

czalnego naprężenia. Zatem jeżeli największe ciśnienie od dźwigara na podporę jest A , zaś dopuszczalne naprężenie na cios podporowy k_c , to płaszczyna poduszki $F = \frac{A}{k_c}$. Szerokość poduszki równa się szerokości pasa dolnego b

więcej 80—120 mm, tj. $b + [8 - 12] \text{ cm}$; stąd długość $l = \frac{F}{b + [8 - 12]} \text{ cm}$.

Łożyiska płaskie stosuje się do mostów małych do 5—6 m; dla tych rozpiętości dopuszczalne naprężenie na cios podporowy winno być niewielkie około 15—20 kg/cm², gdyż wpływ dynamiczny obciążenia ruchomego, szczególnie w mostach kolejowych jest bardzo znaczny. Grubość poduszki δ

(fig. 328 a) otrzymuje się z równania $\delta = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 A l}{b k_g}}$, gdzie k_g — dopuszczalne naprężenie na zginanie stali lanej. Górna powierzchnia poduszki, na której leży pas dźwigara, powinna mieć nieco ściętą płaszczyznę na dłu-

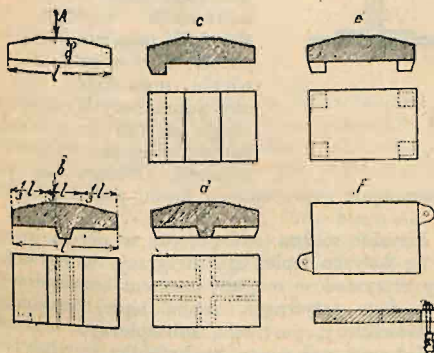


Fig. 328 a, b, c, d, e, f.

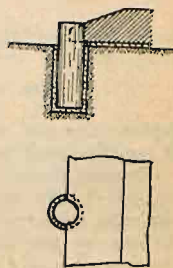


Fig. 329.

gości $\frac{1}{3}$ na kilka mm (fig. 328 b, c), by przy ugięciu się belki nacisk na poduszkę nie otrzymywał się na krawędź wewnętrzną.

Połączenie z ciosiem podporowym robi się zapomocą żeber u spodu poduszki o przekroju trapezowym i wysokości około 0,8 grubości poduszki (fig. 328 c, d, e) zapomocą trzpieni na rogach poduszki lub też zapomocą śrub wtopiowych w ciosach podporowych na głębokości około 10—12 średnie śrub, które albo przechodzą przez uszy poduszki (fig. 328 f), albo też przez dziury na krawędziach poduszki (fig. 329). Średnica śrub około 22—25 mm.

Łożyiska kładzie się na ciosy podporowe na warstwie zaprawy cementowej 1:1 grubości około 10—15 mm.

Poduszka nieruchoma łączy się z dźwigarem tak, by ten ostatni nie mógł się przesuwac wzdłuż poduszki, co może być wykonane albo według fig. 330 a, b zapomocą nitów z główkami w kształcie trzpieni, które wchodzą w odpowiednie dziury w poduszkach, albo według fig. 330 c, gdzie w wycięcia w blachach pasa dolnego wchodzi występy obrzeży łożyska lub przy zastosowaniu płyty górnej, co przy znacznych obciążeniach mostów kolejowych należy stosować według fig. 330 d. Ciśnienie łożyska przez pas dolny dźwigara przenosi się na środnik i kątowniki pasowe. Na końcach przeto dźwigarów środnik winien być dobrze przyheblowany i tworzyć jedną płaszczyznę z bokami poziomymi kątowników i, o ile pewien nieznaczny luz jest dopuszczalny i nawet pożądanym pomiędzy podporami, to bezpośrednio nad podporami nie powinien mieć miejsca, gdyż nity w kątownikach nad

łożyskami ścięłyby się lub wygięły (fig. 330 e). Ponieważ ciśnienie ostatecznie przenosi się przeważnie na środnik, przeto zaleca się dla lepszego rozłożenia ciśnienia na środnik nad poduszkami dawać płyty stalowe grubości 25—30 mm. Ustrój poduszki przesuwnej jest taki sam, jak poduszki stałej, tylko nie daje się połączenia poduszki z dźwigarem, lecz płyta górna jest z pod spodu zupełnie gładka

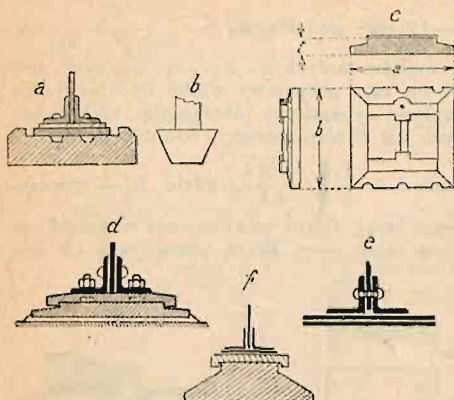


Fig. 330 a, b, c, d, e, f.

zbędne, aby nie nastąpiło przesunięcie poprzecznego mostu pod działaniem sił poprzecznych poziomych.

Zamiast dawać obrzeża w łożysku można dać obrzeża w płycie górnej (fig. 330 f). Ma to tę zaletę, że łożysko lepiej się utrzymuje w czystości, lecz zato musi być grubsze, by otrzymać wymagany moment bezwładności. Obrzeża w łożysku zwiększają jego sztywność, zatem lepiej rozkładają ciśnienie na ciosy podporowe. Mówiliśmy, że trzeba zabezpieczyć możliwość przesuwania się dźwigarów również w poprzek mostu. Stąd wynika, że właściwie w mostach o dwóch dźwigarach tylko jedna podpora powinna być stała,

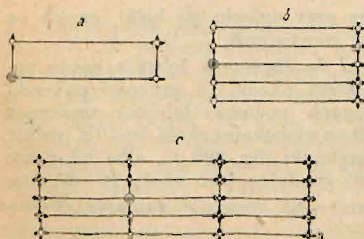


Fig. 331 a, b, c.

wych poduszki winny być według fig. 331 b i c, tj. jedna tylko z nich winna być stała nieruchoma, wszystkie inne zaś ruchome, przesuwne.

Poduszki styczne. W poduszkach płaskich ciśnienie może się oddawać nie osiowo, zatem ciśnienie na cios podporowy i od ciosu na mur może być nierównomierne. Ponieważ jednak winniśmy dążyć do równomiernego ciśnienia na cios podporowy, przeto należy stosować dla dźwigarów większych rozpiętości taki ustrój poduszek, by ciśnienie na nie od dźwigarów zawsze oddawało się osiowo, zatem musimy stosować poduszki, w których ciśnienie będzie się oddawać teoretycznie na jedną linię (fig. 332 a) lub jeden punkt (fig. 332 b), w zależności od powierzchni poduszki: przy cylindrycznej

stałej, tylko nie daje się połączenia poduszki z dźwigarem, lecz płyta górna jest z pod spodu zupełnie gładka połączona z dźwigarami nitami z główkami wtopionymi lub przy pełnych główkach w poduszce daje się półokrągłe rowki, w których główki swobodnie się mogą przesuwąć wzdłuż. Odległość między obrzeżami w poduszkach daje się o kilka milimetrów większą, niż szerokość pasa lub płyty pod pasem, a to w celu umożliwienia niewielkich przesunięć poprzecznych od zwiększenia się lub zmniejszenia szerokości mostu od zmiany ciepłoty. Obrzeża są nie-

zas trzy inne powinny być ruchome (fig. 331 a): podpora o (zaznaczona czarno) stała, reszta podpór przesuwne jak zaznaczono na figurze. W mostach o niewielkiej szerokości przesuwność poprzeczną osiąga się przez pewne zwiększenie odległości między obrzeżami, tak, że przesuw ma tu miejsce z tarciem posuwistym. W mostach szerokich stosuje się przesunięcie potoczyste, tj. na wałkach. Przy kilku dźwigarach na szerokości mostu i dźwigarach wieloprzesłowych

górnej powierzchni ciśnienie jest wzdłuż linii, przy kulistej ciśnienie teoretycznie jest ześrodkowane w jednym punkcie. W mostach do rozpiętości 20 m należy stosować poduszki styczne o powierzchni cylindrycznej, przytem poduszki ruchome z przesuwem potoczystym, tj. na wałkach.

Ponieważ oba łożyska tak nieruchome, jak i ruchome zwykle mają jednakową wysokość, przeto nieruchome ma dość znaczną wysokość i robi

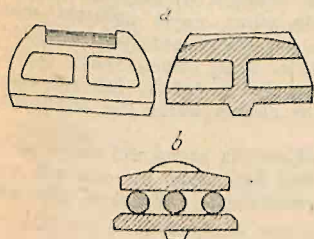


Fig. 332 a, b.

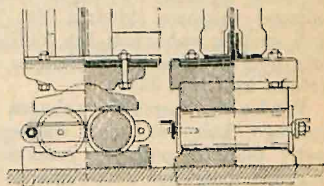


Fig. 333.

się niejednolite, lecz z pewnemi wydrążeniami (fig. 332 a). Górna płyta winna być dość gruba, by ciśnienie równomiernie rozkładała na pas dźwigara. Połączenie dźwigara z poduszką w celu unieruchomienia może być takie, jak w poduszkach płaskich.

Łożyisko ruchome (fig. 333) składa się z czterech części: płyty górnej czyli wahacza, przytwierdzonego do dźwigara, części środkowej — kadłuba, na której spoczywa płyta górna, wałków i płyty dolnej, która oddaje ciśnienie na cios podporowy od wałków. Płyta górna jest jak w poduszce nieruchomej. Kadłub ma górną powierzchnię cylindryczną, jak w poduszce nieruchomej; wysokość jego można znaleźć ze wzoru:

$$h = \sqrt{\frac{6 A \sum l_i}{n b k_y}},$$

gdzie A — ciśnienie na poduszkę, n — ilość wałków, b — szerokość poduszki, k_y — dopuszczalne naprężenie na zginanie, l_i — odległość od osi poduszki do wałka. Znak sumy wskazuje na wszystkie wałki położone z jednej strony osi poduszki. By zapobiec przesunięciom poprzecznym płyty górnej po kadłubie, dajemy na kadłubie obrzeża jak w poduszkach płaskich. Płyta dolna łączy się z ciosem podporowym, jak poduszka płaska, lub też przy dużych rozpiętościach całą płytę zapuszcza się na głębokość około 15—25 mm w cios podporowy i pośrodku

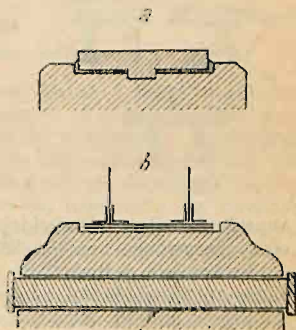


Fig. 334 a, b, c.

na dno daje się występ okrągły lub kwadratowy (fig. 334 a). Grubość płyty zależy od ciśnienia i od średnicy wałków. Jeżeli odległość od krawędzi do skrajnego wałka jest e , szerokość i długość płyty b i l , to grubość płyty można znaleźć ze wzoru:

$$\delta = \sqrt{\frac{3 A e^2}{l b k_g}} \quad \text{lub} \quad \delta_1 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 A e_1^2}{l b k_g}},$$

jeżeli e_1 jest odległością między osiami wałków. Ustrój wałków jest jednakowy przy poduszkach stycznych i poduszkach czopowych, przeto rozpatrzmy wpięrowy ustrój poduszek czopowych i następnie wałków.

Poduszki czopowe stosuje się przy mostach większych. Ciśnienie na poduszkę A jest tu dość duże, zatem górna część poduszki musi być dość wysoka, by mogła ciśnienie na pas górny należycie rozłożyć. Poduszki czopowe składają się, jak i styczne, z tej samej ilości części, jeżeli czop z wahaczem lub kadłubem tworzy jedną całość, lub też czop może być elementem oddzielnym poduszki w postaci wałka (fig. 334 b) lub odcinka kuli (fig. 334 c).

Wahacz. Szerokość wahacza zwykle odpowiada szerokości słupka podporowego, który stoi nad wahaczem, i winna być taka, by ciśnienie na blachy pionowe pasa nie przekraczało dopuszczalnego. Wysokość jego na osi czopa może być znaleziona ze wzoru:

$$h = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3 A l}{b k_g}},$$

A — ciśnienie, l — szerokość i b — długość wahacza, k_g — dopuszczalne

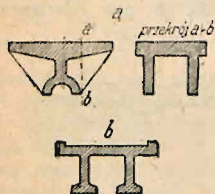


Fig. 335 a, b.

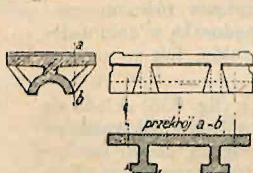


Fig. 336.

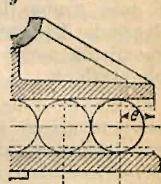


Fig. 337.

napężenie. Przy niewielkiej wysokości czasem wahacz robi się w postaci ciała masywnego bez wszelkich wydrzeń dla zmniejszenia wagi.

Przeważnie jednak dąży się do zmniejszenia wagi przy zachowaniu momentu bezwładności względem osi podłużnej wahacza. Wtedy nadaje się wahaczowi kształt pokazany na fig. 335 a. Płyta górna, połączona z częścią cylindryczną, obejmującą przegub zapomocą szyjki, łączy się jeszcze za pomocą żeber pionowych lub pochyłych. Grubość płyty nie mniej, niż 40 mm i może dochodzić do 100—200 w zależności do siły A , grubość szyjki od 50 mm, grubość żeber od 45 do 100 mm; ilość ich zależy od długości wahacza. Zwykle daje się żebra pod blachami pionowymi pasów. Od odległości między żebrami zależy mniej lub więcej równomierne ciśnienie na przegub. Przy żebrach zwykłych prostokątnych dąży się do tego, by środek ciężkości przekroju (fig. 335, przekrój $a-b$) był około $\frac{1}{3}$ wysokości. Zamiast żeber prostokątnych lepiej stosować żebra o przekroju teowym (fig. 336). Żebra te równomiej rozkładają materiał. Środek ciężkości zbliżają do środka wysokości i łożysko otrzymuje się znacznie lepsze, niż w typie fig. 335, przekrój $a-b$. Formowanie takich poduszek nie wymaga stosowania dusz przy odlewie, jeżeli dać odpowiednio pochylenie częściom, jak to jest pokazane na fig. 335 b. Wahacz do pasa przytwierdza się zwykle czterema śrubami o średnicy 25—30 mm. Obrzeża boczne nie dają możliwości przesuwania się dźwigarów w poprzek mostu. Wysokość obrzeży około 15—20 mm, szerokość zaś od 50—120 mm. Między blachą pasa dźwigara i płytą wahacza kładzie się blachę ołowianą grubości od 3 do 5 mm, która wyrównuje nierówności pasa dźwigara. Płyta wahacza winna być równo zheblowana.

Kadłub ma ogólny kształt taki sam, jak wahacz, lecz, ponieważ jest zwykle w podstawie swej szerszy, a czasem i dłuższy od wahacza, przeto i wysokość jego musi być większa.

Wysokość kadłuba poduszki nieruchomej zwykle równa się wysokości kadłuba poduszki ruchomej i średnicy wałków. O ile jednak wałki mają znaczną średnicę, można kadłub nieruchomy dawać nieco niższy i wtedy oczywiście ciosy podporowe poduszek nieruchomych muszą być nieco wyższe od ciosów poduszek ruchomych. Zbyt wysokie poduszki choć dobrze rozkładają ciśnienie, lecz są mniej stateczne przy działaniu sił poziomych na dźwigary (sił hamowania, odśrodkowej, parcia wiatru), i dlatego też wymagają zwiększenia swej szerokości i długości, a czasem i specjalnego zakotwienia. Dlatego też nie powinny być zbyt wysokie. Kadłub ruchomy spoczywa na wałkach. Wymiary jego podstawy zależą od wymiarów i ilości wałków, oraz od przesunięcia:

$$\Delta L = \alpha L t + \frac{1}{E} \sum k_i l_i,$$

gdzie α jest współczynnik rozszerzalności żelaza, L — rozpiętość dźwigara, t — zmiana temperatury, E — współczynnik sprężystości, k — naprężenie w prętach pasa, spoczywającego na poduszce od obciążenia ruchomego, dającego największe ugięcie dźwigara i l_i — długości prętów pasa. Jeżeli przeto skrajny wałek przy temperaturze 0 zajmuje położenie w odległości e od krawędzi kadłuba (fig. 337), to e winno być nieco większe od $\frac{d}{2} + \frac{\Delta L}{2}$

lub równe $\frac{d}{2} + \frac{\Delta L}{2}$, jeżeli d oznacza średnicę wałków.

Ponieważ wymiary kadłuba zależą od wymiarów i ilości wałków, przeto rozpatrzmy ustrój wałków i ich wymiary. Trzeba dążyć do najmniejszej ilości wałków, ze względu na trudności w osiągnięciu równomiernego ciśnienia na nie przy dużej ich ilości, do stosowania nie małej średnicy, gdyż od średnicy zależy tarcie potoczyste i naprężenie na linii dotyku: średnica d winna być nie mniejsza od 12—15 cm, naprężenie na ciśnienie w dotyku nie powinno przekraczać granicy sprężystości, przeto nie powinno dla stali twardej kutej przekraczać 45 kg/mm². Przy znacznie większym naprężeniu do 50—70 kg/mm² wałki nie toczą się łagodnie w sposób ciągły, lecz skokami. Dźwigary naprężają się, nie mogąc zmóc oporu tarcia wałków, które tracą kształt kołowy i stają się eliptyczne, dźwigary wyginają się do góry i dopiero pod uderzeniem wchodzącego pociągu przesuwały się. W mostach małych rozpiętości, gdzie się stosują poduszki styczne, można zastosować i jeden wałek, który jednocześnie może grać rolę kadłuba cylindrycznego, na który opiera się płyta górna. Zaznaczyć jednak należy, że przy jednym wałku tak płyta górna, jak też i dolna muszą mieć znaczną grubość, by rozkładały ciśnienie równomiernie na pas dźwigara i cios podporowy. Naprężenie od ciśnienia na wałki może być obliczone ze wzoru

Hertza: $k = 0,418 \sqrt{\frac{pE}{r}}$, gdzie p = ciśnienie na jednostkę długości wałka, $E = 2150000$ kg/cm² współczynnik sprężystości i r — promień wałka. k nie powinno przekraczać granicy sprężystości i w każdym razie być nie większe od 45 kg/mm² dla twardej stali. Wałki łączy się ramką, by odległość ich względna pozostawała niezmienna, przytem ramka, gdy wałki są niedługie, może być według fig. 338.

Jeżeli ilość wałków jest znaczna i wałki są długie, ramki dają się sztywne (fig. 339). Wolna odległość między wałkami może być doprowadzona do 10 lub nawet do 5 mm. By kadłub nie mógł się zsunać po wałkach wpoprzek mostu, wałkom nadaje się obrzeża (fig. 340 a), lub kadłub i płyta

dolna ma listwy (fig. 340 *b*), lub też pośrodku kadłuba i płyta mają żebra, które wchodzą w odpowiednie rowki w wałkach (fig. 340 *c*). Przy listwach trudniej utrzymać płytę dolną w czystości.

Głębokość i szerokość rowków musi być odpowiednio na 2—3 mm większa od grubości i wysokości żeber. Wysokość i grubość żeber winna odpowiadać wytrzymałości na zgniatanie i ścinanie pod działaniem sił po-

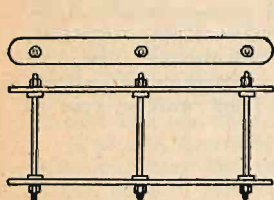


Fig. 338.

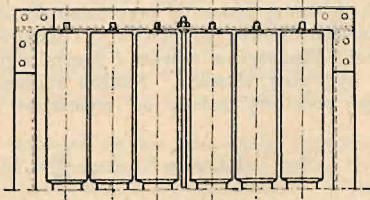
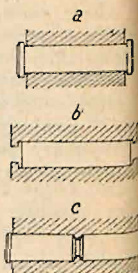


Fig. 339.

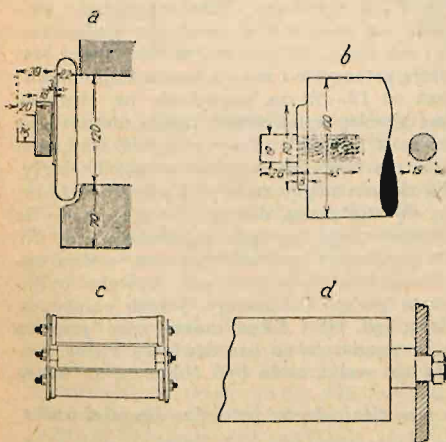
Fig. 340 *a, b, c*.

ziomych, za potrąceniem siły tarcia. Zatem jeżeli W jest siłą poziomą, przypadającą na jedną poduszkę, i A ciśnieniem na poduszkę, to $W = fA$ jest siłą, działającą na żebro. Spółczynnik f tarcia można przyjąć równym 0,12. Na tę samą siłę można obliczać żebra, przytwierdzające płytę dolną do ciosów podporowych, lecz przy $f \approx 0,4$.

Grubość obrzeży daje się 25—45 mm, i wysokość 20—35 mm, w zależności od rozpiętości mostu. Czopy o średnicy 20—40 mm są wytoczone i stanowią z wałkiem jedną

całość (fig. 341 *a*), lub też są wytoczone oddzielnie i wpuszczone w wałki na gwint (fig. 341 *b*).

Można nie wszystkie wałki dawać z obrzeżami, jeżeli chodzi o zmniejszenie wymiarów płyty lub kadłuba, lecz tylko niektóre (fig. 341 *c* i *d*), gdyż to daje możliwość zbliżyć wałki do siebie. By zabezpieczyć wałki od zsunęcia się z płyty, można w płycie dawać obrzeża u góry poprzeczne, choćby nie na całej długości płyty, lub też na niektóre wałki dawać kierownice, nasadzone wolno na śruby; kierownice te mają wolny obrót i niewielki przesuw pomiędzy odlaniami w kadłubie i płycie

Fig. 341 *a, b, c, d*.

dolnej występami (fig. 342). — Jeżeli według obliczenia wypada znaczna liczba wałków i o znacznej średnicy, wtedy, by zmniejszyć szerokość kadłuba oraz płyty, można stosować wałki ścięte z dwóch stron (fig. 343 *a*). Przy przesunięciach wałek zwykle robi niewielki obrót. Jeżeli przesunięcie oznaczmy przez ΔL , to kąt obrotu wałka α otrzymamy z równania: $\Delta L =$

$$= \frac{2\alpha \pi r}{360}, \text{ grubość wałka } b = 2r \cos \alpha \text{ i odległość między wałkami } x, \text{ by}$$

takowe nie należały jeden na drugi $x = \frac{b}{\cos \alpha}$. Zwykle b i x daje się nieco większe, niż otrzymuje się ze wzorów.

Dla zachowania nadanej wałkom odległości, oraz równoległości należy je łączyć dwiema ramkami równoległymi (fig. 343 b). By wałki nie mogły się stoczyć z płyty wskutek tych lub innych przyczyn, łączymy je z kadłubem, oraz płytą zapomocą trzpieni, zamocowanych w wałkach i wpuszczonych w odpowiednie otwory, dające możność toczenia się wałkom (fig. 343 b), lub zapomocą poprzeczek, zamocowanych do wałków, zwykle skrajnych, końce których, odpowiednio zaokrąglone, wchodzą między występy boczne kadłuba m i płyty (fig. 342). Poprzeczkę a lepiej wcinać w wałki.

Długość wałków może być różna i dochodzić do dwóch i więcej metrów, również średnica wałka może dochodzić do 500 i więcej mm. Dla

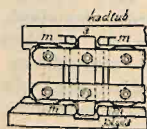


Fig. 342.

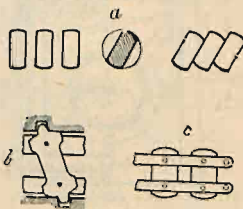


Fig. 343 a, b, c.

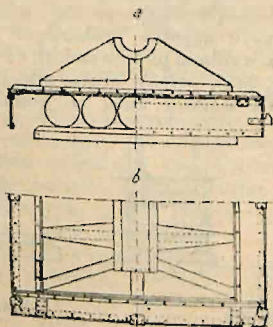


Fig. 344 a, b.

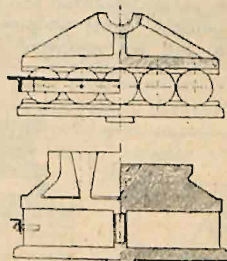


Fig. 345.

zabezpieczenia wałków od kurzu i śmieci, które mogą spadać z mostu na framugi podporowe, poduszkom ruchomym wałkowym dajemy często płaszcze (fig. 344 a, b) z blachy 3 mm grubości. Boki tych płaszczy są na zawiasach, tak, że mogą się podnosić. Zamykają się na zwykle klamki (fig. 344 a).

Kadłub poduszki ruchomej składa się z płyty, spoczywającej na wałkach, sztyki łączącej płytę ze łożkiem cylindrycznym, w którym spoczywa przegub cylindryczny lub też z miseczki półkulistej lub innego kształtu w zależności od kształtu przegubu i żeber, usztywniających płytę dolną (fig. 345). Jeżeli kadłub wypada niski, wtedy przegub, jako czop, stanowi jedną całość z kadłubem, który wtenczas robi się w postaci jednej pełnej bryły (fig. 346). Przy czopach kulistych żebra usztywniające idą wzdłuż przekątnej i pośrodku szerokości i długości (fig. 347).

Grubość płyty winna być taka, by zabezpieczała równomierne ciśnienie na wałki. Zatem jeżeli żebra są w niewielkiej odległości, wtedy grubość

plyty może być mniejsza i odwrotnie. By w przybliżeniu znaleźć grubość płyty, można ją rozpatrywać, jako równomiernie obciążoną beleczkę, podpartą na dwóch podporach żebrawych, zatem jeżeli odległość między żebrawami jest b a ciśnienie od wałków na jednostkę szerokości kadłuba jest p , to grubość:

$$\delta = \frac{b}{2} \sqrt{\frac{3p}{k_g}}$$

jeżeli k_g jest dopuszczalnym naprężeniem na zginanie materiału poduszki. Stosując poduszki ruchome w planie układu pajakowego, lepiej dawać przeguby kuliste, gdyż wtedy wszystkie mogą być wykonane według jednego modelu. Również w mostach ukośnych stosowanie poduszek z przegubami kulistymi jest więcej celowe i daje łatwiejsze ustawienie dźwigarów. Stawianie wałków prostopadłe do przekątnej, łączącej podporę nieruchomą z ruchomą innego dźwigara, winno mieć miejsce tylko w mostach o znacznej szerokości. W mostach kolejowych jednorodowych lepiej stawiać poduszki według fig. 348. Praktyka wskazuje, że wałki stawiane według przekątnej niezupełnie spełniają swoje zadanie, gdyż przesunięcie końca dźwigara nie idzie ściśle wzdłuż przekątnej. Dlatego też, by zabezpieczyć zupełne przesunięcie podłużne i poprzeczne, należy urządzać poduszki z wałkami piętrowymi, tj. dawać wałki wzdłuż i w poprzek danej podpory (fig. 349), wtedy praca takiej poduszki jest należyta, lub też stosować zamiast wałków kule, co jednak jest ko-



Fig. 346.

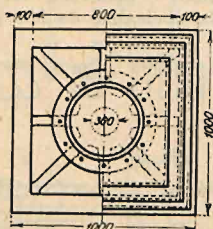


Fig. 347.

niają swoje zadanie, gdyż przesunięcie końca dźwigara nie idzie ściśle wzdłuż przekątnej. Dlatego też, by zabezpieczyć zupełne przesunięcie podłużne i poprzeczne, należy urządzać poduszki z wałkami piętrowymi, tj. dawać wałki wzdłuż i w poprzek danej podpory (fig. 349), wtedy praca takiej poduszki jest należyta, lub też stosować zamiast wałków kule, co jednak jest ko-

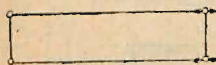


Fig. 348.

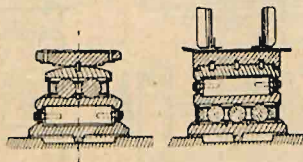


Fig. 349.



Fig. 350.

sztowne i nadaje się do niezbyt wielkich ciśnień. Poduszki z wałkami piętrowymi wypadają dosyć wysokie i są mało stateczne, a dość ruchliwe.

Kadłub poduszek nieruchomych różni się od kadłuba poduszek ruchomych tylko swą większą wysokością. Wysokość jego, o ile ciosy podporowe na wszystkich podporach dają się na jednej wysokości, równa się wysokości kadłuba poduszki, wałków i płyty pod wałkami razem wziętych. Kadłub nieruchomy stawia się bezpośrednio na cios podporowy. Ma on żebra, jak poduszka płaska, którymi wpuszcza się w cios podporowy i zalewa zaprawą cementową lub też pośrodku ma występ, który wpuszcza się w odpowiednie wgłębienie ciosu i zalewa zaprawą (fig. 350). Wymiary tego występu i jego wysokość winny zadość czynić następującym równaniom:

$$W - Af = b_1 \cdot b_2 \cdot k_t \quad \text{i} \quad W - Af = b_1 \cdot c \cdot k_c,$$

gdzie oznacza W — siłę poziomą, A — ciśnienie na poduszkę, f — współczynnik tarcia stali po kamieniu, b_1 , b_2 i c — szerokość, długość i wy-

sokość występu, k_1 — dopuszczalne naprężenie na ścinanie materiału kadłuba i k_c — dopuszczalne naprężenie ciśnienia na kamień. Czasem kadłub poduszki nieruchomej stawia się nie bezpośrednio na cios podporowy, lecz na płytę. Otrzymuje się kadłub nieco niższy. Płyta zaś ma zwykle około krawędzi listwy nie na całej długości swych boków. Odległość między listwami w kierunku szerokości mostu ściśle odpowiada długości kadłuba, w kierunku zaś rozpiętości mają odległość nieco większą od szerokości kadłuba, by można było umieścić kliny w celu regulowania odległości między poduszkami odpowiednio do długości dźwigara (fig. 351 a, b, c).

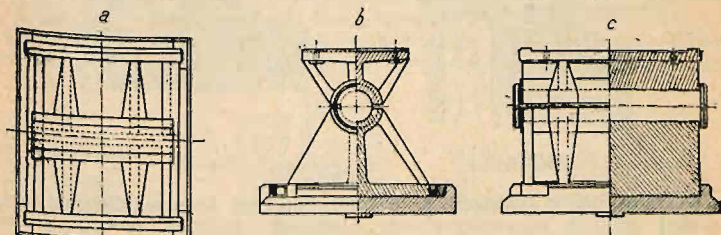


Fig. 351 a, b, c.

Należy mieć na uwadze, że wysokie łożyska winny być odpowiednio szerokie i długie, by były stateczne pod działaniem sił poziomych na dźwigary mostowe. W mostach prostych belkowych rozciętych regulowanie wysokości ustawiania poduszek na ciosach podporowych wykonywa się zwykle przez mniejsze lub większe wcięcia płyt poduszek w ciosy. Klinów nie stosuje się, gdyż niewielka niedokładność, dotycząca wysokości na różnych podporach nie ma znaczenia. Zaś na jednej podporze można wszystkie poduszki ustawić zupełnie na jednej wysokości. Również niejednakowe osiadanie podpór mostowych nie ma znaczenia. Inaczej jednak jest, jeżeli most jest z belkami ciągłymi bezprzegubowymi. Tutaj nierównomierność osiadania podpór, oraz ustawienie na różnych podporach łożysk (poduszek) na nie-należytej wysokości może wywołać znaczne zmiany w naprężeniach dźwigarów głównych, przeto łożyska (poduszki) takich mostów powinny być uposażone w kliny, którymi można byłoby regulować wysokość przegubów poduszek. Ciśnienie na kliny winno być możliwe jednakowe, zatem powinno się dążyć, by ilość klinów pod poduszką była możliwie najmniejsza. Najlepiej stosować jeden klin, podłożony bezpośrednio pod przegubem (fig. 352), nadając pewną stoczystość dolnej płaszczyźnie przegubu, lub dwa kliny położone jeden na drugim i skierowane w różne strony cienkimi końcami (fig. 353).

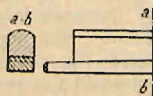


Fig. 352.

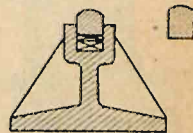


Fig. 353.

Zakotwienie poduszek przeciw siłom poziomym wzdłuż mostu powinno mieć miejsce w mostach, gdzie siły te mogą być znaczne, zatem w mostach długich, na których może mieć miejsce hamowanie pociągu, w mostach dużych w pobliżu stacji oraz w mostach, położonych na spadkach. We wszystkich tych wypadkach należy zbadać, czy poduszka stała jest dostatecznie stateczna, czy pod działaniem sił hamowania pociągu nie może nastąpić oderwanie poduszki od ciosu podporowego, zatem, czy siły pionowe są dostateczne, by poduszkę utrzymać na ciosie. Jeżeli może nastąpić oderwanie poduszki od ciosu, należy zakotwić poduszkę lub też

koniec dźwigara. Wtedy pas dolny może być połączony z kotwą zapomocą blachy poziomej, która pozwala dźwigarowi na nieznaczne obroty na przegubie poduszki i jednocześnie przyjmuje siły poziome, oddając je na kotwę i mur (fig. 354). Zamiast połączenia z kotwą końca dźwigara można połączyć z kotwą przegub poduszki (fig. 355). W mostach wsporni-

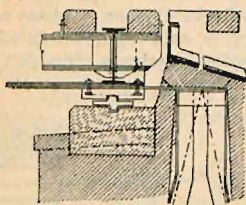


Fig. 354.

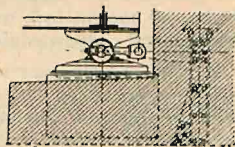


Fig. 355.

kowych lub też w mostach z belkami ciągłymi bezprzegubowymi przy znacznej różnicy w rozpiętościach mogą się otrzymać reakcje podpór ujemne. Koniec dźwigara nie powinien mieć możliwości się podnosić ze swej poduszki, czyli, że zawsze powinien szczelnie przylegać do niej. Można to osiągnąć albo przez zastosowanie specjalnych przeciwwag, co jednak nie zawsze jest dogodne, gdyż przeciwwagi obciążają dodatkowo podpory, wymagają specjalnego pokładu, na którym leżą, i dodatkowo obciążają dźwigary, co pociąga za sobą zwiększenie ich wagi, lub też można zastosować specjalne poduszki

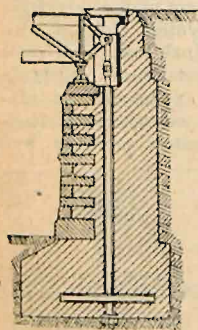


Fig. 356.

ujemne i dodatnie. Ostatnie są zwykle poduszki stosowane przy reakcji dodatniej. Przy reakcji ujemnej daje się specjalne poduszki, trzymane przez kotwy, zamocowane w murze podpory. Jeżeli reakcja ujemna ma miejsce na podporze stałej, wtedy ustrój może być bardzo prosty. Dźwigary mogą być wzięte na kotwy bezpośrednio (fig. 356), lub przez belki poprzeczne na podporze (fig. 357 a), lub też przez tężniki pionowe (fig. 357 b).

Bezpośrednie zakotwienie może mieć miejsce i na podporze ruchomej przesuwnej, lecz jeżeli przesunięcia dźwigara są nie-

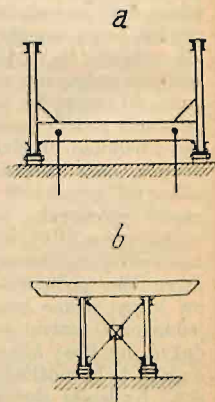


Fig. 357 a, b.

przesunięciach podpora ujemna musi mieć możliwość również wolnego przesuwu i powinna być urządzona z wałkami. By przy przesunięciu wałków kotwy, trzymające poduszki ujemne siłą tarcia, się nie odginały, należy stosować również kotwy poziome (fig. 358). Poduszki reakcyjnej ujemnych można stawiać na wypuszczone w kształcie wsporników końce pasów dźwigarów (fig. 359). Głębokość zakotwienia i zakończenia kotw w podporach powinno odpowiadać reakcji ujemnej. Przyjmuje się, że mur może się oderwać pod kątem 45° . Zamocowanie końców kotw do belek, założonych w murze, powinno być możliwie dostępne. Zatem powinno być umieszczone w specjalnych komorach lub łazach (fig. 360). Poduszki belek, spoczywających na końcach wsporników, mogą być urządzone w zupełności, jak na podporach zwykłych. Na

wsporniku, gdzie ma spoczywać poduszka, musi być urządzony odpowiedni stolik, na którym albo stawiamy bezpośrednio kadłub poduszki nieruchomej (fig. 361), albo też stawiamy płytę, na której leżą wałki, jeżeli poduszka ma być ruchoma (fig. 362).

Zamiast zwykłej poduszki wałkowej, która wymaga czasem dużo miejsca, można stosować albo słupki wahadłowe, albo też zawieszać belki na strunach. W obu tych wypadkach słupki belki zawieszanej wchodzą w słupki wspornika, który musi mieć pasy nieco szersze, niż belka zawieszona, co zresztą prawie zawsze ma miejsce, gdyż belka wspornikowa ma przeważnie większą rozpiętość, niż belka zawieszona. Przy stosowaniu słupków wahadłowych (fig. 363) podporą dla belki zawieszanej jest dolny pas wspornika, na którym spoczywa dolny koniec słupka wahadłowego. Belka zawieszona opiera się swym górnym pasem na tym słupku. By nie było poprzecznych wahań

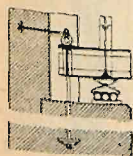


Fig. 358.

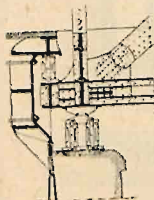


Fig. 359.

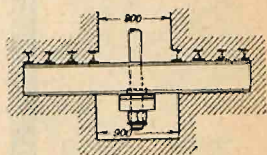


Fig. 360.

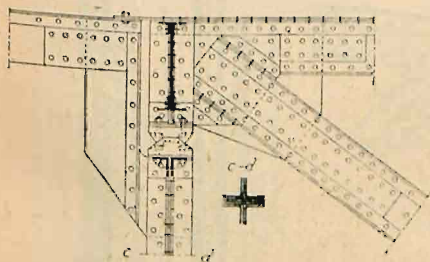


Fig. 361.

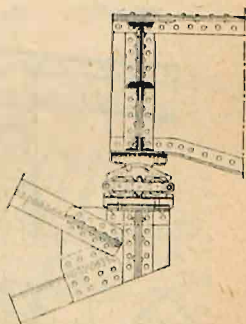


Fig. 362.

słupków, takowe powinny mieć u góry kierownice podłużne, między którymi mają możliwość przesuwania się wzdłuż. Słupki wsporników powinny tworzyć w tym wypadku ramownicę. Przy zastosowaniu strun podporą dla belki jest węzeł górnego pasa wspornika; na nim zawieszane są struny, które swymi dolnymi końcami trzymają za pas dolny belkę zawieszoną. Otwory u góry belki zawieszanej i u dołu wspornika w tym przypadku muszą być owalne i o większej średnicy, niż jest bolec, na którym wisi belka zawieszona, by ciśnienie oddawało się na należyte końce (fig. 364 a, b). Belki o niewielkiej rozpiętości mogą być zawieszane na blachach, gibkość blachy służy tutaj, jako podpora wahadłowa. Niewielkość przesunięcia belki w zupełności jest możliwa wskutek gibkości blachy.

Poduszki dźwigarów łukowych zasadniczo mało się różnią od poduszek nieruchomych dźwigarów prostych belkowych. Kadłub może być taki sam, jak w mostach belkowych, również przeguby. Co się tyczy górnej części, tj. wahacza, to takowy może być albo oddzielny i przytwierdzony odpowiednio do łuku, albo też może nawet stanowić jedną całość z łukiem.

Ponieważ ustawianie dźwigarów łukowych na podpory wymaga wielkiej ścisłości co do rozpiętości, na odległość zaś pomiędzy przegubami podporowymi ma znaczny wpływ temperatura chwili ostatecznego ustawiania, przeto poduszki w mostach łukowych powinny być uposażone w kliny, którymi można by było zmieniać rozpiętość i tym sposobem nadawać należytą wy-

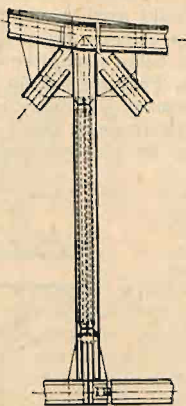


Fig. 363.

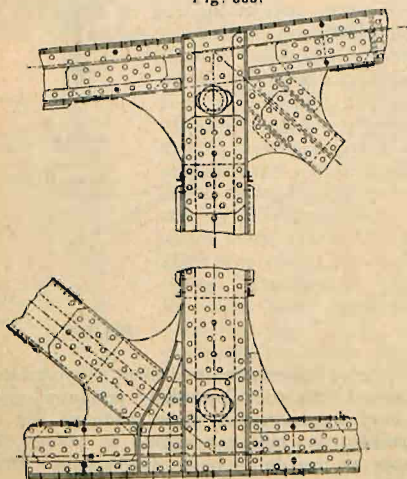


Fig. 364 a.

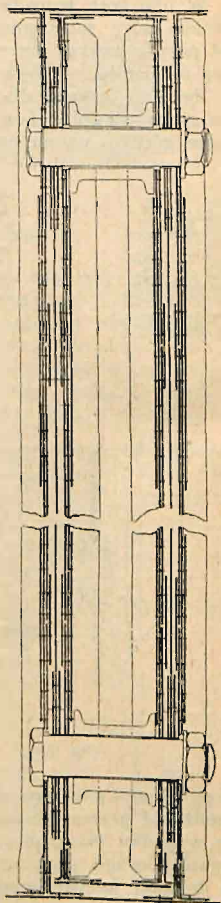


Fig. 364 b.

nosłość łukowi. Jeżeli przeto teoretyczna strzałka łuku przy temperaturze 0° była f , to przy temperaturze ustawiania dźwigarów $= t^{\circ} \text{C}$ winna być $f \pm \Delta f$. Temperatura montowania niema znaczenia, gdyż jest ona różna w zależności od okresu czasu, w którym odbywa się montowanie. Wszelkie wymiary w warsztatach wyznacza się taśmami mierniczymi stalowymi, zatem, jeżeli miara stalowa jest ściśła przy temperaturze 0° , to i wykonane części stalowe lub żelazne mostu mają ściśle wymiary, sprowadzone do zera. Odległość między podporami, mierzona miarami metalowymi przy tempera-

turze $t^{\circ}\text{C}$, powinna być sprowadzona do temperatury 0° , czyli otrzymana odległość między podporami powinna być poprawiona na wydłużenie lub skrócenie miary w zależności od $+t^{\circ}$. Ustawianie łuków na podpory należy robić w pogodę pochmurną, gdyż wtedy wszystkie łuki danego przesła mają jednakową temperaturę. Przy słonecznej pogodzie ustawianie jest dość trudne, gdyż temperatura nie tylko różnych łuków, lecz nawet jednego i tego samego łuku może być różna, zatem trudno nadać należyłą strzałkę lukowi.

Połączenie kadłuba z ciosem podporowym, jak w mostach belkowych, tj. zapomocą żeber lub śrub, zapuszczonych w ciosy podporowe (fig. 365).

Część górna poduszki, wahacz, ma połączenie takie, że końce łuków oddają swe ciśnienie na wahacz przez bezpośredni docisk. Końce zatem

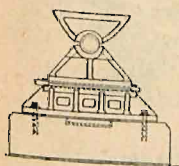


Fig. 365.

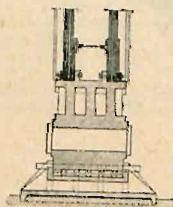


Fig. 366.

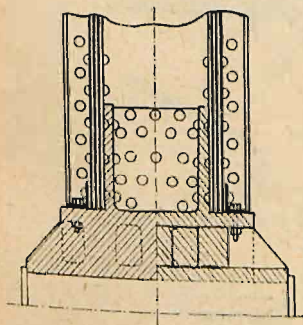
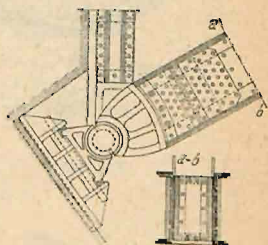


Fig. 367.

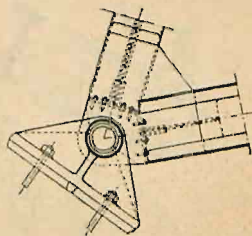


Fig. 368.

łuków muszą być zupełnie równo ścięte i przyheblowane, by ciśnienie oddawało się na cały przekrój łuku. Cienkie ścianki łuków muszą być pogrubione przez odpowiednie nakładki, by je stężyć. Połączenie daje się zwykle śrubami (fig. 366). Można też połączenie wahacza z łukiem dać takie, by ciśnienie przenosiło się na łuk przez cięcie nitów. Wahacz wtedy ma specjalne wydłużone ścianki, które wchodzą w skrzynkę łuku. Te ścianki są znitowane z elementami łuku (fig. 367). Jeżeli dźwigary łukowe są kratowe, wtedy należy wahacz tak łączyć z łukiem, by oś przegubu leżała w węźle podporowym (fig. 368), w przeciwnym bowiem razie pas łuku prócz sił osiowych miałby jeszcze ugięcie, które należałoby przyjąć pod uwagę, gdybyśmy umieszcili przegub poza węzłem. Umieszczenie przegubu nie w węźle podporowym często się stosuje w mostach łukowych wspornikowych (fig. 369 a, b). Wahacz może stanowić z łukiem jedną całość. Łuk tworzy stopę, którą się opiera o przegub poduszki. Stopę tworzą wtedy specjalne odłowy, które

łącza się z poszczególnymi częściami łuku o przekroju dwuteowym. W łukach niewielkich rozpiętości odlewy te mają kształt szczęk, które obejmują z dwóch stron dźwigar i są do niego przyniłowane; w przekroju poprzecznym mają kształt korytek, w przekroju zaś podłużnym kątowników nierównobocznych. Siła łuku oddaje się na te szczęki przez nity, które je łączą ze środnikiem i pasami (fig. 370 a). W większych mostach można stosować takie

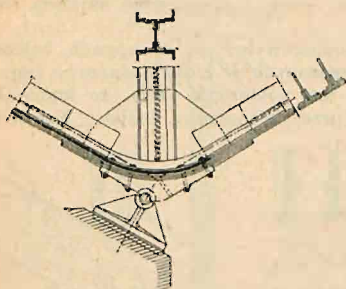


Fig. 369 a.

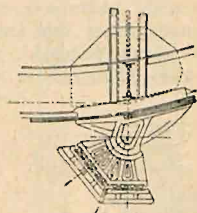


Fig. 369 b.

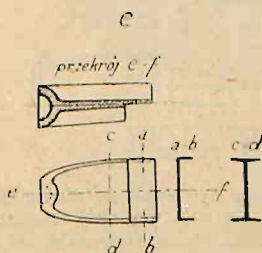
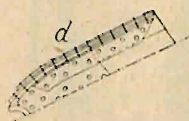
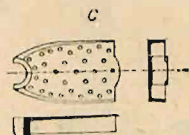
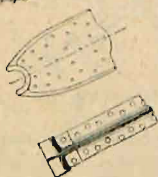
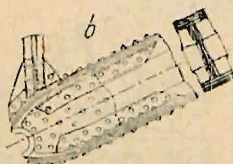
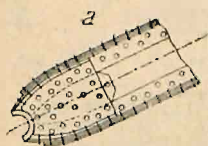


Fig. 370 a, b, c, d, e.

same szczęki, lecz tylko połączenie z łukiem winno być nieco inne, by w łukach poziomych tych szczęk można było zastosować nity dwucięte (fig. 370 b). Grubość szczęk koło przegubu winna być taka, by cały przekrój wytworzonej stopy odpowiadał całkowitej największej reakcji łuku; ku końcowi daje się wszystkie części szczęk coraz cieńsze, i mogą dojść do grubości kątowników, tj. do 12—15 mm (fig. 370 c). Gdyby jednak grubość taka była niedogodna do wykonania, to można ją zwiększyć do 20 mm i zastosować podkładki wyrównawcze (fig. 370 d).

W mostach łukowych ukośnych, szczególnie bardzo szerokich, przy kilku dźwigarach na szerokości mostu powinno się stosować przeguby kuliste. Poduszki w takich mostach daje się normalnie do osi łuku. Zatem przy przegubach cylindrycznych otrzymalibyśmy kilka osi równoległych. Łuki, połączone tężnikami w jakby jedną bryłę, nie mogłyby się obracać koło swych przegubów, gdy tymczasem przeguby kuliste położone swymi osiami na jednej prostej tworzą jakby jedną oś. Następnie ustawianie łuków

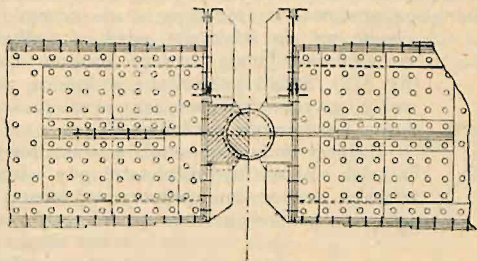


Fig. 371.

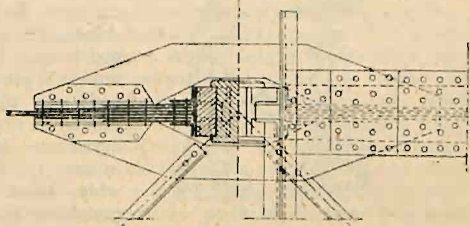


Fig. 372.

w mostach ukośnych na przeguby cylindryczne nasuwa dużo trudności. Ustawienie wszystkich poduszek ściśle równoległe jest nader trudne, zaś najmniejsza nierównoległość powoduje ciśnienie nie na całą długość przegubu, lecz tylko na jego krawędź. Przy stosowaniu przegubów kulistych unika się tej niedokładności. Przy przegubach kulistych jednak stopę trzeba wytwarzać z jednego odlewu, a nie z dwóch w kształcie szczęk, by przegub kulisty nie rozsadał tych szczęk, jak klin (fig. 370 e). Przy stosowaniu szczęk obróbka końcowych części stóp, tj. wytaczanie wgłębień do przegubów powinna się odbywać, gdy szczęki są znitowane z końcami dźwigarów, by otrzymać

dokładność roboty¹⁾. Przeguby w kluczu mostów łukowych tróprzegubowych mają ustrój taki sam, jak i w stopach. Połączenie wahacza z łukiem musi tu odpowiadać nie tylko rozporowi, lecz też i sile poprzecznej. Gdyby rozpor od obciążenia stałego był niezbyt duży, a od parcia wiatru otrzymałoby się rozciąganie w kluczu, wtedy naturalnie konstrukcja przegubu w kluczu powinna być taka, by nie dopuszczała możliwości rozwarcia się łuku w kluczu, co może być dokonane przez połączenie przeciwnych części łuków górnymi blachami, tak zwanymi kołnierzykami (fig. 371), lub też specjalnymi ściągami, które mogą pracować na rozciąganie, nie mogąc natomiast przyjąć na siebie ściskania, gdyż na wałkach, na których są osadzone, mają otwory owalne wolne do środka (fig. 372). Szczęki, stosowane w kluczu, mają kształt dowolny i zwykle niesymetryczny w zależności od ustroju pomostu i połączenia jezdni w kluczu.

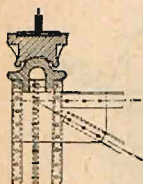


Fig. 373.

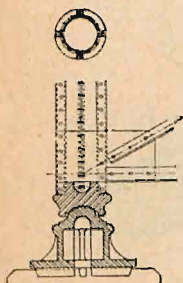
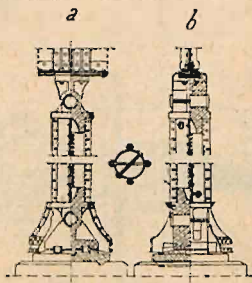


Fig. 374.



Podpory w postaci słupków wahadłowych stosuje się do belek o niewielkiej rozpiętości, gdy jednak brak miejsca wymaga zastosowania podpory najcieńszej. Podpora taka zastępuje podporę przesuwą. W przekroju poprzecznym mostu słupki te są połączone ze sobą tężnikami tak, że tworzą zwykle układy niezmiennie. Każdy słupek taki składa się z trzech części: podstawy, która jest nieinnego, jak tylko zwykła poduszka nieruchoma przegibna z przegubem cylindrycznym lub kulistym, z trzonu, tj. słupka i z głowicy, która w istocie swej przedstawia również poduszkę przegibną, lecz tylko jakby odwróconą do góry

kadłubem. Na kadłubie spoczywa belka, zaś wahacz jest związany z trzonem słupka (fig. 373).

W zależności od miejsca, gdzie kolumny takie stawiamy, tak ich podstawom, jak też i głowicom nadają pewne kształty architektoniczne. Dolne części zakrywają przytem płaszczyznami również pewnej formy tak, by płaszczyzna te dawały wrażenie odpowiedniej podstawy dla danego słupka kolumny (fig. 374 a, b).

VIII. Tężniki podłużne i poprzeczne.

Pasy dźwigarów głównych łączymy kratą tak, aby pas górny i dolny, połączone kratą, wytworzyły układ niezmienny w płaszczyźnie pionowej. Również w płaszczyźnie poziomej pasy górne i pasy dolne jednego dźwigara i drugiego powinny być połączone ze sobą kratą, aby wytworzyć układy niezmiennie w płaszczyznach pasów górnych i dolnych. Jest to niezbędne nie tylko wskutek działania sił poziomych, jak wiatr, siła odśrodkowa przy położeniu mostu w krzywej lub uderzenia boczne parowozów, lecz i bez tych sił wiązania te są niezbędne w szczególności w poziomie pasów ściskanych, bo długie pasy mogłyby ulec wyboczeniu. Oprócz tych wiązań pasów, zwanych tężnikami podłużnymi albo wiatrownicami, gdyż przeważnie obliczają się na działanie wiatru, by dźwigary główne wytworzyły bryłę niezmienną, winny

¹⁾ Tego rodzaju przeguby stosowane były w wielu mostach łukowych przez autora niniejszego w Petersburgu.

być zakończone również powierzchniami niezmiennymi. Przeto płaszczyzny czołowe, które tworzą zwykle słupki podporowe lub przy pasach zbieżnych pasy pochyłe, muszą być połączone odpowiednio wiązaniami, by czworoboki czołowe pod działaniem sił poziomych były niezmiennie. Ograniczona tym sposobem bryła sześcienna powierzchniami niezmiennymi otrzymuje się niezmienną naturalnie w granicach odkształceń sprężystych. Teżniki, położone w granicach pasów, nazywamy teżnikami podłużnymi, a czasem poziomymi, zaś teżniki, które leżą w płaszczyznach prostopadłych do płaszczyzny dźwigarów pionowych, lub czasem w płaszczyznach pod pewnym kątem do poziomu, nazywamy teżnikami poprzecznymi lub pionowymi. Zatem możemy powiedzieć, że, aby dźwigary wytworzyły bryłę niezmienną, muszą być powiązane teżnikami podłużnymi na całej długości mostu w poziomie pasów górnych i dolnych i teżnikami poprzecznymi na podporach (fig. 375). Teżniki poprzeczne pośrednie nie są niezbędne z punktu widzenia niezmienności, jednak mają znaczenie z innych względów. Przy niejednakowym obciążeniu pionowym dźwigarów zmniejszają one niejednakowość ugięcia się dźwigarów, zatem zniekształcenie się mostu w przekroju poprzecznym jest mniejsze przy teżnikach pionowych poprzecznych, niż bez nich. Nie zawsze jednak można postawić teżniki podłużne w poziomie pasa górnego przy pomoście dolnym i wtedy teżniki poprzeczne pośrednie są niezbędne. Jeżeli powierzchnia pomostu ma podłoże z blachy falistej, płaskiej, cylindrycznej lub niekowej na całej szerokości mostu, wtedy pokład ten może zastąpić teżniki podłużne w poziomie tego pasa, gdzie jest pomost. Kształtowniki — zoresówki lub woterenówki — nie zastępują teżników podłużnych ze względu na swoje stosunkowo słabe przytwierdzenie do żeber pomostu i dźwigarów. Poprzecznice sztywno połączone z dźwigarami zwykle służą jednocześnie jako części teżników podłużnych, oraz poprzecznych.

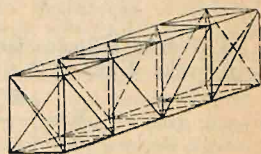


Fig. 375.

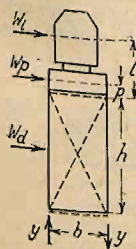


Fig. 376.

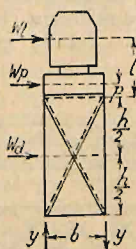


Fig. 377.

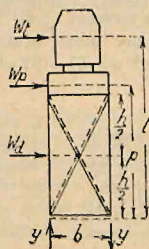


Fig. 378.

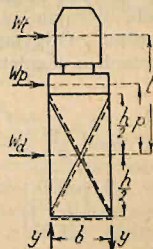


Fig. 379.

Mosty z jazdą górą. 1. Teżniki podłużne między pasami górnymi, dolnymi i poprzecznie na podporach (fig. 375). Oznaczmy wysokość dźwigarów przez h (fig. 376), rozstaw dźwigarów przez b , odległość od osi pasa górnego do środka powierzchni pomostu, wystającej ponad pasem górnym, przez p , odległość od tegoż pasa do środka powierzchni obciążenia ruchomego przez t , siły poziome od działania wiatru na obciążenie ruchome, pomost i dźwigar przez W_t , W_p i W_d , siły poziome, działające na pasy górny i dolny przez X_g i X_d przeciążenie dźwigarów przez Y , otrzymamy:

$$Y = \frac{W_t \cdot t + W_p \cdot p}{b}; \quad X_g = W_t + W_d + \frac{W_p}{2}; \quad X_d = \frac{W_d}{2}.$$

2. Teżniki podłużne są między pasami górnymi, teżniki poprzeczne na podporach i pośrednie między podporami (fig. 377):

$$Y = \frac{W_t \cdot t + W_p \cdot p - W_d \cdot \frac{h}{2}}{b}; \quad X_g = W_t + W_p + W_d; \quad X_d = 0.$$

3. Teżniki podłużne łączą pasy dolne, teżniki poprzeczne, jak w wypadku 2. (fig. 378):

$$Y = \frac{W_t \cdot t + W_p \cdot p + W_d \cdot \frac{h}{2}}{b}; \quad X_g = 0; \quad X_d = W_t + W_p + W_d.$$

4. Teżniki podłużne łączą pasy górne i dolne, teżniki poprzeczne, jak w wypadku 2. (fig. 379).

$$Y = \left[\frac{W_t + W_p}{4} + \frac{W_t \cdot t + W_p \cdot p}{2h} \right] \frac{h}{b};$$

$$X_g = \frac{W_d}{2} + \frac{3}{4} (W_t + W_p) + \frac{W_t \cdot t + W_p \cdot p}{2h};$$

$$X_d = \frac{W_d}{2} + \frac{1}{4} (W_t + W_p) - \frac{W_t \cdot t + W_p \cdot p}{2h};$$

przy
$$h = \frac{2(W_t \cdot t + W_p \cdot p)}{2W_d + W_t + W_p}, \quad X_d = 0$$

czyli, że przy tej wielkości h wiatrownie dolnych podłużnych stawiać nie warto.

Mosty z jazdą dołem. Mogą tu być dwa wypadki: 1. Wysokość dźwigarów jest dostateczna i dopuszcza umieszczenie teżników podłużnych w pasie górnym; 2. wysokość jest niedostateczna, teżników górnych dać nie można. Otrzymujemy most otwarty. Teżniki górne można stosować w mostach o rozpiętości od 31—32 m.

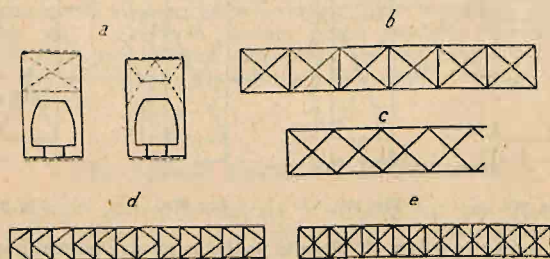


Fig. 380 a, b, c, d, e.

W wypadku pierwszym mamy teżniki podłużne dolne, górne i teżniki poprzeczne w kształcie ramownicy na podporach (fig. 380 a).

$$Y = \frac{W_t \cdot t + W_p \cdot p}{b}; \quad X_g = \frac{W_d}{2}; \quad X_d = \frac{W_d}{2} + W_t \cdot W_p.$$

W wypadku drugim teżniki podłużne są tylko dolne, teżniki zaś poprzeczne na podporach i pośrednie.

$$Y = \frac{W_d \cdot \frac{h}{2} + W_t \cdot t + W_p \cdot p}{b}; \quad X_y = 0, \quad X_d = W_d + W_p + W_t.$$

Najczęściej stosowany jest układ težników podłużnych o kracie prostokątnej dwukrotnej, układ statycznie niezwyznaczalny (fig. 380 b). W układzie tym zwykle stosują rozpórki sztywne, zaś krzyżulce czasem gibkie lub półsztywne. Uważamy, że krzyżulce winny być również sztywne, gdyż przy dwóch układach przy uginaniu się dźwigara w płaszczyźnie težników będą zawsze pracować oba układy, zatem sztywność każdego krzyżulca (przekątnej) powinna być dostateczna do przejścia conajmniej połowy siły poprzecznej na ściskanie. Koło środka przeszła zwykle siła poprzeczna od działania wiatru jest bardzo mała, szczególnie w górnych težnikach przy jeździe dołem i dolnych przy jeździe górą. Nadawanie jednak krzyżulcom przekroji zbyt małych, odpowiednio do otrzymanej siły działania wiatru nie powinno być naśladowane, gdyż težniki te pracują nie tylko przy działaniu wiatru, lecz też i od wszelkich uderzeń bocznych idącego pociągu i przy słabych wiatrownicach powodują dość duże wahania pasów w płaszczyźnie poziomej. Można dawać zamiast kraty prostokątnej kratę podwójną bez rozpórek

(fig. 380 c), układ raz statycznie niewyznaczalny. W mostach szerokich, gdy przedziały są stosunkowo małe w porównaniu do odległości między dźwigarami, można stosować układ półkrzyżulcowy (fig. 380 d), lub też stosować kratę według fig. 380 b, lecz przekątne prowadzić przez dwa przedziały (fig. 380 e), przytem w punktach przecięcia się krzyżulców takowe mogą być podwieszone do poprzecznic, by nie zwisały i przez to nie otrzymywały dodatkowych naprężeń od wagi własnej. Nadto podwieszenie ma jeszcze tę dobrą zaletę, że zmniej-

sza wolną długość przekątnej ściskanej, dlatego też nawet przy układzie według fig. 380 b podwieszają przekątne, np. do podłużnic (fig. 381). Teżniki według fig. 382 a stosują się do małych rozpiętości, do stężenia belek podłużnych. Jeżeli most ma kilka dźwigarów na swej szerokości, co ma miejsce w mostach miejskich z jazdą górą, wtedy težniki można urządzić według fig. 382 b lub fig. 382 c. W mostach szerokich z wielu dźwigarami siły w pasach dźwigarów od działania wiatru są bardzo małe; dodatkowe naprężenia zwykle nie pokrywają nadwyżki dopuszczalnych naprężeń, tak że ich można nie uwzględniać. Przy obliczaniu sił w pasach od działania wiatru można rozpatrywać pasy dźwigarów połączone težnikami, jako belkę złożoną, w której rolę klinów odgrywają przekątne i rozporki i obliczenie przeprowadzić, jak dla belki złożonej. Zatem, jeżeli przez F_i oznaczmy średni przekrój pasa dźwigara, zaś przez b_i odległość od osi mostu do dźwigara, przez a długość przedziału i przez α kąt pochylenia przekątnej do pasa, przez M i T moment gnacy i siłę poprzeczną w danym przekroju od sił poziomych (fig. 382 d), to możemy napisać, że siła w pasie będzie:

$$K = \frac{M b_i}{2 \sum F_i b_i^2}.$$

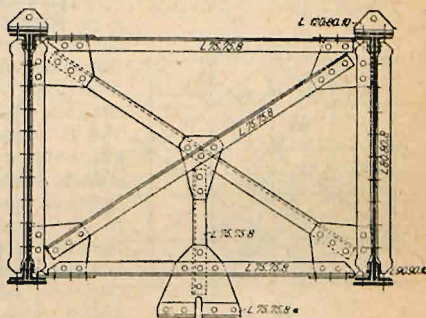


Fig. 381.

Sily w krzyżulcach:

$$S_1 = \pm T \frac{F_1 \cdot b_1 + F_2 \cdot b_2 + F_3 \cdot b_3}{2 \cos \alpha \sum F_i b_i^2},$$

$$S_2 = \pm T \frac{(F_2 \cdot b_2 + F_3 \cdot b_3) \cdot a}{2 \cos \alpha \sum F_i b_i^2},$$

$$S_3 = \pm T \frac{F_3 \cdot b_3 \cdot a}{2 \cos \alpha \sum F_i b_i^2}.$$

Zatem przekroje krzyżulców muszą być silniejsze pośrodku mostu, zaś słabsze ku skrajom. Przekroje tężników mogą być takie same, jak w innych

prętach w dźwigarach. Przedział tężników zwykle odpowiada przedziałowi dźwigarów, a węzły tężników umieszcza się zwykle w tych samych przekrojach, co i węzły dźwigarów, choć może też być przedział tężników mniejszy lub większy

od przedziału dźwigara pionowego. Tężniki podłużne zwykle przynitowujemy do blach węzłowych poziomych, które są jako wstawki blach poziomych pasów (fig. 383), lub też jako blachy przynitowane do kątowników pasowych (fig. 384 a), lub też przynitowane do krawędzi blach poziomych (fig. 384 b). W ostatnim wypadku szerokość e winna być nie mniejsza od 90 mm. W mostach szerokich przekątnie otrzymuje się o znacznej dłu-

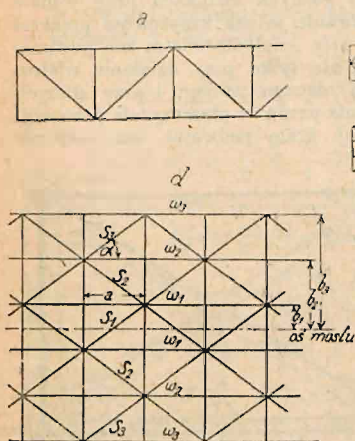


Fig. 382 a, b, c, d.

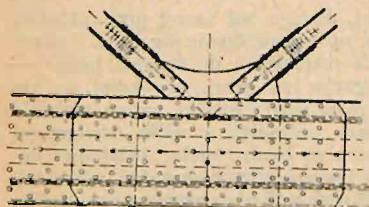


Fig. 383.

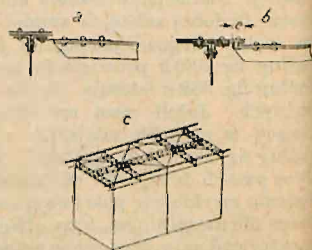


Fig. 384 a, b, c.

gości; aby je podtrzymać pośrodku, dają czasem między pasami górnemi lekką beleczkę podłużną (fig. 384 c).

Przy obliczaniu tężników podłużnych trzeba mieć na uwadze, że tężniki te otrzymują naprężenia nie tylko od sił poziomych działania wiatru lub siły odśrodkowej w mostach położonych w krzywej, lecz nadto od obciążenia pionowego i to dość znaczne. W pasie rozciągany mogą one dochodzić do 50% naprężeń w pasach. Dlatego też tężniki te przynitowywać należy po zdjęciu mostu z rusztowań, aby przynajmniej uwolnić je od dodatkowego

naprężenia od ciężaru stałego mostu i przekroje winny być im nadawane z pewnym zapasem do 25—30%.

Na fig. 385 *a* linjami przerywanymi pokazane jest położenie tężników podłużnych i poprzecznych. Górne tężniki jako podparcie swe mają zwykle ramownice, które oddają parcie poziome, otrzymane od tężników podłużnych, na podpory. Jeżeli wysokość dźwigarów pozwala, to tężniki podłużne górne idą na całą długości dźwigarów i wtedy ramownice umieszczają się na końcach: pionowe, jeżeli są słupki podporowe, i pochyłe, jeżeli pasy są zbieżne. Ramownice pionowe są łatwiejsze do wykonania, lepiej zeszywniają poprzecznie most i dlatego często chętniej je stosują, niż pochyłe. Widok ogólny dźwigarów zbieżnych jest nieco ładniejszy i dźwigary zbieżne otrzymuje się nieco lżejsze, lecz usztywnienie ramownicy jest dość trudne, szczególnie trudno uzyskać sztywne połączenie nóg ramownicy z rozpórką dolną, która przeważnie jest pionowa, a nie w płaszczyźnie ramownicy i dlatego też zwykle przy obliczaniu ramownicy pochyłych przyjmuje się, że w dole nogi ramownicy połączone są z poprzeczną rozpórką przegibnie. Jeżeli wysokość dźwigarów nie pozwala ciągnąć tężników podłużnych górnych na całą długości dźwigarów, wtedy zwykle zajmują one tylko część długości dźwigarów i na końcach ich w węzłach B i B' (fig. 385 *b*) daje się ramownice, które przenoszą ciśnienie poprzeczne poziome na dolne wiatrownice, i te oddają już to ciśnienie na podpory. Przy ustroju tego rodzaju końce dźwigarów $A_1 B_1$ i $A_2 B_2$ (fig. 385 *b*) tworzą most otwarty i dlatego też słupki na tych częściach dźwigarów powinny być szczególnie sztywne w kierunku poprzecznym mostu, aby dobrze trzymać pas dolny w jego płaszczyźnie.

W mostach wieloprzęsłowych bezprzegubowych tężniki podłużne daje się na całą długości, jak w mostach belkowych rozciętych, przymem ramownice — tężniki pionowe — dają się obowiązkowo nad każdą podporą (fig. 386). Co się tyczy tężników poprzecznych pośrednich, to takowe przy jeździe górą mogą być dawane lub nie. Jednak jeżeli się przewiduje znaczną różnicę w obciążaniu dźwigarów ciężarem ruchomym, np. w moście kolejowym dwutorowym, to lepiej je dawać, choć nie



Fig. 386.

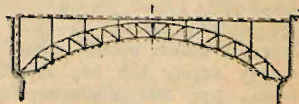


Fig. 387.

w każdym przedziale, gdyż one zmuszają dźwigary do współpracy, i przez to otrzymuje się mniejszą różnicę w ugięciu pionowym dźwigarów.

W mostach wspornikowych tężniki nie mogą być prowadzone w sposób ciągły na całą długości mostu, gdyż one wytworzyłyby zamieszanie w pracy poszczególnych części tego ustroju. W miejscach, gdzie belka wolno wsparta łączy się ze wspornikiem, muszą być tężniki poprzeczne i mieć możliwość przenosić z jednej części na drugą tylko siłę poprzeczną poziomą, nie działając wzdłuż dźwigara. Tężniki belki zawie-

szonej powinny mieć możność przesuwania się podłużnego w miejscu połączenia ze wspornikiem, nie mając natomiast możności przesuwu poprzecznego.

W mostach łukowych z jazdą górą teźniki podłużne dają się zwykle w poziomie pomostu i poziomie pasa dolnego łuku (fig. 387). Dlatego też w poziomie pomostu muszą być dane albo specjalne pasy wiatrownicowe lub też belki zewnętrzne podłużne, o ile ciągną się bez przerwy, grając rolę jednocześnie pasów dźwigara wiatrownicowego. Teźniki pionowe łączą tutaj łuki na ich wysokości; na podporach zaś słupki tworzą z teźnikami ramownice. Stawianie teźników pionowych między słupkami pośrednimi nie jest konieczne, lecz to dobrze łączy łuki między sobą i zmusza je do lepszej współpracy. Przy niejednakowym obciążeniu łuków otrzymuje się mniejszą różnicę w ugięciu dźwigara obciążonego i nieobciążonego.

Zamiast tworzyć ramownice nad podporami, by przenieść siłę poziomą parcia wiatru z górnej części mostu, na dół na łuki i przez te na podpory, można dźwigar wiatrownicy oprzeć bezpośrednio na górną część podpory, tak jednak, by dźwigar miał możność przesunięcia pionowych i podłużnych, będąc pozbawiony możności przesunięcia poziomych poprzecznych.

Jeżeli łuk ma przegub w kluczu, wtedy teźniki podłużne muszą być tak konstruowane, by nie przeszkadzały wykonywać zadanie swe przegubowi. W tym celu najlepiej łączyć kołnierzyki przy przegubie rozpórkami i do tych sprowadzać teźniki podłużne. Ponieważ przegub winien być umieszczony w pobliżu pasa górnego w łukach kratowych, przeto teźniki w przedziale około klucza znacznie wyżej przymocowywują się na osi klucza, niż na osi słupków sąsiednich z kluczem.

W mostach łukowych z jazdą dołem lub z pomostem na pewnej wysokości nad podporami trzeba rozpatrzyć dwa wypadki: 1. łuk jest ze ściągami, 2. łuk jest bez ściągów.

W pierwszym wypadku ustrój teźników w poziomie ścięgna niczem się nie będzie różnić od mostu zwykłego belkowego. Jak w moście belkowym, teźniki tutaj pracują nie tylko od sił poziomych, lecz i od obciążenia pionowego, a zatem teźniki winny być projektowane z pewnym zapasem. Jeżeli mamy czysty łuk bez ściągów, to teźniki w poziomie części przejazdowej winny być tak urządzone, by ani ich krata, ani ich pasy nie mogły odgrywać roli ściągów. Ponieważ w tym wypadku zawsze trzeba dawać specjalne pasy wiatrownicowe, przeto te pasy, będąc podwieszone do wieszaków łuku, nie mogą być z łukami połączone, lecz albo mogą swobodnie przechodzić przez łuki, mając możność swobodnego przesuwu wzdłuż swych osi i również w kierunku pionowym, natomiast nie mogą mieć możności przesunięcia w poprzek mostu i tym sposobem ciśnienie poziome mogą oddać na łuki, a te ostatnie przez swe teźniki na podpory, albo też pasy mogą się kończyć w węzłach A_2 (fig. 388 a), w węzle A_1 mogą się schodzić na osi mostu i tam mieć połączenie z rozpórką między łukami przesuwne wzdłuż. Pasy wiatrownicowe mogą być położone nazewnątrz dźwigarów

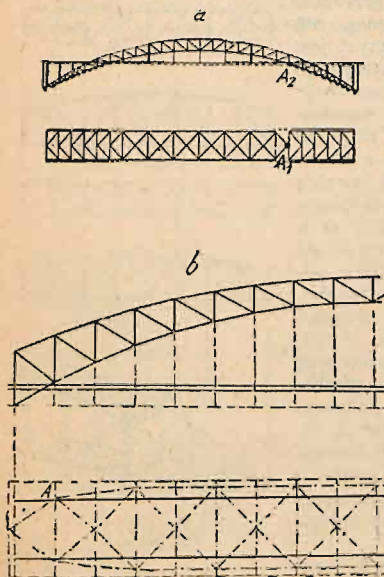


Fig. 388.

głównych i podwieszane do wsporników belek poprzecznych, które mogą służyć jako rozpórki dźwigara wiatrownicowego, sprowadzają w jeden punkt na osi mostu nad podporą i tam otrzymują podparcie przesuwne. W punktach A (fig. 388 b) przecięcia się pasów wiatrownicowych z łukiem pasy te winny wolno przechodzić bez żadnego połączenia z łukiem. Pasy górne dźwigara mają zwykle teżniki, które końcami swemi opierają się na ramownicach końcowe. W pasie

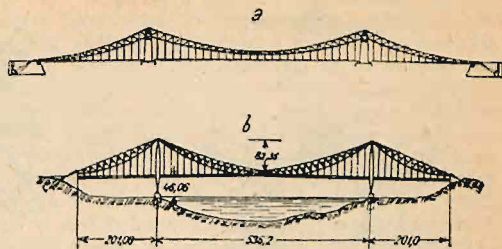


Fig. 389 a, b.

środkowym (w łuku) teżników podłużnych zwykle nie dają; by steżyć pas ten i zabezpieczyć przeciw wyboczeniu, dają teżniki pionowe.

W mostach wiszących z łańcuchami gibkimi teżniki podłużne dają się tylko w poziomie pomostu; co do ustroju teżniki te niczem się nie będą różnić od ustroju teżników w poziomie pomostu mostów lukowych z podwieszoną częścią przejazdową. Na podporach teżniki muszą mieć oparcie przeciw przesunięciom bocznym i swobodne przesunięcie wzdłuż i pionowo. Co się tyczy łańcucha, to ponieważ ten jest tylko rozciągany, przeto steżenia nie wymaga.

Jeżeli do łańcucha gibkiego jest zawieszona belka usztywniająca, to belka ta właściwie przedstawia nic innego, jak tylko belkę zwykłą z jazdą dołem lub górą, przeto i teżniki będą tutaj takie same, jak w mostach zwykłych belkowych: przy jeździe górą, jak w mostach z jazdą górą, i przy jeździe dołem, jak w mostach z jazdą dołem otwartych, gdyż przeważnie teżników górnych nie dają.

Należy zwrócić uwagę, że w tym systemie mostów oba pasy belek są ściskane i rozciągane, i przeto usztywnienie ich teżnikami, by zapobiec wyboczeniu, jednako jest niezbędne dla obu pasów. Tylko w mostach o bardzo dużych rozpiętościach, w których łańcuchy stosuje się kratowe (fig. 389 a, b, mogą części tych łańcuchów być ściskane, przeto tam zachodzi potrzeba stosowania teżników podłużnych, oraz poprzecznych między łańcuchami. Ustrój teżników podłużnych, oraz ich połączenie z pasami widać z fig. 390. Na fig. 391 i 392 pokazane jest połączenie teżników przegibno-przesuwne, gdy teżniki oddają siłę poziomą belce poprzecznej lub rozpórze.

Na fig. 393 a pokazane są różne systemy ramownic w mostach z jazdą dołem; w mostach z jazdą górą ramownice dają przeważnie w kształcie krzyży ukośnych (fig. 393 b) lub półkrzyżulcowe (fig. 393 c).

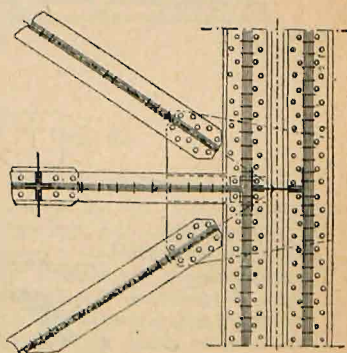
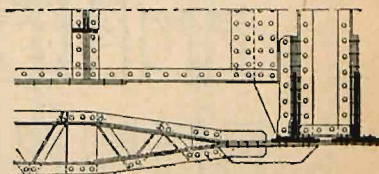


Fig. 390.

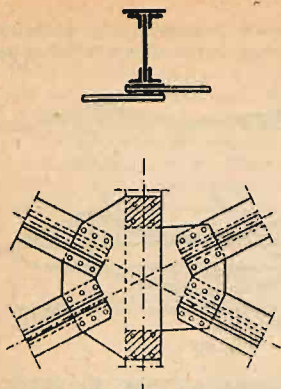


Fig. 391.

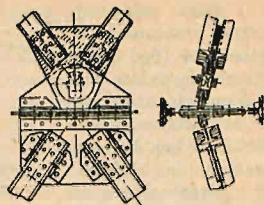


Fig. 392.

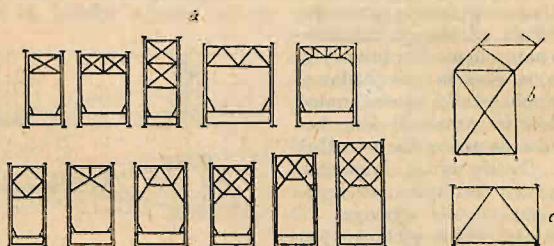
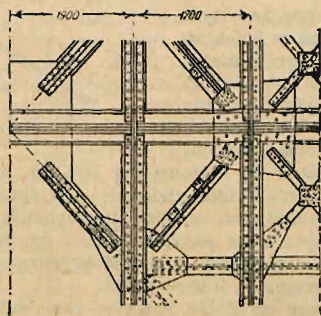
Fig. 393 *a, b, c.*

Fig. 394.

Tężniki hamowne. Tężniki hamowne daje się tylko w mostach kolejowych większych rozpiętości lub w mostach, położonych na spadku, oraz w pobliżu stacji kolejowej. W mostach poziomych o niewielkiej rozpiętości na szlaku kolejowym hamowanie pociągu niema miejsca, przeto tężników te nie stosuje się. Siła podłużna, powstająca wskutek hamowania pociągu na moście, oddaje się szynom, które przenoszą ją na mostownice i te na belki podłużne. Belki podłużne wywierają wskutek tego nacisk na belki poprzeczne i te ostatnie wyginają się w planie, jeżeli niema tężników hamownych. Tężniki hamowne mają za zadanie przeniesienia tej siły podłużnej na pasy dźwigarów głównych, które już przenoszą te siły na podpory. Tężniki hamowne urządzają się albo pośrodku danego przesła, albo też na końcach. Czasem jednak w dźwigarach o dużej rozpiętości, jeżeli belki podłużne są przerywane w dwóch lub kilku miejscach, tężniki hamowne daje się w każdym ułamku przerywanych podłużnic. Zatem, gdy podłużnice w dwóch punktach mają połączenie przegibno-przesuwne, tężniki

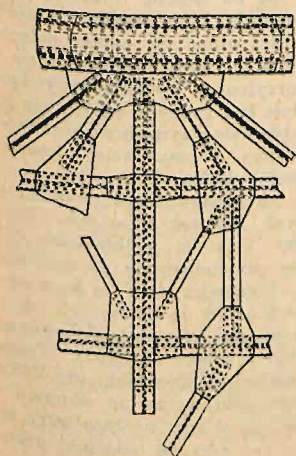


Fig. 395.

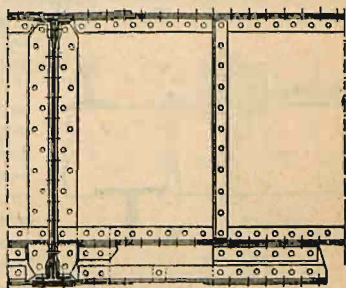


Fig. 396.

hamowne muszą być postawione w trzech miejscach: na końcu i pośrodku. Schematycznie tężniki te pokazane są w planie na fig. 394. Przy tężnikach podłużnych w poziomie jezdni te ostatnie mogą być jednocześnie tężnikami hamownymi, o ile będą odpowiednio połączone z podłużnicami (fig. 394). Na fig. 395 pokazane jest połączenie tężników hamownych z podłużnicami, zaś na fig. 396 tężników podłużnych i jednocześnie hamownych z podłużnicami. Połączenie tężników hamownych z dźwigarami jest takie, jak i tężników podłużnych, i zwykle do ich przynitowania służą te same blachy węzłowe, które łączą wiatrownice z dźwigarami.

IX. Część przejazdowa i chodniki.

Część przejazdowa czyli pomost składa się z dwóch części: z nawierzchni, tj. tej warstwy zewnętrznej, po której bezpośrednio odbywa się ruch, i z żeber pomostu, tj. belek podłużnych i poprzecznych, na których spoczywa nawierzchnia i które mają na celu przeniesienie sił, otrzymywanych od nawierzchni, na dźwigary główne.

Nawierzchnia mostów kolejowych. Nawierzchnię mostów kolejowych stanowią szyny z kontrszynami i odbojnicami, chodniki pomiędzy szynami