bezwładności dwóch blach względem osi yy , prostopadłej do ich płaszczyzny i przechodzącej przez środek ciężkości $I_2 = 2 \frac{\delta c^3}{12}$, δ — grubość blachy, c — szerokość wzdłuż pręta, przez α — kąty pochylenia krzyżuleców kraty, jak to pokazane na fig. 314 a, b, c, przez F — przekrój kraty, to mamy dla połączeń blachami wzory (według Timoszenki):

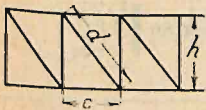
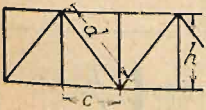
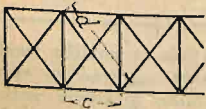
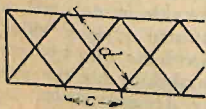
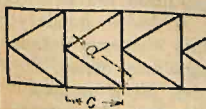
$$\lambda = -\frac{I_1}{I_2} b + \sqrt{\left(\frac{I_1}{I_2} b\right)^2 + 2,44 l^2 \frac{I_1}{I_y} \left(\frac{I_y}{I_x} - 1\right)} \quad \text{powinno być } I_y > I_x,$$

$$F = \frac{1 + 2 \cos^3 \alpha I_y \pi^2}{2 \sin \alpha \cos \alpha l^2 \left(\frac{I_y}{I_x} - 1\right)} \quad \dots \dots \dots \text{ dla kraty fig. 175 } I_y > I_x,$$

$$F' = \frac{1 + 2 \cos^3 \alpha}{4 \sin \alpha \cos^2 \alpha} \cdot \frac{I_y \pi^2}{l^2 \left(\frac{I_y}{I_x} - 1 \right)} \dots \dots \dots \text{ dla kraty fig. 176 } I_y > I_x,$$

$$F' = \frac{1}{2 \sin \alpha \cos^2 \alpha} \cdot \frac{I_y \pi^2}{l^2 \left(\frac{I_y}{I_x} - 1 \right)} \dots \dots \dots \text{ dla kraty fig. 177 } I_y > I_x.$$

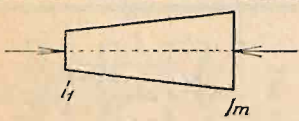
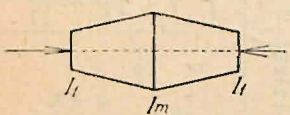
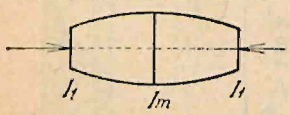
Tablica 8.

Rodzaj kraty w przecie	Znakowanie		Sila wyboczeniowa $P_{\omega} = [F_1 + F_2] \cdot k_{\omega}$
	l - długość wyboczeniowa. F_1 - przekrój mniejszego pasa pręta.	$\left(\frac{i_y}{l} \right)^2 = 2122 \left(\frac{i_y}{l} \right)^2$ $\frac{\gamma \cdot l}{i_y} = 0,01483$ $\frac{\gamma \cdot l}{i_y} = 3,387$	$\gamma = \sqrt{1 + k_{\omega}^0 \frac{F_1 + F_2}{E \cdot c \cdot h^2} \left[\frac{d^3}{F_d} + \frac{h^3}{F_v} \right]}$
	F_2 - przekrój większego pasa pręta. F_d - przekrój kraty (przy kracie dwusiecznej: przekrój kraty obu ścian).		
	F_v - przekrój słupków w kratkach prostokątnych.		$\gamma = \sqrt{1 + k_{\omega}^0 \frac{F_1 + F_2}{E \cdot c \cdot h^2} \cdot \frac{d^3}{F_d}}$
	i_y - promień bezwładności względem osi prostopadłej do płaszczyzny kraty.		
	k_{ω}^0 - naprężenie wyboczeniowe według wzoru Eulera - Tetmajera przy wyszukłości pręta. l/i_y w t/cm^2 .		$\gamma = \sqrt{1 + 2 k_{\omega}^0 \frac{F_1 + F_2}{\omega E \cdot c \cdot h^2} \cdot \frac{d^3}{F_d}}$

Ponieważ pręt kraty może być rozciągany i ściskany, przeto powinno się przekrój otrzymany zwiększyć ze względu na możliwość wyboczenia. Zatem przyjęty przekrój F_1 winien być $\geq \frac{F}{\varphi}$, jeżeli φ jest współczynnikiem wyboczeniowym.

Pręty kratowe ściskane można obliczać według wzorów Bleicha (tablica 8, str. 915).

Dla prętów o przekroju zmiennym można przy obliczeniu tych prętów na ściskanie korzystać ze wzorów Bleicha. Obliczeniowy moment bezwładności $I_0 = \mu I_m$. Współczynnik μ i moment bezwładności I_m w przekrojach pręta są widoczne z tabeli:

Kształt pręta	$I_0 = \mu I_m$
	$= 0,20 + 0,80 \sqrt[3]{\left(\frac{I_1}{I_m}\right)^2}$
	$= 0,34 + 0,66 \sqrt{\frac{I_1}{I_m}}$
	$= 0,61 + 0,39 \sqrt{\frac{I_1}{I_m}}$

Styki pasów. Styki elementów pasa daje się zwykle w pobliżu węzła i grupuje tak, by można było oddzielne części pasa nitować w warsztatach, na miejsce budowy mostu dostarczać w stanie możliwie znitowanym, na miejscu dokonywać jak najmniej nitowania. To daje pewną ekonomję, gdyż nitowanie w warsztatach kosztuje zwykle mniej, niż na miejscu robót i przyspiesza budowę. Zresztą grupowanie styków zależy również i od sposobu zestawienia mostu. Jeżeli zestawienie ma być wykonane na zwykłych rusztowaniach, wtedy położenie styków nie ma znaczenia. Przy montowaniu jednak bez rusztowań, gdy dźwigar zwisa jak



Fig. 315.

wspornik, odpowiednie rozłożenie styków elementów prętów ma duże znaczenie. W tym wypadku styki winny być grupowane tak, by najłatwiej można było jedną część dołączać do drugiej, by elementy danego pręta nie tworzyły szczelin głębokich, w które musiałyby wchodzić odpowiednie elementy dołączonego pręta, gdyż zasuwanie jest zwykle trudne i wymaga dużo czasu. Styki blach pionowych przeważnie są około węzła, szczególnie, jeżeli połączenie kraty dźwigara z pasami wykonywa się zapomocą fasonowych wstawek. Styki tych blach kryjemy zwykle dwiema nakładkami. Jeżeli przytem ścianka pionowa składa się z kilku blach, styk robi się stopniowy (fig. 315). Kątowniki pasowe mają styki albo wszystkie w jednym przekroju, albo lepiej

w różnych, tj. kątowniki wewnętrzne w jednym, zewnętrzne w drugim przekroju. Odległość między stykami winna wynosić pół długości nakładki lub więcej. Również odległość między stykami blach pionowych i kątowników przyjmuje się równą co najmniej połowie długości nakładki.

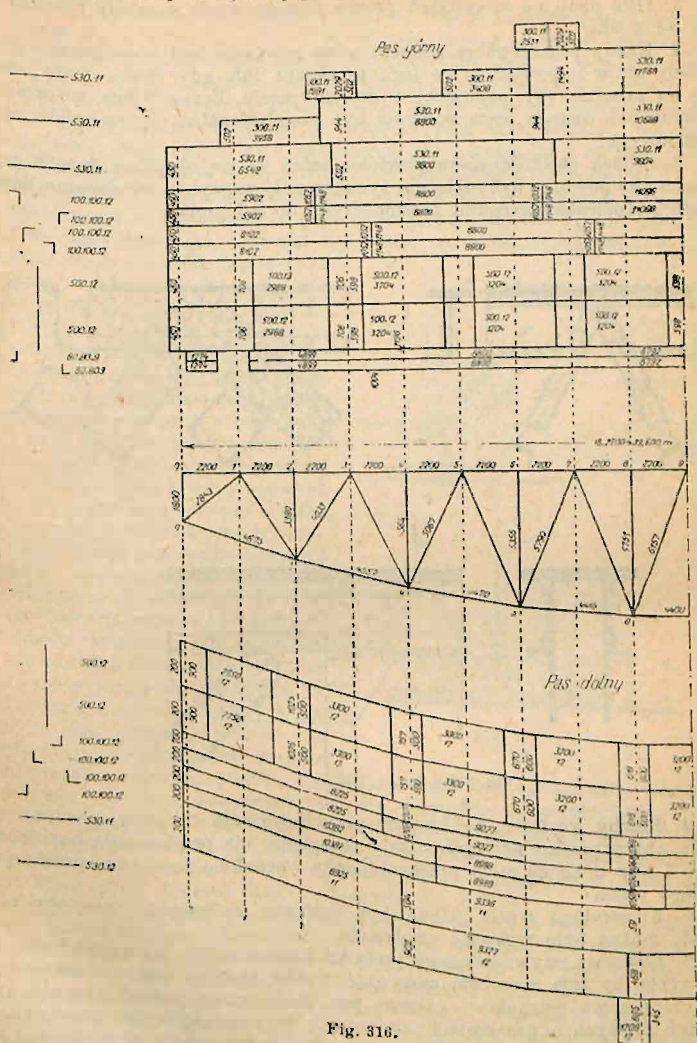


Fig. 316.

Blachy poziome mają styki stopniowe i zwykle kryje się je jedną nakładką zewnętrzną. Styki tych blach mogą nie być uzależnione od styków blach pionowych i kątowników pasów, choć dąży się do tego, by dwa bezpośrednio przylegające do siebie elementy nie miały styku w jednym przekroju. Na wykresie materiału pasów (fig. 316) widać, jak są rozłożone styki różnych elementów.

VI. Projektowanie węzłów.

Przy prawidłowym projektowaniu węzłów należy kierować się następującymi zasadami:

1. Ośie obojętne wszystkich prętów danego węzła powinny przecinać się na osi węzła.
2. Każdy poszczególny element pręta powinien być przynitowany swoją ilością nitów odpowiednio do jego przekroju, lub, gdy liczba nitów stawia się na zasadzie siły panującej w danym przecie, liczba nitów w częściach składowych danego pręta powinna być proporcjonalna do przekrojów części składowych.
3. Środek ciężkości nitów powinien leżeć na osi obojętnej danego pręta, przeto nity powinny być rozłożone symetrycznie względem osi obojętnej danego pręta i możliwie szeregami prostopadłymi do osi pręta.

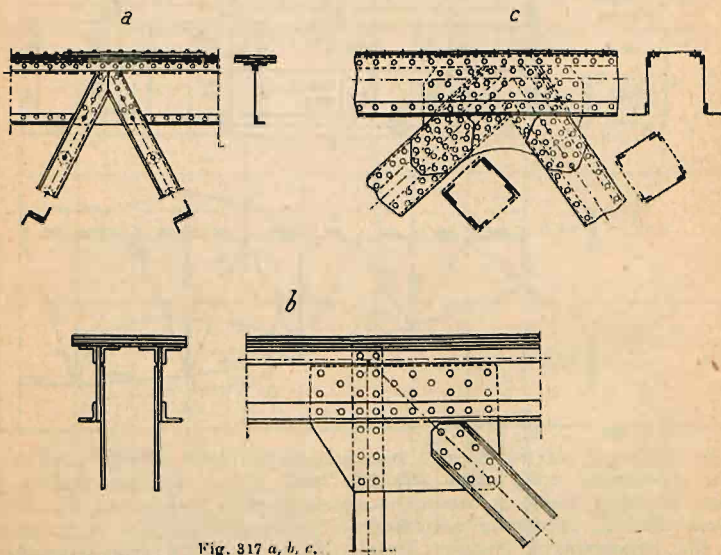


Fig. 317 a, b, c.

4. Blachy węzłowe, do których przynitowuje się pręty, powinny być takie, aby w przekrojach tych blach naprężenie nie przekraczało dopuszczalnego i aby w końcu pręta przekrój blachy równał się co najmniej przekrojowi danego pręta.

5. Konstrukcja węzła winna być dostępna ze wszystkich stron, aby nitowanie można było wykonać swobodnie.

6. Elementy sztywne danego pręta ściskanego należy jak najdalej ciągnąć do węzła, by tym sposobem usztywnić blachy pionowe pasów i sam węzeł.

Pierwszemu warunkowi czasem jest dość trudno zadość uczynić przy pasach prostych o przekrojach zmiennych w poszczególnych przedziałach, co najczęściej ma miejsce. W tym wypadku dążyć należy, aby odległość pomiędzy środkami ciężkości pasów dwóch sąsiednich przedziałów była jak najmniejsza i nie przekraczała np. 3% wysokości blachy pionowej pasa. Za oś pasa prostego przyjmuje się zwykle średnią arytmetyczną odległości środków ciężkości przekrojów pasa od krawędzi katowej kątowników pasowych. W pasach łamanych różnica między odległościami środków ciężkości od krawędzi kątowników nie ma wielkiego znaczenia, choć i tutaj należy unikać zbyt

różnic. W pasach łamanych osie obojętne tych pasów kieruje się wzdłuż osi pretów.

Przymocowanie pretów kraty do pasów może być wykonane w następujący sposób:

1. Pretы kraty nakłada się bezpośrednio na blachy pionowe pasów i przynitowuje się do blach (fig. 317 a). Sposób ten jednak stosować można stosunkowo rzadko i tylko wtedy, gdy do przynitowania preta do pasa potrzeba niewielu nitów i gdy wysokość blachy pionowej jest stosunkowo duża.

2. Pretы kraty dźwigara przynitowuje się do pasa za pośrednictwem nakładek kształtowych. Nakładki te mają zwykle taką grubość, jak kątowniki pasów. Pretы kraty albo nakładamy na te nakładki i do nich bezpośrednio nitujemy nitami jednociętymi, o ile liczba nitów niezbędna do przynitowania preta daje się rozmieścić, licząc cztery nity w szeregu w kierunku siły działającej i w ostateczności pięć pracujących (fig. 317 b), lub też elementy sztywne, kątowniki, ceowniki nakładamy na nakładki, zaś blachy dajemy w dotyk do nakładek fasonowych i łączymy z takowymi zapomocą nakładek (fig. 317 c). W ostatnim wypadku blachy kraty winny mieć grubość nakładek fasonowych, zatem grubość kątowników pasowych. Połączenie kraty dźwigarów z pasami zapomocą nakładek fasonowych stosuje się zwykle przy pasach prostych i niewielkich przedziałach dźwigarów i przy stałej lub rzadkiej zmienności wysokości blach pionowych pasów. Przy pasach o krzywej ciągłej, a nie łamanej, i również przy niewielkich przedziałach stosowanie połączeń zapomocą fasonowych nakładek jest racjonalniejsze, niż zapomocą tak zwanych fasonowych wstawek. Blachy pionowe pasów otrzymuje się mniej pocięte na kawałki. Stosowanie nakładek fasonowych wymaga odpowiedniego ich przynitowania do blach pionowych pasów, o ile nity, które przynitowane są poza obrębem blach pionowych pasów. Nakładka winna być dostatecznie mocno przynitowana do blach pionowych, by nie nastąpiło jej przesunięcie pod działaniem wypadkowej siły pretów kraty. Praktycznie można przyjąć, że liczba nitów, przytwierdzająca nakładkę do blach pionowych pasa poza pretami kraty, powinna być co najmniej równa ilości nitów, rozłożonych w nakładce i przecie kraty poza obrębem blachy pionowej (fig. 318 a).

3. Pretы kraty dźwigarów przytwierdzamy do fasonowych wstawek pasów. Wstawki te leżą w płaszczyźnie blach pionowych, zamieniając takowe w węzły. Blachy pionowe, nie dochodząc do węzła, przerywa się i na ich miejsce daje fasonowe wstawki o kształcie i wymiarach takich, aby odpowiednio i racjonalnie przynitować pretы kraty dźwigara do pasa i następnie wstawki te łączy się z blachami pionowymi zapomocą nakładek, jak zwykle styki blach pionowych (fig. 318 c). Przynitowanie pretów kraty do blach węzłowych jest takie same, jak i do nakładek fasonowych, tj. albo nakłada się pret na blachę węzłową i przynitowuje się nitami jednociętymi (fig. 318 c), lub też blacha preta dochodzi w dotyk do blachy węzłowej i może być połączona nakładkami (fig. 318 b).

W zależności od przekroju preta kraty i ilości blach pionowych ilość wstawek fasonowych w danym węźle może być różna. Może być taka,

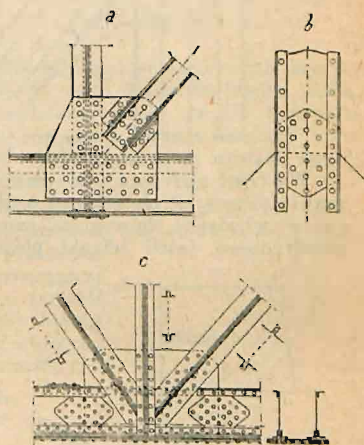


Fig. 318 a, b, c.

jaka jest ilość blach pionowych pasa, lub może być mniejsza lub nawet większa. W ostatnim wypadku oczywiście otrzymuje się już dodatkowe blachy węzłowe w postaci nakładek. W dźwigarach o pasach łamanych zwykle blachy pionowe pasa łamanego w węzłach zamienia się wstawkami fasonowymi, a to ze względu na dogodność konstrukcji. Elementy sztywne

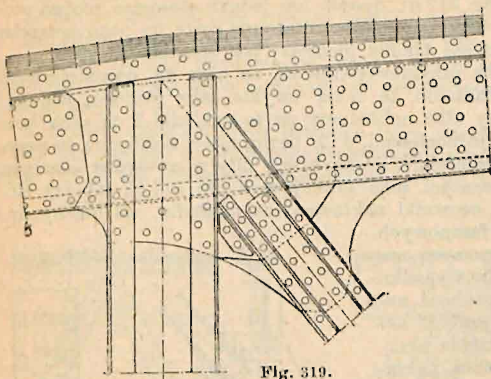


Fig. 319.

Węzły zbieżne na podporze. Ustrój węzłów tych właściwie prawie niczem się nie różni od węzłów pośrednich dźwigara. Blachy pionowe pasów, schodzące się w węzle, zamienia się zwykle wstawkami fasonowymi pojedynczymi, jeżeli ścianki pionowe składają się z blach pojedynczych

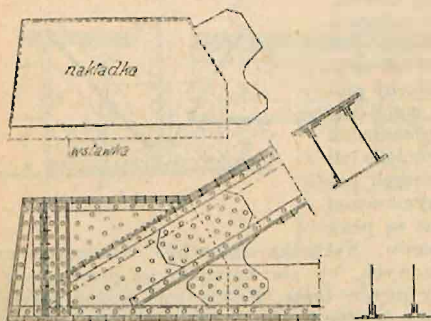


Fig. 320.

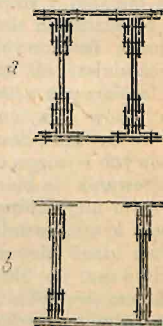


Fig. 321 a, b.

lub podwójniami, jeżeli ścianki są podwójne. Przy ściankach, składających się z większej ilości blach pionowych, odpowiednio mogłoby być i więcej wstawek fasonowych. Ponieważ węzeł ten jako podporowy powinien być szczególnie sztywny, przeto przy pojedynczych blachach pionowych oprócz wstawek fasonowych zwykle daje się jeszcze i nakładki fasonowe (fig. 320). Wysokość blach pionowych w węzle podporowym powinna być nie mniejsza od wysokości belki poprzecznej na podporze i równa około 0,02 rozpiętości dźwigara. Ilość blach pionowych zależy tutaj od siły poprzecznej na podporze, zatem od reakcji podpory. Naprężenie w blachach tych na ścinanie nie powinno przekraczać dopuszczalnego. Również naprężenie w nitach katownikowych pasów powinno zadość czynić warunkom wytrzymałości tych nitów na ścinanie i zgniatanie (por. str. 885) i dlatego też często tutaj należy zmniejszać skok nitów albo też stosować nity czterocięte (fig. 321 a, b). Oprócz sprawdzania ścianek

na ścinanie należy węzeł podporowy sprawdzać również i na zginanie w przekroju, gdzie wysokość blach pionowych tego węzła (fig. 320) równa się sumie wysokości blach pionowych pasów zbieżnych. Blachy poziome częściowo odginają się tutaj i nachodzą na dodatkowe kątowniki (fig. 320), częściowo zaś wycięte wchodzą w środek przekroju, tworząc silną przeponę,

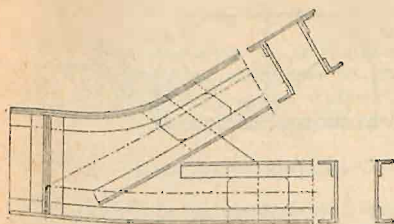


Fig. 322.

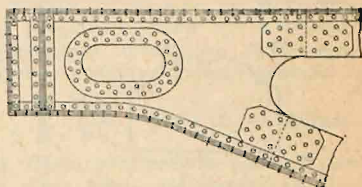


Fig. 323.

stępującą węzeł podporowy. Na osi belki poprzecznej zwykle też daje się przeponę pionową z wycięciem pośrodku, by mieć dostęp do środka węzła. Jeżeli pasy schodzą się pod kątem niewielkim, wtedy zwykle kątowniki pasa krzywego odginają się i przechodzą w poziome wraz z blachami, które do nich są przynitowane (fig. 322). Przy wydłużonych tych węzłach należy stosować okna dla możliwości nitowania, oraz malowania (fig. 323).

Węzły wewnętrzne (fig. 324—326) dźwigarów konstruuje się tak samo, jak węzły zewnętrzne. Przekroje krzyżujących się prętów daje się zwykle takie, że jeden pręt albo swobodnie przechodzi przez drugi (fig. 109), albo też element wewnętrzny jednego i element zewnętrzny drugiego (zwykle blacha) leżą w jednej płaszczyźnie i wtedy blachy te zamieniają się wstawkami fasonowymi, z którymi łączą się zapomocą nakładek. Również trzeba sto-

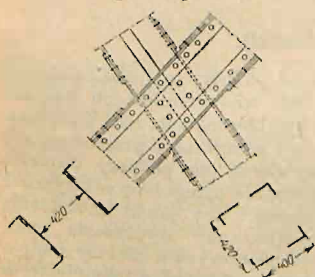


Fig. 324.

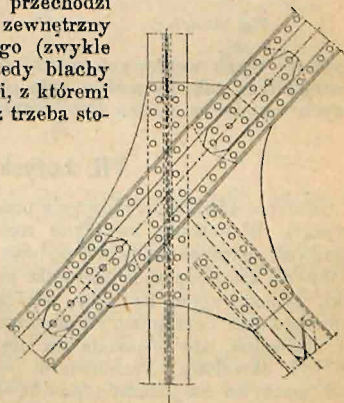


Fig. 325.

sować fasonowe wstawki i w tym wypadku, gdy pręt jeden może swobodnie przechodzić przez drugi, lecz szerokość pręta, do którego trzeba przymocować drugi pręt, jest niedostateczna (fig. 325).

Tak wstawki fasonowe jak i nakładki mogą mieć boki o liniach prostych (fig. 326 a), lub też o liniach prostych i krzywych (fig. 326 b i 326 c). Drugi kształt jest nieco trudniejszy w wykonaniu, lecz jest ładniejszy i przeto w mostach miejskich powinien być stosowany. Kształt blachom węzłowemu należy nadawać taki, aby w walcowniach mogły być wycinane nożycami, zatem kąty zewnętrzne α powinny być nieco większe od 180° (fig. 327 a). Kątów mniejszych od 180° , wklęsłych należy naogół unikać i dawać je wtedy, gdy to

