

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

TREŚĆ:

Most na rzece Słudwi pod Łowiczem, nap. Dr. Stefan Bryła, Profesor Politechniki Lwowskiej.
 Wytrzymałość łańcuchów spawanych ręcznie i próba ich ulepszenia drogą obróbki termicznej, nap. Inż. K. Kornfeld.
 Syntetyczne metody kalkulacji wstępnej w budowie maszyn i ich zależność od czynników konstrukcyjnych, nap. Inż. Dr. W. Aulich.
 Przegląd pism technicznych.
 Sprawozdania i Prace Polskiego Komitetu Energetycznego.

SOMMAIRE:

Pont en treillis entièrement soudé sur la rivière Słudwia (Pologne), par M. St. Bryła, Dr., Professeur à l'Ecole Polytechnique de Lwów.
 Résistance des chaînes soudées à la main et leur amélioration au moyen des procédés thermiques (à suivre), par M. K. Kornfeld, Ingénieur des mines.
 Methodes synthétiques de la calculation, du prix de revient dans la production mécanique et leur dépendance de la construction, par M. W. Aulich, Dr., Ingénieur mécanicien.
 Revue documentaire.
 Bulletin du Comité Polonais de l'Energie

Most na rzece Słudwi pod Łowiczem. (Pierwszy most spawany elektrycznie w Europie).

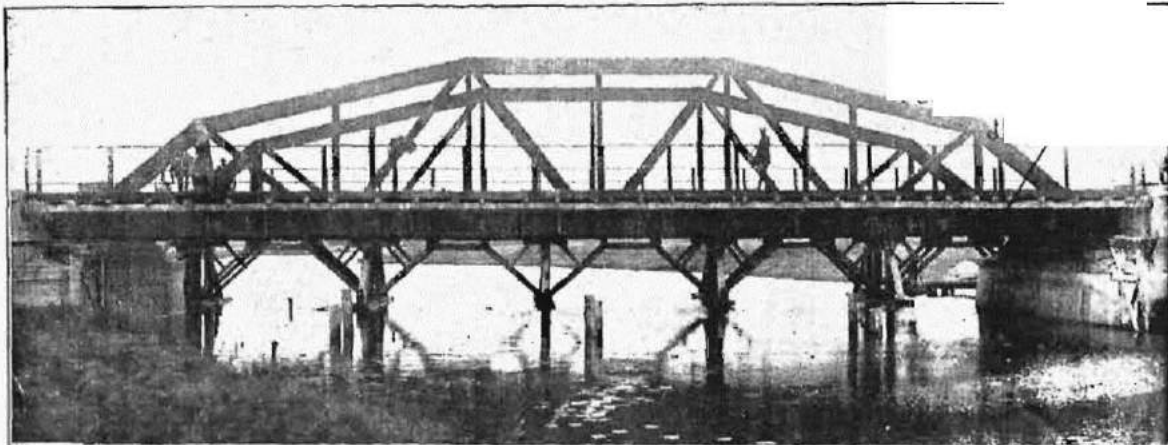
Napisał Stefan Bryła.

W grudniu 1928 ukończono montaż mostu pod Łowiczem, który jest pierwszym mostem spawanym w Europie, a pierwszym spawanym mostem drogowym na świecie. Prawie wszędzie inicjatywa prywatna wprowadza nowe metody konstrukcji, a instytucje oficjalne i państwo we przyjmują ją dopiero z wolna i po długim czasie. Na chlubę polskiego Ministerstwa Robót Publicznych można zapisać, że ono właśnie, dzięki ministrowi Moraczewskiemu i dyrektorowi Departamentu Drogowego inż. Nestorowiczowi, wzięło

pięć mostu w świetle wynosi 26,0 m; rozpiętość teoretyczna 27,0 m. Szerokość mostu, w myśl „Przepisów Ministerstwa Robót Publicznych, dotyczących budowy mostów drogowych” z r. 1925, przyjęto 6,20 m w świetle między belkami, t. j. 6,760 m od osi do osi dźwigarów. Po obu stronach mostu są chodniki o szerokości 1,50 m każdy.

Założenia obliczeniowe.

Most został obliczony w myśl tych samych przepisów, jako most pierwszej klasy, na obciążenie pasów jezdni o szer. 2,50 m 20-tonnowym walcem



Rys. 1. Widok mostu spawanego na rz. Słudwi pod Łowiczem.

inicjatywę w swoje ręce, zdecydowało się zbudować most spawany i skłoniło w konsekwencji polskie zakłady budowy mostów do pójścia w tym kierunku. Wszystkie połączenia tego mostu są spawane; niema w nich ani jednego nitu.

Most na rzece Słudwi pod Łowiczem jest mostem drogowym pierwszej klasy, znajdującym się na drodze państwowej Warszawa — Poznań. Roz-

drogowym (12 + 8 = 20 t), długości 6 m; przed walcem i za walcem znajduje się obciążenie jednostajne ruchome 500 kg/m². Aby znaleźć obciążenie na całą szerokość mostu, należy obciążenia jednej strefy pomnożyć przez współczynnik szerokości mostu, w danym wypadku przez $\varphi = 1 + 0,2 b$.

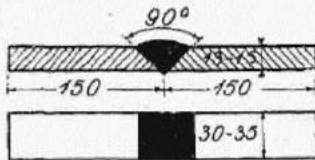
Chodniki obliczono na ciężar jednostajny 500 kg/m².

Siły wewnętrzne w prętach obliczono przy pomocy linii wpływowych, przyjmując najniekorzystniejsze położenie ciężarów.

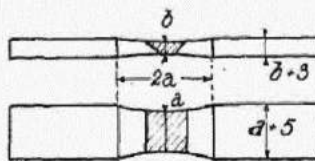
Pręty ściskane obliczono na wyoboczenie wzorami Tetmajera - Jasińskiego.

Materiał mostu.

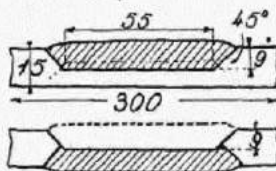
Most został zbudowany z żelaza zlewne go o wytrzymałości 3700 — 4200 kg/cm^2 . Minimalne wydłużenie jednostkowe wynosiło 20%. Napręże-



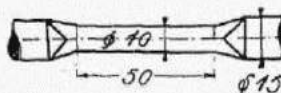
Rys. 2. Przygotowanie próbki na rozrywanie.



Rys. 3. Próbkę do rozrywania obrobioną.



Rys. 4. Przygotowanie próbki na wydłużenie.



Rys. 5. Obrobiona próbka na wydłużenie.

nia dopuszczalne przyjęto wedle przepisów Ministerstwa Robót Publ., a zatem w belkach głównych $900 + 3L = 981 kg/cm^2$ (L jest rozpiętością teoretyczną mostu), a w pomoście 815 kg/cm^2 .

Spawanie.

Spawanie wykonano przy pomocy łuku elektrycznego, używając elektrod (pałeczek) owiniętych „Arcos”, wyrabianych przez firmę Soudure Electrique Autogène rodzaju Tensilend. Ponieważ dotychczas nie istniały nigdzie przepisy, dotyczące elektrod i spawania, przeto ustalono je na konferencji autora z dyrekcją tejże firmy. Przepisy te, zatwierdzone następnie przez Ministerstwo Robót Publicznych, są pierwszymi na ziemi przepisami urzędowymi, dotyczącymi wykonania konstrukcji żelaznych przy pomocy spawania elektrycznego. Przytaczam je w skrócie:

Materiał elektrod: Elektrody powinny być wykonane z żelaza zlewne go, o wytrzymałości 3700 — 4200 kg/cm^2 , zawierającego przynajmniej 0,1% węgla i 0,25% manganu.

Elektrody powinny być poddane następującym próbom:

Próby na rozerwanie: Próbkę wykonuje się z płaskowników z żelaza zlewne go o wymiarach 30 — 35 × 13 — 15 mm, o długości 300 mm (rys. 2). Próbkę taką ma być połączona w środku na styk czołowy V, a następnie obrobiona wedle rys. 3. Naprężenie rozrywające powinno wynosić co najmniej 80% wytrzymałości materiału konstrukcyjnego, t. j. $0,8 \times 3700 = 2960 kg/cm^2$ (Próbek takich należy wykonać 3).

Próby na wydłużenie: Na płaskowniku 300 × 60 × 15, wyciętym na 9 mm wedle rys 4,

nakłada się materiał elektrody przy pomocy łuku elektrycznego warstwami, aż uzyska się kształt według rys. 5. Następnie odwraca się próbkę, ścina się z drugiej strony również na 9 mm, a wycięcie wypełnia znowu elektrodą. Próbkę tak wykonaną rozcina się na trzy części, z których robi się próbki, zawierające na długości ok. 60 mm wyłącznie materiał elektrody. Próbki te, obtoczone do ϕ 10 mm, mierzy się następnie na wydłużenie na długości środkowej, wynoszącej 50 mm. Wydłużenie powinno być co najmniej 15% (3 próbki).

Próby na zginanie: Płaskowniki 120 × 70 × 15 — 17 mm wypełnia się w środku materiałem elektrody na V, poczem obrabia się je tak, aby w środkowej części uzyskać naroża zaokrąglone promieniem 8 mm (rys. 6). Następnie wygina się je na trzpieniu okrągłym o średnicy równej potrójnej grubości płaskownika. Powinny one dać się zgiąć do zupełnej równoległości, t. j. do 180° (rys. 7), przyczem nie powinna się ukazać żadna rysa. Spojenie powinno znajdować się podczas zginania osiowo na trzpieniu (3 próbki).

Próby na ścinanie: Próbkę wykonuje się z dwóch płaskowników, połączonych blachami węzłowymi przy pomocy szwów 5 × 5 mm, 10 × 10 mm i 15 × 15 mm o długości 5 cm (rys. 8-a). Przekrój płaskowników powinien być taki, ażeby z zupełną pewnością wytrzymał siłę S:

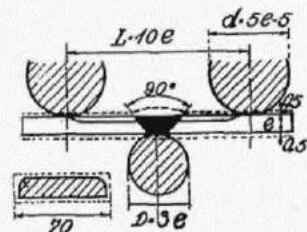
| | | |
|------------------------|------------|-------------------------|
| Wymiar szwu $t = 5$ mm | $S = 12$ t | $W_s = 1000$ kg/cm b. |
| $t = 10$ „ | $S = 20$ „ | $W_s = 1800$ „ |
| $t = 15$ „ | $S = 28$ „ | $W_s = 2400$ „ |

Minimalna wytrzymałość szwów na ścinanie powinna wynosić W_s , kg/cm b. ($3 \times 3 = 9$ próbek).

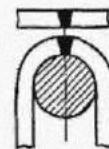
Próby na ścinanie spójień otworowych: Próbkę wykonaną według rys. 8-b powinny unieść naprężenie, ścinające z powodu siły S, którą należy wziąć wedle nast. tablicy:

| | | | |
|------------|------------|---------------|----------------|
| $g = 8$ mm | $d = 8$ mm | $S = 1000$ kg | $S_s = 750$ kg |
| $g = 10$ „ | $d = 10$ „ | $S = 1400$ „ | $S_s = 1100$ „ |
| $g = 12$ „ | $d = 12$ „ | $S = 2000$ „ | $S_s = 2000$ „ |
| $g = 15$ „ | $d = 14$ „ | $S = 3000$ „ | $S_s = 2500$ „ |

W powyższej tablicy g jest grubością próbek, d średnicą otworu w płaszczyźnie zetknięcia z bla-



Rys. 6. Próbkę na zginanie.



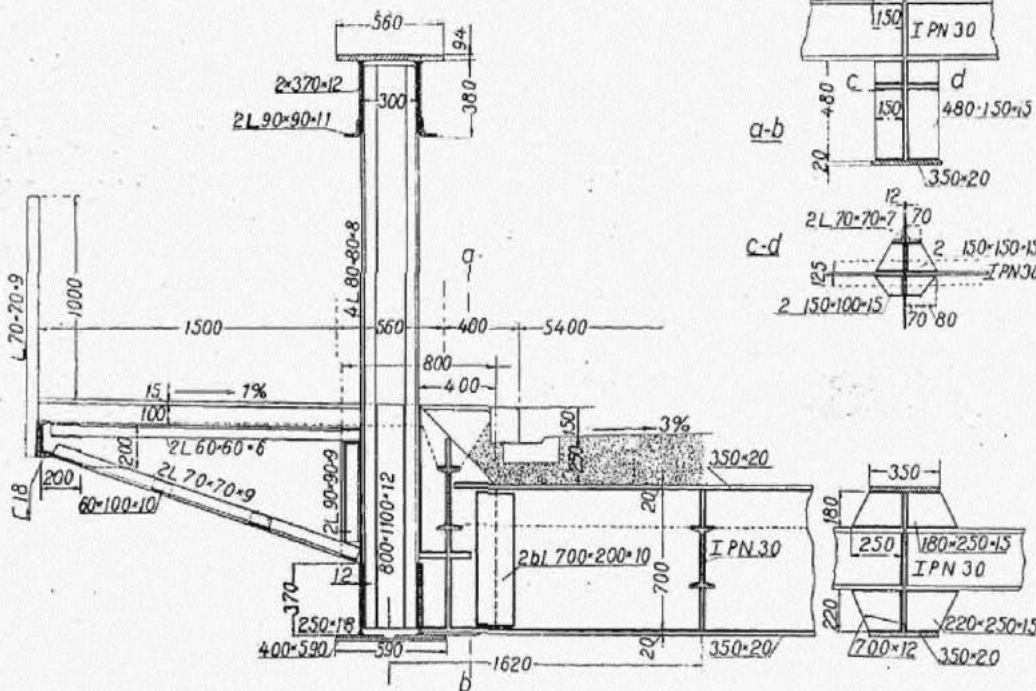
Rys. 7. Próbkę zgiętą.

chą, S minimalną siłą, jaką wytrzymać powinien przekrój, zaś S_s — minimalną wytrzymałością spójny w otworze.

Próby spawaczy: Każdy spawacz, zatrudniony przy budowie mostu, powinien wykonać trzy próbki na zginanie i 3 próbki na ścinanie i otrzymać przy tem dobre wyniki.

wano przepony z ceowników N. P. 30 o długości 350 mm w środku każdej części pasa, a nadto stężenia drugorzędne z ceowników N. P. 30 o dłuż. 80 mm przy wolnej krawędzi blach stojących.

kątowników poziomych niema. Na podporach umieszczono blachę trapezową, uzbrojoną u góry nakładką 250 × 12 cm, aby lepiej przenieść momenty ujemne i zapewnić lepsze stężenie poprzeczne.



Rys. 10. Przekrój poprzeczny mostu.

Przekątnie wykonane są z ceowników N. P. 20, zwróconych nazewnątrz, a więc leżących w odstępnie 324 mm. Połączono je blachami 200 × 10, długości 400 mm, podobnie jak to się wykonywa w mostach nitowanych.

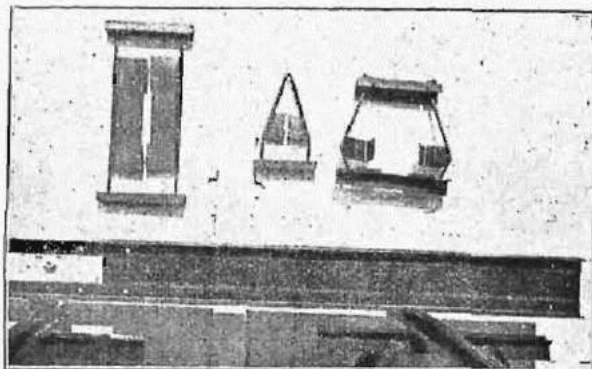
Słupy skonstruowano z czterech kątowników 80 × 80 × 8 mm, ażeby ułatwić połączenie poprzecznic; połączono je również blachami 280 × 12 mm.

Węzły podporowe skonstruowane są bardzo silnie; blachy 12 mm wzmocniono tam pionowymi żebrami, wykonanymi z kątowników 80 × 80 × 10 mm.

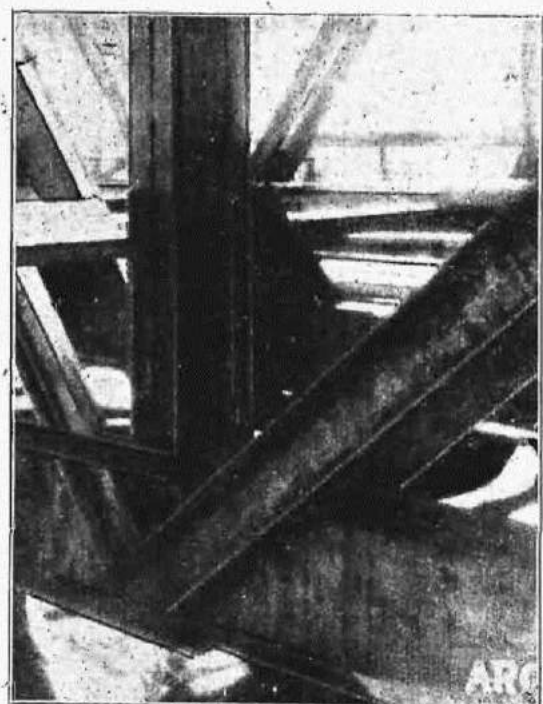
Konstrukcja pomostu oddaliła się jeszcze bardziej od konstrukcji nitowanej. Poprzecznicę wykonano jako blachownicę, złożoną wyłącznie z blach, przyczem ścianka pionowa ma wymiary 700 × 12 mm, zaś nakładki 350 × 20 mm;

Ze względu na opisaną konstrukcję, można było obliczać podłużnice jako belki ciągłe na podporach sprężystych. Sprężystość podpór zmniejsza w znacznym stopniu korzyści, jakie daje ciągłość belek, natomiast wciąga we współdziałanie sąsiednie poprzecznicę, co pozwala na uzyskanie oszczędności w pomocy, wynoszącej do 12%. Zaznaczyć należy zresztą, że tę oszczędność można uzyskać

Podłużnice wykonano z dwuteowników N. P. 30, które przytwierdzono do poprzecznic na styk czołowy i utwierdzono przy pomocy 2 blach trapezowych nad i pod podłużnicą. Celem tych blach jest nietyle utwierdzenie podłużnic, ile raczej usztywnienie ścianki poprzecznic. Dolne blachy trapezowe podłużnic skrajnych, umieszczonych na poziomie wyższym od poziomu innych podłużnic, wzmocniono nadto blachami poziomymi dodatkowymi (rys. 15).



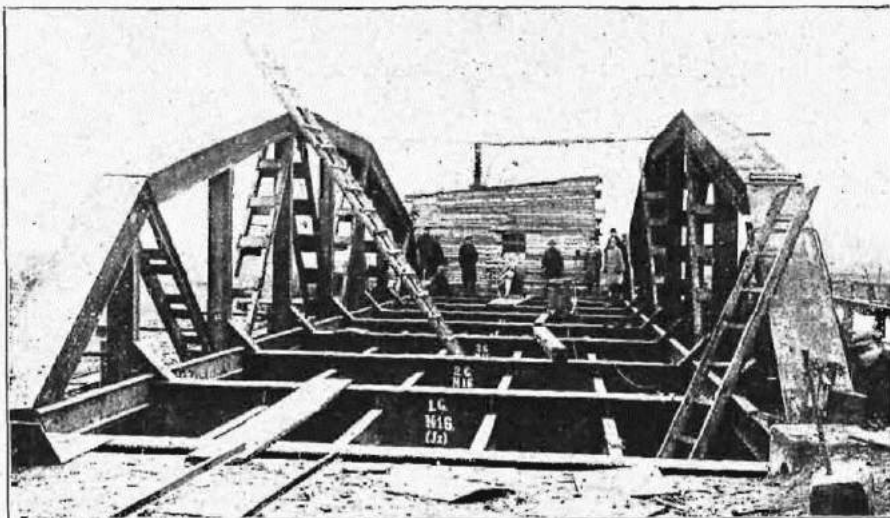
Rys. 11. Uchwyty pomocnicze.



Rys. 12. Widok węzła spawanego.

tylko w takich wypadkach, jakie zachodzą np. przy obliczaniu mostów na podstawie przepisów M. R. P., gdy na moście znajduje się jeden lub dwa cię-

zowieckim. Ponieważ była to pierwsza wielka konstrukcja spawana, wykonana przez te zakłady, przeto firma Soudure Electrique Autogène (z Bru-



Rys. 13. Budowa pomostu.

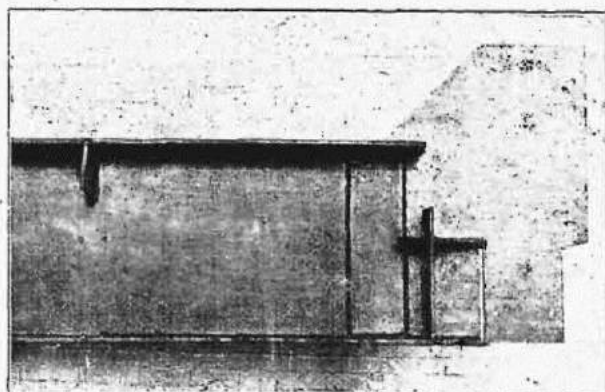


Rys. 14. Przymocowanie podłużnic do poprzecznic pomostu.

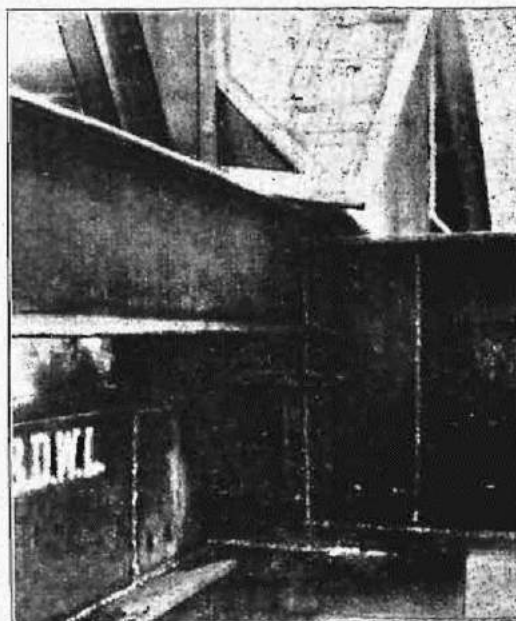
żary skupione, bardzo wielkie w porównaniu z innymi ciężarami. Przy mostach kolejowych, żadnej oszczędności nie da się przez to uzyskać.

Wszystkie styki blach są wykonane na spojenie bezpośrednie na X, ponieważ jednak w obliczeniu przyjęto, że styk bezpośredni przenosi co najwyżej 0,75 siły przenoszonej przez materiał konstrukcyjny części zetkniętych^{*)}, przeto dodano jeszcze przykładki dodatkowe, złączone na miejscu budowy. Forma tych blach prostokątna, podobnie jak w mostach nitowanych, nie okazała się specjalnie ko-

kseli) przysłała swoich spawaczy, celem wyszkolenia spawaczy firmy krajowej i wykonania spawania w warsztacie, a następnie na budowie.



Rys. 15. Końcowa część podłużnicy.



Rys. 16. Szczegół konstrukcji spawanej.

rzystną; lepiej będzie używać przykładek przekątnych, ażeby uzyskać lepszą jakość szwów.

Tężniki poziome, wykonane są z kątowników $70 \times 70 \times 7$ mm, połączonych blachami węzłowymi poziomymi, które utwierdzone są do pasa dolnego, poprzecznic i belek głównych.

Montaż.

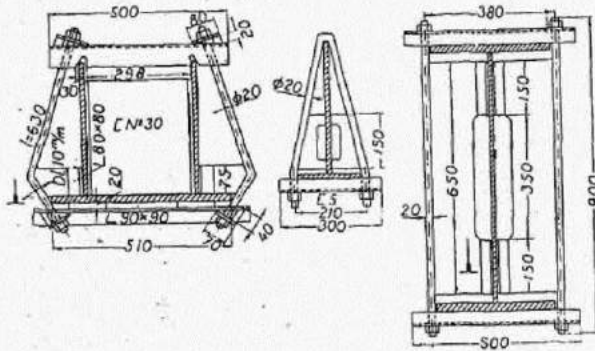
Poszczególne części konstrukcji przygotowano w zakładach S. A. K. Rudzki i S-ka w Mińsku Ma-

^{*)} Por. artykuł autora: Obliczenie pomostu współpracującego. Przegl. Techn., 1929, str. 542 — 549.

Części spawane w warsztacie miały długości do mniej więcej 7 m. Aby utrzymać poszczególne blachy i kształtowniki na miejscu podczas spawania i uniemożliwić przesuwanie poprzeczne, jakie występuje przy spawaniu długich części konstrukcyjnych, zastosowano specjalne uchwyty, które ustalały wzajemne położenie poszczególnych części. Umieszczano je w odstępach ok. 1 m od siebie.

Uchwyty te wykonane są z blach, ceowników i prętów okrągłych o średnicy 20 mm i tworzą rodzaj strzemionek, usztywnionych poprzecznie. Dla pasa dolnego strzemię takie ma kształt trójkąta.

Do żelaza okrągłego dołączone są tu blachy trójkątne i kątowniki $50 \times 50 \times 7 \text{ mm}$ przy pomocy krót-



Rys. 17. Ustrój uchwytów pomocniczych.

kich spójnię. Końce żelaza okrągłego zakończone są gwintami, na które zachodzą naśrubki, przytrzymujące ceowniki N. P. 5. Przestrzeń pozostała pomiędzy ceownikami a blachami wynosiła 5—6 cm. Odstęp kątowników pionowych wynosi 12 mm, t. j. tyle, ile grubość blachy stojącej pasów. Zupełnie podobnie wykonano formy na pas górny, przyczem jednak żelazo okrągłe wygięte zostało trapezowo, zaś pomiędzy blachy pionowe pasa wchodzi jeszcze ceownik N. P. 30. Tak samo wreszcie wyglądają formy na poprzecznicę, z tą różnicą, że są tam stronnie zakończone gwintami (i naśrubkami).

Słupy belek głównych, składające się z 4-ch kątowników, utwierdzono przed przystąpieniem do spawania

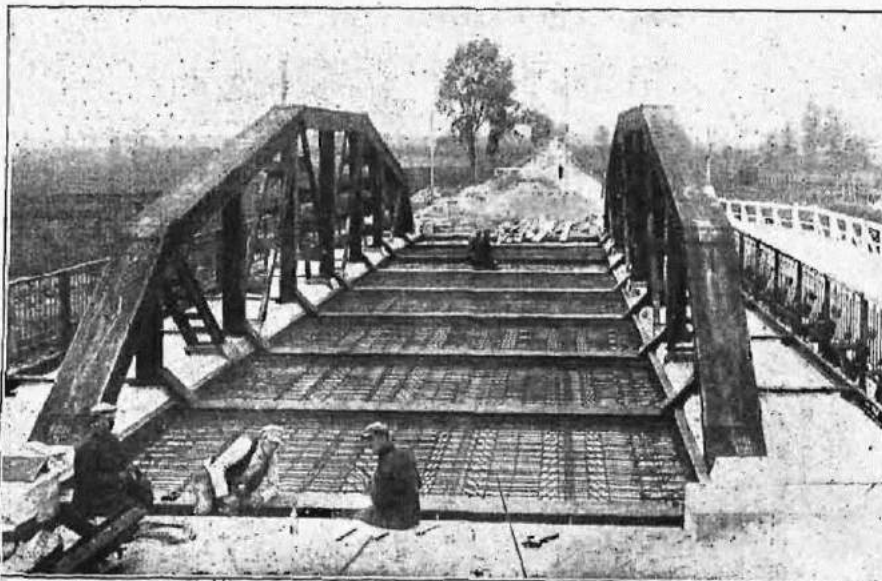
przy pomocy śrub, przechodzących przez otwory, które posłużyły następnie przy montażu. Oprócz tego zastosowano kilka krótkich spójnię pośrednich.

Ceowniki, tworzące przekątnie, utwierdzono również przy pomocy poprzeczek, złożonych z ceowników, z mocowanych prowizorycznie śrubami. Na ceownikach, położonych na ziemi, kładziono następnie blachy poprzeczne $400 \times 10 \text{ cm}$ i przytwierdzano spojeniami. Należyty odstęp ceowników został zabezpieczony zapomocą blachy o 2-ch wycięciach, umieszczonych na końcu belek. Dziury posłużyły również następnie do montażu.

Montaż mostu wykonano na rusztowaniu drewnianym, spoczywającym na pilotach. Wszystkie części konstrukcji umieszczono na miejscu przy pomocy drewnianego żórawia ruchomego. Przedewszystkiem zmontowano i połączono pomost. Ażeby ułatwić spawanie, utwierdzono wszystkie poprzecznicę i podłużnicę przy pomocy śrub, umiesz-



Rys. 18. Spawanie w jednym z węzłów.



Rys. 19. Budowa jezdni żelbetowej.

czonych na tymczasowo nałożonych przykładkach i kątownikach, następnie zmontowano belki główne, które połączono w węzłach przed spawaniem również zapomocą śrub prowizorycznych. Stąd na poszczególnych fotografiach widać otwory montażowe.

Należy zaznaczyć, że prawie cała siła P , działająca w jakimkolwiek przecięciu w przekroju ss' , przeniesiona już została przez s_2 wy na długości st i $s't'$, a więc w przekroju ss' pozostaje tylko mała jej część do przeniesienia; na to przeniesienie zaś wystarczy w zupełności przekrój danego pręta, osłabiony otworem montażowym. Dla-

tego też otwory montażowe zostały umieszczone możliwie blisko węzłów.

Po wykonaniu spawania, wypełniono otwory elektrodą dla lepszego wyglądu i zabezpieczenia od rdzewienia.

Prąd elektryczny został wytworzony przez lokomobilę i zastosowany do spawania przy pomocy transformatorów jednofazowych „Arcos”. Miał on ok. 180 A natężenia i 20 V napięcia. Cały czas trwania spawania wyniósł 1100 godzin w warsztacie i 900 godzin na budowie. Na sumę tę złożyła się praca trzech spawaczy.

Pomost wykonany jest z żelbetu.

Kierownictwo robót w warsztacie firmy K. Rudzki w Mińsku Mazowieckim było w rękach pp. Dolińskiego i Jasińskiego, kierownictwo na budowie p Skwierczyńskiego.

Ciążar ogólny konstrukcji spawanej wyniósł 59 tonn, podczas gdy przewidywany ciężar kon-

strukcji nitowanej wyniósł 70 tonn. Na ciężarze konstrukcji żelaznej zaoszczędzono zatem 17%. Oszczędność w cenie nie była jednak taka sama: cena 1 kg konstrukcji spawanej była wyższa niż 1 kg konstrukcji nitowanej. Spowodowane to zostało brakiem odpowiednich instalacji, które trzeba było dopiero sprowadzać i ustawiać. W każdym razie most spawany kosztował nieco mniej, aniżeli analogiczny most nitowany.

W miarę zaopatrywania naszych fabryk w instalacje do spawania, stosunek zmieniać się będzie coraz bardziej na korzyść konstrukcji spawanych. co się zaznacza wszędzie, gdzie tylko fabryki konstrukcji żelaznych nie chcą uporczywie tkwić przy starych metodach pracy. Przełamanie rutyny, przełamanie dotychczasowych zasad i wypróbowanych metod pracy nie jest oczywiście rzeczą łatwą, nie mniej iść musimy naprzód, chociażby pierwsze kroki były trudne, a nawet nie od razu doskonałe.