

strukcji nośnej, zbudowanych w okresie ostatnich lat dziesięciu.

Mosty drogowe o konstrukcji nośnej stalowej w odniesieniu do charakteru nawierzchni podzielić się dają na dwie zasadnicze grupy: na mosty o nawierzchni stałej i mosty o nawierzchni dylinowej.

W miejscowościach o intensywnym ruchu kołowym, gdzie most winien być wyposażony w specjalne chodniki dla pieszych, mosty drogowe posiadają nawierzchnię stałą, w miejscowościach zaś o ruchu mniej wzmożonym — na mostach stosowano dylinę drewnianą.

Jak wynika z podanych powyżej wykresów, ilustrujących zależność wzrostu ciężaru konstrukcji przęsła mostowego od rozpiętości tego przęsła oraz charakteru nawierzchni, wpływ rodzaju nawierzchni na ciężar konstrukcji a zatem i na koszt wykonania — jest bardzo znaczny.

STEFAN BRYŁA

Stalowe mosty spawane.

Spawanie, które w ostatnim dziesięcioleciu zaczęło wprowadzać w dziedzinę konstrukcyj stalowych, zrobiło tak niezmiernie postępy, że zdołało rozwinąć się w odrębną zupełnie gałąź budownictwa stalowego. Stworzyło ono metodę połączeń najekonomiczniejszą i, przy należytem wykonaniu i dozrze, najwytrzymalszą, choćby dlatego, że miejsce styku, które zawsze było słabym punktem konstrukcji, można przy spawaniu wykonać tak, że będzie ono miejscem najmocniejszym.

W tym krótkim szkicu nie będę mówił ani o systemach spawania, ani o szczegółach, ani o przyczynach jego ekonomii. Powołam się tu na to, co mówiłem w wykładzie o spawanych konstrukcjach stalowych. Podkreślić jednak muszę, że postęp spawania jest niezmiernie szybki. w dziejach techniki budowlanej wręcz bezprzykładny. Niemcy, którzy dość późno zajęli się spawaniem konstrukcyjnym, zmieniali od roku 1930 dotyczące przepisy trzykrotnie, aby choć w części temu postępowi nadażyć. Konstrukcje nitowane rozwijają się od lat stu, konstrukcje żelbetowe od lat pięćdziesięciu, spawane od mniej więcej ośmiu i przyjęły w swym rozwoju odpowiednio szybkie tempo. Dlatego też, rezultaty otrzymane przed 5 czy 6 laty bywają dzisiaj tak samo nieaktualne, jak rezultaty otrzymywane z betonem w latach dziewięćdziesiątych XX wieku, a ktoś powołujący się na nie, popełnić może zupełnie anachronizm.

To, co mówię, ma tem większe znaczenie, że ilość najrozmaitszych doświadczeń, przeprowadzonych we wszystkich kulturalnych państwach świata z połączeniami spawanymi, jest napewno znacznie większa, niż ilość doświadczeń przeprowadzonych z konstrukcjami nitowanymi, które na skutek swego długoletniego istnienia, stały się już do pewnego stopnia rzemiosłem. Rozkład naprężeń i sposób działania w połączeniach spawanych jest dzisiaj znany conajmniej tak samo, jak w nitowanych.

O ile chodzi o spawanie w mostownictwie, to

Jakie są na przyszłość możliwości w dziedzinie budowy mostów drogowych w Polsce?

Odpowiedź na pytanie prosta: możliwości są bardzo duże jeżeli zważyć, że na terenach Rzeczypospolitej posiadamy tylko na drogach państwowych ok. 75 m mostów drewnianych, wymagających przebudowy na stałe.

Nie będę tu określał w jakim tempie postępować będzie budowa mostów drogowych stalowych.

Rolę dominującą w tym względzie odgrywać będą możliwości budżetowe.

Badania obowiązujących przepisów mostowych w celu ustalenia możliwości stosowania w praktyce pewnych gatunków stali wysokowartościowej oraz znowelizowania niektórych wymagań, dotyczących obciążeń ruchomych i naprężeń dopuszczalnych, może przyczynić się do rozwoju budownictwa stalowego w Polsce.

budziło tu wątpliwości zachowanie się spoin wobec silnych wstrząsów i działań dynamicznych, jakie zachodzą zwłaszcza w mostach kolejowych. Doświadczenia wykonane przy pomocy metod stosowanych dawniej, oraz zwykłych drutów, dawały rzeczywiście rezultaty niezbyt korzystne. Spoina była podówczas najsłabszą częścią konstrukcji. Doświadczenia Schapera wykonane przed 4 lata nie dały rezultatów zadawalających. Jednak nawet już w tym czasie nie brakło i rezultatów pomyślnych, które zaczęły się pojawiać coraz mocniej i stały się regułą w latach ostatnich. Zawdzięczać to należy ogromnemu ulepszeniu metod wykonania i materiałów pomocniczych. Wspomnieć tu można o licznych badaniach w Niemczech, o wielu doświadczeniach w Belgji (głównie Dustina), Ameryce, S. S. S. R. Ciekawe zwłaszcza były doświadczenia Patona w Kijowie, który w roku ubiegłym przeprowadził badanie dwu mostów o rozpiętości 12 m, spawanego i nitowanego; doświadczenia te wykazały wyższość mostu spawanego, na skutek czego Sowiety wykonywują most kolejowy spawany o rozpiętości 45 m, który będzie wkrótce oddany do użytku.

Drugim z zarzutów, jakie wysuwa się przeciw spawaniu w mostownictwie, jest wątpliwość co do dobroci spawania na montażu. Jakość tego spawania zależy jednak od odpowiednich materiałów i należytego wykonania, co uzależnione jest w konsekwencji od dobrania poważnej i odpowiedzialnej firmy. Mnóstwo konstrukcyj spawanych w całości (dzisiaj jest to regułą, a rzadko spotyka się konstrukcje nitowano-spawane) z najlepszymi rezultatami, świadczy o tem, że dziś obaw tych można zupełnie nie żywić.

Na zarzuty, że w konstrukcjach spawanych występują odkształcenia termiczne, odpowiem: Nie będę się martwił, jeżeli w poprzecznicy mostu lub w tężniku dachowym, będzie odkształcenie niewielkie, które nic nikomu nie szkodzi. — Tam zaś, gdzie one szkodzą, należy zastosować taki sposób wykonania, aby ich uniknąć, oraz

odpowiednie przyrządy i uchwyty, które w zupełności mogą zapewnić wymagane kształty po wykonaniu.

Ostatnim wreszcie argumentem przeciwników spawania w mostownictwie jest jakoby wyższa cena mostów spawanych. Jest to chyba grube nieporozumienie. Co innego jest cena jednostkowa, co innego koszt całej konstrukcji. Most spawany na Słudwi, zbudowany w roku 1928, przyniósł oszczędności na wadze, a nie przyniósł oszczędności w koszcie w stosunku do analogicznych mostów nitowanych. Było to zresztą wiadome ze wszystkich licznych publikacji o nim. Ale wnioskować z tego o późniejszych konstrukcjach jest błędem. Każdy nowy system, stosowany po raz pierwszy musi powodować wyższe koszty z uwagi na instalacje nowonabywane przez budującą firmę, szkolenie pracowników, w danym wypadku nawet sprowadzenie spawaczy z zagranicy dla wyszkolenia. Było jednak również jasne, co przewidywał ówczesny Minister Robót Publicznych Mo-

przy ostatnio zbudowanym w Niemczech moście spawanym zastosowano identycznie takie same uchwyty, jakie zostały zastosowane przy spawaniu tego mostu. Niestety most na Słudwi pod Łowiczem pozostał u nas nieomal odosobnionym przykładem, gdyż następcy min. Moraczewskiego nie docenili walorów spawania. Natomiast zagranica poszła w tym dziale niezmiernie naprzód i dzisiaj mamy już mnóstwo mostów spawanych, niestety nie u nas.

I aczkolwiek mosty spawane datują się dopiero od siedmiu lat, przecież wyrobiły się już pewne zasady ich konstruowania. Ustroje statyczno-konstrukcyjne pozostały w znacznym stopniu te same, co w mostach nitowanych, aczkolwiek spawanie wniosło mnóstwo zupełnie nowych elementów. Spotykamy to już w najprostszycich ustrojach, mianowicie w mostach o ścianie pełnej.

Belki główne mostów spawanych mogą być wykonane:



Ryc. 1.
Kładka w Zurychu.

raczewski, że koszt jednostkowy spawania musi prędzej czy później spaść do kosztu jednostkowego nitowania, a w dalszym ciągu i niżej. Tezy tej broniłem również w całym szeregu prac, a słuszności jej dowiodło życie. Gdy w roku 1929, koszt 1 kg konstrukcji spawanej był wyższy o 20 do 30% od takiegoż kg konstrukcji nitowanej, dzisiaj koszt własny jednego kg konstrukcji przy spawaniu jest niższy, niż przy nitowaniu, a cena rynkowa jest niewiele wyższa. W każdym razie — już spowodu znacznie mniejszej wagi własnej — każda konstrukcja spawana wypaść musi taniej, niż analogiczna nitowana — i to jest wszędzie regułą, od której odstępstwa mogą wynikać li tylko ze złego zaprojektowania lub nienależytego postawienia warsztatu konstrukcyjnego.

Było to wszystko wiadome, lub do przewidzenia, gdy Ministerstwo Robót Publ. zdecydowało się w roku 1928/29 wznieść pierwszy na ziemi most spawany drogowy na Słudwi pod Łowiczem. O znaczeniu jego w historii mostów spawanych, może świadczyć choćby fakt, że dzisiaj jeszcze,

a) jako dźwigary walcowane wzmocnione (nakładkami, żebrami, lub blachami wstawionymi),

b) jako blachownice,

c) jako kratownice (trójkątowe lub bezprzekątniowe). Mogą być przytem stosowane belki wolno podparte, ciągłe (z przegubami lub bez), ramowe, łukowe i wiszące.

a) Belki walcowane wzmocnione nakładkami nie były wogóle stosowane w wykonaniu nitowanym, gdyż trudno je wykonać, poza tem zaś dziury na nity powodują bardzo duże osłabienie przekroju belek. W konstrukcji spawanej spotykamy je natomiast bardzo często, przyczem wykonanie nie następuje żadnych trudności. Jak wykazują doświadczenia, belki tego typu są wytrzymałsze od blachownic i dlatego powinny znaleźć szerokie zastosowanie, tak w wykonaniu konstrukcji mostów nowych, jakoteż przy wzmocnianiu istniejących. Przy małych rozpiętościach pozwalają one na znaczne zmniejszenie wysoko-

ści konstrukcyjnej. W razie otulenia betonem można w nich podnieść naprężenie dopuszczalne dla stali, podobnie, jak w innych analogicznych konstrukcjach o $\frac{1}{3}$. Poza walorami konserwacyjnymi takiej konstrukcji, utrudnia ona zwichrzenie ścianek, a nadto — dla większych wysokości — lokalny zgniot w miejscu działania siły skupionej.

podporach, w ramach na narożach), w granicach stosowalności prawa Hooke'a. Jeżeli dźwigar przetniemy przez pół i blachę o tej samej wysokości wstawimy na całej jego długości, otrzymamy właściwie już blachownicę.

Wszystkie wspomniane tu ustroje są przy stosowaniu nitowania albo niemożliwe, albo bardzo trudne do wykonania.



Ryc. 2.
Most w Houston.



Ryc. 3.
Most pod Łowiczem.

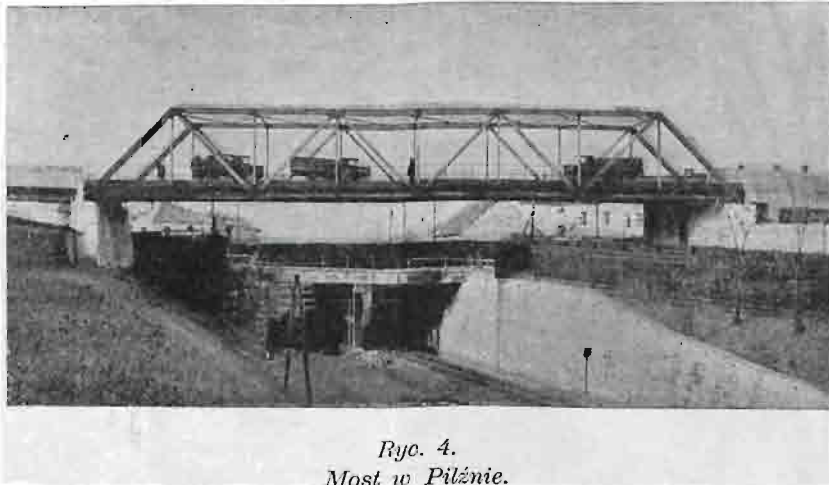
Belki walcowane nieotulone betonem można wzmocnić na te same wpływy przez zastosowanie żeber z płaskowników dospojonych do ścianek i stopek dźwigarów.

Trzecim wreszcie sposobem wzmocnienia dźwigarów przy pomocy spawania jest rozcięcie ich na odpowiedniej części nowej blachy z zespoleniem krawędzi styku, a tem samym znaczne zwiększenie wysokości belki (ryc. 1). Ustrój ten nadaje się specjalnie dla belek ciągłych i ramowych, w miejscach, gdzie lokalnie moment zgięcia się zwiększa (a więc w belkach ciągłych na

b) Blachownice spawane składają się zazwyczaj z blachy pionowej i blach poziomych o odpowiedniej szerokości i grubości (ryc. 2). Usztywnia się je przy pomocy żeber z płaskówek. Mostów spawanych tego typu jest już bardzo dużo, o rozpiętościach dochodzących do 30 m. Są one stosowane tak w mostach drogowych, jakoteż i kolejowych. Kongres mostowy paryski już w roku 1932 wypowiedział się za stosowaniem tego rodzaju konstrukcji spawanych w budownictwie mostowym. W Niemczech blaszane mosty kolejowe dochodzą do 25 m rozpięto-

ści. W Polsce drugi most pod Łowiczem o rozpiętości 17,0 m został zbudowany jako blaszany o dwu belkach głównych (w roku 1931).

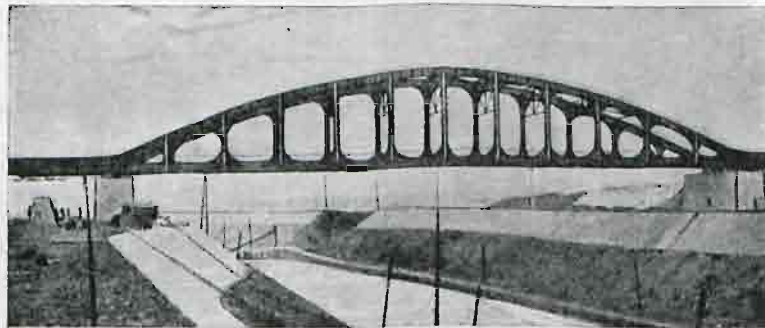
c) Belki kratowe trójkątowe widzimy i w mostownictwie drogowym i kolejowym. Buduje się je już od 25 m rozpiętości w górę. Konstrukcje takie spotykamy prawie we wszystkich państwach, w których spawanie silnie się rozwinęło (por. ryc. 3, most pod Łowiczem, oraz ryc. 4, most w Pilźnie w Czechosłowacji o rozpiętości 49,20 m).



Ryc. 4.
Most w Pilźnie.

W Belgji stosuje się raczej kratę bezprzekątniową (ryc. 5), która zdaniem inżynierów tamtejszych daje ładniejszy wygląd mostom, tem bardziej, że metody obliczenia stosowane tam (odmienne od niemieckich) pozwa-

wszystkie ustroje statyczne zostały już wprowadzone w zakres spawania konstrukcyj mostowych. Na wszystkie te zastosowania patrzano częściowo z obawami, czy i do jakiego stopnia się one udadzą. Kilka lat dzielących nas od chwili



Ryc. 5.

lają na znaczną smukłość słupów kraty, a tem samem czynią ją lekką i zbliżoną wyglądem do łuku ze ściągami. W ostatnich dwu latach zbudowano w Belgji 24 mostów tego typu o rozpiętości od 34 m do 68 m, usuwając prawie w zupełności stosowanie nitów w budowie nowych mostów drogowych.

Który z typów mostów kratowych rozwinie się więcej, nie można dzisiaj stawiać horoskopów. Zdaje się, że zależnie od regionów. U nas, podobnie, jak w przeważnej części Europy i Ameryce uważane są mosty o kracie trójkątowej za korzystniejsze, gdyż dające się łatwiej i pewniej obliczyć i za ekonomiczniejsze.

Jako zupełnie odrębny, ciekawy dział, wymienię mosty wykonane przy zastosowaniu przekro-

wykonania, daje pewność, twierdzenia, że się udały.

Cóż jest zresztą lepszym kryterjum wartości danej konstrukcji, jeżeli nie rozpowszechnienie jej w świecie i szybkość tego rozpowszechnienia, bazowana na odpowiednich doświadczeniach. — Spójrzmy już nie w odległą Amerykę czy Australię, ale dookoła nas, w najbliższe nasze sąsiedztwo.

Administracja belgijska wykonując program budowy na lata 1933 i 1934 miała do wyboru: 20 mostów nitowanych czy 24 spawanych; po długim namyśle i gruntownem zbadaniu wybrała mosty spawane. W Niemczech buduje się obecnie kolejowe mosty spawane o rozpiętości do 25 m i wykonywa się już typy kolejowych mo-

stów spawanych do 11 m rozpiętości. W Czechosłowacji buduje się mosty spawane o rozpiętości do 50 m. W Jugosławii każdy rok przynosi nowe mosty spawane; buduje się je w Austrii, na Węgrzech, w Szwecji (i tu i tu już ponad 50 m rozpiętości). W Rosji Sowieckiej istniejące mosty kolejowe spawane dochodzą do 45 m rozpiętości, a w przygotowaniu jest most o rozpiętości 100 m na skutek wyżej wspomnianych korzystnych doświadczeń.



Ryc. 6.
Kładka w Ponto Valentino.

W bezpośrednim sąsiedztwie tych państw, które w dziale mostów spawanych z roku na rok

Inż. HENRYK HONHEISER

Badania stali i stalowych elementów konstrukcyjnych.

Metodyczne badania stali, przeprowadzane celem cyfrowego określenia jej wytrzymałości i własności mechanicznych posiadają już swoją tradycję i wraz z rozpowszechnianiem się stali jako materiału konstrukcyjnego stały się wzorem analogicznych badań innych materiałów.

Normalnie, stal używana w konstrukcjach budowlanych badana jest bezpośrednio w zakładach produkujących ją, t. zn. hutach. Dzięki temu dostaje się ona na budowę jako materiał jednorodny, o stałej i dokładnie określonej wartości użytkowej.

Badania, o których mowa, zwykle obejmują: próbę na rozciąganie, próbę na zginanie, próbę twardości oraz próbę spawania. Najbardziej przyjętą jest próba na rozciąganie, gdyż daje ona cyfry, które w 75% pozwalają na wystarczającą ocenę materiału. Próba ta zależnie od swego przebiegu pozwala wnosić o elastyczności, ciągliwości, kruchości i plastyczności materiału i dlatego normalnie wystarcza dla określenia wytrzymałości stali przeznaczonej do konstrukcyj budowlanych. Można przeprowadzać również próbę spawalności stali, ale przy produkowanych u nas gatunkach potrzeba ta zwykle nie zachodzi.

postępują ogromnymi krokami, stanowi dzisiaj Polska oazę zacofania w bratniej zgodzie z Litwą. Z poziomu państwa, które pierwsze umiało powziąć decyzję na budowę mostu spawanego, spadliśmy do ostatniego rzędu. Traci na tem państwo, gdyż za tę samą cenę mieć może o 10—20% więcej stalowych konstrukcyj mostowych, albo niejednokrotnie mogłoby mieć most stały zamiast drewnianego za niewiele wyższą cenę. Tracą na tem warsztaty konstrukcyjne, którym utrudnia się przez to modernizację odpowiednio do postępów techniki. — Traci na tem siła obronna państwa, gdyż przystosowanie produkcji do spawania, podczas pokoju daje możliwość użytkowania tego mostu podczas wojny, przy ogromnie rozciągłej gamie zastosowań.

Konserwatyzm w technice jest wygodny. Postęp wymaga nie tylko wysiłku mózgu, ale i mnóstwa energii na zwalczanie szablony i uprzedzeń. Instytucje są wogóle konserwatywne, nieraz nawet bardzo. W swym pięknym referacie o mostach kolejowych, zaznaczył dr. Szelański, że polskie budownictwo mostowe trzyma się tych samych zasad, jakich trzymało się przed 25 laty. Ta w możliwie uprzejmej formie podana krytyka, świadczy wyraźnie o konieczności zmiany tego stanu rzeczy.

Wobec postępów naszych sąsiadów trzeba, abyśmy wyszli z tej unji z Litwą i wprowadzili budownictwo mostowe na nowe tory. Przy wprowadzeniu nowych metod pracy konieczna jest przezorność, by nie być lekkomyślnym, ale potrzebna jest i oparta na odpowiednich badaniach odwaga. Kraj, który w technice nie postępuje, cofa się. Postępowi musi towarzyszyć wiedza, rozważa i przezorność, lecz prowadzić go musi odwaga i śmiałość.

Obie wymienione próby zarówno na rozciąganie jak i spawanie określone są obowiązującymi normami, których ścisłe przestrzeganie wystarczy do ustalenia bezpieczeństwa budowli i uniknięcia rozbieżności w zapatrywaniach co do wyników badań. Pozostaje natomiast do wyjaśnienia, czy przyjmowany obecnie stopień bezpieczeństwa względnie pewność konstrukcyj stalowych nie są za duże. Pożądane byłoby dlatego bliższe oświetlenie i wysnucie praktycznych wniosków z badań nad zachowaniem się stali w granicach płynności. Należałoby zbadać, czy dotychczasowe oznaczanie dopuszczalnych naprężeń dla stali nie powinno ulec zmianie, tak ażeby wyzyskując specyficzne własności tego rodzaju materiału jak stal, naprężenia dopuszczalne dla niej podnieść, przez co zwiększyłyby się ekonomiczność konstrukcyj stalowych. Należy zaznaczyć, że naprężenia dopuszczalne dla stali w innych państwach zostały podniesione do wartości wyższych niż u nas i że produkując materiał równie dobrej jakości jak inni zostaliśmy tu nieco w tyle.

Wogóle zaś, w podejmowanych u nas badaniach stali jako materiału należałoby przestrzec przed jednostronnością, do jakiej może dopro-