

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Most wiszący na rz. Delaware w Filadelfji w porównaniu z innymi mostami o dużych rozpiętościach, (c. d.) nap. Dr. Inż. St. Kunicki, Profesor Politechniki Warszawskiej.

Interpretacja dynamiczna przybliżonej metody wyznaczania odkształceń sprężystych w konstrukcjach budowlanych, nap. Dr., Inż. W. Wierzbicki, Docent Politechniki Warszawskiej.

Korygowanie profilu ewolwentowego ząbienia, nap. Inż. T. Jakubowski.

Przegląd pism technicznych.

Sprawozdania i prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

SOMMAIRE:

Le pont suspendu sur la Delaware à Philadelphie, en comparaison avec les autres ponts aux grandes ouvertures (suite), par M. St. Kunicki, Dr., Professeur à l'Ecole Polytechnique de Varsovie.

L'interprétation dynamique de la méthode du calcul approché des déformations élastiques des constructions, par M. W. Wierzbicki, Dr., Ing., Docent à l'Ecole Polytechnique de Varsovie.

Les corrections du profil des dents des roues à denture développante, par M. T. Jakubowski, Ingénieur.

Revue documentaire.

Bulletin du Comité Polonais de l'Energie.

Most wiszący na rz. Delaware w Filadelfji w porównaniu z innymi mostami o dużych rozpiętościach.^{*)}

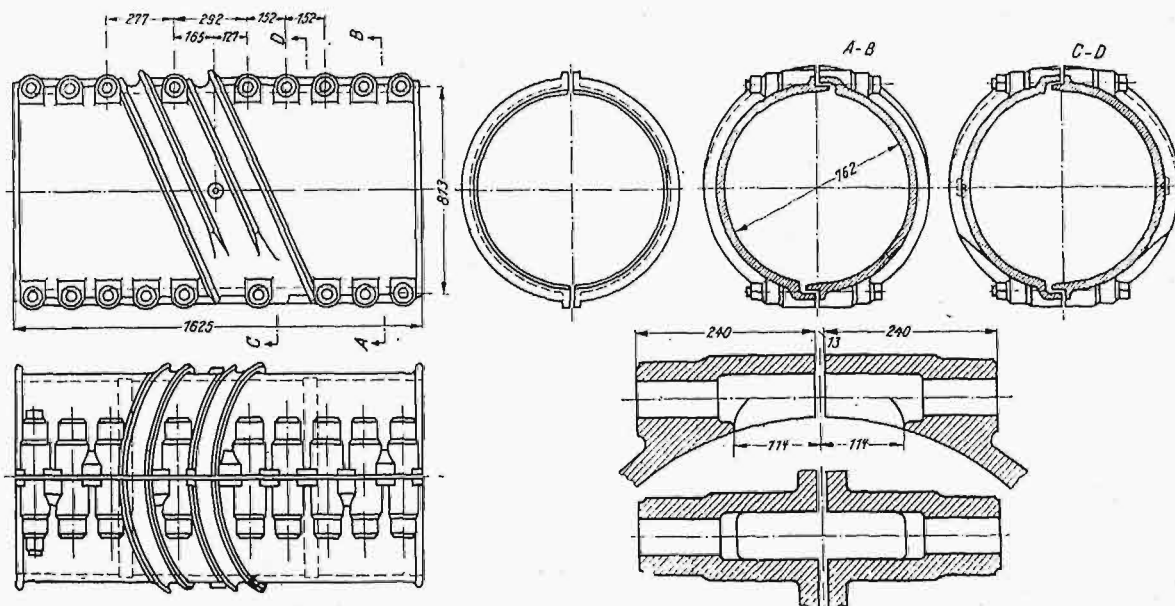
Opracował Dr. inż. St. Kunicki, Profesor Politechniki Warszawskiej.

Wieszaki ze stalowych lin drucianych.

Belki (kratownice) sztywności i złączona z nimi jezdnia zawieszona są na dwóch głównych linach zapomocą wieszaków, składających się z czterech lin stalowych każdy, o średnicy 5,65 cm; przechodzą one przez dwa rowki, w które zaopatrzone

Stal użyta na druty wieszaków jest tego samego gatunku, co głównych lin wiszących. Każda lina wieszaków musi wytrzymać obciążenie rozciągające 181 t; ta sama lina zgięta około mufki o średnicy 81,3 cm musi wytrzymać obciążenie rozciągające 172 t.

Wewnętrzna powierzchnia mufki stalowej jest



Rys. 19. Normalne mufki stalowe do łączenia wieszaków z linami głównymi. Widok i przekroje A—B i C—D oraz szczegół połączenia połówek mufki.

są stalowe mufki, o średnicy 81,3 cm. Mufki te składają się z dwóch połówek, nakładanych na wiszącą linę i ześrubowywanych (rys. 19).

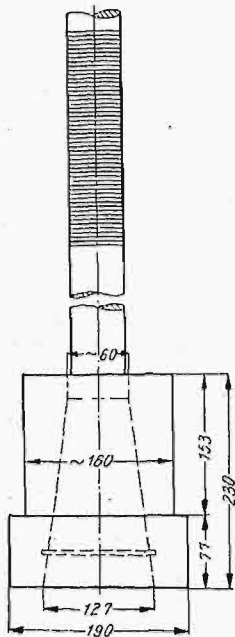
chropowata i, przy połączeniu dwóch części mufki śrubami ze stali wysokowartościowej, mocno naciska na powierzchnię liny wiszącej.

Na rys. 20 wskazano rozszerzenie dolnego końca wieszaków, zalane roztopionym cynkiem, zaś na

^{*)} Ciąg dalszy do str. 628 Nr. 30—31 r. b.

rys. 21 — widok połączenia wieszaków z główną liną wiszącą.

Wysokość belek (kratownic) sztywności wynosi 8,54 m między osiami pasów tych belek, co



Rys. 20. Ukształtowanie dolnego końca wieszaka.

Do belek poprzecznych przymocowane są co 1,17 m belki podłużne o wysokości 0,475 m, na których w środkowej części przekroju mostu, na szerokości 17,37 m, ułożona jest jezdnia żelazobetonowa dla sześciu rzędów wozów. Po bokach tej jezdni, lecz między belkami (kratownicami) sztyw-



Rys. 21. Widok połączenia wieszaków z linami głównymi.

ności, znajdują się pojedyncze tory tramwajowe. Na wspornikach, z zewnątrz belek (kratownic) sztywności, ułożono po jednym torze dla miejskiej kolei elektrycznej (metro).

stanowi około $\frac{1}{62}$ rozpiętości przęsła środkowego mostu. Osie lin i belek kratowych są rozstawione w planie na odległość 27,15 m jedna od drugiej. Przekroje pasów i słupków belek sztywności są uwidocznione na rys. 22.

Do słupków belek sztywności są przymocowane poprzeczne belki jezdni, których pełna długość, razem z wystającymi poza belki wspornikami, stanowi 37,25 m. Belki poprzeczne jezdni są rozstawione co 6,25 m w przęśle środkowym mostu i co 6,30 m w przęsłach skrajnych.

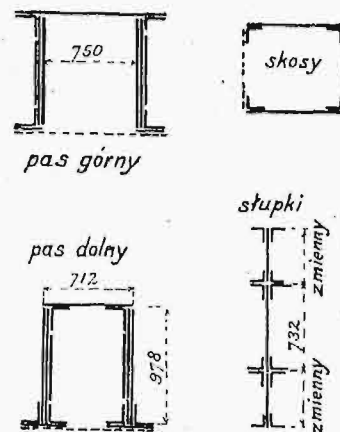
Do belek poprzecznych przymocowane są co 1,17 m belki podłużne o wysokości 0,475 m, na któ-

Jeźdnia składa się z płyt żelazobetonowych o grubości 15,3 cm, rozciętych na części, odpowiadające dwu polom między belkami poprzecznymi, i mających w miejscach rozcięcia odpowiednie szwy dylatacyjne. Uzbrojenie żelazne tej płyty żelazobetonowej składa się z matych kratownic żelaznych, postawionych w poprzek jezdni w odległościach co 15,3 cm i mających wysokość 11,4 cm, oraz z podłużnych okrągłych prętów żelaznych. Na płycie żelazobetonowej położona jest warstwa asfaltu o grubości 6,4 cm (rys. 23 i 24). Chodniki zaś są wykonane z płyt żelazobetonowych o grubości 7,6 cm. Są one położone na wspornikach zewnętrznych na wysokości górnego pasa belek kratowych usztywniających i mają szerokość 3,05 m. Wysokość belek poprzecznych jest 2,44 m.

Przekrój poprzeczny mostu w większej skali jest podany na rys. 25.

Tężniki mostu.

Równoległe do powierzchni jezdni wykonano trzy rodzaje tężników (rys. 26). Pierwsza rama (wiatrowa) położona jest u dołu belek poprzecznych



Rys. 22. Przekroje pasów, słupków i skosów belek sztywności.

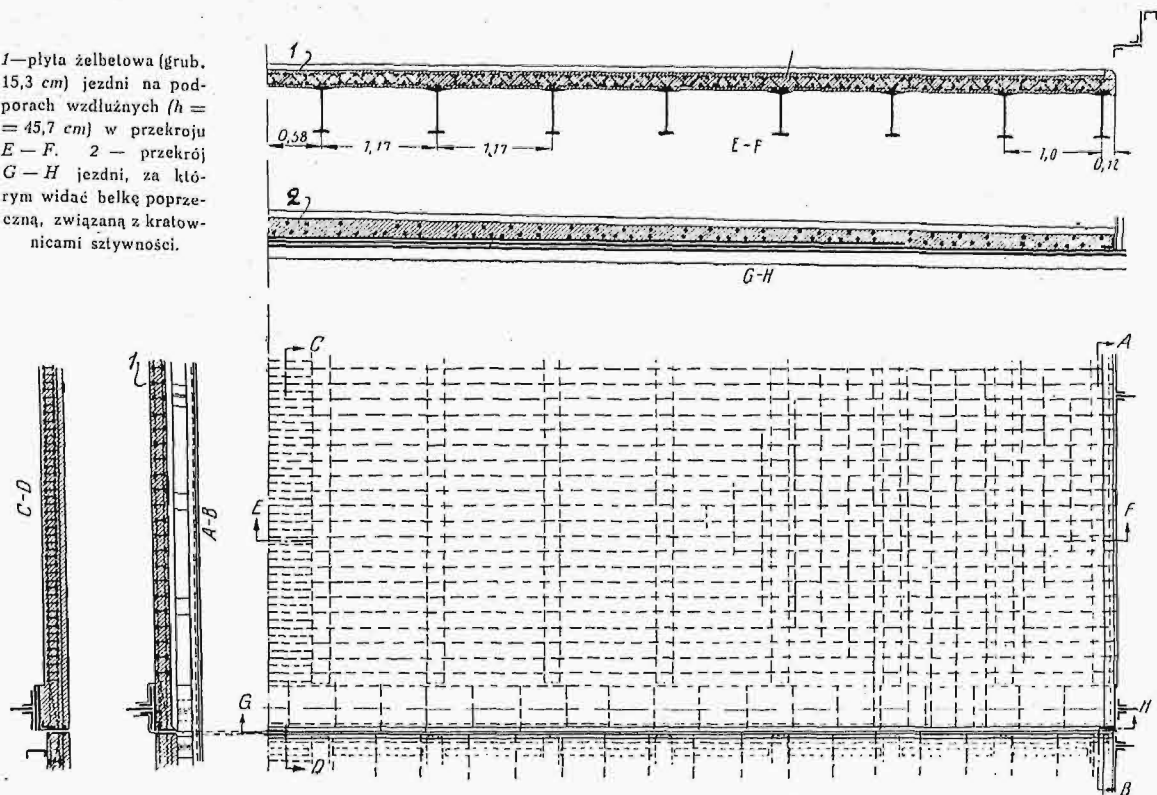
i wykonana z tężników ze stali krzemowej, osobnych dla każdego przęsła. Tężniki te mają ruchome w kierunku podłużnym połączenia ze środkowymi wieżami (rys. 27, 28 i 29).

Sztywne półramowe połączenia każdego węzła pasa górnego z belką poprzeczną przeciwdziałają wyboczeniu się tego pasa (rys. 25). Dodatkowe naprężenia, wywołane w górnym pasie belki sztywności przez to sztywne połączenie, nie przekraczają 210 kg cm^2 , a zasadnicze dopuszczalne naprężenie w górnym pasie belki sztywności zostało o tę wartość zmniejszone przy obliczeniu.

Pod każdym z czterech torów kolejowych urządzone są, dla usztywnienia jezdni, połączenia tężnikowe (rys. 26), które stanowią drugą kategorię tężników poziomych.

Wreszcie skosy poziome pod chodnikami stanowią trzecią kategorię tężników, służącą jednocześnie do usztywnienia przeciwko wyboczeniu w płaszczyźnie poziomej górnego pasa belki sztywności.

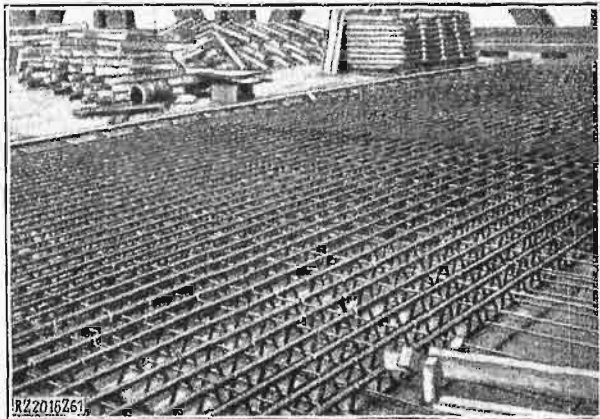
1—plyta żelbetowa (grub. 15,3 cm) jezdni na podporach wzdłużnych ($h = 45,7$ cm) w przekroju E-F. 2 — przekrój G-H jezdni, za którym widać belkę poprzeczną, związaną z kratownicami sztywności.



Rys. 23. Żelazobetonowa jezdnia mostu Filadelfijskiego. Przekrój poprzeczny połowy szerokości.

Wieże stalowe na filarach:

Wieże stalowe na filarach (rys. 27, 28, 30, 33), składające się z dwóch słupów metalowych wewnątrz pustych (w postaci więc rur o przekroju



Rys. 24. Uzbrojenie żelaznej płyty żelbetowej jezdni.

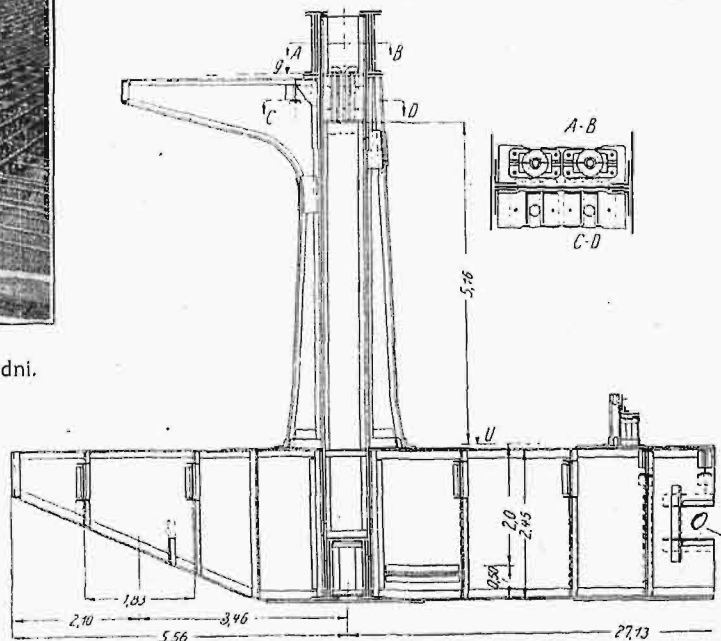
prostokątnym), mających w planie kształt krzyża, utworzone są z pełnych blach stalowych oraz z kątownek i mają wysokość 106 m nad filarami kamiennymi. Wieże te są przymocowane do filarów zapomocą 20 prętów fundamentowych zakotwienia o długości do 7 m i o średnicy 76 mm. Stalowa lina przechodzi przez wierzchołki tych wież, zaś w bocznych przesłach obniża się ku przyczółkom (rys. 8 i 16), w których jest zakotwiona.

W celu zmniejszenia objętości przyczółków, lina stalowa jest odchylna pod kątem rozwartym

od linii SS do prostej SA, t. j. prawie pod kątem 45° do pionu, opierając się w punkcie odchylenia na pochyłej wieży SB, grającej rolę odchylnicy liny, czyli ramienia odchylnego.

Liny opierają się zarówno na wierzchołkach głównych wież, jak i na słupach odchylnych (wieżach pochyłych) bez żadnych łożysk ruchomych, a tylko zapomocą siodełek.

Wskutek tego obciążenie mostu może wpły-

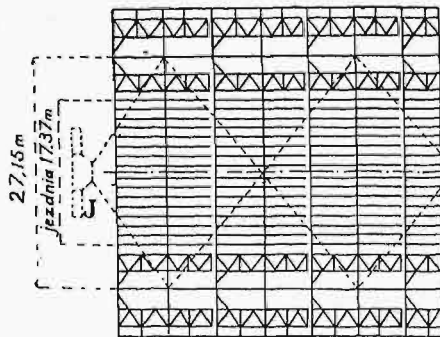


Rys. 25. Przekrój mostu. Na prawo u góry połączenie wieżaków. O — otwór w belce poprzecznej do umieszczenia przewodów. U — podstawa szyny; g — poziom chodnika.

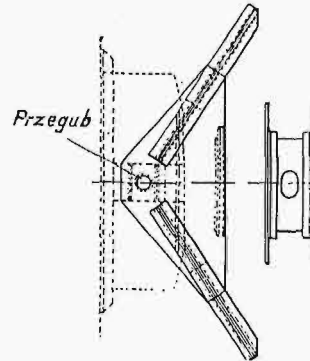
wać na dość znaczne odkształcenia wież, co jest w zupełności uwzględnione w obliczeniach mostu.

Jest to jedna z charakterystycznych cech, odróżniających Filadelfijski most od innych mostów wiszących.

Kratownica usztywniająca jest rozcięta na trzy części: środkową — pod przęsem środkowym —



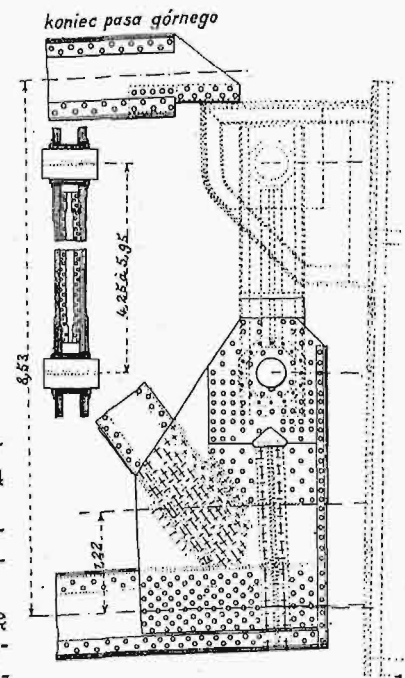
Rys. 26. Plan wiatrownic i belek jezdni.



Rys. 27. Szczegół połączenia ruchomego wiatrownic z wieżą.

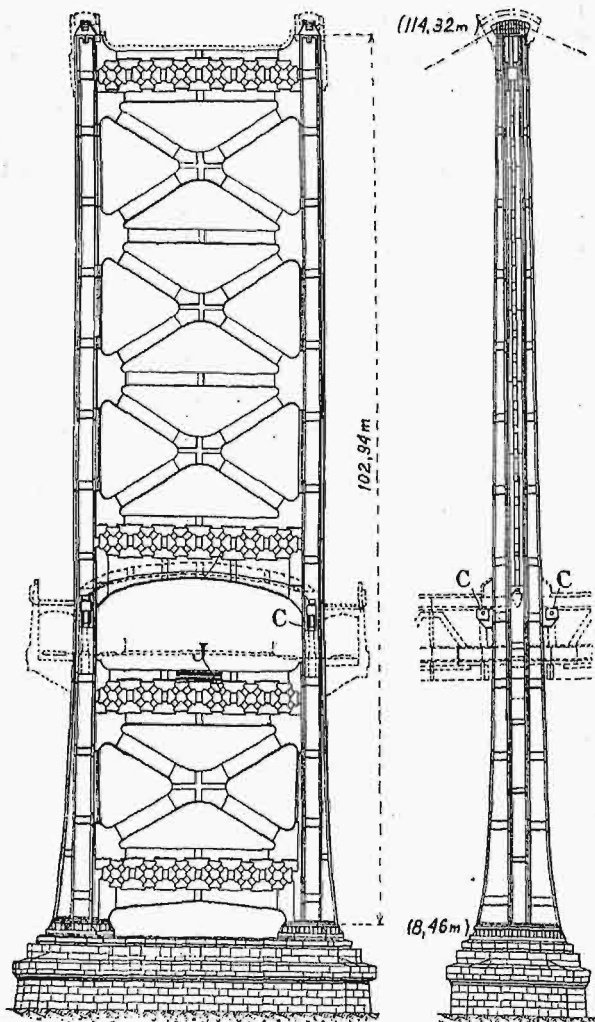
i dwie skrajne — pod przęsłami bocznymi. W celu swobodnego odkształcania się pod działaniem obciążenia i pod wpływem zmian temperatury, podpory tych kratownic wykonane są jak pokazano na rys. 34, przedstawiającym schemat zawieszenia kratownic. Środkowa kratownica usztywniająca może być praktycznie uważana za zamocowaną w środku i mogąca swobodnie się rozszerzać w obie strony, gdyż w końcach jej umieszczone są pręty-wa-

hacze, łączące ją z wieżami metalowymi podpór środkowych (rys. 29). Co się zaś tyczy skrajnych kratownic usztywniających, to te są zamocowane na przyczółkach, mianowicie na pochyłym słupku odchyliczu lin, zaś drugi ich koniec, połączony za-

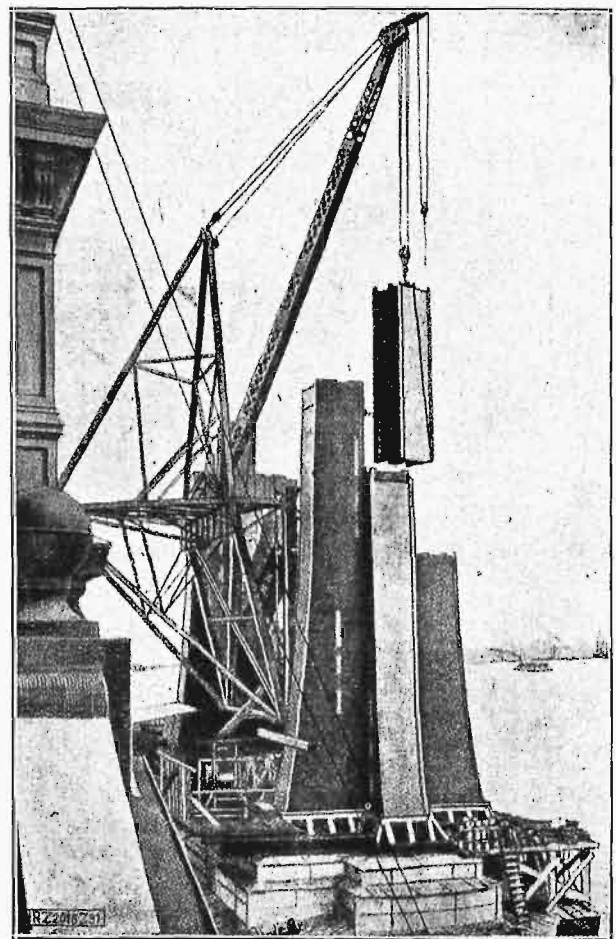


Rys. 29. Szczegół zawieszenia belek sztywności.

pomocą pręta wahacza z wieżą metalową, może swobodnie się przesuwać, czyli kratownica usztywniająca może się swobodnie rozszerzać przy zmia-



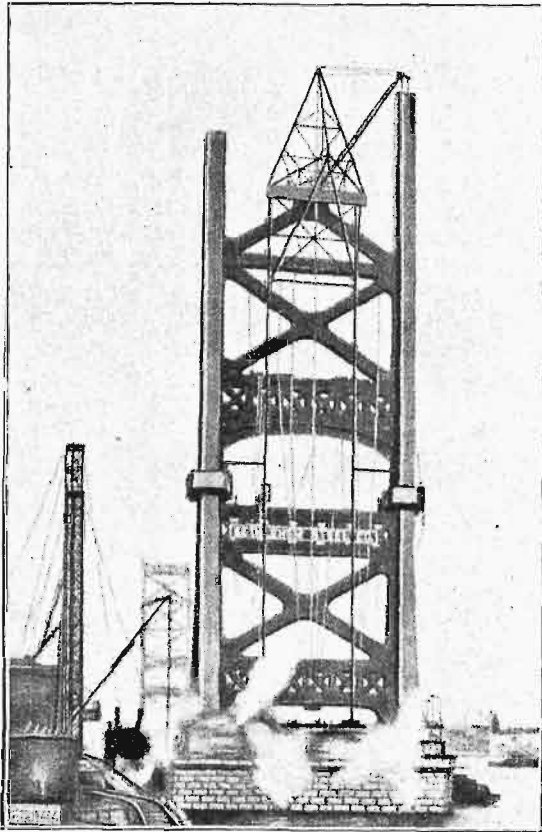
Rys. 28. Elewacja i rzut boczny wieży metalowej na filarze.



Rys. 30. Montowanie wież metalowych.

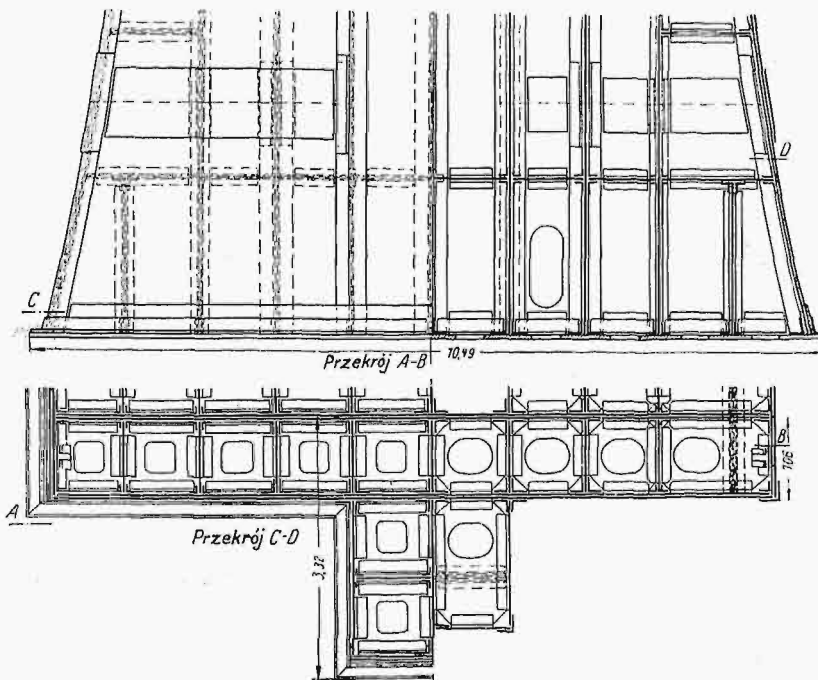
nie temperatury, lub przesuwac przy odkształceniu.

Na rys. 27, 28 i 29 pokazane są połączenia w łączycy kratownic sztywności z wieżami w punktach (C) oraz wiatrownic z wieżami w punktach (J).



Rys. 31. Montaż wieży zapomocą żurawia przesuwnego.

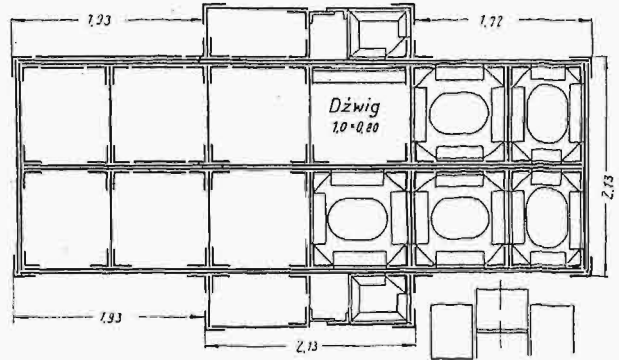
Szczegół połączenia ruchomego (J) wiatrownic z wieżami (za pośrednictwem owalnego otworu i sworzni) pokazany jest na rys. 27.



Rys. 32. Szczegół podstawy wieży.

Kamienne filary pod wieżami głównymi.

Filary kamienne pod głównymi wieżami (środkowymi) mostu są ufundowane na stalowych kesonach z drewnianem obiciem i nadbudową o wymiarach 43,615×20,945 m (rys. 35). Nad komorą roboczą tych kesonów, jak widać z rys. 36, urządzona jest w betonie specjalna komora do składania wydobywanego gruntu, oraz jako schronisko dla robotników w czasie wysadzania skały minami. Kesony te wykonano w całości w stoczni, następnie przyholowano na miejsce robót, zanurzono i wreszcie opuszczono przy użyciu sprężonego powietrza. Głębokość posadowienia kesonów, po przejściu mułu i piasku, stanowiła 17,70 m poniżej poziomu wysokiej wody od strony Filadelfji i 25,10 m od strony Camden'u. Największe ciśnienie powietrza wynosiło 1,96 i 2,38 kg/cm². Odnosne kubatury muru stanowiły 20 600 m³ i 24 200 m³, włączając licowanie granitem. Korona masywu filarów ma kotę (+ 8,46). W ciągu jednego dnia opuszczano keson na 17 do 38 cm. Koszt 1 m³ muru



Rys. 33. Przekrój wieży w środku jej wysokości.

licowanego granitem wynosił średnio 37 dol. Ogólny koszt podpór pod wieżami wyniósł 1 641 879 dolarów.

Przyczółki.

Przyczółki (rys. 16) zbudowano każdy na dziesięciu studniach żelazo-betonowych, opuszczonych do gruntu skalistego. Mianowicie od strony rzeki opuszczone są po dwie studnie duże prostokątne o wymiarach 38,12 m × 12,19 m (przyczółek Filadelfijski) i 42,70 m × 12,19 m (przyczółek od strony Camden'u). Głębokość posadowienia dużych studzien stanowi dla pierwszego przyczółka 18,60 m, dla drugiego — 31,10 m. Ponadto w każdym przyczółku mamy po osiem małych okrągłych studzien żelbetowych.

Na duże studnie działa ciśnienie pochyłych wień odchylających i parcie poziome lin, na małe zaś — o średnicy zewnętrznej 6,06 m — ciężar części przyczółka, w której jest urządzone zakotwienie lin stalowych mostu. Studnie były zbudowane na miejscu w odkrytym wykopie i opuszczone zapomocą wypompowania wody i wyjęcia gruntu kopaczkami aż do twardej skały; po opuszczeniu, studnie były zapełnione betonem.

(d. c. n.)