

ŁOŻYSKA

1. Zadania i rodzaj łożysk

Ciśnienie dźwigarów głównych powinno przenosić się na podpory mostu za pośrednictwem łożysk lub poduszek (pojęcia te są jednoznaczne).

W jednoprzęsłowych dźwigarach belkowych lub wieloprzęsłowych bezprzegubowych łożysko na jednej podporze musi być stałe lub nieruchome, lecz przegubowe; na innych podporach łożyska powinny być ruchome, a mianowicie przegubowo-przesuwne, aby leżące na nich dźwigary pod działaniem sił pionowych nie mogły wywierać ciśnienia poziomego na podpory mostu.

Zewnętrzne siły ukośne lub poziome oczywiście będą przenosić się przez łożyska nieruchome na podpory mostu.

Stosowanie przegubów w łożyskach mostów o większej rozpiętości jest niezbędne, aby przekazywanie ciśnienia od dźwigarów na łożyska odbywało się osiowo i aby punkt zaczepienia siły był określony.

Przesuwność zaś w łożyskach jest konieczna w tym celu, aby wydłużenie pasa dźwigara (którego końce leżą na łożyskach) pod działaniem sił pionowych oraz zmiany temperatury mogło się odbywać swobodnie bez wywoływania dodatkowych naprężeń w pasie, co mogłoby zachodzić, gdyby wydłużenie pasa napotykało na silny opór.

Aby przesuw końca dźwigara mógł odbywać się z najmniejszym oporem, łożyska przesuwne są ułożone na wałkach; podczas ich ruchu powstaje tarcie potoczyste mniejsze od tarcia posuwistego przy łożysku płytowym. Wielkość współczynnika tarcia w stalowych łożyskach może być przyjęta przy ślizganiu płyt 0,2 i przy toczeniu się wałków 0,03.

Ponieważ wielkość tarcia potoczystego jest odwrotnie proporcjonalna do średnicy wałków, wynika stąd wniosek, że w konstrukcji łożysk należy dążyć do używania wałków o większej średnicy.

Poduszki z tarcie posuwistym mogą być zastosowane wtedy, gdy ciśnienie dźwigarów mostowych jest stosunkowo małe, a więc w dźwigarach o niewielkiej rozpiętości.

W mostach stalowych przesuw powstaje nie tylko wzdłuż, lecz również i w poprzek mostu.

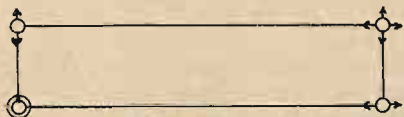
Wydłużanie lub skurczenie się poprzecznie przy jeździe dołem usiłuje rozsunać lub zbliżyć dźwigary, w zależności od zmian temperatury.

Przy jeździe zaś górą to samo działanie będą wywierać tężniki poprzeczne pomiędzy dźwigarami głównymi.

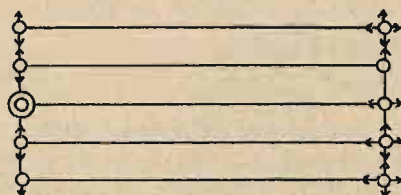
Stąd wynika konieczność zapewnienia dobrej przesuwności dźwigarów również w kierunku poprzecznym mostu.

W mostach o dwóch dźwigarach swobodnie podpartych na dwóch podporach, tylko jeden koniec pierwszego dźwigara powinien być ułożony na łożysku nieruchomym, wszystkie zaś trzy pozostałe końce obu dźwigarów powinny leżeć na ruchomych łożyskach przesuwnych. Drugi koniec pierwszego dźwigara z łożyskiem nieruchomym powinien mieć możliwość przesuwu tylko podłużnego, a koniec dźwigara drugiego powinien być oparty na łożysku z przesuwem tylko poprzecznym. Wreszcie drugi koniec dźwigara drugiego powinien mieć możliwość przesuwania się zarówno wzdłuż jak i w poprzek mostu.

Na rys. 522 i 523 przedstawiony jest schemat racjonalnego rozmieszczenia łożysk na przęśle o dwóch i pięciu dźwigarach swobodnie podpartych na dwóch podporach, a na rys. 524 na belce trójpłaszczykowej o pięciu dźwigarach, przy czym podwójnym kółkiem oznaczona jest podpora nieruchoma, wszystkie zaś inne — kółkami ze strzałkami w kierunku przesuwu.



Rys. 522

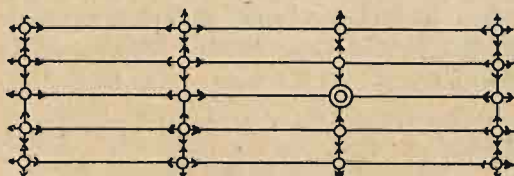


Rys. 523

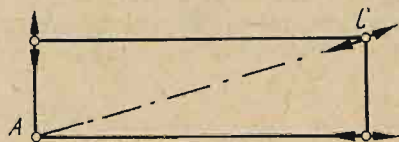
Gdyby chodziło o przesuw zależny tylko od zmiany temperatury, wówczas przy warunku, że pasy dźwigarów leżące na łożyskach mają tę samą temperaturę co i łączące je belki, można by przesuw końca C dźwigara zaprojektować wzdłuż przekątnej AC (rys. 525).

Ponieważ jednak przesuw wzdłuż osi dźwigarów powstaje pod wpływem obciążenia ruchomego, które może nie powodować przesunięcia poprzecznego, przeto łożyska z wałkami układanymi prostopadłe do przekątnej zawodziły, gdyż wałki miały dążność do obrotu około osi pionowej, a przesunięcia na wałkach były częściowo posuwiste. Z tego powodu układanie wałków prostopadłe do przekątnej rzadko było stosowane w mostach.

Chociaż z rozważań teoretycznych wynika, że w każdym przęśle mostu o dźwigarach swobodnie podpartych na dwóch podporach lub w wieloprzęsłowych belkach ciągłych tylko jedno łożysko powinno być stałe, wszystkie zaś inne ruchome, to jednak w praktyce nie przestrzega się tej zasady.



Rys. 524



Rys. 525

W mostach o niedużej szerokości przesuw poprzeczny, który jest zresztą nieznaczny, osiąga się przez umożliwienie przesuwania się dźwigarów na poduszkach z tarcie posuwistym.

W mostach szerokich należy umożliwić przesuwanie się końców dźwigarów zarówno w kierunku podłużnym mostu jak i w poprzecznym przez zastosowanie wałków odpowiednio ułożonych w łożyskach.

Są trzy rodzaje łożysk: płaskie, styczne i przegubowe.

Każde z tych trzech rodzajów łożysk może być nieruchome, czyli stałe, albo ruchome — przesuwne.

2. Łożyska płaskie

Łożysko płaskie jest to płyta prostokątna lub kwadratowa.

Płyty powinny mieć taki wymiar, aby ciśnienie jednostkowe od dźwigarów, przekazywane przez płytę na cios podporowy, było utrzymane w granicach naprężeń dopuszczalnych dla kamienia lub żelbetu, z którego są wykonane ciosy podporowe.

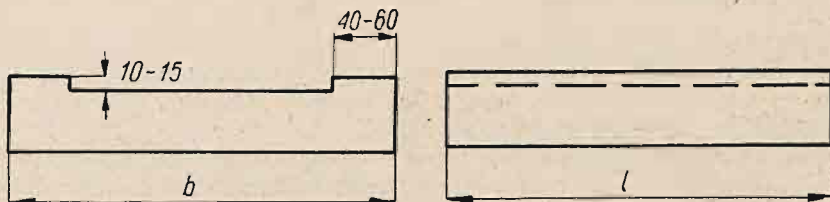
Mając największy nacisk R dźwigara na podporę oraz dopuszczalne ciśnienie k_c na cios podporowy, płaszczyznę płyty A otrzymamy ze wzoru:

$$A = \frac{R}{k_c}.$$

Szerokość płyty łożyska b przyjmujemy zwykle równą szerokości pasa dolnego b_1 dźwigara zwiększonego o $80 \div 120$ mm, tj. $b = b_1 + (8 \div 12)$ cm.

Stąd długość płyty $l = \frac{A}{b_1 + (8 \div 12)}$ cm, zaokrąglając wymiary do pełnych centymetrów.

Łożyska płaskie (rys. 526) stosujemy zwykle w mostach małych o rozpiętości $5 \div 6$ m. Ciśnienie dźwigarów na łożyska jest niewielkie, zatem i siła tarcia przy przesuwie dźwigara po takim łożysku jest również mała.



Rys. 526

Ciśnienia na ciosy podporowe nie należy stosować dużego, gdyż wpływ dynamiczny obciążenia ruchomego w małych mostach jest bardzo znaczny, zwłaszcza w mostach kolejowych.

Ciśnienie na cios podporowy powinno być utrzymane w granicach $15 \div 20$ kG/cm².

Grubość płyty łożyskowej δ , przy wymiarach jej w planie b i l oraz równomiernym ciśnieniu na cios podporowy i przy naprężeniu wskutek zginania w płycie nie większym od dopuszczalnego k_g dla materiału, z którego płyta jest wykonana, otrzymamy z równania:

$$\delta = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3Rl}{bk_g}} \quad [4]$$

Obecnie płyty łożyskowe w mostach wykonuje się ze stali lanej, dawniej wyrabiano je z żeliwa.

Najmniejszą grubość płyty łożyskowej przyjmuje się 3,5 cm.

Górna powierzchnia płyty łożyskowej powinna być gładka; środkowa, jej część na długości nie większej niż $1/3$, licząc wzdłuż osi dźwigara, powinna mieć płaszczyznę poziomą, boczne zaś części ścięte (rys. 527).



Rys. 527

Taki kształt płyty stosuje się w tym celu, aby przy uginaniu się dźwigara ciśnienie na płytę działało w granicach środkowej trzeciej części podstawy płyty i aby ciśnienie na cios podporowy, choć nierównomierne, występowało na całej dolnej powierzchni płyty.

Płyta łożyskowa powinna być tak połączona z ciosiem podporowym, aby nie mogła przesuwać się po nim pod wpływem sił poziomych, jak parcie wiatru i tarcie.

Połączenie takie osiąga się za pomocą:

- 1) odlanych u spodu płyt żeber o przekroju trapezowym i o wysokości wynoszącej około 0,8 grubości płyty; żebro może być jedno pośrodku

plyty (rys. 528) lub z boku płyty (rys. 529) w kierunku poprzecznym, albo dwa krzyżujące się żebra (rys. 530);

2) trzpieni odlanych na wszystkich rogach z dołu płyty (rys. 531);

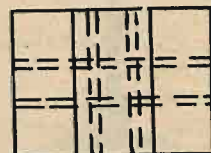
3) kotew wtopionych na zaprawie cementowej 1 : 1 w ciosy podporowe na głębokość około $10 \div 12$ średnic kotwy (rys. 532).



Rys. 528



Rys. 529



Rys. 530

Kotwy albo przechodzą przez specjalne ucha, dodane z boków płyty (rys. 532), albo wchodzi w półotwory wycięte w krawędziach płyty (rys. 533). Średnicę kotew w łożyskach przyjmuje się w granicach $22 \div 25$ mm.

Dla wpuszczenia żeber lub trzpieni płyty wykonuje się w ciosach podporowych odpowiednie wycięcia. Wymiary wycięć powinny być takiej wielkości, aby każde żebro lub każdy trzpień płyty mieścił się w przeznaczonym dla niego wgłębieniu z luzami co najmniej jednocentymetrowymi ze wszystkich boków i z dołu; luzy te po ustawieniu płyty zapelnia się zaprawą cementową 1 : 1.

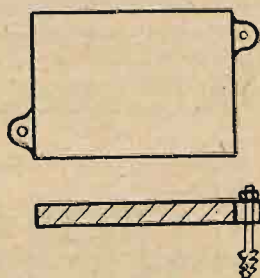
Płytę łożyskową kładzie się na warstwach zaprawy cementowej 1 : 1 grubości $1 \div 1,5$ cm.

Zamiast zaprawy cementowej kładzie się czasem pod płytą łożyskową warstwę cementu suchego, który ulega ścisłemu sprasowaniu pod ciężarem mostu i z czasem tężeje.

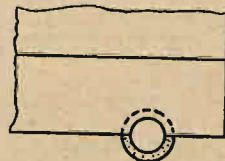
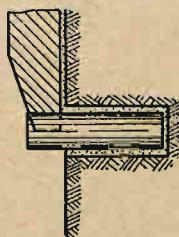
Pas dolny dźwigara nie leży bezpośrednio na płycie łożyskowej, lecz ma przymocowaną od dołu odpowiedniej grubości podkładkę stalową. Ta podkładka ma za zadanie rozłożenie ciśnienia dźwigara na płytę łożyskową i na środek dźwigara.



Rys. 531



Rys. 532



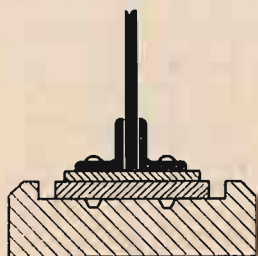
Rys. 533

Grubość podkładki δ można obliczyć według wzoru z tą tylko zmianą, że moment zginający płyty należy przyjąć w płaszczyźnie prostopadłej do osi dźwigara:

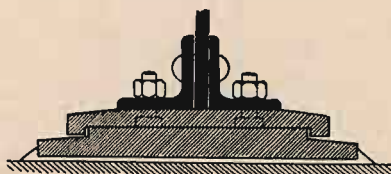
$$\delta = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3Rb}{lk_g}},$$

gdzie b oznacza szerokość płyty i l jej długość.

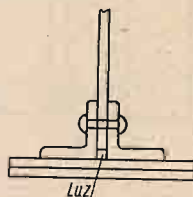
Ciśnienie pasa dolnego dźwigara na łożysko przenosi się przez kątowniki pasowe i środnik; na końcach dźwigarów środnik powinien być dobrze zhebrowany i tworzyć jedną gładką płaszczyznę z poziomymi bokami kątowników (rys. 534 i 535).



Rys. 534



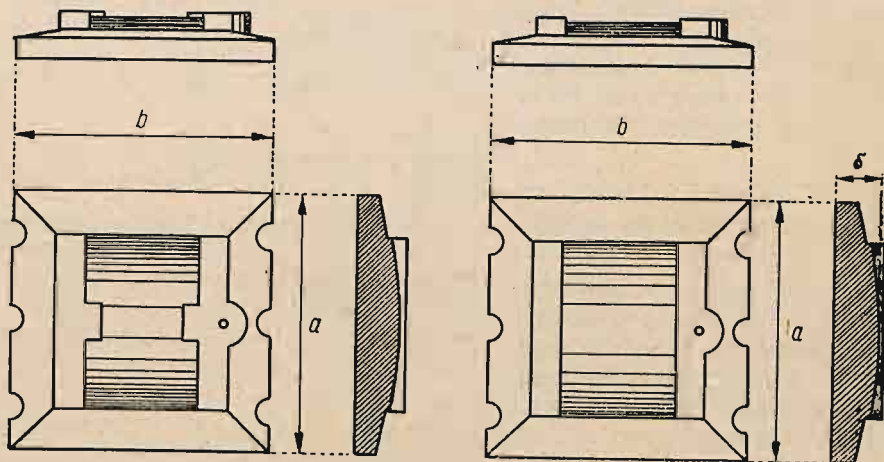
Rys. 535



Rys. 536

Pewien nieznaczny luz w styku środnika z blachą poziomą może być dopuszczony na długości dźwigara (rys. 536); natomiast bezpośrednio nad łożyskami nie powinien być tolerowany, gdyż nity poziome w kątownikach pasowych mogą ulec ścięciu albo wygięciu.

Grubość górnej podkładki waha się w granicach $2,5 \div 3,0$ cm.



Rys. 537

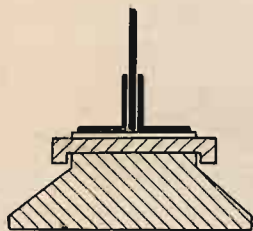
Płytę łożyskową nieruchomą łączy się z dźwigarem w taki sposób, aby koniec dźwigara nie mógł się przesuwac wzdłuż swej osi. Osiaga się to albo przez wpuszczenie główek stożkowych nitów lub śrub łączących podkładkę z pasem dolnym w odpowiednie otwory w płycie łożyskowej (rys. 534), albo przez wpuszczenie normalnych główek nitów w otwory kształtu tych główek,

albo przez wycięcie w blachach pasa dolnego, które wchodzi w występy obrzeży łożyska (rys. 537).

Przesunięcie poprzeczne jest uniemożliwione przez obrzeża boczne w dolnej płycie łożyskowej (rys. 534).

Wysokość obrzeży wynosi $10 \div 15$ mm, szerokość zaś $35 \div 45$ mm.

Pomiędzy obrzeżami płyty łożyskowej a krawędziami podkładki daje się 2,5 mm luzu, tak że odległość między obrzeżami jest około 5 mm większa niż szerokość podkładki (1 mm na każdy metr dźwigarów); luzy te umożliwiają niewielkie przesunięcia poprzeczne dźwigarów wskutek zmian temperatury. Zamiast obrzeży w płycie łożyskowej dolnej można stosować obrzeża w podkładce przytwierdzonej do pasa dźwigara (rys. 535 i 538). Ma to tę zaletę, że łożysko i luzy mniej się zanieczyszczają, gdyż górna płyta zakrywa dolną.



Rys. 538

Płyta łożyskowa ma wówczas grubość większą niż szerokości pomiędzy obrzeżami płyty górnej (rys. 538), a boczne części wzdłuż dźwigara nieco cieńsze. W kierunku poprzecznym mostu odpowiada to rozkładowi momentów zginających, w kierunku zaś podłużnym zmniejsza moment wytrzymałości, który jest większy w płytach z obrzeżami.

Łożyska płaskie ruchome mają zasadnicze wymiary takie same jak i łożyska nieruchome.

Płyty-podkładki mają dolną płaszczyznę gładką, główki nitów albo śrub są wtopione i wyglądzone (rys. 535). Niekiedy główki nitów pozostają normalne, a w dolnej płycie wycina się, odpowiednio do kształtu główki nitów, rowki podłużne, w których główki te swobodnie się mieszczą i mogą się przesuwają po płycie dolnej.

Przy łożyskach płaskich nie możemy dokładnie ustalić, w jakim obszarze przekazuje się ciśnienie na płytę łożyskową. Możemy tylko stwierdzić, że rozpiętość teoretyczna dźwigarów, liczona pomiędzy środkami płyt łożyskowych, nie będzie większa przy obciążeniu ruchomym dźwigarów. Jeżeli łożyska te będą ułożone na ciosach podporowych prawidłowo, to można raczej przyjąć, że przy obciążeniu ruchomym mostu rozpiętość teoretyczna dźwigarów może się zmniejszyć o pewną wielkość.

3. Łożyska styczne

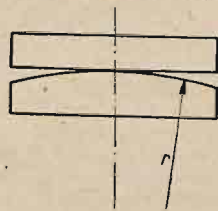
a. Łożyska stałe

W mostach o łożyskach płaskich ciśnienie na łożyska może się przenosić nieosiowo, a więc nierównomiernie. Ta nierównomierność ciśnienia na cios podporowy nie ma wielkiego znaczenia, gdyż w mostach o niewielkiej rozpiętości ciśnienia te są na ogół niewielkie.

Przy większych rozpiętościach trzeba unikać nierównomierności ciśnienia na łożyska, ciosy podporowe i na mury podpór. Należy przeto stosować taką konstrukcję łożysk, która by tę nierównomierność usuwała, jeżeli niezupełnie, to przynajmniej w dużym stopniu.

Łożyska styczne odpowiadają temu warunkowi.

W łożyskach tych (rys. 539) płyta dolna ma górną powierzchnię wypukłą, stanowiącą część powierzchni walca kołowego, płyta zaś górna jest u dołu płaska i leży na powierzchni walcowej płyty dolnej, stykając się z nią wzdłuż linii tworzącej. Reakcja podpory działa na linii dotyku płyt górnej i dolnej, zależnie od wielkości pro-



Rys. 539

mienia podstawy walca wypada większe lub mniejsze ciśnienie na bezpośredni docisk.

Ciśnienie jednostkowe na linii dotyku płaszczyzny z walcem oblicza się według wzoru Hertz'a:

$$\sigma_c = 0,598 \sqrt{\frac{p}{r \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right)}}$$

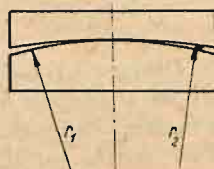
gdzie: p — ciśnienie na jednostkę długości linii dotyku,
 r — promień walca,
 E_1 i E_2 — moduł sprężystości przy ściskaniu walca i płyty.
 Przy jednostkowych modułach sprężystości $E_1 = E_2 = E$

$$\sigma_c = 0,418 \sqrt{\frac{pE}{r}}$$

Zmniejszenie tego ciśnienia może być osiągnięte przez nadanie dolnej powierzchni płyty górnej kształtu walcowego wklęsłego o promieniu nieco większym od promienia powierzchni walcowej płyty dolnej (rys. 540).

Wzór Hertz'a przy dotyku dwu walców przybiera postać:

$$\sigma_c = 0,598 \sqrt{p \frac{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}}{\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}}}$$



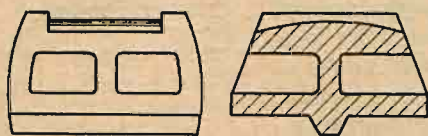
Rys. 540

gdzie: p — ciśnienie na jednostkę długości linii dotyku obu walców,
 r_1, r_2 — promienie walców (przy dotyku wewnętrznym, kiedy środki krzywizny obu walców położone są z jednej strony, promień większy ma znak minus, a promień mniejszy — znak plus),
 E_1 i E_2 — moduły sprężystości materiału walców przy ściskaniu.

Jeżeli obydwa walce są wykonane z jednego materiału, tj. $E_1 = E_2 = E$, to wzór powyższy przyjmie postać:

$$\sigma_c = 0,423 \sqrt{pE \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)}$$

Ponieważ oba łożyska, zarówno stałe jak i ruchome, mają zwykle jednakową wysokość, przeto styczne łożysko stałe ma dość znaczną wysokość i dlatego wykonuje się je nie jako łożysko jednolite, lecz z wydrążeniami (rys. 541).



Rys. 541

Górna płyta łożyskowa powinna być dość gruba, aby równomiernie rozkładała ciśnienie na spód dźwigara.

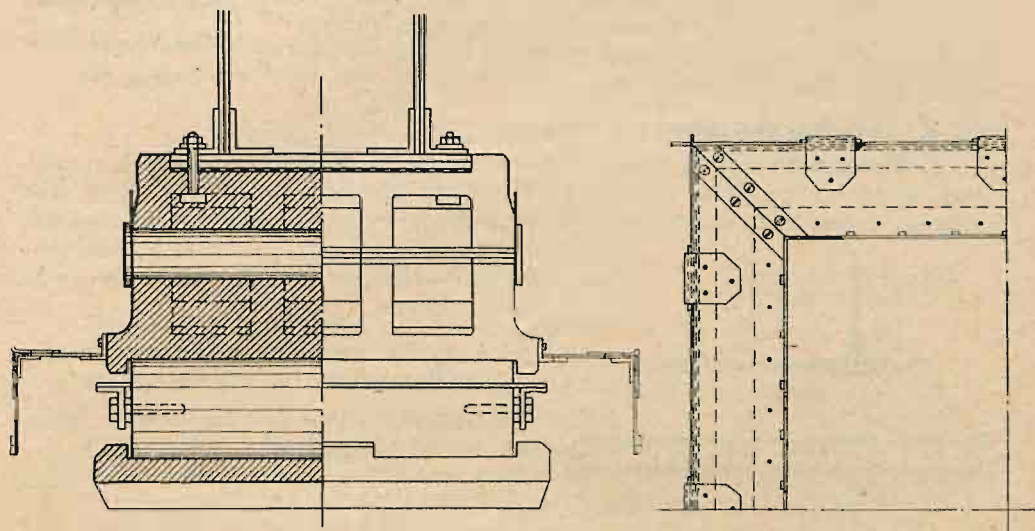
Połączenie górnej płyty z dźwigarami wykonuje się za pomocą czterech śrub.

Nieruchomość łożyska osiąga się tak samo, jak w łożyskach płaskich.

b. Łożyska ruchome

Łożysko ruchome (rys. 542) składa się z czterech części:

- 1) płyty górnej, którą nazywamy wahaczem i która jest przytwierdzona do pasa dźwigara czterema śrubami podobnie jak w łożysku stałym,
- 2) części środkowej, nazywanej kadłubem, na której leży płyta górna,
- 3) wałków, na których jest umieszczony kadłub,
- 4) płyty dolnej, na której leżą i po której toczą się mogą wałki; zadaniem tej płyty jest przenoszenie ciśnienia od dźwigara mostu na cios podporowy.



Rys. 542

Płyta górna łożyska ruchomego ma kształt powierzchni górnej taki sam jak w łożysku stałym, kadłub zaś ma górną powierzchnię walcową jak w łożysku stałym.

Wysokość kadłuba można obliczyć ze wzoru:

$$h = \sqrt{\frac{6 R \Sigma l_i}{n \cdot b \cdot k_g}},$$

gdzie: R — nacisk na łożysko,

n — liczba wałków,

b — szerokość łożyska,

l_i — odległość od osi łożyska do wałka.

k_g — naprężenie dopuszczalne na zginanie materiału, z którego jest wykonany kadłub łożyska.

Znak Σ obejmuje wszystkie wałki, położone z jednej strony osi łożyska.

Przesunięciom poprzecznym płyty górnej po kadłubie zapobiegają obrzeża boczne na kadłubie lub, co jest lepiej, obrzeża na spodzie płyty górnej, czyli wahacza.

Płyta dolna łączy się z ciosem podporowym podobnie jak w łożyskach płaskich lub przy większych wymiarach całą płytę wtapia się w cios podporowy na głębokość około $15 \div 25$ mm; ponadto na spodzie płyty daje się występ okrągły lub kwadratowy (rys. 543).

Grubość płyty dolnej zależy od wielkości ciśnienia na łożysko i od średnicy wałków.

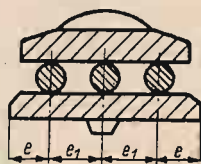
Jeżeli oznaczymy przez e odległość od krawędzi płyty do osi skrajnego wałka (rys. 544), przez b i l szerokość płyty i jej długość, przez e_1 odległość pomiędzy osiami wałków, to grubość płyty otrzymamy z następujących wzorów:

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



Rys. 543

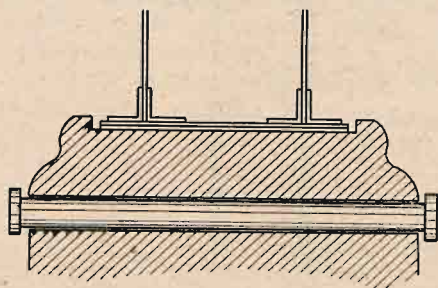
Układ wałków w łożyskach stycznych jest taki sam jak i w łożyskach zwanych przegubowymi (szczegółowo omówiony w p. 4).



Rys. 544

4. Łożyska przegubowe i czopowe

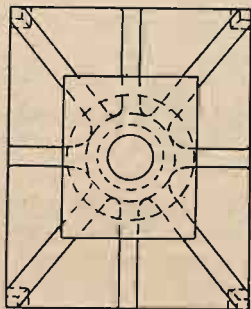
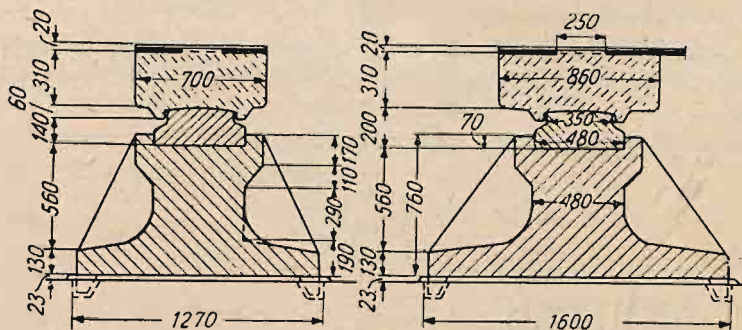
Łożyska przegubowe (rys. 545) stosuje się w mostach większych rozpiętości, mianowicie od 20 m wzwyż. Ponieważ ciśnienie na łożysko jest dość znaczne, przeto górna część łożyska, tj. wahacz wymaga odpowiednio większej wysokości, aby ciśnienie to należycie mogło być rozłożone na pas dźwigara w węźle podporowym.



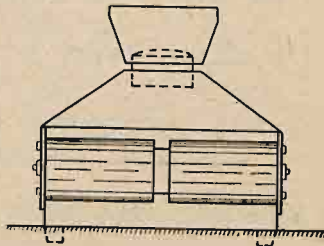
Rys. 545

Łożyska czopowe stałe oraz ruchome przedstawiono na rys. 546 i 547.

Łożyska czopowe oraz łożyska przegubowe składają się z tej samej liczby części co i łożyska styczne, jeżeli czop



Rys. 546



Rys. 547

albo przegub wraz z wahaczem lub kadłubem tworzą całość albo mają o jeden element więcej oraz jeżeli czop-przegub jest częścią oddzielną w postaci wałka lub odcinka kuli.

a. Wahacz górny łożysk stałych i ruchomych

Szerokość wahacza górnego odpowiada szerokości słupka podporowego lub przy pasach zbieżnych szerokości usztywnienia węzła podporowego (rys. 548).

Szerokość wahacza powinna być taka, aby ciśnienie na podporę mieściło się w granicach dopuszczalnych przy założeniu, że przenosi się ono na wahacz tylko poprzez blachy pionowe.

Wysokość wahacza lub grubość na osi czopa albo przegubu może być obliczona ze wzoru

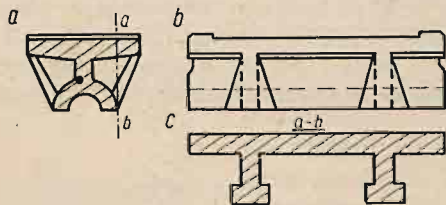
$$h = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{3Al}{bk_g}}$$

gdzie: A — największa reakcja na podporze,
 l — szerokość (wzdłuż dźwigara),
 b — długość (w poprzek mostu),
 k_g — naprężenie dopuszczalne na zginanie.

Jeżeli wysokość wahacza otrzymamy niewielką, to wahacz odlewa się bez wszelkich wydrzeń, które zwykle wykonuje się w odlewach większych dla zmniejszenia ich ciężaru.

Przeważnie jednak dąży się do zmniejszenia ciężaru odlewów pod warunkiem zachowania wskaźnika wytrzymałości w przekroju na osi wahacza. Wówczas nadaje się wahaczowi kształt przedstawiony na rys. 549.

Jak widać z rysunku płyta górna, połączona z częścią walcową obejmującą przegub za pomocą szyjki, łączy się dodatkowo z tą szyjką za pomocą żeber pionowych lub niekiedy za pomocą środkowych żeber pionowych i bocznych pochyłych, jeżeli szyjka walcowa jest dłuższa od płyty wahacza.



Rys. 549

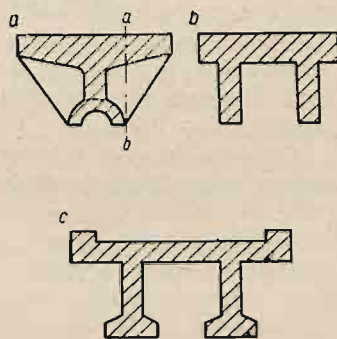
Grubość płyty wahacza w przekroju poprzecznym jest niejednakowa; mniejsza na krawędziach i większa około szyjki. Różnica tych grubości wynosi co najmniej 5 mm.

Najmniejsza grubość płyty wahacza na krawędzi wynosi 35 mm. Grubość ta dochodzi niekiedy do $100 \div 150$ mm, zależnie od wielkości ciśnienia na podporę i ogólnych wymiarów wahacza.

Grubość szyjki wahacza wynosi 40 mm i więcej, grubość zaś żeber bocznych $40 \div 100$ mm.

Z jednej strony szyjki wahacza umieszcza się co najmniej dwa, a czasem nawet cztery żebra, zależnie od długości szyjki. Żebra w wahaczu umieszcza się w taki sposób, aby przypadły mniej więcej pod blachami pionowymi pasów dźwigarów mostowych i aby nie przeszkadzały umieszczeniu śrub, służących do przymocowania dźwigara do łożysk wahacza.

Od odległości pomiędzy żebrami wahacza zależy większa lub mniejsza równomierność ciśnienia na przegub. Przy żebrach zwykłych prostokątnych dąży się, aby środek ciężkości przekroju $a - b$ (rys. 548) znajdował się w odległości $\frac{1}{3}$ wysokości wahacza.



Rys. 548

Spełnienie tego warunku pociąga za sobą znaczne zwiększenie grubości δ żeber pionowych; wpływa to na zwiększenie ciężaru wahacza, a zatem i jego kosztu.

Należyte, a nawet znacznie lepsze położenie środka ciężkości wahacza łożyska można osiągnąć przez zastosowanie w nim żeber o przekroju teowym (rys. 549).

Żebra teowe rozkładają materiał bardziej równomiernie, a środek ciężkości przekroju zbliżają do środka wysokości wahacza i łożysko staje się znacznie lżejsze niż w typie pokazanym na rysunku 548.

Stosowanie żeber teowych nie wymaga użycia specjalnych wkładek przy formowaniu i odlewie wahaczy, jeżeli elementom tworzącym teowniki nada się odpowiednie pochylenia.

Wahacze obu łożysk stałych i obu łożysk ruchomych w moście są jednokowe. Wahacz przytwierdza się zwykle do pasa dźwigara czterema śrubami średnicy $22 \div 30$ mm.

Obrzeża boczne u góry wahacza, pomiędzy którymi układa się blachy poziome pasa, nie pozwalają dźwigarom przesuwac się po wahaczu w poprzek mostu. Wysokość tych obrzeży wynosi $15 \div 25$ mm, szerokość zaś $40 \div 120$ mm.

Górna powierzchnia płyty wahacza powinna być dobrze zheblowana i stanowić albo płaszczyznę gładką przy pasach prostych, albo powierzchnię ciągłą o kształcie zgodnym z projektem.

Pomiędzy blachą podporową pasa dźwigara a płytą wahacza kładzie się blachę ołowianą grubości $3 \div 5$ mm, która wyrównuje wszelkie nierówności blach poziomych w węźle podporowym dźwigara (rys. 542).

b. Kadłuby łożysk ruchomych i stałych

Kadłub ma główny kształt taki sam jak wahacz, jest jednak znacznie wyższy od niego i dlatego wszystkie wymiary ma na ogół większe.

Wysokość kadłuba łożyska nieruchomego równa się zwykle wysokości kadłuba łożyska ruchomego plus średnica wałków. Gdyby jednak wałki miały znaczną średnicę i wskutek tego wysokość kadłuba wypadłaby zbyt duża, wówczas kadłub łożyska nieruchomego może być nieco niższy.

Przy położeniu przegubów łożyska na jednej wysokości musielibyśmy podnieść rzędną górnej krawędzi ciosów podporowych łożyska nieruchomego lub podnieść spód niższej podpory.

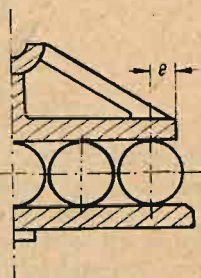
Wysokie kadłuby łożysk, choć dobrze rozkładają ciśnienie na ciosy podporowe, są mniej stateczne przy działaniu na dźwigary sił poziomych, jak hamowanie, siła odśrodkowa, parcie wiatru, i dlatego wymagają odpowiedniego zwiększenia szerokości i długości podstawy, a czasem i specjalnego zakotwienia. Dlatego nie należy dążyć do nadawania kadłubom łożysk zbyt dużej wysokości.

Kadłub łożyska ruchomego jest umieszczony na wałkach, a więc wymiary jego podstawy zależą od liczby i wymiarów wałków oraz od wielkości przesunięcia końca dźwigarów wskutek obciążenia ruchomego i zmian temperatury.

Wielkość przesunięcia równa się:

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

gdzie: α — współczynnik liniowej rozszerzalności stali,
 L — rozpiętość dźwigara,



Rys. 550

- t — zmiana temperatury od -30°C do $+40^{\circ}\text{C}$,
 σ_i — naprężenie w prętach pasa od obciążenia ruchomego,
 l_i — długość poszczególnych przedziałów pasa,
 E — moduł Younga.

Jeżeli oś skrajnego wałka przy temperaturze $t = 0^{\circ}\text{C}$ zajmuje położenie w odległości e od krawędzi kadłuba (rys. 550), to odległość ta powinna wynosić co najmniej $\frac{d}{2} + \frac{\Delta L}{2}$, jeżeli d oznacza średnicę wałków.

c. Wałki łożysk ruchomych

Przed wszystkim należy dążyć do jak najmniejszej liczby wałków w łożysku ruchomym ze względu na pewne trudności w osiągnięciu równomiernego ciśnienia na każdy z wałków przy dużej ich liczbie.

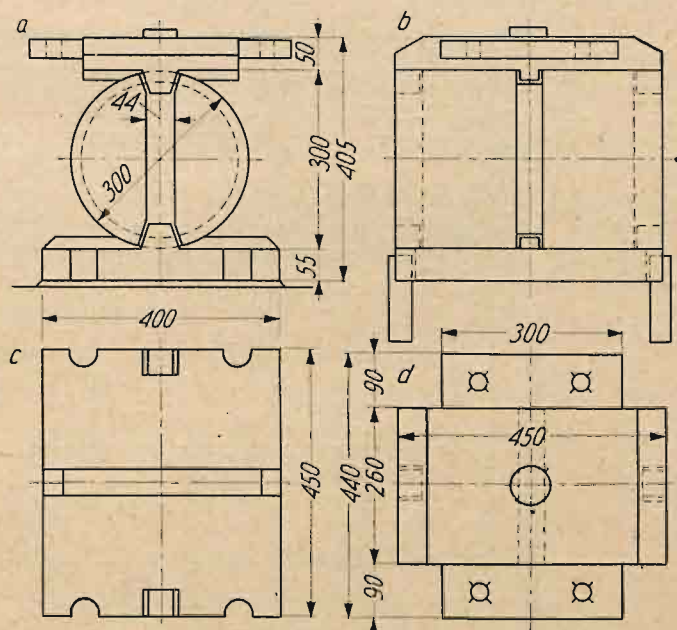
Przy jednym wałku w łożysku ciśnienie jest zawsze określone; przy dwóch wałkach ciśnienie jednakowe na wałki występuje tylko wówczas, gdy wałki znajdują się w tej samej odległości od osi łożyska; przy większej liczbie wałków ciśnienie na nie rzadko jest jednakowe.

Średnica wałków nie powinna być zbyt mała, gdyż od niej zależy wielkość tarcia potoczystego oraz wielkość naprężenia na docisk na linii dotyku wałków do płaszczyzn pomiędzy którymi one się znajdują.

Średnica wałków nie powinna być mniejsza niż 120 mm; przyjmuje się ją zwykle w mostach o średniej rozpiętości w granicach $120 \div 250$ mm.

Naprężenie w dotyku wałków do kadłuba i dolnej płyty łożyskowej dla stali kutej nie powinno być większe niż 45 kg/mm^2 . Przy większych rozpiętościach dźwigarów i większej liczbie wałków w łożyskach naprężenia w dotyku wałków mogą dochodzić do $50 \div 70 \text{ kg/mm}^2$.

Przy wydłużeniu się dźwigara wskutek obciążenia ruchomego wałki nie toczą się łagodnie w sposób ciągły, lecz zawsze skokami: dźwigary naprężają się, nie mogą pokonać oporu tarcia wałków, które tracą



Rys. 551

kształt kołowy i stają się eliptyczne, wyginają się do góry i dopiero pod uderzeniami obciążenia ruchomego przesuwają się raptownie.

W mostach małych rozpiętości, do których nadają się zwykle łożyska styczne, można stosować jeden wałek bez kadłuba (rys. 551) z tym warunkiem, że przy jednym wałku w łożyskach obie płyty, tak górna jak i dolna muszą być odpowiednio grube, aby mogły rozłożyć ciśnienie i na cios podporowy, i na pas dźwigara.

Przyjmuje się, że średnie ciśnienie na przekrój średnicowy wszystkich wałków w łożysku powinno wynosić najwyżej 35 kG/cm².

Z warunku tego wynika bezpośrednio, że

$$\frac{R}{n d l} \leq 35 \text{ kG/cm}^2,$$

gdzie: n — liczba wałków,
 d — średnica wałków,
 l — długość wałków.

Równaniu powyższemu można zawsze uczynić zadość przy danej liczbie wałków, zmieniając ich średnicę i odpowiednio długość. Warunek ten nie jest jednakże dostateczny.

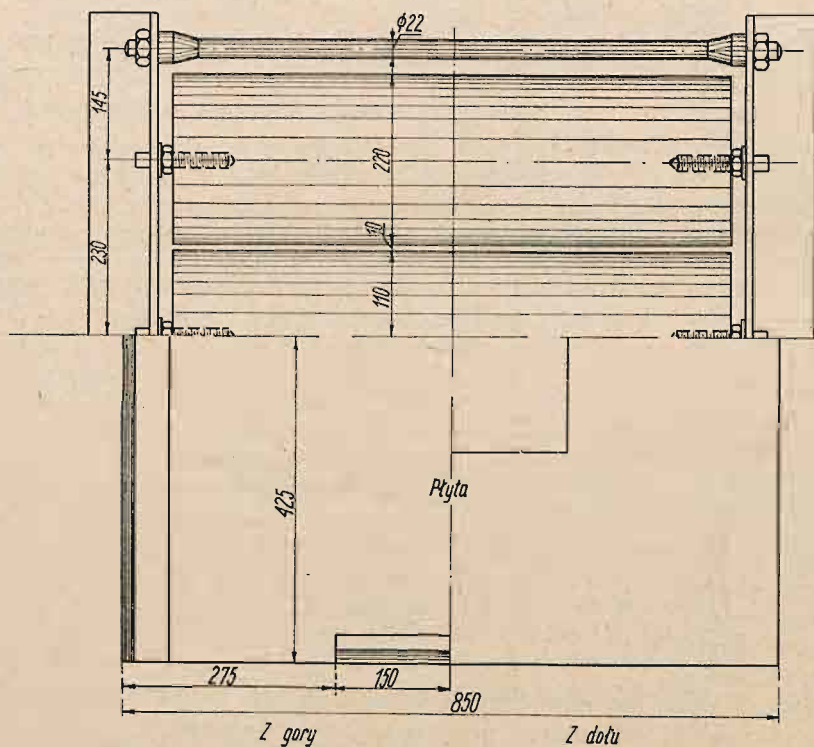
Warunek drugi, któremu wałki powinny również odpowiadać, wyraża się wzorem Hertza:

$$\sigma_c = 0,418 \sqrt{\frac{pE}{r}},$$

gdzie: p — ciśnienie w kG na 1 cmb w dotyku wałków,

E — moduł Younga 2 100 000 kG/cm²,

r — promień wałków w cm.



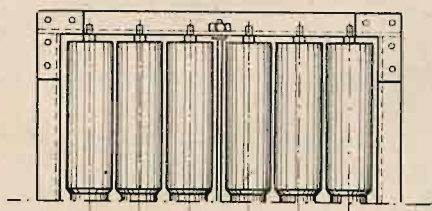
• Rys. 553

We wzorze tym znaczny wpływ na naprężenie wywiera promień wałków. Naprężenie na ciśnienie bezpośrednio w dotyku wałków do kadłuba i dolnej płyty łożyskowej nie powinno być większe od dopuszczalnego.

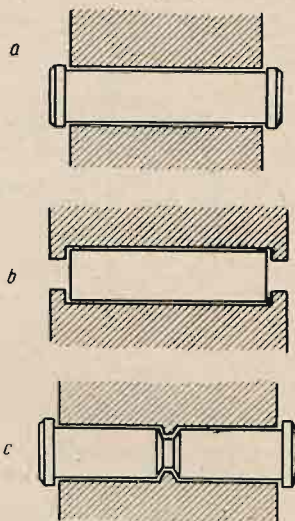
Wzajemna odległość pomiędzy osiami wałków powinna być zawsze stała. Łączymy przeto wałki w każdym łożysku specjalnymi ramkami, słabszymi lub mocniejszymi, w zależności od liczby wałków, ich średnicy oraz długości. Im większe są wymiary wałków, tym mocniejsze muszą być ramki.

Przy wałkach o niewielkiej średnicy i niewielkiej długości każda ramka może być wykonana z dwóch płaskowników lub dwóch kątowników, ściągniętych dwoma prętami ze stali okrągłej (rys. 552 i 553).

Przy wałkach grubszych dajemy ramki sztywne z kątowników, które łączymy na rogach nakładkami z płaskowników, a pośrodku, pomiędzy wałkami, jednym prętem okrągłym lub czasem dwoma prętami (rys. 554).



Rys. 554



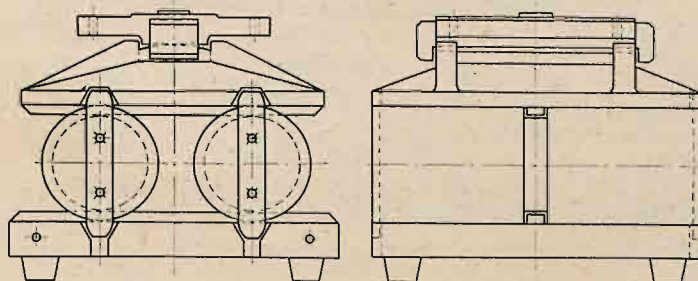
Rys. 555

Odległość w świetle pomiędzy wałkami może być doprowadzona do 10 mm, a nawet do 5 mm.

Aby kadłub łożyska nie mógł się przesuwać w poprzek mostu, wałkom nadaje się obrzeża (rys. 555a).

Czasem kadłub i płyta, na której leżą wałki, mają obrzeża (rys. 555b).

Wreszcie kadłub i płyta dolna mają pośrodku w kierunku osi dźwigara wystające żebra, które wchodzą w odpowiednie rowki wytoczone w wałkach (rys. 555c). Rowki w wałkach powinny być o $2 \div 3$ mm szersze i głębsze od szerokości żeber w kadłubie i płycie.

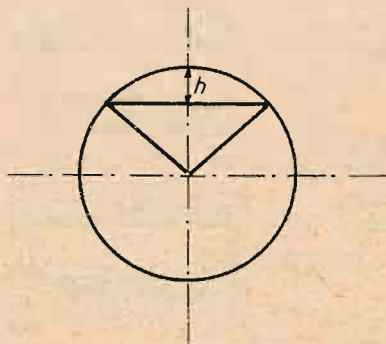


Rys. 556

Ostatni sposób stosuje się tylko w wałkach o znacznych średnicach (rys. 556), gdyż przy małych średnicach rowki osłabiałyby znacznie przekrój wałków.

Grubość i wysokość obrzeży wałków oraz obrzeży i żeber płyt zależy od sił poziomych, jak parcie wiatru i boczne uderzenia lokomotywy. Jeżeli pominiemy siły tarcia, to obrzeża te powinny czynić zadość warunkom wytrzymałości na bezpośredni docisk i na ścinanie. Przy sile poziomej W ,

działającej na koniec dźwigara w poprzek mostu, R — ciśnieniu na łożysko i f — współczynniku tarcia posuwistego stali po stali otrzymamy, że na listwy kadłuba i płyty lub na obrzeża wałków, albo na żebra płyt i kadłuba działa siła ($W - R$).



Rys. 557

Jeżeli wysokości tych elementów oznaczymy przez h (rys. 557), to otrzymamy odcinki kół, na które przenosi się ciśnienie.

Jeżeli oznaczymy pole tego odcinka przez A , to przy średnicy wałka d i liczbie wałków n naprężenie na odcinki wyniesie:

$$\sigma_c = \frac{W - fR}{nA} \quad \text{i}$$

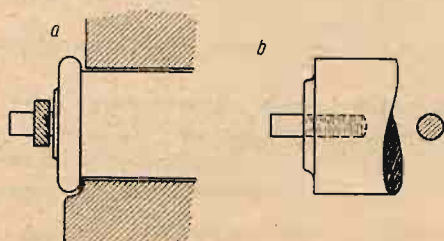
na ścinanie obrzeża wałka:

$$\sigma = \frac{W - fR}{n\delta l}.$$

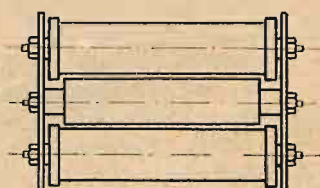
Współczynnik tarcia f można przyjąć za równy 0,12.

Na tę samą siłę $W - R$ można obliczyć żebra płyty dolnej wpuszczone w ciosy podporowe, przyjmując $f = 0,4$.

W praktyce grubość obrzeży daje się od 25 do 45 mm, wysokość od 20 do 35 mm, w zależności od wymiarów wałków. Czopy, czyli trzpienie, za pomocą których wałki łączymy z ramkami, mają średnicę od 20 do 40 mm



Rys. 558



Rys. 559

i mogą być wytoczone z jednego bloku stali (rys. 558a) lub oddzielnie i wkręczone w odpowiednie otwory wałka (rys. 558b). Część grubszą trzpienia wałka wpuszcza się w otwory wałka bez gwintu, cieńszy zaś koniec z gwintem naciętym. Stosuje się również trzpienie niegwintowane.

Jeżeli chodzi o zmniejszenie wymiarów szerokości kadłuba i dolnej płyty łożyska, to wałki zewnętrzne można dawać z obrzeżami, a wałki środkowe bez obrzeży (rys. 559): mamy wówczas możliwość zbliżyć wałki do siebie nawet do 5 mm.

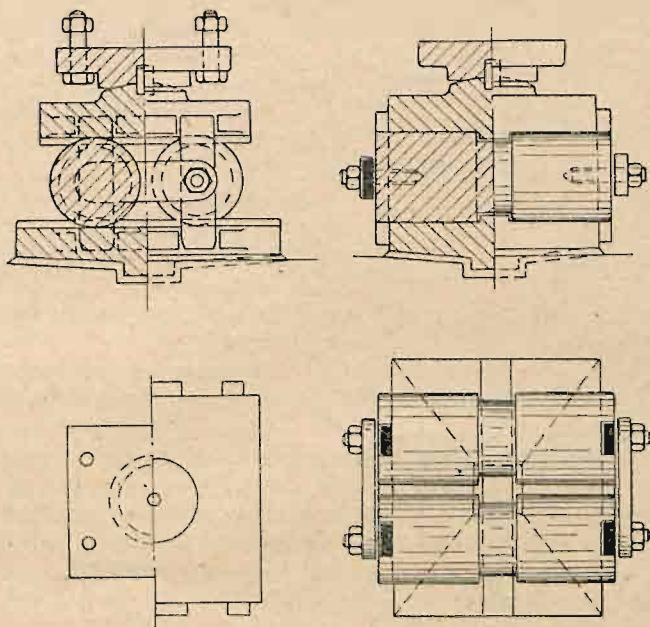
Zdarzają się przypadki, że wałki zsuwają się całkowicie z dolnych płyt łożyskowych. Jest to wynik tarcia wałków, które w jednym kierunku toczą się, a z powrotem nie wracają do swego pierwotnego położenia po ustaniu działania siły, która zmusiła je do toczenia się.

Aby wałki nie zeskakiwały z dolnej płyty łożyska, daje się u góry na jej krawędziach bocznych obrzeża ciągłe lub z oddzielnych kawałków (rys. 553).

Zabezpieczyć zsunięcie się wałków z dolnej płyty łożyska można również przez wstawienie w czoła wałków listew z wystającymi końcami, które wchodzi w odpowiednie wycięcia kadłuba i płyty (rys. 556), lub przez wykonanie

specjalnie odlanych w tym celu występów na krawędziach poprzecznych kadłuba i dolnej płyty łożyska (rys. 551).

Listwy, wchodzące w otwory kadłuba i płyty, mają końce nieco zaokrąglone, tak aby przy największym przesunięciu się wałków i ich obrocie w jedną lub drugą stronę mogły się luźno obracać i przechylać.

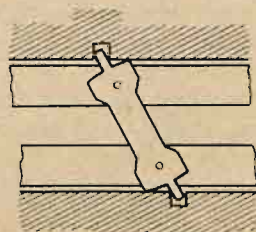


Rys. 560

Listwy mają wymiary poprzeczne około 60×50 mm i wcięte są w wałki nie na całą swą grubość, lecz na 25 do 30 mm. Przez listwy przechodzą czopy, na które nasadza się ramki wałków (rys. 560).

W mostach o dużych rozpiętościach liczba wałków w jednym łożysku ruchomym może dochodzić do ośmiu, przy średnicy wałków do 350, a nawet do 500 mm. przy czym szerokość płyty dolnej, jak również i kadłuba ruchomego, wypada dość znaczna, o wiele większa aniżeli to wynikało z potrzeby rozłożenia ciśnienia na cios podporowy.

W tych przypadkach dajemy wałki ścięte z dwóch stron bocznych (rys. 561).



Rys. 561

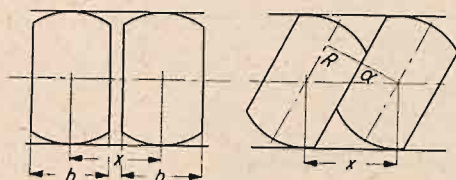
Przy przesunięciach końców dźwigara, a więc i wałków, wałki robią niewielkie obroty. Jeżeli wałek przy obrocie na kąt α przesunie się po dolnej płycie łożyska na odległość a , to kadłub względem płyty przesunie się na odległość $2a$. Jeżeli całkowite przesunięcie końca dźwigara o długości L jest ΔL , to kąt obrotu wałka α otrzymamy z równania:

$$\Delta L = \frac{2\pi r 2\alpha}{360},$$

gdzie r — oznacza promień kołistej podstawy wałka.

Aby walek nie wywrócił się i nie położył się na swój ścięty bok, najmniejsza grubość walka ściętego powinna wynosić $b = 2r \sin \alpha$ (rys. 562), aby zaś przy największym przechyleniu sąsiednie wálki nie naciskały na siebie, odległość pomiędzy osiami wálków powinna wynosić $x = \frac{b}{\cos \alpha}$.

Zarówno grubość b wálków ściętych, jak i odległość x pomiędzy osiami wálków przyjmuje się zwykle nieco większe, niż to wypada z tych wzorów.



Rys. 562

Przy wálkach ściętych należy stosować mocne ramki podwójne, gdyż tylko podwójne ramki mogą zapewnić stałą odległość między wálkami i ich równoległość.

Ramki nasadza się na czopy, wpuszczone na gwint w wálki, a konstrukcja ich jest taka sama jak i przy wálkach okrągłych.

Długość wálków ściętych, mających dużą średnicę, może być dość znaczna i dochodzi często do 2,0 m, a nawet i więcej.

Ścięcie wálków nie tylko umożliwia zmniejszenie szerokości kadłuba i dolnej płyty łożyska, ale przyczynia się w dużej mierze do zmniejszenia ciężaru całego łożyska.

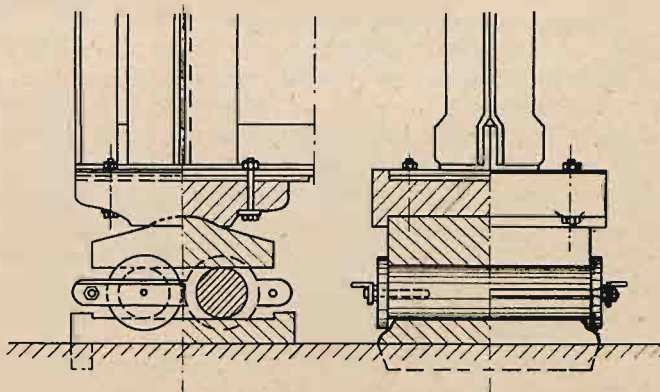
Aby uchronić wálki i dolną płytę łożyska od zanieczyszczenia, zabezpiecza się je płaszczem ochronnym (rys. 542).

Płaszcz ochronny wykonywa się z blachy grubości około 3 mm, przy tym boki płaszczów, o szerokości odpowiednio do średnicy wálków, usztywnia się u góry i u dołu wąskimi płaskownikami szerokości $30 \div 40$ mm i grubości 5 mm. Każdy bok płaszcza jest podwieszony na dwóch lub trzech zawiasach, przytwierdzonych do boków kadłuba łożyska.

d. Kadłuby łożysk ruchomych

Kadłuby łożysk ruchomych składają się z płyty leżącej na wálkach oraz z szyjki łączącej płytę ze żłobkiem walcowym, w którym umieszcza się przegub walcowy. Zamiast żłobka może być zastosowana miseczka półkulista lub innego kształtu, dopasowana do kształtu przegubu.

Żebra pionowe usztywniają płytę i szyjkę kadłuba (rys. 542).



Rys. 563

Jeżeli kadłub wypada niski, co się zdarza w mostach małej wysokości, to przegub, jako czop, stanowi jedną całość z kadłubem (rys. 563 i 564).

Przy czopach kulistych żebra usztywniające kadłub idą wzdłuż przekątnych oraz pośrodku (rys. 565), w większych zaś kadłubach żebra usztywniające mają odgałęzienia pośrednie w narożnikach.

Grubość płyty kadłuba powinna zapewniać równomierne ciśnienie na wálki, a więc przy niewielkiej odległości pomiędzy żebrawi usztywniającymi

plyta może być cieńsza, przy większej zaś odległości pomiędzy żebrami powinna być grubsza.

Grubość płyty można obliczyć w przybliżeniu, rozpatrując płytę jako belkę podpartą w dwóch punktach na żebrach i obciążoną równomiernie ciśnieniem wałków.

Rozpatrując płytę jako belkę utwierdzoną na obu końcach, grubość płyty obliczymy ze wzoru:

$$\delta = e \sqrt{\frac{p}{2k_g}},$$

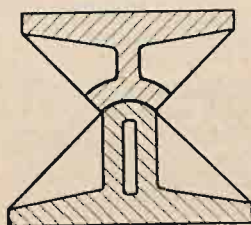
gdzie: e — odległość między żebrami,

p — ciśnienie od wałków na jednostkę szerokości kadłuba,

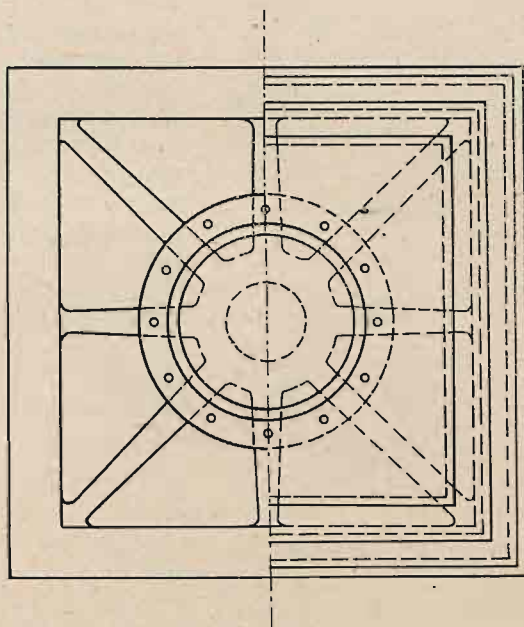
k_g — napężenie dopuszczalne.

Najmniejsza grubość płyt na krawędziach wynosi od 40 do 65 mm, ku środkowi zaś kadłuba zwiększa się odpowiednio do 50 i 75 mm.

W łożyskach ruchomych według układu pająkowego (rys. 565) lepiej stosować przeguby kuliste zamiast walcowych, gdyż wówczas wszystkie wahacze mogą być wykonane według jednego modelu.



Rys. 564



Rys. 565

Również w mostach ukośnych stosowanie łożysk z przegubami kulistymi jest bardziej celowe, umożliwiając bowiem one łatwiejsze ustawienie dźwigarów.

Przeguby kuliste zwykle są sprawdzane według wzoru Hertza:

$$k_c = 0,626 \sqrt[3]{R \left(\frac{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}}{\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2}} \right)^2}$$

gdzie: R — siła ściskająca kulę — oddziaływanie podpory,

r_1, r_2 — promienie kul (przy dotyku wewnętrznym, gdy środki krzywizny położone są z jednej strony, promień większy ma znak minus, promień zaś mniejszy — znak plus),

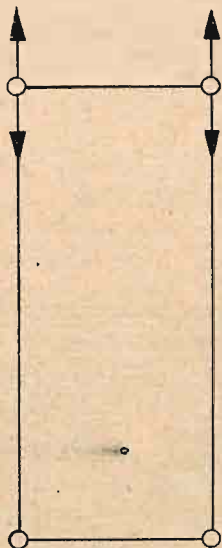
E_1, E_2 — moduły sprężystości kul przy ściskaniu.

Jeżeli dół wahacza jest płaski, a góra kadłuba stanowi odcinek kuli, wzór Hertza przybierze postać:

$$k_c = 0,626 \sqrt[3]{\frac{R}{r^2 \left(\frac{1}{E_1} + \frac{1}{E_2} \right)^2}}.$$

Gdy kula i płyta są wykonane z tego samego materiału, a więc $E_1 = E_2 = E$, wzór Hertza ma następującą postać:

$$k_c = 0,394 \sqrt{\frac{RE^2}{r^2}}.$$



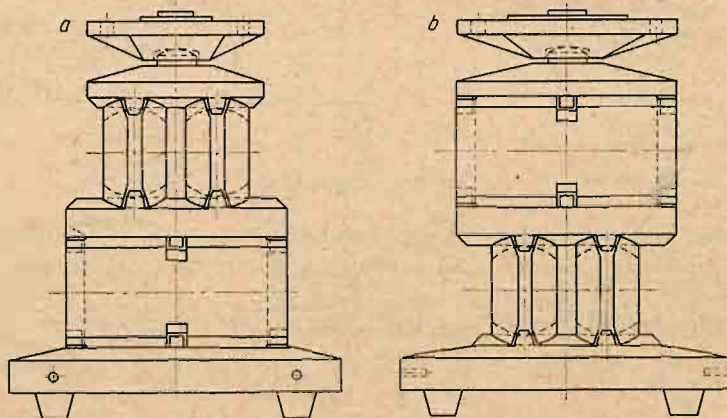
Rys. 566

Ustawienie wałków prostopadłe do przekątnej łączącej podporę nieruchomą z podporami innych dźwigarów danego przęsła należy stosować tylko w mostach o znacznej szerokości.

W mostach kolejowych jednotorowych lepiej układać łożyska według schematu podanego na rysunku 566.

Aby całkowicie zapewnić możliwość swobodnego przesuwania poprzecznego i podłużnego dźwigarów, celowe jest urządzanie łożysk ruchomych dwukierunkowych z wałkami dwupiętrowymi, dolnymi wzdłuż i górnymi w poprzek łożyska, (rys. 567) i przedzielnymi silną płytą łożyskową.

Łożyska z wałkami dwupiętrowymi są dosyć wysokie i dlatego bardziej ruchliwe i mniej stateczne niż łożyska z wałkami jednopiętrowymi.



Rys. 567

Zamiast łożysk z wałkami dwupiętrowymi można stosować łożyska ułożone na kulkach; tego rodzaju łożyska są jednak drogie i nadają się tylko w przęsłach o niewielkim ciśnieniu na podpory.

Już poprzednio zaznaczyliśmy, że w łożyskach ruchomych należy dążyć do możliwie niewielkiej liczby wałków. Im wałków jest więcej, tym praca ich stać się może bardziej nieokreślona i nierównomierna.

Następnie praca jednego i tego samego walek w łożysku może być różna na jego długości po pierwsze dlatego, że walek może być niezupełnie walcowy, a po drugie, że przy przegubie walcowym oś przegubu i oś walek mogą nie być ściśle równoległe.

W celu zapewnienia równomiernej pracy wszystkich walek w łożysku na całej ich długości niezbędne jest zachowanie warunku, aby osie walek i oś przegubu wahacza były dokładnie równoległe i aby waleki były ściśle walcowe i o jednakowych średnicach, gdyż nawet niewielka różnica w średnicach powoduje niejednakową pracę walek.

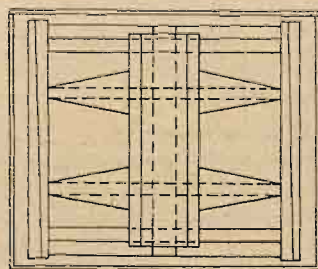
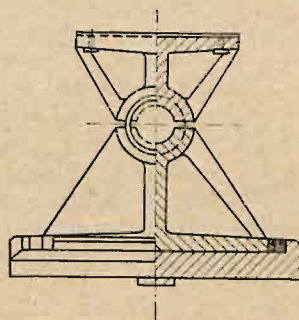
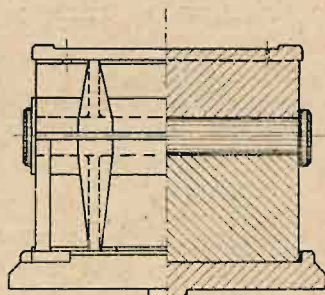
Średnice walek i ich walcowość można sprawdzić odpowiednimi narzędziami pomiarowymi. W praktyce sprawdzenie to przeprowadza się w sposób następujący. Po ustawieniu ramy z walekami na dolnej płycie łożyska kładzie się na każdy walek arkusz cienkiego i mocnego papieru, a następnie nakrywa się waleki kadłubem. Jeżeli nie da się lekko wyciągnąć arkusza papieru spod kadłuba, to można przyjąć, że średnica walek jest praktycznie jednakowa i waleki nadają się do użycia, gdyż łatwe wyciąganie papieru spod niektórych walek wskazuje, że średnica tych walek jest nieco mniejsza.

Zwracaliśmy uwagę że tylko przy jednym waleku w łożysku praca jego jest w zupełności określona, przy dwóch walekach w łożysku praca każdego z nich może być nieco różna, w zależności od położenia walek lub kadłuba, a przy większej liczbie walek pracują one niejednakowo.

Przy czterech walekach można by urządzić łożysko piętrowe, w którym ciśnienie od kadłuba przenosiłoby się tylko na dwa waleki górne (rys. 567). Takie łożyska, chociaż teoretycznie, a nawet i praktycznie byłyby może bez zarzutu pod względem równomierności pracy walek, to jednak z powodu dużego kosztu takiej konstrukcji nie mogą być stosowane.

Z powyższych rozważań wynika również, że przeguby czopowe kuliste bardziej równomiernie rozkładają ciśnienie na waleki, a oprócz tego mają jeszcze tę zaletę, że nie wymagają bezwzględnie układania wszystkich płyt podłożyskowych w płaszczyznach ściśle poziomych.

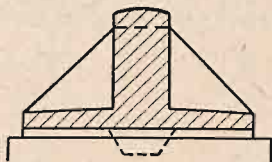
Kadłuby łożysk nieruchomych stałych różnią się od kadłubów łożysk ruchomych tylko większą wysokością. Wysokość ich, jeżeli wierzch ciosów podporowych na wszystkich podporach mostu znajduje się na jednej i tej samej rzędnej, równa się łącznej wysokości kadłuba, walek oraz dolnej płyty pod walekami, w przypadku, gdy kadłuby nieruchome ustawia się bezpośrednio na ciosach podporowych. Jeżeli zaś kadłuby położone są również na dolnej płycie łożyska, to wysokość ich odpowiada wysokości walek i wysokości kadłuba łożyska ruchomego.



Rys. 568

Jeżeli wymiary kadłuba w podstawie wypadają bardzo duże, to pod kadłubem łożyska nieruchomego kładziemy płytę odpowiedniej wysokości (rys. 568). Płyta ta może być wykonana z żeliwa; wówczas stalowy kadłub łożyska wypada znacznie mniejszych wymiarów w podstawie, gdyż dopuszczalne ciśnienie na żeliwo może dochodzić do 1000 kG/cm².

Płyta podkadłubowa ma obrzeże na wszystkich czterech bokach wzdłuż swych krawędzi. Odległości pomiędzy przeciwległymi obrzeżami są większe niż odpowiednie wymiary podstawy kadłuba, tak że z boków kadłuba na płycie można założyć kliny, co wpływa na bardziej ściśle ustawienie łożyska na podporach (rys. 568).



Rys. 569

569), albo całą podstawę łożyska wcina się w cios podporowy i zalewa zaprawą cementową.

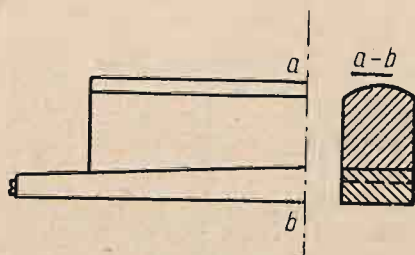
Wymiary występu oblicza się według wzorów:

$$W - Rf = b_1 b_2 \cdot k_l; \quad W - Rf = b_1 c k_c,$$

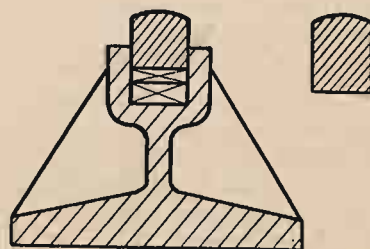
gdzie: W — siła pozioma,
 R — nacisk na łożysko,
 f — współczynnik tarcia stali lub żeliwa po kamieniu,
 b_1, b_2, c — szerokość, długość i wysokość występu,
 k_l, k_c — naprężenie dopuszczalne na ścianie w stali lub w żeliwie i na zgniatanie w ciosie podporowym.

Należy pamiętać, że łożyska wysokie powinny mieć odpowiednio długą i szeroką podstawę, aby były stateczne pod działaniem sił poziomych na dźwigary mostowe.

W mostach belkowych, swobodnie podpartych na dwóch podporach, regulowanie wysokości ustawienia łożysk na ciosach podporowych dokonuje się przez mniejsze lub większe wcięcie płyt łożyskowych lub kadłubów w ciosy podporowe. W mostach tych nie zaopatrujemy łożysk w kliny do regu-



Rys. 570



Rys. 571

lowania wysokości, gdyż niewielkie niedokładności, jakie mogą powstawać przy ustawianiu łożysk na ciosach podporowych, nie mają znaczenia, zwłaszcza że zawsze można ustawić łożyska ściśle na jednej i tej samej wysokości. Również niejednakowe i niewielkie osiadanie podpór nie wpływa ujemnie na ustawienie łożysk.

Inaczej przedstawia się sprawa z osiadaniem podpór mostów o belkach ciągłych bezprzegubowych. Nierównomierność osiadania podpór oraz nie- należyte ustawienie łożysk według wysokości wpływa wybitnie na rozkład

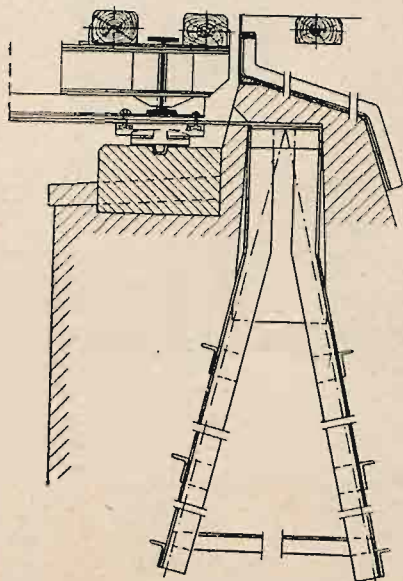
naprężeń w dźwigarach; dlatego też łożyska takich dźwigarów powinny być klinowane dla regulacji wysokości przegubów łożysk.

Ponieważ ciśnienie na kliny powinno być określone, najlepiej więc będzie wstawić tylko jeden klin pod przegubem z odpowiednim pochyleniem dolnej płaszczyzny przegubu (rys. 570) lub zastosować kliny podwójne przy poziomej podstawie przegubu (rys. 571).

5. Zakotwienie łożysk stałych

Zakotwienie łożysk wykonuje się w dwóch przypadkach.

1. Na dźwigary mostu działają znaczne podłużne siły poziome wskutek hamowania pociągu na mostach położonych przy stacji kolejowej, na mostach położonych na spadku, wreszcie na mostach długich.

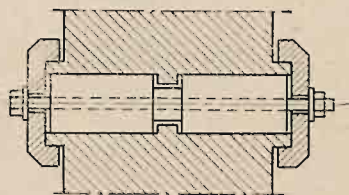


Rys. 572

We wszystkich tych przypadkach należy zbadać, czy siły poziome nie spowodują podniesienia jednej krawędzi łożyska nieruchomego, tj. czy przy działaniu sił poziomych i pionowych wypadkowa tych sił nie wyjdzie z rdzenia podstawy kadłuba.

Jeżeli w podstawie kadłuba nie stwierdzimy rozciągania, to zakotwienie łożyska jest zbędne.

Gdyby zaś rozciąganie występowało, wówczas należy zakotwić albo kadłuby, albo koniec dźwigara, albo przegub łożyska. W pierwszym i drugim przypadku spod pasa



Rys. 573

dźwigara wypuszcza się blachę, którą łączy się z kotwami w murze przyezółka (rys. 572), w trzecim zaś przypadku wałek przegubowy należy uchwycić z dwóch jego końców klamrami (rys. 573), które łączą wahacz z kadłubem łożyska.

2. W mostach jednowspornikowych lub w mostach z dźwigarami ciągłymi przy znacznych różnicach w rozpiętościach sąsiednich przęseł lub przy dużym obciążeniu ruchomym a niewielkim obciążeniu stałym mogą powstać ujemne reakcje podpór.

Dźwigar na podporze będzie miał tendencję do podnoszenia się, do czego nie wolno dopuścić, gdyż praca dźwigarów byłaby zupełnie inna, niż to wynikało z obliczeń i z założenia, że podpory dźwigarów są stałe i opierają się na łożyskach.

Aby zapobiec podnoszeniu się dźwigarów, można zastosować na podporach dodatkowe obciążenia dźwigarów, zwane przeciwwagami.

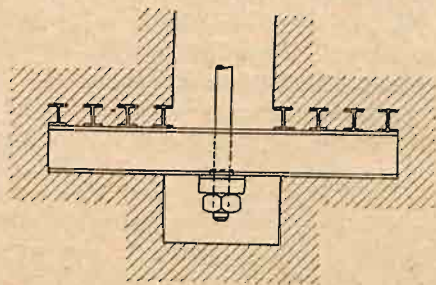
Przeciwwagi obciążają dodatkowe podpory, a także i dźwigary oraz wymagają specjalnego podkładu, który oczywiście zwiększa ciężar konstrukcji.

Zamiast przeciwwag można zastosować kotwy, wpuszczone na pewną głębokość w mury podpór.

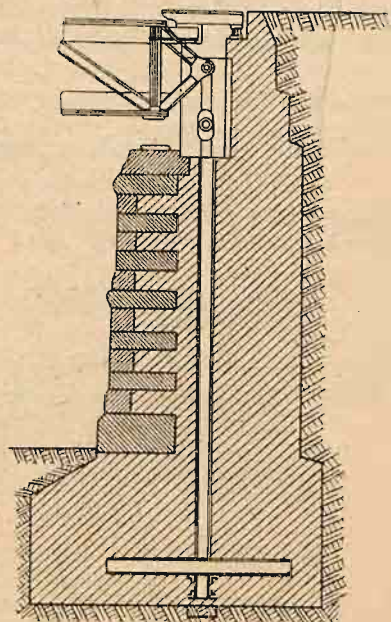
Ponieważ kotwy zwiększają zużycie materiałów, należy rozważyć sposoby przymocowania dźwigarów pod względem zarówno oszczędnościowym, jak i rozwiązania technicznego.

Musi być zachowany dostęp do kotew dla kontrolowania ich stanu albo kotwy mogą być zamurowane (rys. 574) pod warunkiem, że mur nie będzie stać w wodzie.

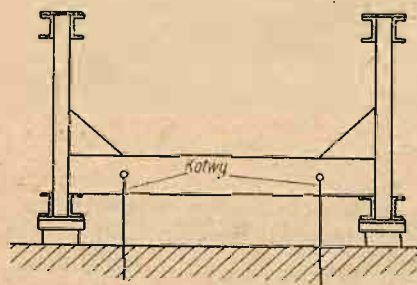
Kotwy powinny być założone na takiej głębokości, aby mur, w którym tkwi kotwa, miał dostateczny ciężar do przeciwdziałania wyrwaniu kotwy i do utrzymywania jej w równowadze w razie powstania ujemnej reakcji na podporze.



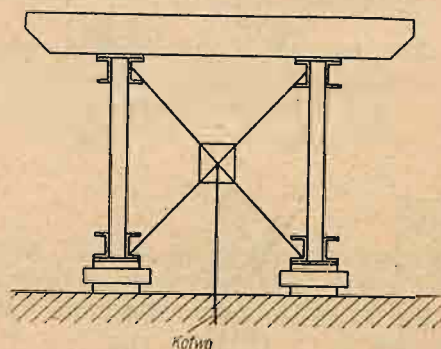
Rys. 574



Ry 575



Rys. 576



Rys. 577

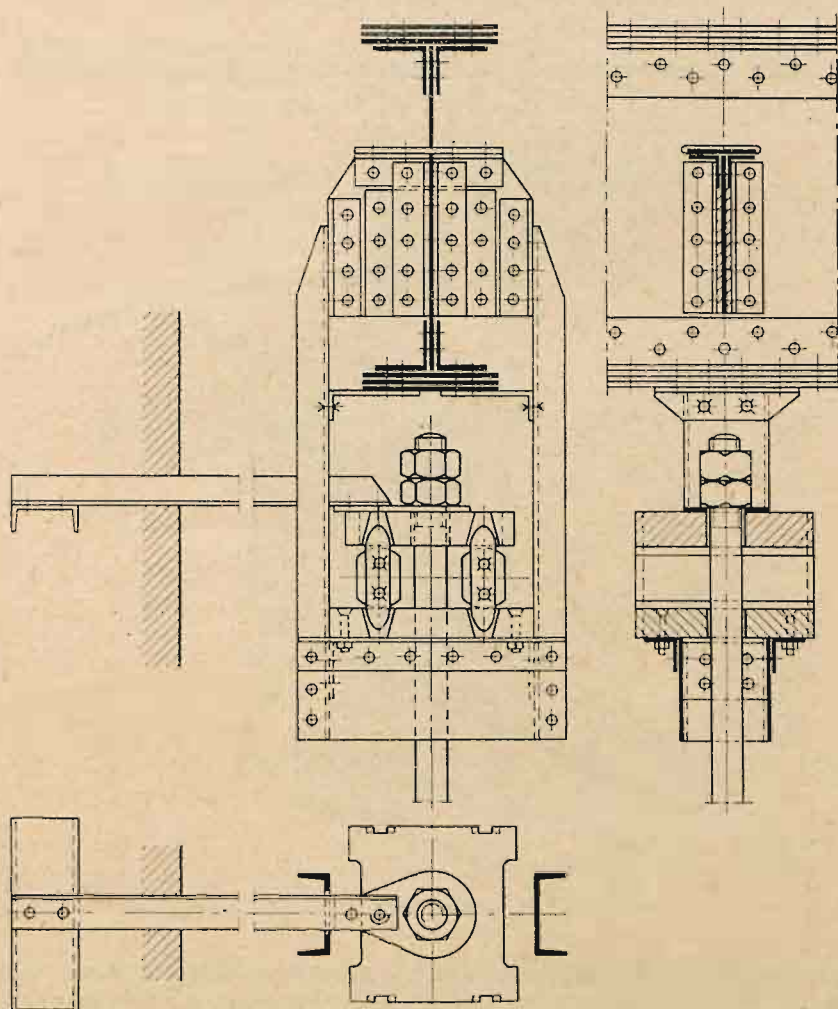
Stosując zakotwienie można albo bezpośrednio połączyć dźwigary z kotwami przy łożyskach nieruchomych (rys. 575), albo połączyć kotwy z belką podporową dźwigarów (rys. 576), albo uchwycić kotwę tężniki poprzeczne na podporze (rys. 577).

6. Zakotwienie łożysk ruchomych

Bezpośrednie zakotwienie końca dźwigara można stosować na podporach ruchomych tylko przy bardzo niewielkich przesunięciach, a więc w dźwigarach mostowych o małych rozpiętościach.

Przy większych przesunięciach końców dźwigara kotwa utrudniałaby przesunięcie łożyska, przeto konstrukcja jej nie powinna tamować przesunięcia łożyska, a jednocześnie dociskać koniec dźwigara do łożyska.

Osiąga się to np. przez zastosowanie specjalnego niewielkiego łożyska na walcach, ustawionego na końcu dźwigara, które będąc nieruchome pozwala na przesuwanie się końca dźwigara.



Rys. 578

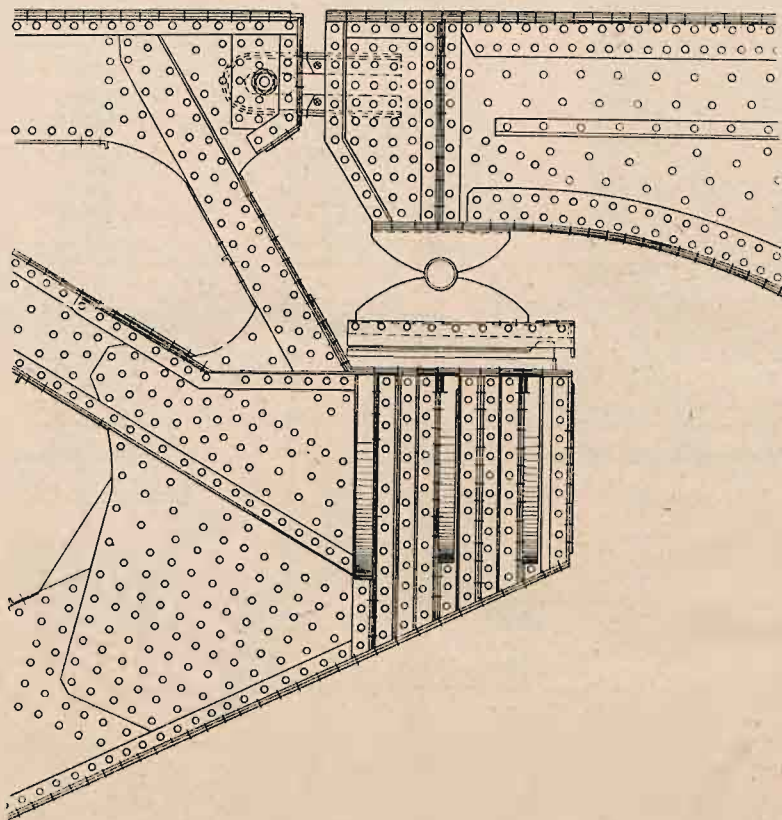
Jak widać z rys. 578, kotwa pozioma służy do unieruchomienia łożyska górnego.

Zamiast łożyska na walcach można zastosować walek ścięty, który nie wymaga specjalnych zakotwień poziomych; wówczas kotwa pionowa musi mieć występ poziomy, którym będzie dociskać ten walek do końca dźwigara.

7. Łożyska belek zawieszonych na wspornikach

Połączenia dźwigarów przęseł zawieszonych ze wspornikami można dokonać za pomocą łożysk, które stosuje się przy podporach zwykłych.

Na wystającym końcu wspornika urządza się poziomą płaszczyznę, stolik, na którym umieszcza się albo kadłub łożyska nieruchomego i przytwierdza się go do stolika śrubami (rys. 579), albo ustawia się na nim płytę pod wálki łożyska ruchomego (rys. 580).



Rys. 579

Rozwiązanie to uwydatnia połączenie przęsła zawieszonego ze wspornikami, tj. nie maskuje konstrukcji i dlatego te połączenia dźwigarów zawieszonych ze wspornikami nie mają ładnego wyglądu. Inne sposoby maskują to połączenie i nadają belkom mostowym postać belek ciągłych, a mostowi wygląd bardziej estetyczny.

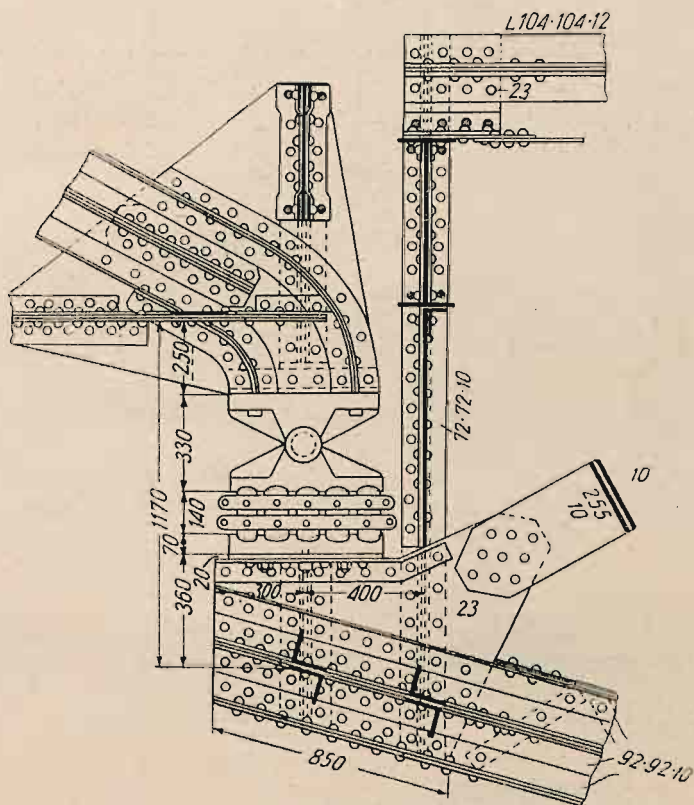
Zawieszenie dźwigarów na wspornikach w tym końcu, pod którym powinna być podpora nieruchoma, może być wykonane jako zawieszenie dźwigarów na bolcach odpowiedniej średnicy (rys. 581).

Koniec belki zawieszonej, która zwykle ma pasy i słupki cieńsze niż wsporniki, wstawia się w słup wspornika i utrzymuje w nim za pomocą bolców. Zarówno ścianki słupka wspornika, jak i słupa belki zawieszonej muszą być przy otworze na bolec odpowiednio grubsze (rys. 581e), aby naprężenia

na bezpośredni docisk bolców na te ścianki były w granicach dopuszczalnych.*) Luz, pozostający pomiędzy ściankami słupka wspornika a ściankami słupka belki zawieszanej, powinien być wypełniony odpowiednimi przekładkami, które utrzymują belkę zawieszoną pośrodku słupka i nie pozwalają jej przesuwać się w poprzek mostu (rys. 581e).

Końcowi belki zawieszanej można nadać swobodę przesuwu przez podwieszenie go na specjalnych strunach, przymocowanych do wspornika, lub za pomocą podparcia na słupkach wahadłowych, umieszczonych na wspornikach.

Przy zastosowaniu strun podwieszenie jest dolne (rys. 581a), a przy zastosowaniu słupków wahadłowych podparcie jest górne (rys. 581b, c i d).



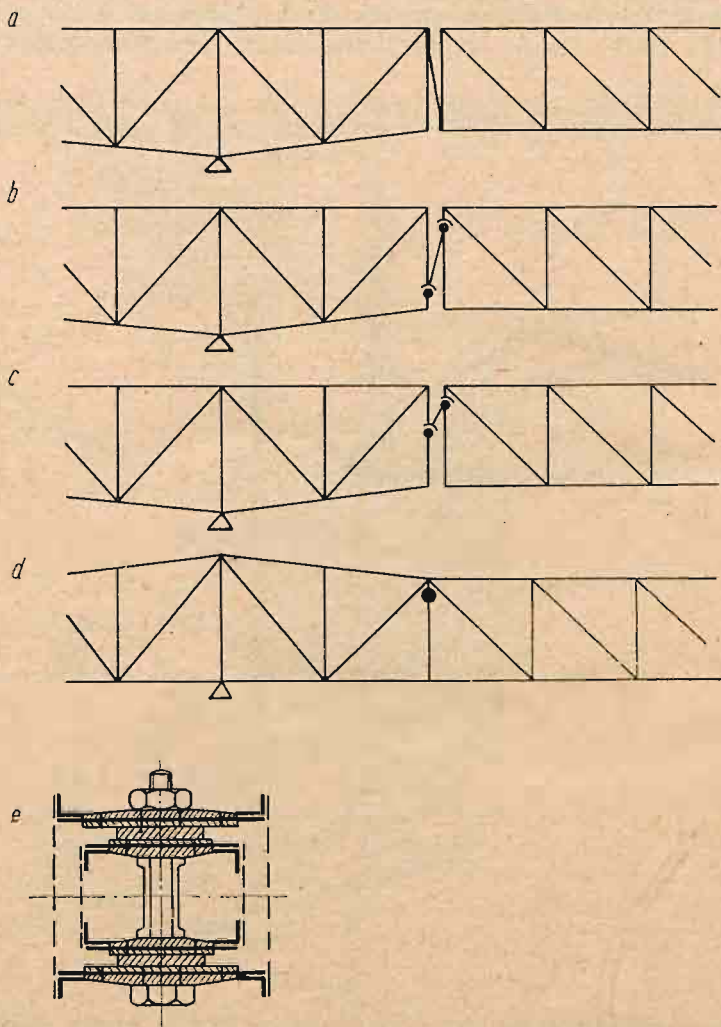
Rys. 580

W pierwszym przypadku (rys. 581a) w górnej części słupka lub pasa górnego wspornika wprowadzamy bolc, który przechodzi przez odpowiednio wzmocnione ścianki słupka. Na tym bolcu przymocowujemy dwie struny odpowiednich wymiarów, również na końcach wzmocnione, aby otrzymać w granicach dopuszczalnych naprężenia na docisk, rozerwanie i ścinanie strun, wiszących na bolcu. Na dolnym końcu strun podwieszamy na bolcu belkę zawieszoną (rys. 582). Struny obejmują tutaj słupek belki zawieszanej.

*) Jeżeli naprężenia w bolcu i ściankach otworu są obliczane według wzorów elementarnej wytrzymałości materiałów, to nie należy wykorzystywać całkowicie naprężeń dopuszczalnych, pozostawiając zapas około 20%. Jest to konieczne ze względu na to, że rzeczywisty rozkład naprężeń w takim połączeniu znacznie odbiega od rozkładu naprężeń, otrzymanego ze wzorów elementarnej teorii wytrzymałości.

Aby można było wprowadzić bolec do środka słupka belki zawieszanej, wykonuje się w słupku wspornika odpowiedni otwór owalny poziomy nieco większej średnicy, tak aby bolec i nakrętki na jego końcach swobodnie się w nim mieściły.

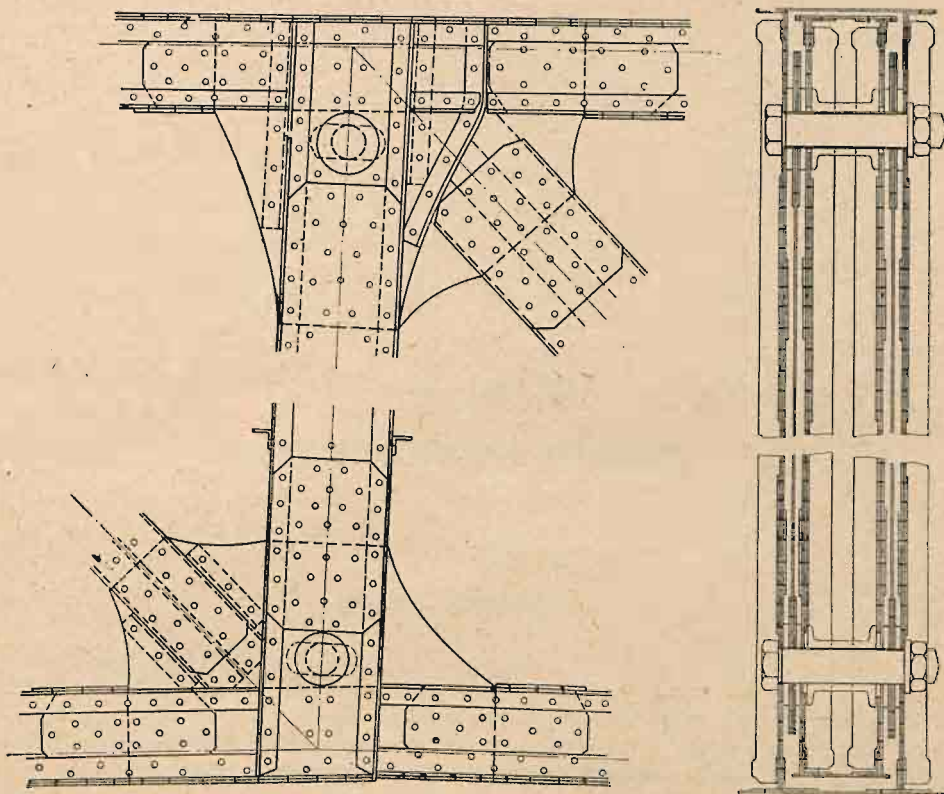
Poziome wydłużenie otworu potrzebne jest w tym celu, aby dolny koniec belki zawieszanej wraz z bolcem mógł się swobodnie przesuwać.



Rys. 581

Jeżeli zawieszona belka ma słupek dochodzący do pasa górnego wspornika, to w słupku belki zawieszanej musi być wykonany otwór owalny, przez który przechodzi bolec służący do zawieszania struny. Otwór powinien mieć takie wymiary, aby zawieszona belka mogła swobodnie przesuwać się, obejmując bolec.

Z boków strun i słupków powinny być włożone przekładki, które uniemożliwiają przesuwanie się końca zawieszonego dźwigara w poprzek mostu



Rys. 582

Nie jest konieczne, aby struny miały długość równą wysokości słupków wspornika lub zawieszanej belki. Należy jednak zwrócić uwagę, że w razie użycia krótkich strun i przy dość znacznych wahanich końca zawieszanej belki może powstawać podnoszenie się jej końca, co nie jest pożądane.

