

Jedynie Wschód opóźniony jak zwykle, cieszy się, że okres racjonalizacji może ich pouczyć w jaki sposób mają rządzić i panować nad nauką, sami na tem nierozumiejąc się. I rzeczywiście na Wschodzie nauka i laboratorja są dziś rządzone i prowadzone przez niefachowców w kleszczach organizacji.

Co do przyszłości rozwoju tej nauki technologii chemicznej nie można żadnych stawiać horoskopów, ponieważ obecny okres indywidualizacji z pewnością nam narzuci całkiem coś niespodziewanego i stworzy nowe przemysły i da nam nową metodykę, może zaczerpniętą z innych nauk ścisłych.

Prof. Stefan Bryła.

Przekroje rurowe w dzisiejszych konstrukcjach stalowych.

Do najkorzystniejszych pod względem teoretycznym przekrojów w budownictwie stalowym należą bezsprzecznie przekroje rurowe. Dają one bowiem maximum wytrzymałości na wyoboczenie (największy moment bezwładności) przy minimum użytego materiału. Jednakowoż w praktyce przekroje te używane były wyłącznie w najzupełniej odosobnionych wypadkach. Powody były głównie natury konstrukcyjnej, t. j. wykonawczej, oraz konserwacyjnej. 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 zaś, to rury o niewielkich średnicach narażone są na łatwość rdzewienia, gdyż nie ma 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 jest niemal dwukrotnie wyższa niż profilów walcowanych; opłacać się one więc mogłyby dopiero, gdyby 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 konstrukcji należał np. most na zatoce Forth.

Wzgląd na konserwację mógł zostać wyeliminowany stosunkowo najszybciej: zastosowanie bowiem cementu w przekrojach o niewielkiej stosunkowo średnicy, pozwala na zupełne wypełnienie ich zaprawą cementową, co zwiększało wprawdzie ciężar własny konstrukcji — w stopniu jednak nieznacznym, lecz chroni od rdzy.

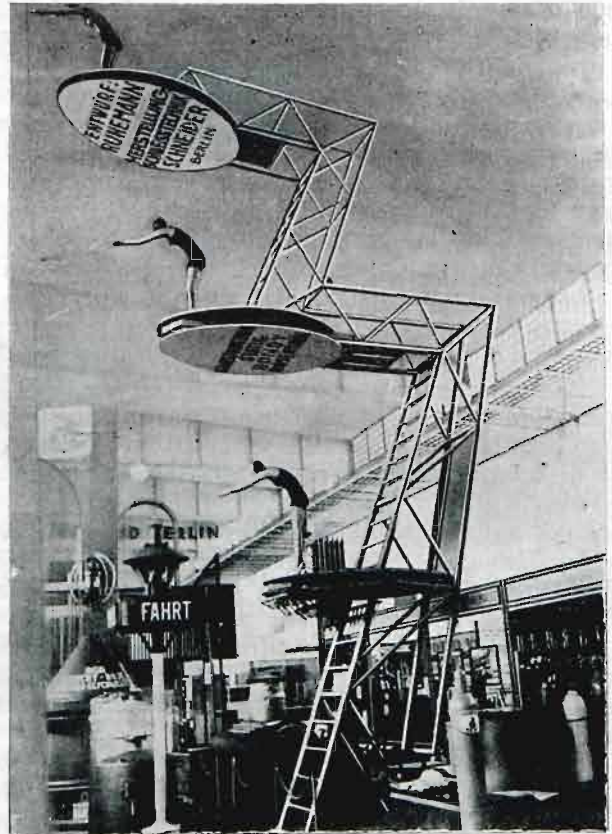
Ale dopiero zastosowanie spawania, przy pomocy różnych metod oraz cięcia, głównie przy pomocy palnika tleno-acetylenowego, zainicjowało w konstrukcjach stalowych zwrot w użyciu przekrojów rurowych, który może nie wprowadził jeszcze rur na szeroką skalę w konstrukcjach stalowych, ale który niemniej przejawia się i zaznacza zupełnie wyraźnie. Spawanie wyeliminowało bowiem w zupełności moment trudności należytego połączenia. Wykonanie węzłów konstrukcyj kratowych dotychczas najtrudniejsze, zostało ułatwione i uproszczone do maximum. Wykonać je można na styk czołowy, ewentualnie ze wzmocnieniem rurową nakładką; można jednak zastosować też blachy węzłowe¹⁾. Przykłady innych połączeń poniżej w przykładach.

Już pierwsze rozważania teoretyczne prowadziły do tego rezultatu²⁾. Wytrzymałość zaś połączeń rurowych wykazały doświadczenia wykonane przez Hilperta i Bondy'ego w Politechnice w Charlottenburgu z masztami kratowymi wykonanymi z rur. Maszty te przy zginaniu wykazały wytrzymałość bardzo wysoką, wyższą prawie dwukrotnie niż analogiczne konstrukcje nitowane z profilów walcowanych były zaś od nich lżejsze.

¹⁾ Por. art. Żelazne konstrukcje spawane, *Czasopismo Techniczne* 1930.

²⁾ Por. autora. Spawanie elektryczne żelaza w budownictwie i mostownictwie. *Przegląd Techniczny* 1927. Żelazne konstrukcje spawane, *Czasopismo Techniczne* 1930.

Na targach berlińskich w roku 1931 pomieszczona została dwupiętrowa skocznia do pływania, wykonana przez Bondy'ego wyłącznie z przekrojów rurowych. Połączenia jej robione były bezpośrednio na styk. Podobną skocznia z rur wykonano też w pływalni w Szarleju.



Ryc. 1.

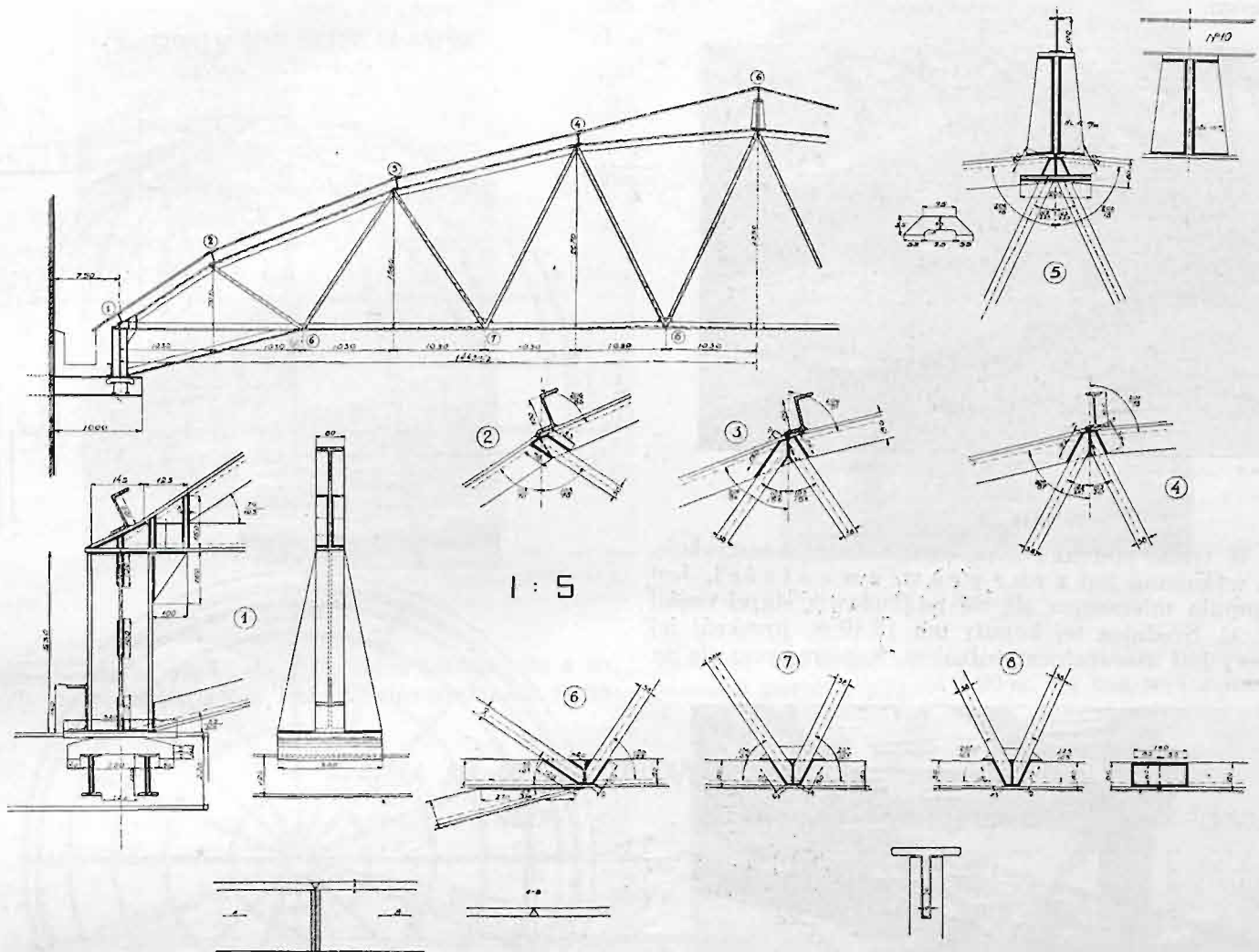
Pierwszą większą budowlą, na której zastosowano przekroje rurowe, była rozbudowa Pocztowej Kasy Oszczędności w Warszawie. Trzeba tu było salę obrotową o wymiarach $16,0 \times 25,4 \text{ m}$ przykryć dachem z podwójną świetlnią. Wogóle dano 6 dźwigarów w odstępach $3,40 \text{ m}$; przy czem skrajne pola zostały ścięte płaszczynami pochyłymi. Dolny zarys więzów dany był profilem architektonicznym sali. Wysokość w środku powinna być możliwie mała, jednakowoż umożliwiającą swobodny dostęp do instalacji umieszczonych wewnątrz dachu. Dlatego też pas górny wykonano o kształcie łamanym parabolicznym.

Ze względu na możliwe ujednostajnienie połączeń zastosowano możliwie małe ilości profilów. Mianowicie oba pasy, górny i dolny zostały wykonane z teówek $80 \times 80 \times 9$. Natomiast przekątnie wykonano z rur o średnicy $1\frac{1}{2}'' = 38 \text{ mm}$. Rury zastosowano dlatego, że rzucają one możliwie najmniej ciężar na witraż świetlni dolnej.

Ponieważ w niektórych węzłach na teówce nie dałoby się umieścić szwów o odpowiednich długościach, przeto musiano w poszczególnych węzłach zastosować do-

datkowe blachy węzłowe wedle mojego patentu. Połączenie rur z pasami wykonano w ten sposób, że w końcach rur wycięto szczeliny o grubości ścianki teówki i miejsce

kowych przykładek. Węzeł podporowy został usztywniony poprzecznymi blachami trójkątowymi, założonymi na słupku.

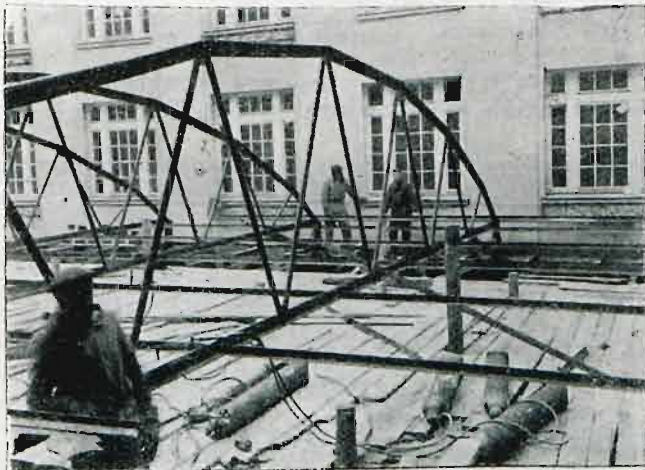


SZCZEGÓŁY DACHU SPAWANEGO NAD SALĄ P.K.O.

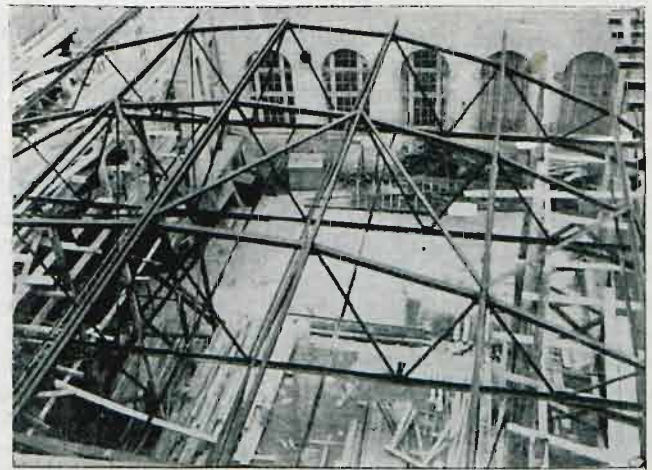
Rys. 2.

styku połączone przy pomocy szwów. Końce rur zamknięto również przy pomocy spoin na stopkach teówek. W węzle górnym zastosowano, celem usztywnienia, ze

Pas górny został wygięty wedle paraboli w ten sposób, że palnikiem acetylenowym wycięto w węzłach trójkątowe części ścianki pionowej w miejscach załamania



Ryc. 3.



Ryc. 4.

względem na styk, wykonywany na budowie, poziome blachy usztywniające o grubości 10 mm. Styk pasa dolnego wykonano tak bezpośrednio, jakoteż przy pomocy dodat-

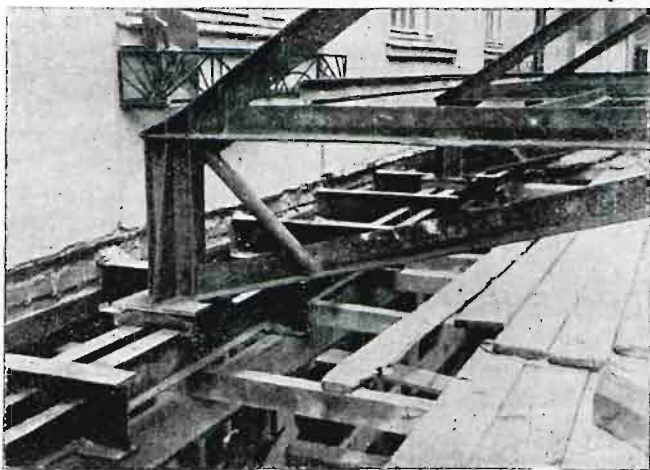
pasu, następnie dogięto bęlkę do kształtu parabolicznego, a wreszcie zespojono. W ten sposób stopka teówki na całej długości jest nierozcięta i niezetknięta.

Dach pokryty jest świetlnią górną, opartą na szczeblach syst. Eterna, dołem zawieszony jest na nim witraż. wykonany również w całości przy pomocy spawania elektrycznego.



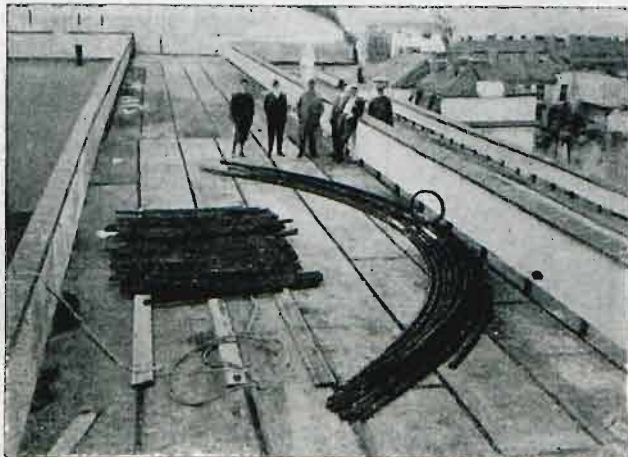
Ryc. 5.

W tymże budynku zastosowano drugą konstrukcję, która wykonana jest z rur prawie w całości. Jest nią kopuła mieszcząca się na nadbudowie starej części P. K. O. Średnica tej kopuły ma 12,40 m, przekrój jej pionowy jest niepełnym półkolem, wspierającym się na



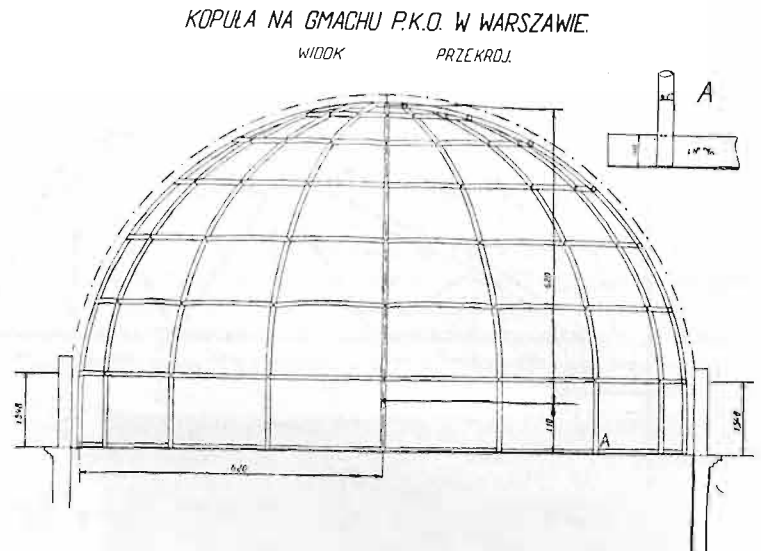
Ryc. 6.

stycznych stromo przeprowadzonych prostych. Z pomiędzy kilku alternatyw, jakie robiono, wybrano alternatywę płaszczyzną jako najekonomiczniejszą; dawała ona bo-

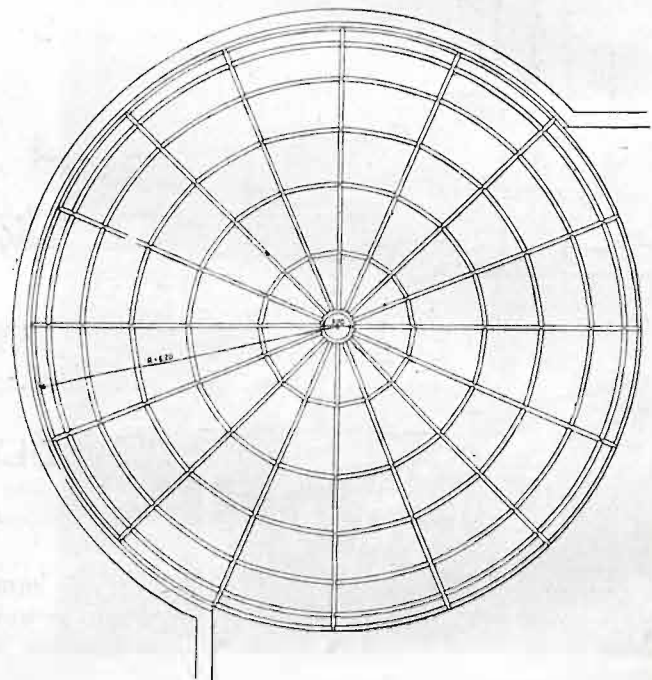


Ryc. 8.

wiem oszczędność na wadze dochodzącą do 50%. Ustrój rurowy przedstawiał w niej korzyści niezmiernie prostego przygotowania konstrukcji. Wszystkie krokiew zo-

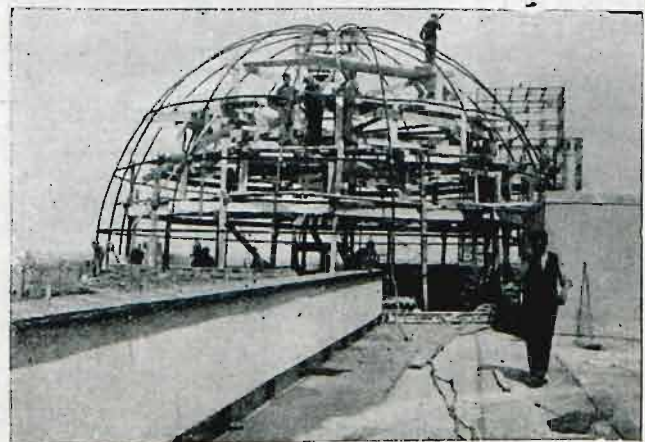


RZUT POZIOMY



Rys. 7.

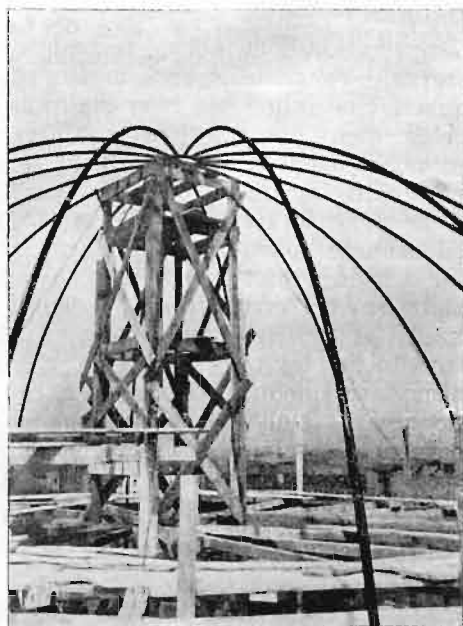
stały bowiem wykonane z jednego przekroju i wygięte wedle szablonów w odpowiedni kształt. Pierścienie wyko-



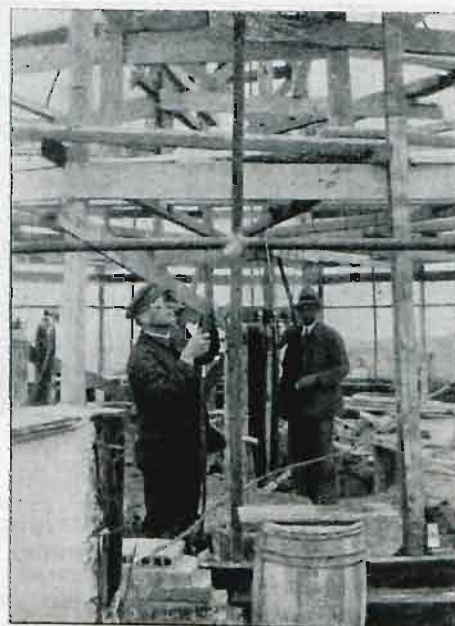
Ryc. 9.

nano z elementów przechodzących od krokwi do krokwi, przyczem wszystkie te elementy wygięte zostały wedle

ce Trisanna o rozpiętości 14 m, skonstruowaną w całości z rur. Kładka ma 1 m szerokości, obliczona jest na ciężar



Ryc. 10.

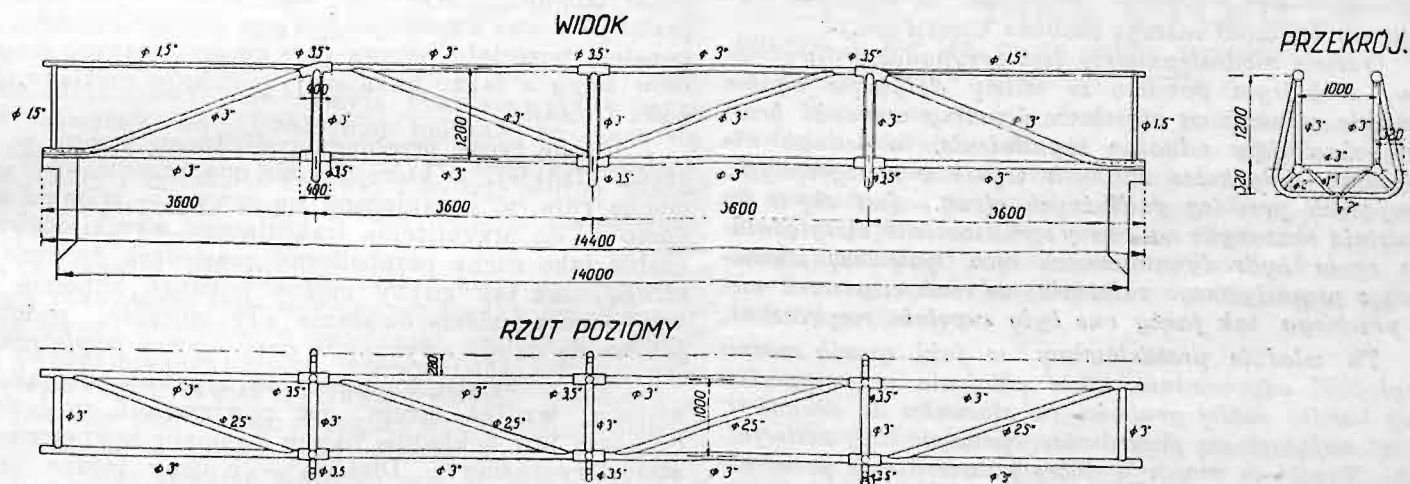


Ryc. 11.

promienia tego samego koła. Dało się to uskutecznić w ten sposób, że pierścienie nie leżą w płaszczyznach poziomych,

ruchomy 200 kg/m^2 . Wysokość dźwigarów stanowiących zarazem poręcze, wynosi 1,20 m. Są one wykonane jako

KŁADKA NA RZECIE TRISANNA.



Rys. 12.

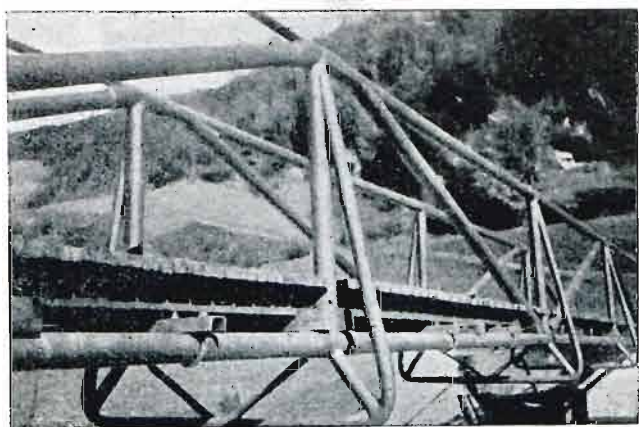
mych, ale są odcinkami kół wielkich kuli, a więc leżą na płaszczyznach przechodzących przez jej środek, tem samym zaś różnych dla każdego odcinka pomiędzy dwiema krokwiami. Wszystkie przekroje zostały wykonane z tego samego profilu rury o średnicy $2'' = 50 \text{ mm}$ i grubości 5 mm . Cięcie wszystkich rur wedle tego samego promienia ułatwiło w ogromnym stopniu przygotowanie konstrukcji, gdyż wszystkie rury zostały przysłane na plac budowy pogięte i przycięte odpowiednio. Jedynie pierścień dolny wykonany został z teówki 112 (por. ryc.).

Połączenia wykonano przy pomocy acetyleny. — Szczegóły konstrukcji w trakcie wykonywania przedstawia ryc. 11. Konstrukcja rurowa została następnie pokryta 4 cm warstwą betonu na siatce i pokryta blachą miedzianą. Obie te konstrukcje projektowali inż. Dobrowolski i Szczekowski przy moim doradztwie.

Z dzieła konstrukcyj mostowych wymienić należy wykonaną w r. 1931 kładkę we Wiesbergu (Tyrol) na rze-

krata równoległa prostokątna o odstępach słupów około 3,50 m. Pasy dolne są stężone również przy pomocy żełnika poziomego w kształcie kraty 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. Części te sprowadza się na miejsce montażu oddzielnie, poczem wprowadzono w stykach na rurę pasów rurę inną, o bezpośrednio większym profilu i połączono ją obustronnie z profilem zasadniczym. Ponieważ część środkowa na końcach usztywniona nie była, przeto 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 $1\frac{1}{2}$ cala = 38 mm do $3\frac{1}{2}$ = 90 mm . Pomost umieszczono na poziomo ułożonych korytkach, utwierdzonych przy po-

mocy odpowiednich trzpieni okręconych dookoła pasa dolnego, a połączonych na końcach śruby.



Ryc. 13.

W konstrukcji tej uzyskano redukcję ciężaru poprzednio projektowanej konstrukcji nitowanej mniej wię-

cej do 50%, koszt zaś spawania był tańszy niż koszt nitowania tak, że konstrukcja ta była najtańsza. Spawanie wykonano przy pomocy acetylenu. Projektodawcą i wykonawcą był inż. Platzer.

Powyższe przykłady świadczą, że zastosowanie spawania rozszerzyło znacznie zakres możliwych profilów konstrukcyjnych. Specjalnie zaś rury stalowe, które były dotychczas elementem nieużywanym znalazły możliwość spożytkowania. Nie oznacza to jeszcze tego, że rury staną się elementem dominującym w konstrukcjach spawanych, tembardziej, że przy wykonaniu tego rodzaju połączeń nadaje się doskonale spawanie acetylenem. O celowości zastosowania decyduje nie tylko teoretycznie najkorzystniejszy kształt, ani też kształt nowy, dawniej nieużywany, ale także i to przede wszystkim oszczędność. Narazie oszczędności tej przy profilach rurowych uzyskać nie można ze względu na ich wysoką cenę i dlatego te niewielkie zresztą konstrukcje uważać należy raczej jako szukanie nowych dróg. Niemniej możliwe jest, że zwiększone zastosowanie zredukuje i cenę i pozwoli na stosowanie ich na większą skalę.

Tullio Levi-Civita

Prof. Mechaniki Teoretycznej na Uniwersytecie w Rzymie.

O strugach cieczy.

(Tłumaczył z włoskiego i przypiski dodał: K. F. Vetulani).

Wstęp: W przypadku idealnym dwuwymiarowym dozwala odwzorowanie wiernokątne na matematyczne traktowanie strug płynów, przyczem jak wiadomo wybijają się na czoło zasługi osobiste Cisotti'ego.

O wiele niedostępniejszy jest przypadek trójwymiarowy, w którym pomimo że mamy dotyczące ogólne równanie różniczkowe cząstkowe i znamy warunki brzegowe określające odnośne zagadnienie, to jednak nie znaleziono dotychczas żadnych wyników szczegółowych, opisujących przebieg podłużnych strug. Jest się w tej dziedzinie skazanym na ocenę zgrubsza (nie uwzględniającą zgoła hydrodynamicznych cech zjawiska) wychodzącą z prymitywnego założenia, że ruch cząsteczek cieczy przebiega tak jakby one były zupełnie rozprószone.

Tu właśnie przedstawimy, w jaki sposób można uwzględnić odpowiednio także ciśnienie w przypadku strug bardzo małej grubości (w stosunku do długości), to jest dających się przyrównać wprost do linii materialnych. Wyniki te znajdują dobre potwierdzenie przez doświadczenie.

1. Wzmianki historyczne. Ustawienie zagadnienia.

Badanie doświadczalne strug płynnych podjęli już dość dawno wybitni hydraulicy i fizycy. Wystarczy wymienić nazwiska: *Borda, Bidone, Michelotti, Poncelet, Lesbros, Bazin* z jednej strony; *Savart, Plateau, Magnus, Tyndall, Rayleigh*¹⁾ z drugiej. Autorzy ci zajmowali się głównie strugami wypływającymi pod umiarkowanym ciśnieniem, podnosząc występowanie dwu części: jednej — w sąsiedztwie wpływu — zupełnie ciągłej, gładkiej, przerzystej, drugiej burzliwej, matowej, ze zwężeniami i zmarszczkami, która kończy się rozdzieleniem na odrębne nitki i w końcu na kropelki.

Odnośnie do takich objawów badano jakościowo zmiany kształtu i wielkości przekrojów, zjawiska na-

pięcia powierzchniowego (*Plateau*) oraz osobliwe zjawiska dźwiękowe (*Savart* i *Rayleigh*). Ilościowe zaś badania szczególnie kierowały się ku określeniu objętości przepływu oraz współczynnika przewężenia (kontrakcji), pozatem pozostało jeszcze parę geometrycznych diagramów strug a także kilka seryj pomiarów rozkładu chyłości i ciśnień.

Co się tyczy przebiegu podłużnego strugi w jej części gładkiej, w której da się ona przedstawić jako cienka rura, to ograniczono się zawsze — o ile mi wiadomo — do przybliżenia traktującego wyniki doświadczalne jako ruchy paraboliczne cząsteczek tworzących strugę, tak jak gdyby można pominąć zupełnie ich wzajemne na siebie działanie siły ciężkości, podobnie jak to się dzieje zwyczajnie przy oporze powietrza.

W rzeczywistości rzeczy te odbywają się jak następuje: wzdłuż strugi, na powierzchni swobodnej, ciśnienie jest dokładnie równe ciśnieniu zewnętrznemu atmosferycznemu²⁾. Dlatego — o ileby można przypuścić, że od niego nie będzie się wiele różnić ciśnienie we wnętrzu strugi — byłby dopuszczalny schemat prymitywny: że ciśnienie jest wprost stałe we wszystkich punktach strugi, a więc jego gradient (spadek) jest zerem, czyli, co na jedno wychodzi, że wzajemne oddziaływanie cząsteczek płynnych (składające się na gradient ciśnienia) znoszą się nawzajem i zjawiska ruchu odbywają się tak jakgdyby chodziło o swobodne punkty materialne. Gdy w szczególności siły czynne ograniczają się do samego ciężenia ku ziemi, jak to bywa zwykle, to będziemy mieć strugi paraboliczne lub też wprost pionowe.

Dopiero co opisany schemat, któryby można oznaczyć słownie jako *przebieg swobodny*, staje się niewystarczającym o ile nie sprawdza się przypuszczalny jednostajny rozkład ciśnienia wewnątrz strugi. W rzeczy samej stwierdzono doświadczalnie w przypadku strug opadających, wypływających pod naciskiem umiar-

²⁾ Skoro się pominie wpływ napięcia powierzchniowego (kapilarnego); przyp. tłum.

¹⁾ Porówn. np. D. Spataro „Idromeccanica“ Vol. I. Libro I. Milano Hoepli, 1915, pp. 307—444.

Także: H. Bazin „Experiences sur la contraction des veines liquides et sur la distribution des vitesses à leur intérieur“ Mém. des Sav. Étrangers, t. XXXII n. 4. 1902.