

Spawane Konstrukcje rurowe.

Napisał Stefan Bryła.

Do przekrojów najkorzystniejszych pod względem teoretycznym w budownictwie stalowym należą bezsprzecznie przekroje rurowe. Dają one bowiem maximum wytrzymałości na wyboczenie (największy moment bezwładności) przy minimum zużytego materiału. Jednakowoż w praktyce przekroje te używane były w najzupełniej odosobionych wypadkach. Powody były głównie natury konstrukcyjnej, (t. j. wykonawczej), konserwacyjnej, oraz kalkulacyjnej. Wzgląd na wykonanie odgrywał rolę o tyle, że rury o niewielkich średnicach trudno jest łączyć przy pomocy nitów, a także trudno do nich dołączać elementy inne, jak np. dźwigary, podciąg i t. d. Co do konserwacji, to rury o niewielkich średnicach narażone są na łatwość rdzewienia, gdyż niema możliwości kontrolowania ich od wewnątrz. Dopiero rury o średnicach tak znacznych, że może względnie swobodnie poruszać się w nich człowiek, usuwać się mogą z pod tego niebezpieczeństwa. Jeżeli wreszcie chodzi o ekonomję, to cena rur bez szwu jest nieomal dwukrotnie wyższa niż profilów walcowych; opłacać się więc one mogły dopiero, gdy dały odpowiednią oszczędność na wadze. Wszystkie te przyczyny powodowały, że przekroje rurowe stosowano zupełnie wyjątkowo, więc przy bardzo znacznych siłach i przekrojach (średnicach), przy których ani wykonanie ani kontrola trudna nie jest, a które wykonywało się z blach odpowiednio wyginanych i łączonych na nity. Do takich konstrukcyj należał np. most na zatoce Forth.

Dopiero zastosowanie spawania, przy pomocy różnych metod, oraz cięcia przy pomocy palnika tlenowo-acetylenowego, zainicjowało w konstrukcjach stalowych zwrot w użyciu przekrojów rurowych, który nie wprowadził uprzednio jeszcze rur na szerszą skalę w konstrukcjach stalowych, ale który niemniej przejawia się i zaznacza zupełnie wyraźnie*).

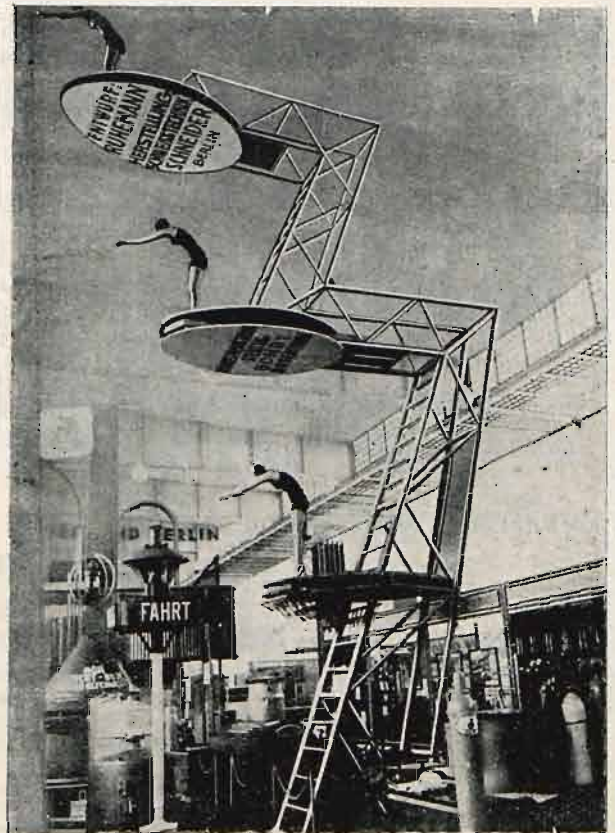
Rury wykonać można jako rury ciągnięte bez szwu, albo też jako rury ze szwem, spawane, względnie nitowane.

Rury bez szwu byłyby najkorzystniejsze, gdyby nie ich wysoka cena, — jak wspomniałem — mniejwięcej dwukrotnie wyższa od cen zwykłej stali profilowej. Stąd też używane są one stosunkowo mało, mniej, niż zasługiwałyby ze względu na swoje walory konstrukcyjne.

Rury łączone przy pomocy nitowania nie tylko są kłopotliwe do wykonania przy średnicach, a tembardziej małych średnicach, ale

nadto w miejscach styku są osłabiane przez dziury na nity, a wreszcie szew nitowany daje powierzchnię nierówną na skutek przykładek i główek nitowych, co w wielu wypadkach jest bardzo niepożądane.

Rury spawane nie posiadają tych braków, wykonywa się je z płaskowników wygiętych w odpowiednich sztancach i spaja spoiną podłużną. Można też płaskownik zwiąć spiralnie i spawać wedle spirali, co jest trudniejsze, ale daje większą pewność. Zależnie od średnicy i grubości rury gięcie przeprowadza się na zim-



Rys. 1.

Dwupiętrowa skocznia z rur, spawana acetylenem.

no lub na gorąco. Przez wyżarzenie rury poprawić można ujemne skutki gięcia na zimno.

Jednakże rola spawania w stosunku do rurowych konstrukcyj przejawiała się jeszcze w czym innym: mianowicie w łączeniu rur w konstrukcję.

Dotyczy to w pewnym stopniu już rur o średnicach większych; spawanie ułatwiło tu w wysokim stopniu łączenie, które przecież było jednak możliwe i przy zastosowaniu nitów. Przy średnich średnicach (jakie przychodzą np. w słupach) połączenie na nity było już bardzo

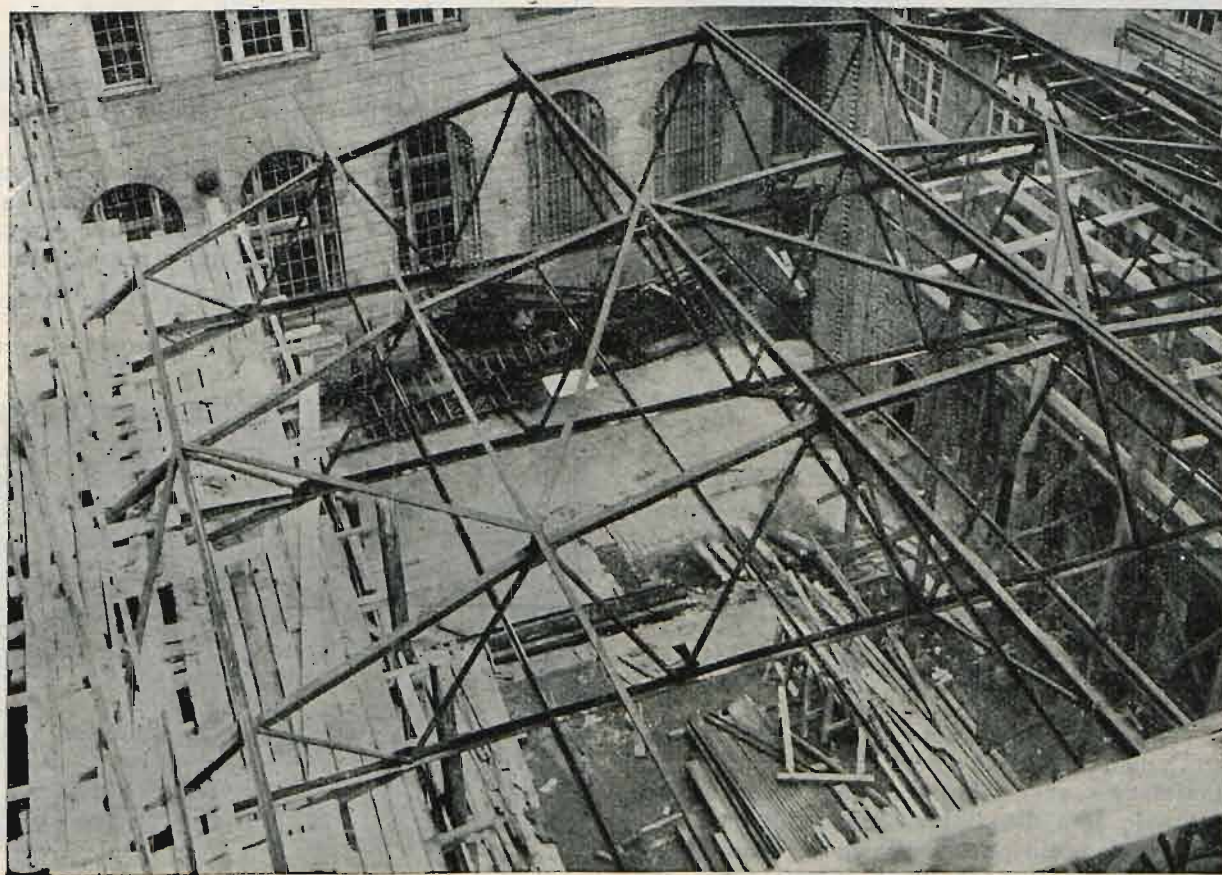
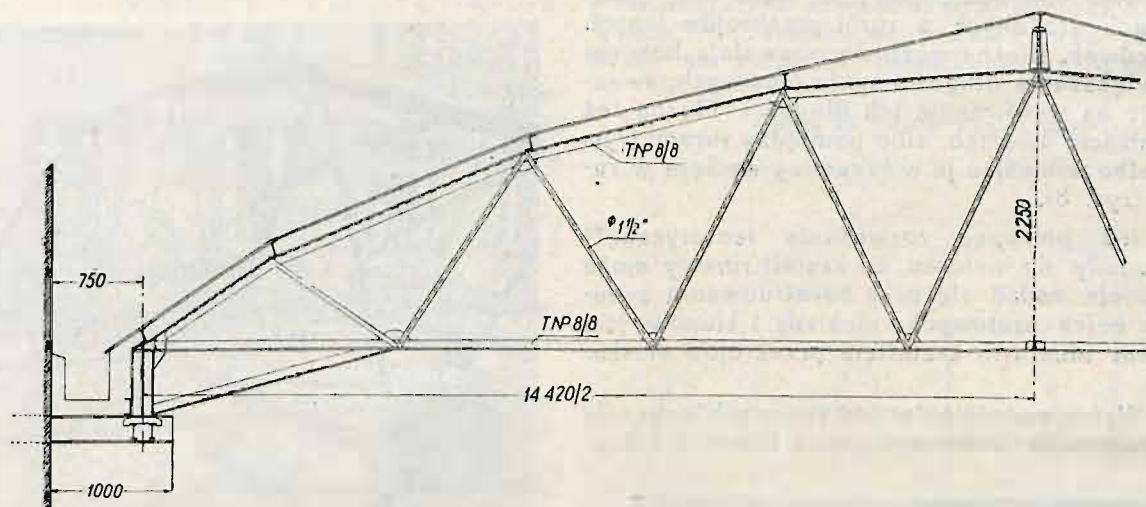
*) St. Bryła. Przekroje rurowe w dzisiejszych konstrukcjach stalowych. Czasop. Techn. 1933.

Hilpert-Bondy. Neuere geschweisste Rohrbauten Z. d. Ver. D. Ing, 1933.

kłopotliwe; przy małych zaś średnicach wręcz niemożliwe. Toteż w belkach kratowych, np. dachowych, rury – bardzo w nich praktyczne – nie były stosowane zupełnie.

nitach najtrudniejsze, zostało ułatwione i uproszczone do maximum.

Najprostsze połączenie rur daje się wykonać na styk; gdy przy cienkich zwłaszcza



Rys. 2.

Konstrukcja dachu spawanego nad halą główną Gmachu P. K. O. w Warszawie. Wiązary o ukośnikach rurowych.

Spawanie wyeliminowało zupełnie moment trudności należytego połączenia. Wykonanie węzłów konstrukcyj kratowych dotychczas przy

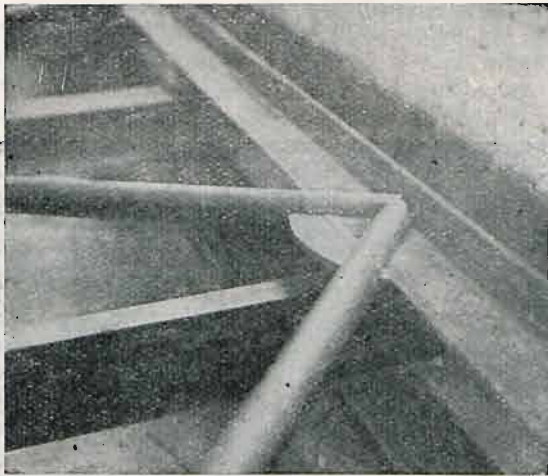
ściankach rur połączenia takie nie byłyby wskazane, można zastosować wzmocnienie przy pomocy rurowej nakładki obejmującej część ob-

wodu rury; w poszczególnych wypadkach nasuwanych nawet na rurę (por. kładkę w Wiesbergu na rzece Trisannie).

Blachy węzłowe mogą być łącznikiem w dwu wypadkach, raz przy połączeniach wyłącznie rurowych, powtórnie także przy połączeniach złożonych z rur i przekrojów innych np. teówek. Blachy węzłowe pozwalają bowiem na zwiększenie długości spoin łączonych, ewentualnie na wyrównanie ich długości. Można też je umieścić dwójako: albo pomiędzy rurami (rys. 10), albo wsuwając je w szczeliny wycięte w rurach (rys. 3).

Już pierwsze rozważania teoretyczne* prowadziły do wniosku, że kształt rurowy może doskonale nadać się przy konstruowaniu zwłaszcza belek kratowych, niekiedy i słupów. Jest bowiem idealnym kształtem przekrojów ściskanych.

Wytrzymałość połączeń rurowych wykazały doświadczenia wykonane przez Hilperta i Bon-



Rys. 3.
Węzeł dolnego pasa wiązara.

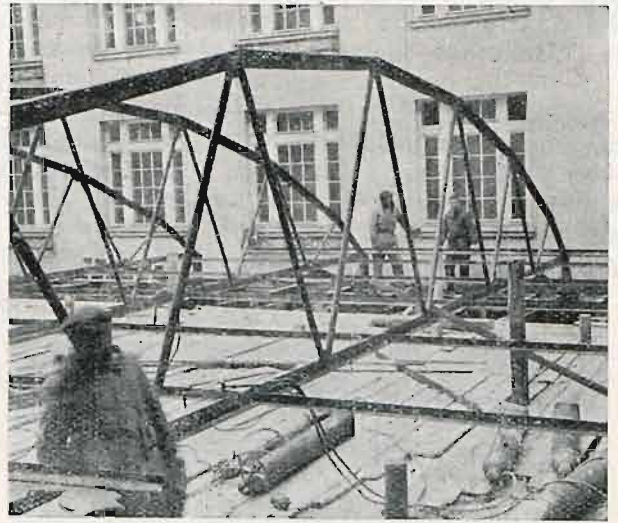
dy'ego w Politechnice Charlottenburskiej z masztami kratowymi wykonanymi z rur. Maszty te przy zginaniu wykazały wytrzymałość bardzo wysoką, wyższą prawie dwukrotnie niż analogiczne konstrukcje nitowane z profilów walcowych, były zaś od nich lżejsze.

Korzyści, jakie przedstawiają przekroje rurowe, są następujące:

Najekonomiczniejszy kształt elementów ściskanych, tem samem zaś najmniejszy ciężar. Moment ten czasem odgrywa rolę sam dla siebie, częściej jednak chodzi o koszt ogólny, a tu sprawa się komplikuje ze względu na wyższą cenę jednostkową rur bez szwu. Oszczędność na przekrojach niższych w przeważnej ilości wypadków nie dochodzi tu do wyrównania ceny. Przy rurach

spawanych różnica jest bezporównania mniejsza i tu nieraz zastosowanie ich może się zupełnie skalkulować,

ładny wygląd, zwłaszcza w małych konstrukcjach, znacznie ładniejszy niż np. ką-

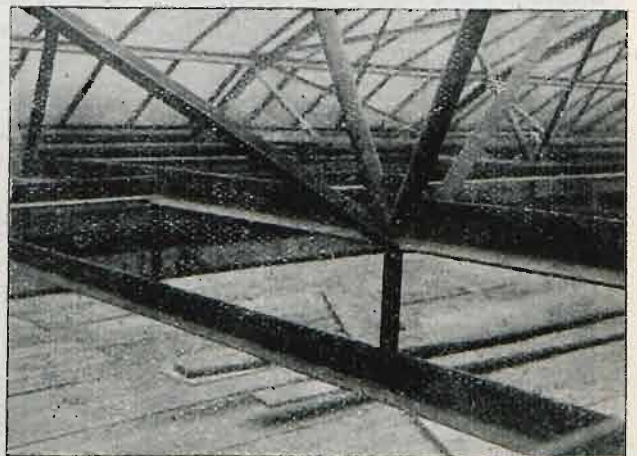


Rys. 4.
Widok wiązara.

tówek i t. p. profilów. Dotyczy to np. skoczni, masztów, mostków i t. p. Zresztą nieraz momenty architektoniczne wymagają przekrojów okrągłych.

Brak ostrych krawędzi, co odgrywa rolę tam zwłaszcza, gdzie łatwo można się skaleczyć, lub gdzie chodzi o konstrukcję możliwie łagodną w dotyku. Dlatego też skocznie, poręcze i t. p. wykonywa się często z rur.

Małe wymiary poprzeczne, wskutek czego konstrukcje rurowe rzucają stosun-



Rys. 5.
Zawieszenie ramy witrażu na dolnym pasie wiązara.

kowo mało cienia. Ważne to jest przy świetlikach i t. p. konstrukcjach. Dlatego krzyżulce daszku nad salą operacyjną P. K. O. w Warszawie wykonano z rur (rys. 2).

*) Por. aut. „Spawanie elektryczne żelaza w budownictwie i mostownictwie“. Przegląd Techniczny 1927.

Mniejsze powierzchnie zewnętrzne konstrukcji niż przy przekrojach innych. Zmniejszenie to dochodzi w wypadkach normalnych do 20 — 30%, czasem podnosząc się jednak prawie nawet do 50%. Wskutek tego mamy tu też do czynienia z mniejszą ilością potrzebnej powłoki.

Brak miejsc zakrytych, a więc łatwiej ulegających zniszczeniu. Konstrukcja wykonana z rur „zamknięta w sobie”, nie posiada szczelin, wgłębień i t. p. Odpływ wody jest znacznie łatwiejszy i pewniejszy.

Ciśnienie wiatru jest tu mniejsze, tak z powodu mniejszej powierzchni, jakoteż z powodu wpływu okrągłości.

W poszczególnych zresztą rzadkich wypadkach można wreszcie używać pasów i innych elementów z rur na rozmaite przewody.

Główną niekorzyścią rur jest natomiast ich wyższa cena jednostkowa, co omówiono wyżej. Powoduje ona, że tam gdzie chodzi wyłącznie o koszt ogólny, rzadka tylko opłaca się konstrukcja z rur. Bywają jednak wypadki, że się opłaca, przede wszystkim zaś często decydują względy inne, wyżej podane.

Wyrażone obawy trudności konserwacji od wewnątrz nie odgrywają dziś roli. Zastosowanie bowiem cementu (betonu) na wewnątrz rur chroni je zupełnie od rdzy, aczkolwiek nieco zwiększa ciężar własny konstrukcji. Ponadto rury zamyka się i zspaja na stykach, co też zabezpiecza od rdzy. O ile chodzi o rury o średnicach dużych, wewnątrz których może poruszać się człowiek, to tam niema obaw o możliwość konserwacji.

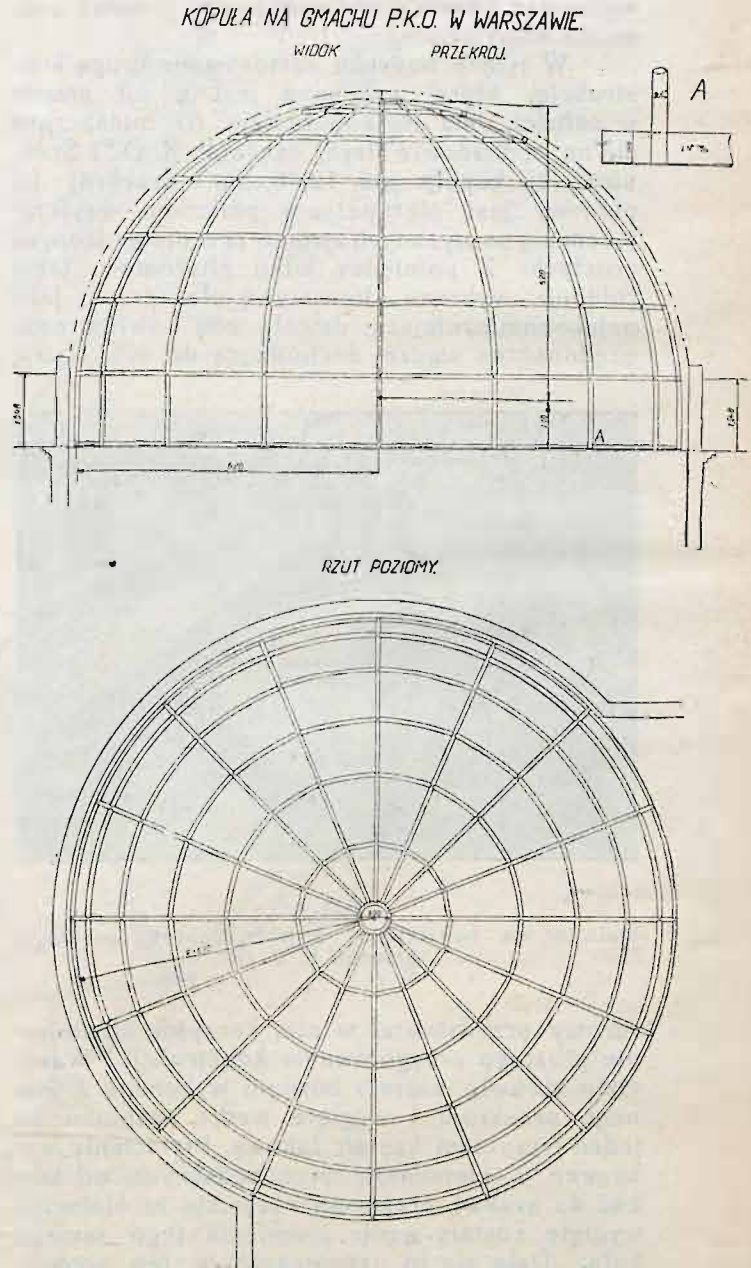
Poniżej podajemy kilka ciekawych przykładów zastosowania rur w konstrukcjach:

Rys. 1 przedstawia dwupiętrową skocznnię z rur wykonaną w r. 1931 przez Bondy'ego w Berlinie. Połączenia jej robione były bezpośrednio na styk. Skocznia ta ma wysokość 9,75 m; słupy są z rur o średnicy 4". Wykonana została przy pomocy acetylenu. Podobną skocznnię z rur wykonano też w pływalni u nas w Polsce w Szarleju.

Pierwszą większą budowlą w Polsce, na której zastosowano przekroje rurowe, była rozbudowa Pocztovej Kasy Oszczędności w Warszawie. Trzeba tu było salę obrotu czekowego o wymiarach 16,0 × 25,4 m. przykryć dachem z podwójną świetlnią. Wogóle dano 6 dźwigarów parabolicznych (rys. 2) w odstępach 3,40 m; przyczem oba pasy, dolny i górny, zostały wykonane z teówek, otrzymanych z przecięcia palnikiem dwuteówek Nr. 22. Natomiast przekątnie wykonano z rur o średnicy 50 mm. Rury zastawno dlatego, że rzucają one możliwie najmniej cienia na witraż świetlni dolnej.

Ponieważ w niektórych węzłach na teówce nie dałoby się umieścić szwów o odpowiednich

długościach, przeto musiano w poszczególnych węzłach zastosować dodatkowe blachy węzłowe wedle mojego patentu (rys. 3). Połączenie z rur z pasami wykonano w ten sposób, że w końcach rur wycięto szczeliny o grubości ścianki teówki i miejsce styku dołączono przy pomocy szwów. Końce rur zamknięto również przy pomocy spoin na stopkach teówek. W węzle górnym



Rys. 6.

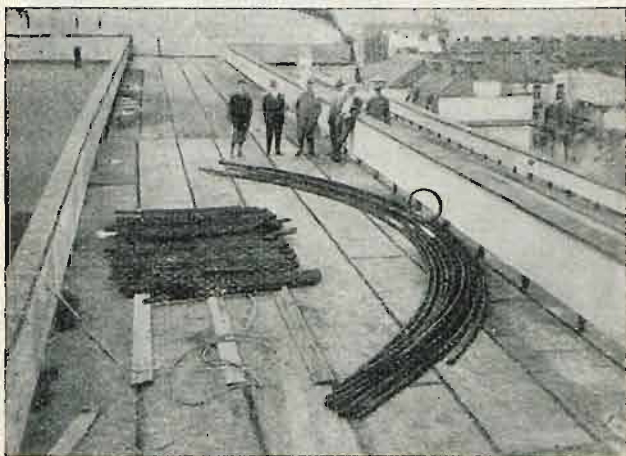
Szkie kopuły spawanej z rur na gmachu P. K. O. w Warszawie.

zastosowano celem usztywnienia, ze względu na styk wykonywany na budowie, poziome blachy usztywniające o grubości 10 mm. Styk pasa dolnego wykonano tak bezpośrednio, jakoteż przy pomocy dodatkowych przykładek. Węzeł podporowy został usztywniony poprzecznymi blachami trójkątowymi, założonymi na słupki. Pas górny został wygięty wedle paraboli w ten

*) Inż. Przemysław Szczekowski. Dach żelazny spawany nad salą kasową w nowym gmachu P. K. O. Spaw. i Cięc. Met., № 9, 1931.

sposób, że palnikiem acetylenowym wycięto w węzłach trójkątowe części ścianki pionowej w miejscach załamania pasa, następnie dogięto belkę do kształtu parabolicznego, a wreszcie zespojono. W ten sposób stopka teówki na całej długości jest nierozcięta (rys. 4). Spawanie wykonano elektrycznie. Dach pokryty jest świetlnią górną, opartą na szczelblach syst. Eterna dołem zawieszony jest na nim witraż (rys. 5), wykonany również w całości przy pomocy spawania elektrycznego.

W tymże budynku zastosowano drugą konstrukcję, która wykonana jest z rur prawie w całości. Jest nią kopuła (rys. 6) mieszcząca się na nadbudowie starej części P. K. O.*) Średnica tej kopuły ma 12,40 m., przekrój jej pionowy jest niezupełnym półkołem wspierającym się na stycznych stromo przeprowadzonych prostych. Z pomiędzy kilku alternatyw, jakie robiono, wybrano alternatywę płaszczową jako najekonomiczniejszą; dawała ona bowiem oszczędność na wadze dochodzącą do 40%. Ustrój

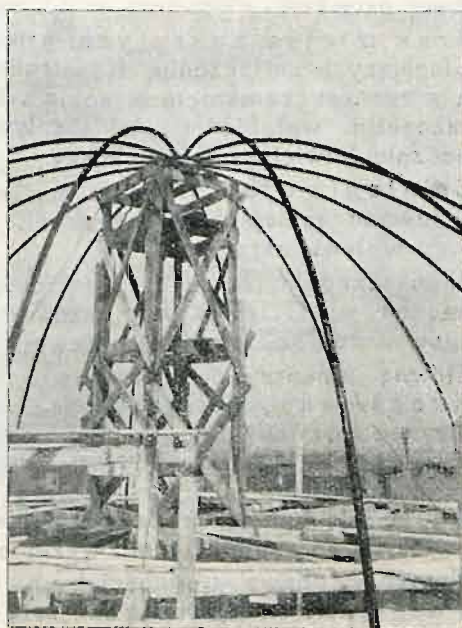


Rys. 7.

Materiał na konstrukcję kopuły, zebrany na dachu gmachu P. K. O.

rurowy przedstawiał w niej korzyści niezmiernie prostego przygotowania konstrukcji. Wszystkie krokwie zostały bowiem wykonane z jednego przekroju i wygięte wedle szablonu na jeden i ten sam kształt łukowy. Pierścienie wykonano z elementów przechodzących od krokwi do krokwi, przyczem wszystkie te elementy wygięte zostały wedle promienia tego samego koła. Dało się to uskutecznić w ten sposób, że pierścienie nie leżą w płaszczyznach poziomych, ale są odcinkami kół wielkich kuli, a więc leżą na płaszczyznach przechodzących przez jej środek, tem samem zaś różnych dla każdego odcinka pomiędzy dwiema krokwiami. Wszystkie przekroje zostały wykonane z tego samego profilu rury o średnicy $2'' = 50$ mm. i grubości 5 mm. Cięcie wszystkich rur wedle

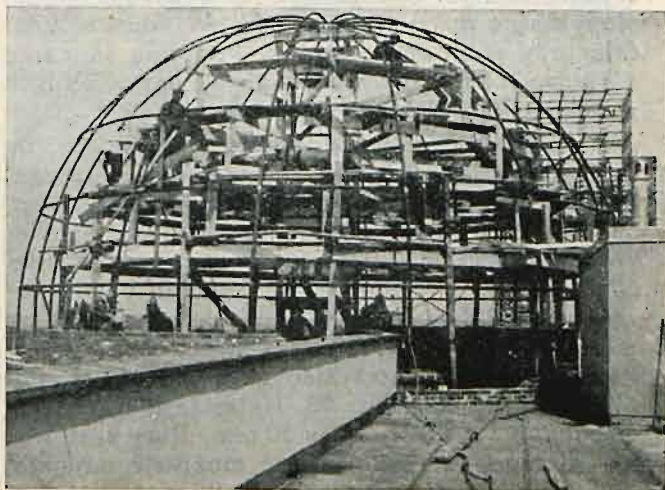
tego samego promienia ułatwiło w ogromnym stopniu wykonanie konstrukcji, gdyż wszystkie rury zostały przysłane na plac budowy pogięte i przycięte odpowiednio. Pierścień dolny wykonany został z teówki, otrzymanej z roz-

Rys. 8.
Montaż kopuły.

cięcia palnikiem dwuteówki Nr. 28; pierścień górny zaś z rury tej samej średnicy.

Połączenia wykonano przy pomocy acetylenu. Szczegóły konstrukcji w trakcie wykonywania przedstawiają rys. 7, 8, 9. Konstrukcja ta została następnie pokryta 4 cm. warstwą betonu na siatce i pokryta blachą miedzianą.

Rys. 10 — 12 i rys. na okładce przedstawiają więzary dachowy, wykonany wyłącznie

Rys. 9.
Widok szkieletu kopuły.

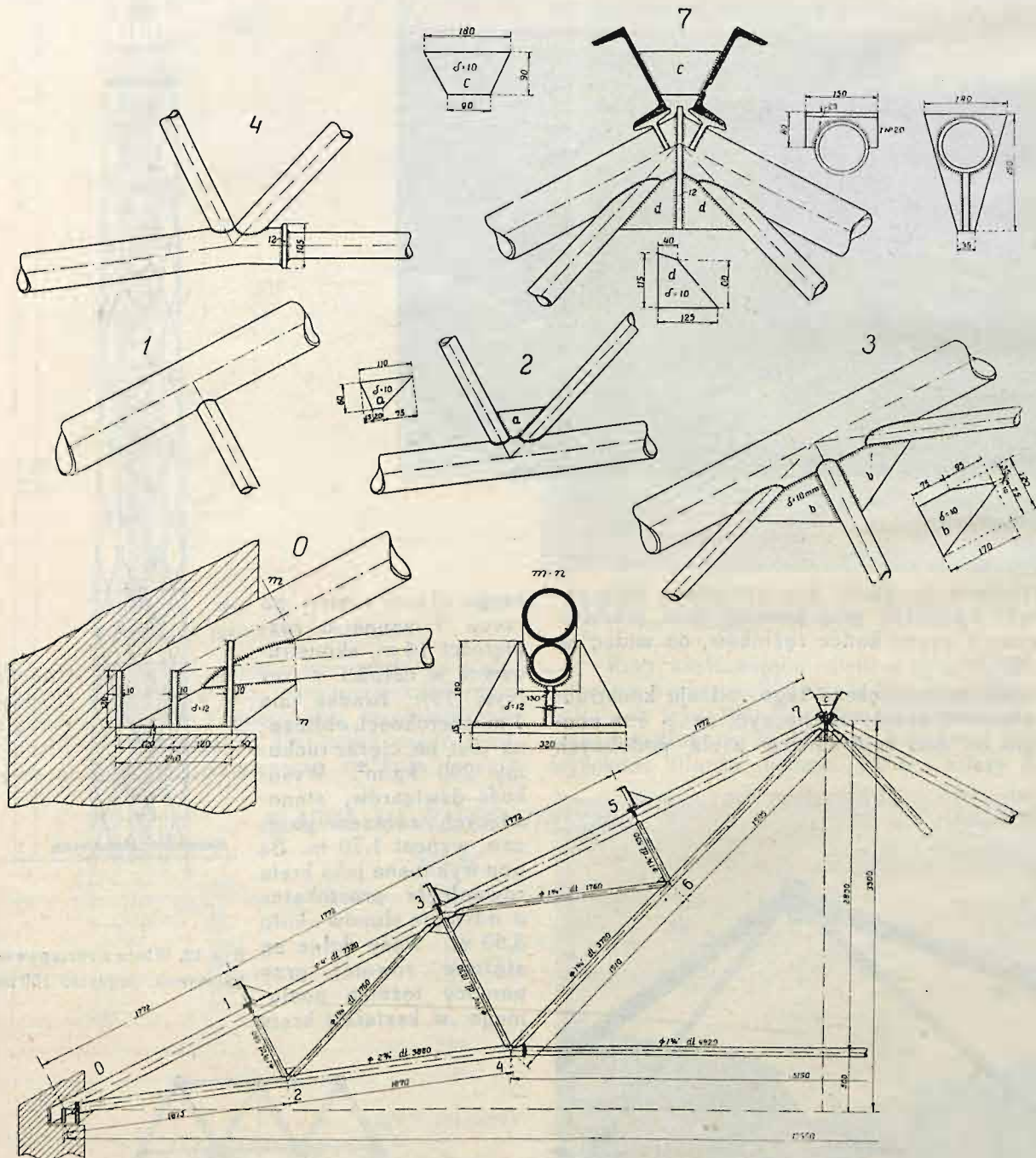
z rur w fabryce Perun w Warszawie. Dach ma rozpiętość 12,66 m. Złożony jest wyłącznie z rur, przyczem pas górny z rur $4''$,

*) Zygmunt Dobrowolski. Spawana konstrukcja kopuły nowego gmachu P. K. O. w Warszawie. Sp. i C. Met. Nr. 11-12, 1932.

pas dolny części skrajnej z rur $2\frac{3}{4}$ ", środkowej zaś $1\frac{3}{4}$ ".

Podstawa wykonana jest przy pomocy blach poziomej i pionowej, oraz żeber poprzecznych. Styk środkowy wykonany jest na blachę poprzeczną. W węzłach zastosowano blachy węzłowe po-

Ostatnio zbudowano z rur bez szwu w Medjolanie wieżę o wysokości 108,60 m. (rys. 13) Wieża ta założona jest na rzucie sześciobocznym, przyczem słupy połączone są ze sobą tężnikami pionowymi rombowymi, oraz tężnikami poziomymi, które tworzą sieć trójkątów równo-



Rys. 10. Węzłaz dachowy z rur, zastosowany przy rozbudowie fabryki „Perun“ w Warszawie.

między poszczególnymi prętami. Płatwie nałożone są na pasach górnych przy pomocy siodełek, wyciętych z dwuteówek. Spawanie wykonano przy pomocy acetylenu.

Wszystkie trzy wymienione konstrukcje wykonała Sp. Akc. Perun w Warszawie.

Przechodząc z kolei do opisu paru ciekawszych konstrukcji zagranicznych:

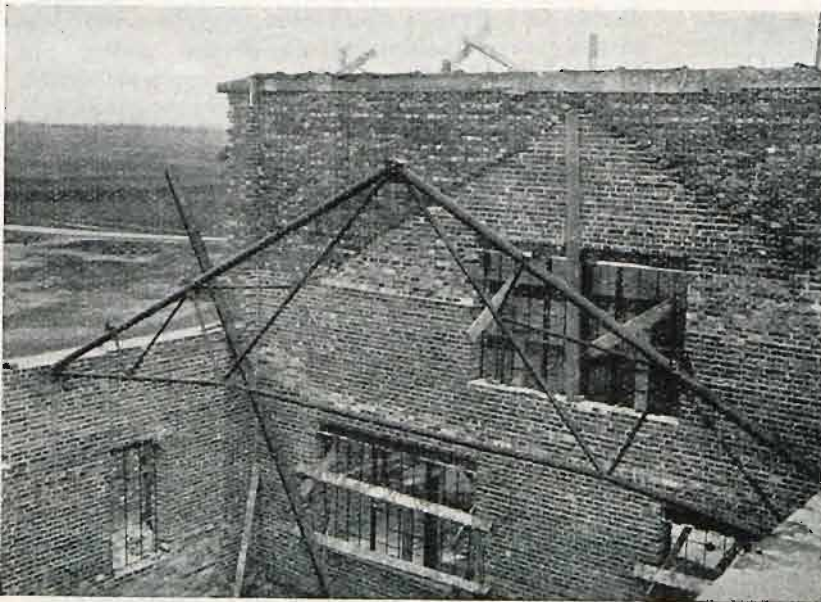
bocznych (rys. 14). Słupy (w ilości 6), lekko pochylone, składają się z rur o średnicy zmiennej od 432 mm. u dołu do 165 mm. u szczytu. Również tężniki są z rur o średnicach zmiennych od 178 mm. do 82 mm. Środkiem wieży prowadzą schody i winda na szczyt, gdzie mieści się platforma.

Rys. 15 przedstawia szczegół połączenia

tężników ze słupami. Połączenia wykonane są na blachy węzłowe, wchodzące w szczeliny, wycięte w słupie. Natomiast tężniki pionowe i poziome połączone są 3 blachami na wycięcie w rurach, przyczem końce rur są przygięte

1515 m³, słupy podtrzymujące, w ilości 8, wykonane są jako rurowe o średnicy 85 cm, spawane z blach. Wysokość wynosi 23,0 m.

Z działu konstrukcyj mostowych wymienić należy wykonaną w roku 1931 kładkę we Wies-



Rys. 11.
Widok więzara.

i przypojone do blach. Prowizoryczne połączenia były wykonane przy pomocy śrub, przeprowadzonych przez końce tężników, co widać na rys. 15.

Jest to największa tego rodzaju konstrukcja; niemniej należy zaznaczyć, że z rur zbudowano do dziś dnia bardzo wiele podobnych

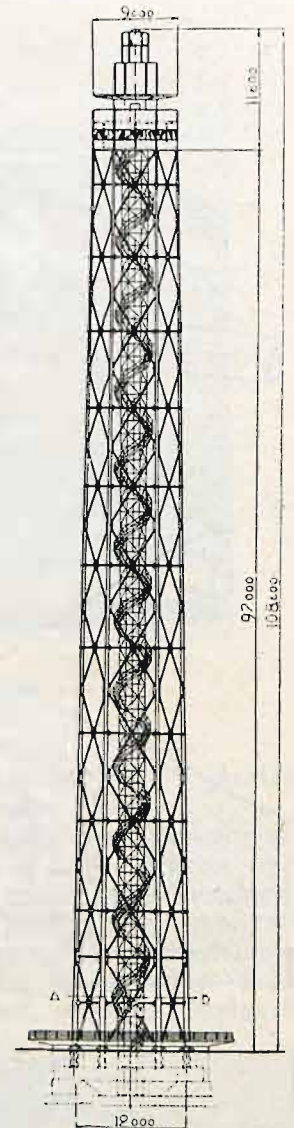


Rys. 12.
Węzeł górny więzara przed spawaniem.

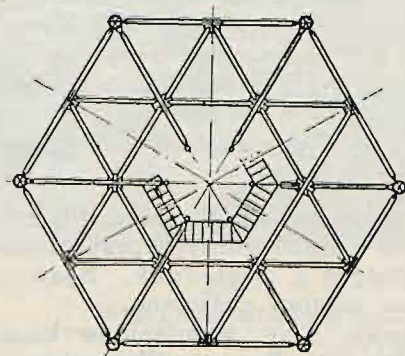
konstrukcyj mianowicie: masztów, wież i t. p. konstrukcyj mniejszych od opisanej.

Rys. 16 przedstawia zbiornik na wodę w Tallahassu (Floryda). Objętość jego wynosi

bergu (Tyrol austr.) na rzece Trisanna o rozpiętości 14 m, skonstruowaną w całości z rur (rys. 17). Kładka ma 1 m szerokości, obliczona jest na ciężar ruchomy 200 kg/m². Wysokość dźwigarów, stanowiących zarazem poręcze, wynosi 1,20 m. Są one wykonane jako kratka równoległa prostokątna o odstępach słupów około 3,50 m. Pasy dolne są stężone również przy pomocy tężnika poziomego w kształcie kraty



Rys. 13. Wieża z rur spawana, wysok. przeszło 100 m.

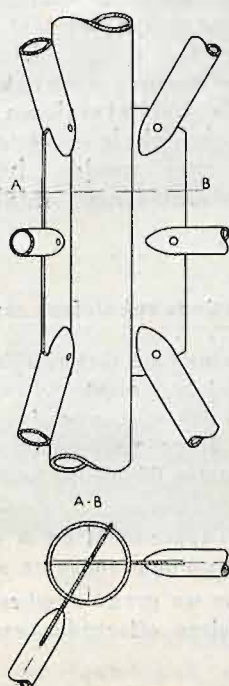


Rys. 14.
Rzut podstawy wieży z rys. 13.

prostokątnej. Na wszystkich środkowych słupach umieszczono stężenia poprzeczne, wykonane również z rur. Ze względu na dosyć trudny dostęp na miejsce budowy, wykonano kładkę w warsztacie w 3 częściach, zaopatrzonych w stężenia poprzeczne, wykonane na szablonach. (rys. 18). Części te sprowadza się na miejsce

Pomost ułożono na poziomo ułożonych korytkach, utwierdzonych przy pomocy odpowiednich trzpieni okrężonych dookoła pasa dolnego, a połączonych na końcach naśrubu.

W konstrukcji tej uzyskano redukcję ciężaru poprzednio projektowanej konstrukcji nitowanej mniej więcej do 50%, koszt zaś spawania był tańszy niż koszt nitowania, tak, że konstrukcja ta była najtańsza. Spawanie wykonano przy pomocy acetylenu.



Rys. 15. Połączenie tężników ze słupami.

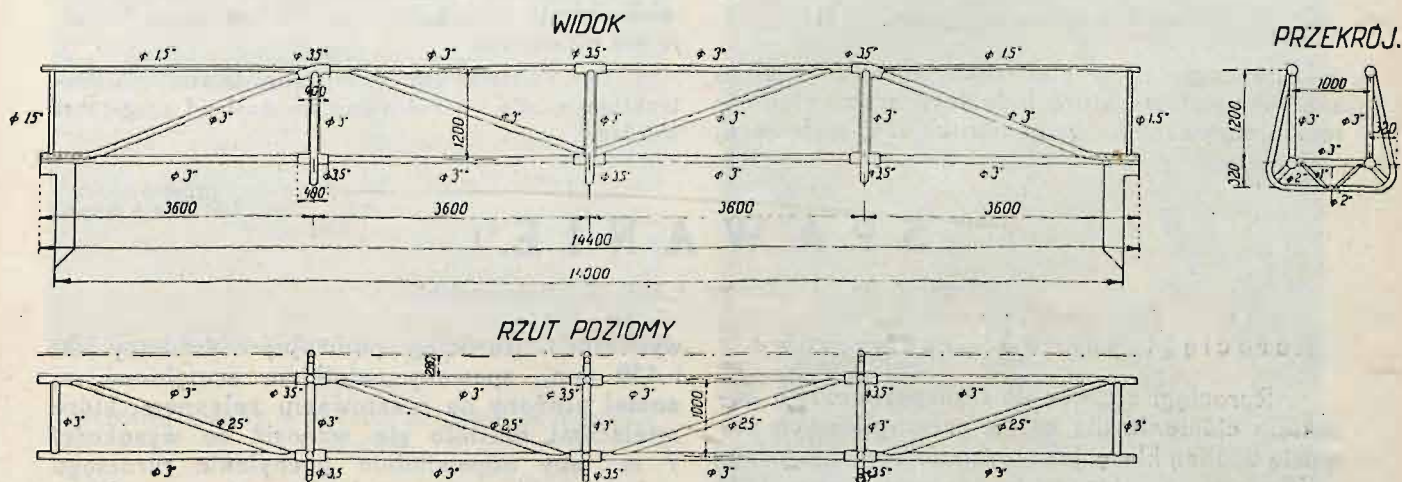


Rys. 16. Zbiornik na wodę w Talahassu, spoczywa na 8 słupach rurowych spawanych.

montażu oddzielnie, poczem wprowadzono w stykach na rurę pasów inną rurę, o bezpośrednio większym profilu i połączono ją obustronnie z profilem zasadniczym. Ponieważ część środkowa na końcach usztywniona nie była, przeto

Rury zastosowano również w wielkim rozmiarze w konstrukcji mostu w Khodaung (Burma) w Indiach (rys. 19). Most ten ma cztery przęsła o łącznej długości 30 m. przy szerokości 6,10 m. wysokość filarów wynosi 6,0 m. Filary te są

KŁADKA NA RZECE TRISANNA.



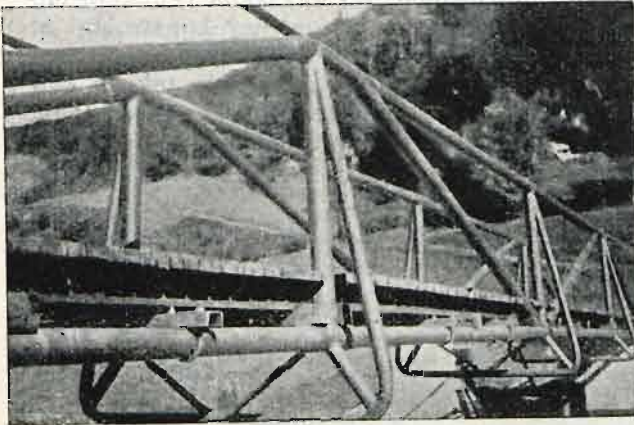
Rys. 17. Kładka w Wiesbergu na rzece Trisanna (Tyrol austr.).

podczas transportu usztywniono ją przy pomocy słupów drewnianych. Po zmontowaniu wykonano potrzebne spoiny, przyczem spoiny okrągłe zrobiono na końcu. Do wykonania użyto rur o średnicy $1\frac{1}{2}'' = 38$ mm. do $3\frac{1}{2}'' = 80$ mm.

wykonane w całości z rur; również z rur 25 cm. wykonany jest pomost. Rury te zostały pocięte na długość i przyspójone do podłużnic. Do budowy użyto wyłącznie starego, niepotrzebnego już materiału rurowego, dlatego kon-

konstrukcja okazała się wyjątkowo tania. Zastosowano tu spawanie łukiem elektrycznym.

Poza wymienionymi istnieje dziś już wiele innych konstrukcyj wykonanych rur, których opi-

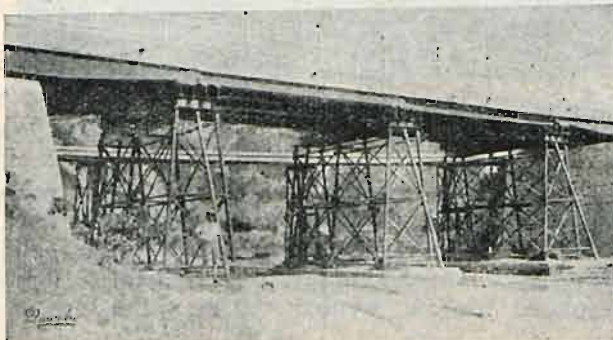


Rys. 18.

Widok kładki z rys. 17.

sać tu nie sposób. Wybrałem najbardziej charakterystyczne.

Powyższe przykłady świadczą, że zastosowanie spawania rozszerzyło znacznie zakres



Rys. 19.

Most w Khodaung (Indje).

możliwych profilów konstrukcyjnych. Specjalnie zaś rury stalowe, które były dotychczas elementem nieużywanym w konstrukcjach stalowych,

znalazły możliwości spożytkowania. Nie oznacza to jeszcze tego, że rury staną się tu elementem dominującym. O celowości zastosowania decyduje nie tylko teoretycznie najkorzystniejszy kształt, ani też kształt nowy, dawniej nieużywany, ale także i to przede wszystkim oszczędność. Rury bez szwu oszczędności tej nie dawały, konstrukcje z nich były raczej droższe. Rury spawane natomiast oszczędność tę niejednokrotnie dać mogą. Dlatego opisane konstrukcje uważać należy za szukanie nowych dróg, których szuka dzisiaj stalowe budownictwo spawane na szeroką skalę. Napewno jednak dzięki spawaniu rury znajdą bezporównania szersze zastosowanie niż miały do dzisiaj.

Les constructions tubulaires soudées.

Le tube est le meilleur matériel de construction, par sa grande résistance ainsi que sa légèreté. Mais le prix élevé des tubes et l'impossibilité du rivetage des tubes de petits diamètres constituaient des obstacles importants pour le développement des constructions tubulaires.

C'est grâce à l'application de la soudure que ce genre de construction a pu prendre un si grand essor.

L'auteur donne un grand nombre d'exemples de constructions tubulaires effectuées en Pologne et à l'étranger.

Geschweisste Rohrkonstruktionen.

Das Rohr ist wegen seiner grossen Festigkeit und Leichtigkeit, das beste Konstruktionsmaterial. Die hohen Preisen der Rohre beschränkten trotzdem ihre Verwendung. Auch die Unmöglichkeit des Nietens der Rohre von kleinen Durchmessern verursachte, dass die Rohrkonstruktionen unbekannt waren. Erst die Verwendung des Schweissens bringt in diesem Gebiete einen grossen Fortschritt, dank der bekannten Vorteile des Schweissens.

Der Verfasser gibt viele Beispiele von Rohrkonstruktionen, die in Polen und im Ausland ausgeführt wurden.

621.791 + 621.643
1350 słów + 14 rys.

SPAWANIE.*)

Napisał dr. A. Szner i inż. Z. Dobrowolski.

Rurociągi parowe przemysłowe.

Rurociągi służące do transportu pary o wysokim ciśnieniu dla celów przemysłowych stanowią osobną klasę, jako wymagające najbardziej starannego i niezawodnego wykonania i to w warunkach najtrudniejszych, gdyż rurociąg tego rodzaju pracuje pod obciążeniem zmiennym, jak kocioł. Rys. 156 wyobraża rurociąg długości przeszło 500 m., prowadzący parę z centralnej kotłarni firmy Crocker Burbank Paper Co do

wytwórni¹⁾. Rurociąg podwójny o średnicy 500 i 450 mm., spawany palnikiem acetylenowym, został ułożony na rusztowaniu żelaznym, które miejscami musiało się wznosić do wysokości 7 m., aby odpowiednie pochylenie rurociągu w jednym kierunku mogłoby zachowane. Wydłużki (kompensatory) tu zastosowane były wykonane z blachy falistej, co pozwoliło zmniejszyć ich wymiary. Przy przejściu przez rzekę rurociąg umieszczono na konstrukcji mostowej.

*) Dalszy ciąg do Nr. 8 r. b.

¹⁾ G. F. Walker. Gas Welded Power Piping. The Welding Engineer, Nr. 10, 1931.