

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 syntetiques 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).

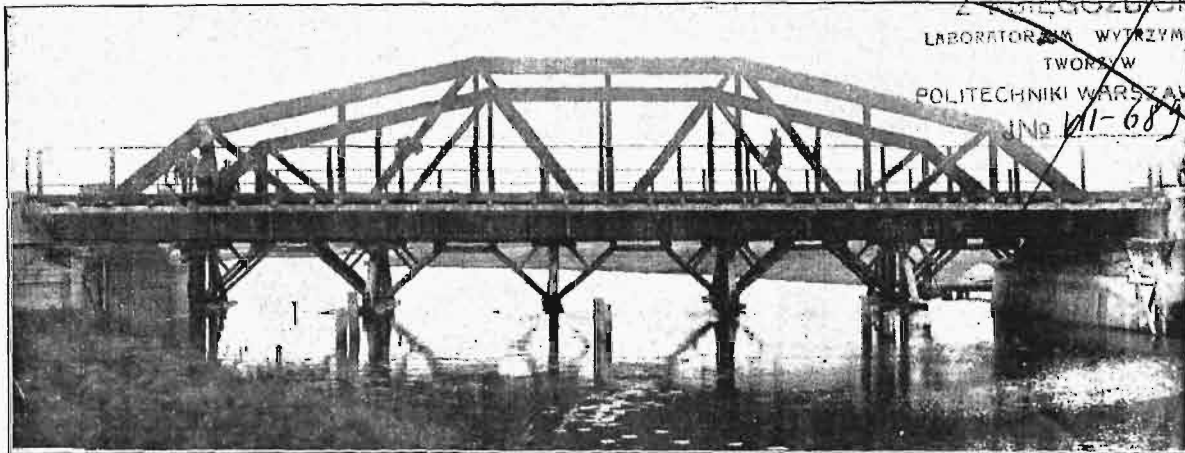
Napisał Stefan Bryła.

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 państwowe 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

pięćto 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 $\varphi = 1 + 0,2 b$.

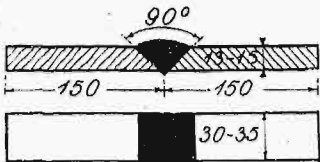
Chodniki obliczono na ciężar jednostajny 500 kg/m².

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

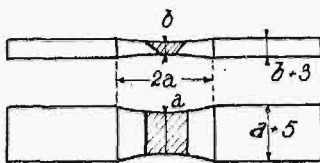
Pręty ściskane obliczono na wyboczenie wzorami Tetmajera - Jasińskiego.

Materiał mostu.

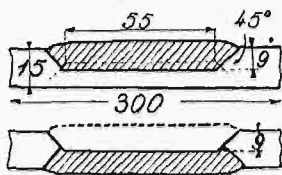
Most został zbudowany z żelaza zlewne go o wytrzymałości $3700 - 4200 \text{ kg/cm}^2$. Minimalne wydłużenie jednostkowe wynosiło 20% . Napręże-



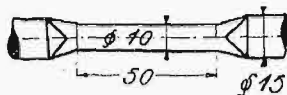
Rys. 2. Przygotowanie próbki na rozrywanie.



Rys. 3. Próbka do rozrywania obrabiona.



Rys. 4. Przygotowanie próbki na wydłużenie.



Rys. 5. Obrabiona próbka na wydłużenie.

nia dopuszczalne przyjęto wedle przepisów Ministerstwa Robót Publ., a zatem w belkach głównych $900 + 3L = 981 \text{ kg/cm}^2$ (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 $3700 - 4200 \text{ kg/cm}^2$, zawierającego przynajmniej $0,1\%$ węgla i $0,25\%$ manganu.

Elektrody powinny być poddane następującym próbom:

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

Próbki na wydłużenie: Na płaskowniku $300 \times 60 \times 15$, 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 $\phi 10 \text{ mm}$, mierzy się następnie na wydłużenie na długości środkowej, wynoszącej 50 mm . Wydłużenie powinno być co najmniej 15% (3 próbki).

Próby na zginanie: Płaskowniki $120 \times 70 \times 15 - 17 \text{ mm}$ 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: Próbki wykonuje się z dwóch płaskowników, połączonych blachami węzłowymi przy pomocy szwów $5 \times 5 \text{ mm}$, $10 \times 10 \text{ mm}$ i $15 \times 15 \text{ mm}$ o długości 5 cm (rys. 8-a). Przekrój płaskowników powinien być taki, ażeby z zupełną pewnością wytrzymał siłę S:

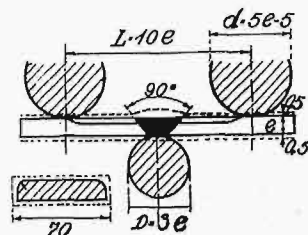
| | | |
|--------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Wymiar szwu $t = 5 \text{ mm}$ | $S = 12 \text{ t}$ | $W_s = 1000 \text{ kg/cm b.}$ |
| $t = 10 \text{ „}$ | $S = 20 \text{ „}$ | $W_s = 1800 \text{ „}$ |
| $t = 15 \text{ „}$ | $S = 28 \text{ „}$ | $W_s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

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

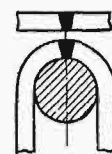
Próby na ścinanie spójień otworowych: Próbki wykonane według rys. 8-b powinny unieść naprężenie, ścinające z powodu siły S, którą należy wziąć wedle nast. tablicy:

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

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



Rys. 6. Próbka na zginanie.



Rys. 7. Próbka zgięta.

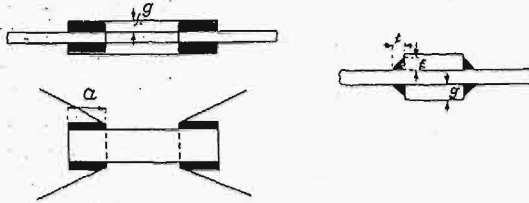
czą, S minimalną siłą, jaką wytrzymać powinien przekrój, zaś S_s — minimalną wytrzymałością spójnia w otworze.

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.

Obliczenie spawań.

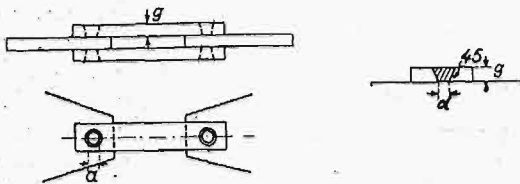
Przy spojeniu czołowym przyjęto naprężenie dopuszczalne, wynoszące 700 kg/cm^2 .

Przy obliczaniu szwów ścinanych, uwzględniono naprężenia dopuszczalne według wzoru,



Rys. 8-a. Próbką na ścinanie.

podanego w artykule: Spawanie elektryczne żelaza w budownictwie i mostownictwie (Przeгляд Techniczny, 1927). Wzór ten uzależnia wytrzymałość



Rys. 8-b. Próbką na ścinanie spoin otworowych.

szwów na ścinanie na 1 cm^2 wedle linii prostej od grubości szwu. Na 1 cm bież. otrzymuje się wtedy naprężenie dopuszczalne wyrażone wzorem

$$K_c = (K_o - ut)t \text{ kg/cm b.}$$

We wzorze tym t oznacza szerokość szwu, mierzoną w płaszczyźnie styku (zatem po przyprostokątnej).

W danym wypadku przyjęto: $K_c = 640$, $u = 80$, a więc $K_c = (640 - 80 t) \text{ kg/cm b.}$

We wzorze tym t należy liczyć w cm , np. dla

szwu $6 \times 6 \text{ mm}$ otrzymuje się $K_c = (640 - 80 \cdot 0,6) = 355 \text{ kg/cm b.}$

Jako przykład obliczenia, weźmiemy spojenie dolne przekątni 1 — 2:

Siła wewnątrz przekątni wynosi $D = 56500 \text{ kg}$. Przekrój przekątni składa się z dwu ceowników N. P. 20. Przyjmując szwy trójkątne proste $6 \times 6 \text{ mm}$, otrzymujemy na jeden ceownik sumaryczną długość szwu:

$$A = \frac{1}{2} \times \frac{56500}{355} = 83 \text{ cm.}$$

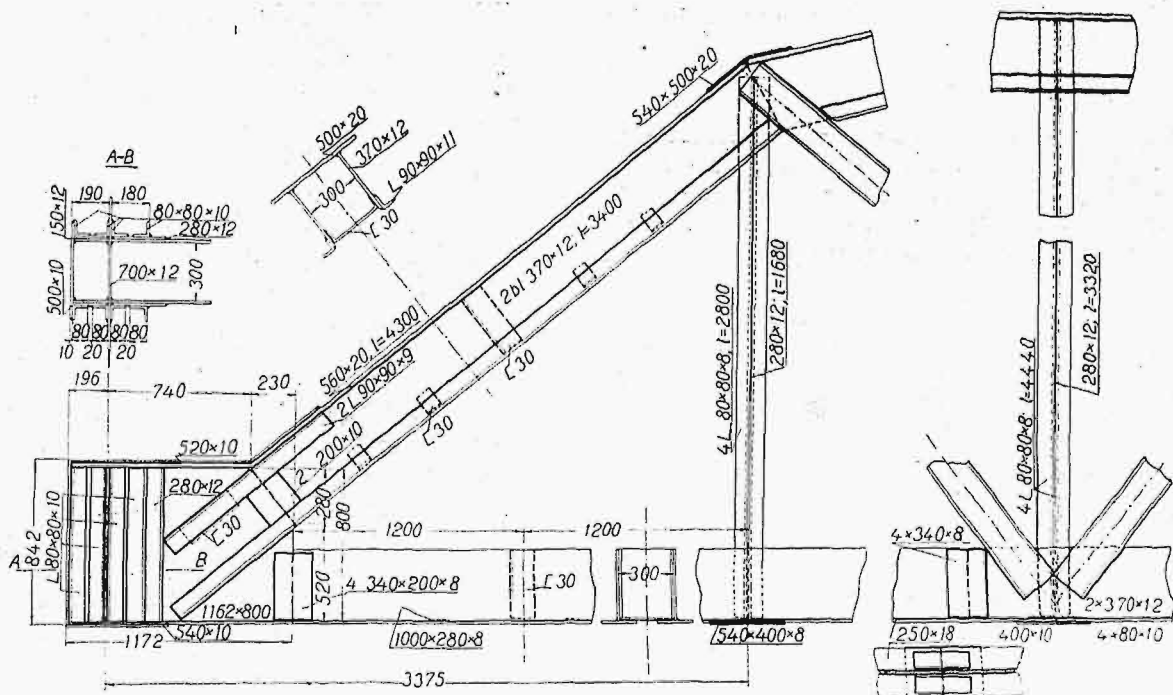
W danym wypadku przyjęto 104 cm ; wtedy naprężenie na ścinanie wynosi $\frac{28250}{104} = 270 \text{ kg/cm b.}$

Konstrukcja mostu.

Belki główne mostu są belkami kratowymi o pasie dolnym prostym, a górnym łamanym (rys. 9 i 10), o rozpiętości teoretycznej $L = 27 \text{ m}$, a wysokości teoretycznej w środku $h = 4,30 \text{ m}$; zatem $h:L = 430:2700 = 1:6,28$. Odległość węzłów dolnych, a tem samą długość podłużnic, wynosi $3,375 \text{ m}$.

Przekroje przyjęte składają się z blach, kątowników i ceowników. Oba pasy są dwuteowe i składają się prawie wyłącznie z blach. Odstęp ścianek jest 300 mm w świetle, wysokość ich wynosi 370 mm , grubość 12 mm . Wysokość ta jest stosunkowo znaczna; przyjęto ją dlatego, aby uniknąć blach węzłowych. Pas górny ma jedną blachę poziomą o wielkości zmiennej od 500×20 aż do $560 \times 20 \text{ mm}$, w pasie dolnym są dwie blachy poziome od 100×12 do $250 \times 18 \text{ mm}$; pomiędzy nimi pozostawiono wolną przestrzeń dla ułatwienia odpływu wody. Zrazu projektowano blachy poziome złożone z dwu do trzech blach 10 mm , ale w wykonaniu przyjęto jedną blachę o grubości dochodzącej do 29 mm , dla ułatwienia konstrukcji.

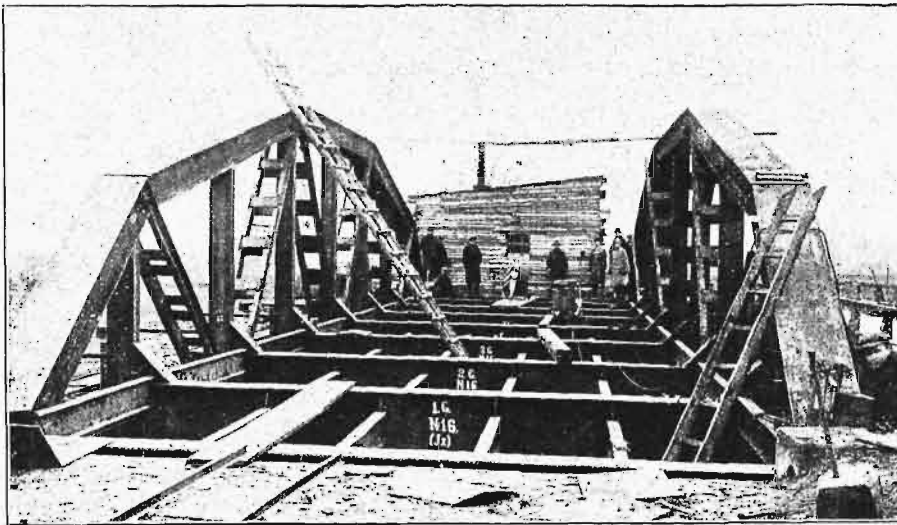
Pas górny wzmocniony jest 2-ma kątownikami $90 \times 90 \times 11 \text{ mm}$. Na całej długości pasa zastosowano



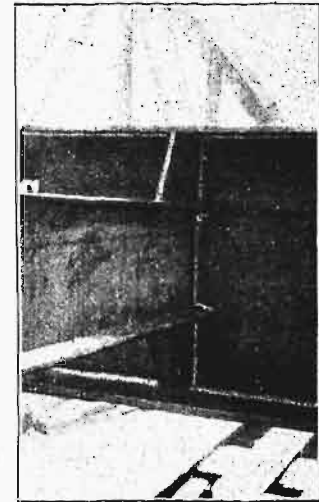
Rys. 9. Ustrój węzłów mostu spawanego.

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

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



Rys. 13. Budowa pomostu.

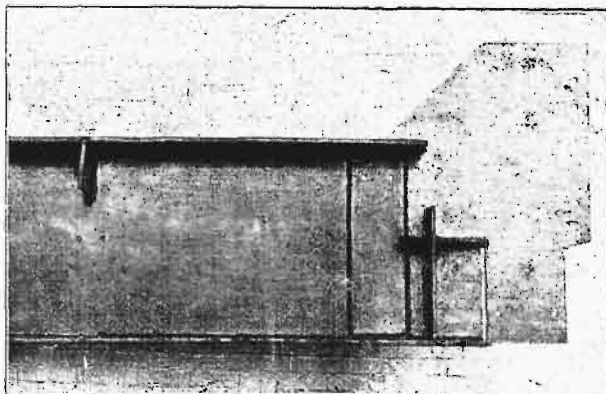


Rys. 14. Przymocowanie poprzecznic do poprzecznic pomostu.

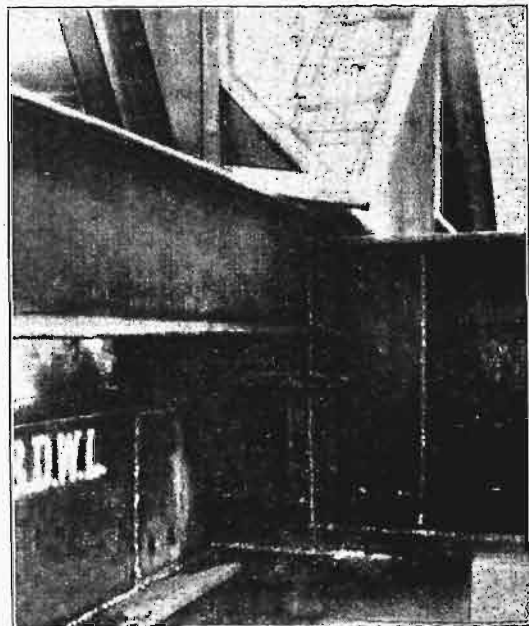
żary skupione, bardzo wielkie w porównaniu z innymi ciężarami. Przy mostach kolejowych, żadnej oszczędności nie da się przez to uzyskać.

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.

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 1 100 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.

Wytrzymałość łańcuchów spawanych ręcznie i próba ich ulepszania drogą obróbki termicznej*).

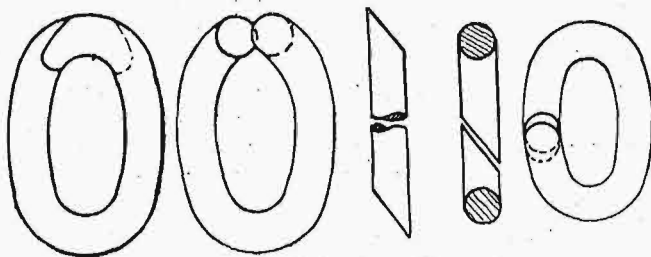
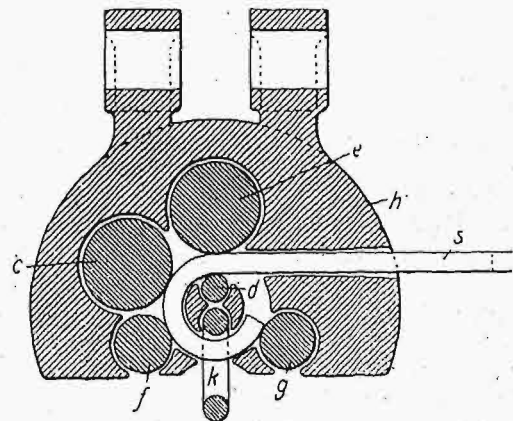
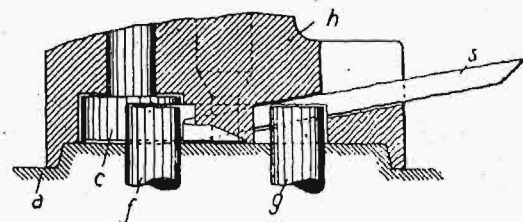
Napisał Inż. K. Kornfeld.

I. Wyrób łańcuchów spawanych.

W dziedzinie łańcuchów spawanych znajdujemy w użyciu dwa ich rodzaje (pomijając wielkości ogniów i ich kształt). Stosuje się mianowicie łańcuchy spawane przez kucie na gorąco i elektrycznie (oporowo).

Sposób spawania łańcuchów przez kucie jest znany już od starożytności. Był to jedyny sposób stosowany do końca ubiegłego stulecia. Do celów specjalnych zaczęto wtedy stosować łańcuchy walcowane lub wytłaczane sposobami Oury, Klattego i Maisona oraz odlewane ze stali. W pierwszych latach bieżącego stulecia opracowano sposoby mechanicznego wyrobu łańcuchów spawanych ognio-

Idąc w porządku historycznym, zajmiemy się wyrobem łańcuchów spawanych, zaczynając od



Rys. 1-a

Rys. 1-b

Rys. 2.

Rys. 3.

wo, lub spawanych elektrycznie, tańszych od walcowanych.

zgrzewanych. Łańcuchy te możemy otrzymać bez ograniczenia średnicy użytego do wyrobu drutu lub żelaza okrągłego. Ogniwa o średnicy materiału mniejszej od 18 mm spawa się na główce, to znaczy w punkcie końcowym dużej osi elipsy, jaką jest

*) Referat wygłoszony na III-m Zjeździe Inż. Mechaników Polskich w Warszawie w marcu r. b.