

SPAWANIE KONSTRUKCYJ ŻELAZNYCH JAKO WARUNEK ROZWOJU BUDOWNICTWA ŻELAZNEGO

Konstrukcje żelazne, które w wieku XIX święciły największe triumfy, uległy w ostatnich dziesięciokach lat wielkiemu zastojowi. Głównym powodem tego zastoju był równoczesny ogromny rozwój konstrukcyj żelbetowych, rozwój, który niustannym nieomal krokiem postępował i postępuje. Znaczenie żelaza jako wyłącznego materiału konstrukcyjnego coraz bardziej malało — w stopniu niejednakowym w poszczególnych krajach — mimo — z wolna zresztą postępujących — udoskonalenia jego własności.

W państwach, posiadających niewiele żelaza i węgla, w państwach, w których przemysł cementowy rozwinął się wybitnie, konstrukcja żelazna uwiędła bardzo. Należą tu Francja i Włochy.

W państwach, produkujących dużo żelaza, konstrukcja żelazna wytrzymała konkurencję w znacznie mniejszym bez porównania stopniu i do dziś dnia udział żelaza w wielkich i nowoczesnych konstrukcjach inżynierskich jest tam bez porównania większy. Należą tu Niemcy i Stany Zjednoczone Ameryki Północnej.

Polska, wskutek swego przedwojennego nastawienia przemysłowego, należała raczej do krajów pierwszego typu. Przy dobrym i stosunkowo tanim cemencie żelbet rozwinął się zarówno w b. zaborze rosyjskim, jak austriackim. Odzyskanie Śląska powinno było oddziaływać w kierunku przeciwnym; oddziaływanie to jednak zaznaczyło się dotychczas nieznacznie tylko. Jakiś czas hutnictwo było nawet sztucznie karmione, a jego wysiłki celem rozszerzenia rynku zbytu były niezupełnie skuteczne. Dopiero w ostatnich czasach przemysł hutniczy ocknął się i rozpoczął energiczne kroki w tym kierunku.

Zwłaszcza coraz częściej mówi się obecnie np. o konstrukcjach szkieletowych żelaznych, czy to dla małych, czy to dla dużych budynków. Niemniej konstrukcje żelazne nie zajmują u nas dotychczas takiego stanowiska, jakie zajmują np. w sąsiednich Niemczech. Pochodzi to przede wszystkim stąd, że są one w stosunku do innych, specjalnie żelbetowych, droższe, niż tam. Wszelkie zaś usiłowania celem zwiększenia zbytu żelaza na rynku budowlanym mogą liczyć na powodzenie tylko i wyłącznie wtedy, gdy konstrukcja żelazna będzie się opłacała. Dotychczas jednak ona raczej się nie opłaca nawet przy wysokich budowach i wielkich obciążeniach.

Musi zatem konstrukcja żelazna „zacząć się opłacać”, innymi słowy: musi stać się tańszą, niż jest obecnie. Tembardziej jest to ważne, że inne walory żelaza w stosunku do żelbetu utraciły dużo na swem znaczeniu. Ostatnie dziesięć lat przyniosły bowiem bardzo szybki rozwój żelazobetonu. Przyniosły one — w zakresie wytwarza-

nia — beton lany —, w zakresie materiałów — cementy wysokowartościowe rozmaite i coraz się doskonalące. Pozwalają one z jednej strony na osiąganie znacznie większych wytrzymałości, a więc naprężeń dopuszczalnych — w konsekwencji — na przenoszenie większych obciążeń i stosowanie mniejszych wymiarów; z drugiej zaś strony skracają okres tężenia i twardnienia, a tem samem przyspieszają chwilę rozdeskowania, a więc i ter-



Wykonywanie świetlaka w Domu Powszechnego Zakładu Ubezpieczeń Wzajemnych w Warszawie, przy pomocy palnika tlenowo acetylenowego

min wykonania. Wreszcie pozwalają w coraz większej skali na budowanie w zimie. A przecież wielka wytrzymałość, szybkie wykonanie, oraz możliwość budowania w zimie były temi walorami, które mi głównie górowała konstrukcja żelazna nad żelazobetonem.

Decydował zaś ostatecznie wzgląd, że konstrukcja żelbetowa stawała się w stosunku do żelaznej w analogicznych warunkach coraz tańsza i to w sposób coraz wybitniejszy.

Stąd pędziło, że np. mosty żelbetowe zbliżają się już do rozpiętości 200 m. (most w Plouga-



Most na rzece Słudwi w Łowiczu przed ukończeniem (konstrukcja spawana już gotowa)

stel), a mówi się już o znacznie większych rozpiętościach, zaś inne budowle, kopuły, hale, dochodzą do nieznanych dotychczas wymiarów.

Tymczasem postępy budownictwa żelaznego były bez porównania mniejsze. Wprowadzano i wprowadza się nowe wysoko wartościowe materiały, ale wytrzymałość ich rośnie wolniej, niż wytrzymałość cementów, a ceny są wysokie. Natomiast w samym sposobie wykonywania pannał zastój: nie zmienił się on prawie zupełnie w ciągu dziesiątków lat.

Zmianę na korzyść konstrukcji żelaznych przynieść może w tych warunkach jedynie wprowadzenie ich na nową drogę, któraby pozwalała na oszczędność materiału i oszczędność robocizny. Na takie nowe drogi weszła konstrukcja żelazna zagranicą i wchodzić zaczyna u nas. Te pierwsze kroki są nawet dość rozgłoszone, ale wartości i znaczenia ich dotychczas się nie docenia. A przecież wychodzą już one z dziedziny eksperymentu i stają się zaczątkiem nowego rozkwitu budownictwa żelaznego. Idzie o prowadzenie konstrukcji *spawanych* zamiast dotychczasowych nitowanych. W dzisiejszych warunkach jest to prosto jedyna droga, na którą wkroczyć musi budownictwo żelazne, aby się na szeroką skalę utrzymać. Uza-



Most na rzece Słudwi w Łowiczu po wykończeniu i oddaniu do użytku

leżniona oczywiście od dobroci połączeń spawanych, konstrukcja spawana *musi* — przy należytej jakości — *być tańsza* od nitowanej, głównie z powodów następujących:

1) Potrzebne przekroje prętów są znacznie mniejsze, z powodu nieuwzględnienia dziur na nity i z powodu zmniejszenia ciężaru własnego, zwłaszcza w tych konstrukcjach, w których ciężar ten dużo znaczy.

2) Blachy węzłowe i t. p. elementy połączeń odpadają zupełnie lub są znacznie mniejsze.

3) Monolityczny charakter połączeń powoduje dalszą oszczędność materiału.

4) Odpada potrzeba precyzyjnego wykonania, robota zaś warsztatowa bardzo się zmniejsza.

5) Robota jest szybsza i wymaga mniejszej liczby robotników (ale kwalifikowanych).

Oszczędność materiału żelaznego wynosi wogóle 15 do 30%, wyjątkowo do 50%. Oszczędność robocizny powinna być duża i — zagranicą — jest duża, aczkolwiek spawanie wymaga bardzo dobrego i sumiennego spawacza, należytej kontroli i dobrych pałeczek (elektrod), pod względem zaś konstrukcji — należytego zaprojektowania. Podnieść należy z naciskiem, że konstrukcje spawane musi się projektować zupełnie inaczej, zwłaszcza w szczegółach połączeń, niż konstrukcje nitowane. Zaznaczę też, że niejednokrotnie stosować można — zwłaszcza przy mniejszych konstrukcjach, oraz przy cięciu blach i przekrojów walcowanych — także palnik acetylenowo-tlenowy. Zrozumienie tych walorów szerzy się zagranicą coraz bardziej.

W ruchu tym przodują społeczeństwa młode: Stany Zjednoczone Półn. Ameryki i Australja. W Ameryce spawanie zaczyna wchodzić do budownictwa na szeroką skalę. Wykonywa się doświadczenia, na które idą setki tysięcy dolarów. Buduje się hale, zbiorniki, okręty i domy spawane. Konstrukcje tego rodzaju dochodzą do dwunastu pięter



Dach w Skarżysku

wysokości (w Hot Springs); zaczyna się, prawda, że w prywatnych podrzędnych linjach kolejowych stawiać spawane mosty kratowe, wprowadza się spawanie do rekonstrukcji mostów uszkodzonych.

Największe zaś warsztaty konstrukcji żelaznych np. American Bridge Company stosują u siebie spawanie na szeroką skalę.

W Europie najdalej zaawansowanymi krajami pod tym względem są Francja i Belgia, ostatnio Polska i Szwajcaria. Niemcy też czynią duże wysiłki.

We Francji już przed kilku laty poczęto rekonstruować stare żeliwne mosty przy pomocy spawania. Ostatnio zaś przed rokiem tow. Soudure Autogène Française wzniosło dużą halę fabryczną spawaną w Pont Sainte-Maxence. W Belgii tow. Soudure Electrique Autogène odgrywa tę samą rolę propagandową, a warsztaty konstrukcji żelaznych Beckersa w Brukseli nitów nie używają zupełnie. Wykonano tam szereg konstrukcji dachowych, wież, masztów i t. p. spawanych. Anglja również posiada już kilka konstrukcyj.

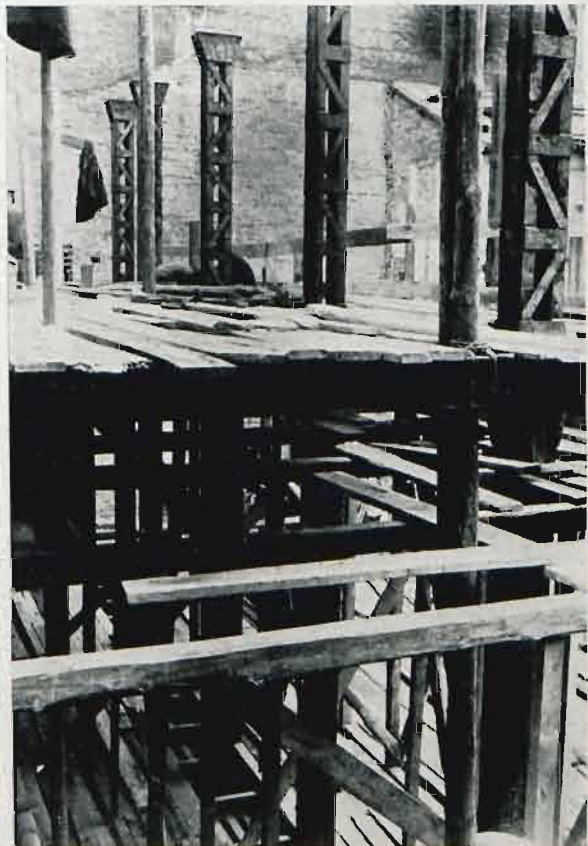
Szwajcaria może się chlubić wielu doświadczeniami naukowymi; koleje szwajcarskie zbudowały most próbny i kilka konstrukcyj dachowych, zakłady zaś Giovanola w Monthey most drogowy na Rodanie w la Souste (konstrukcja już zmontowana; jezdnia żelbetonowa nie zdołano wykończyć przed zimą). Niemcy, dość zapóźnione, zdobywają się obecnie na duży wysiłek i są w trakcie szeroko zakrojonych badań: posiadają warsztaty, jak np. stocznia teltowska, które przechodzą coraz wyłącziej na spawanie.

Polska, która do r. 1927 spawaniem prawie się nie interesowała, wprowadziła je u siebie od tego czasu z dużym rozmachem. Wielka to zasługa b. ministra robót publicznych, inż. Moraczewskiego i dyrektora departamentu drogowego Nestorowicza, że zrozumieli przełomowe znaczenie konstrukcyj spawanych i zdecydowali się na energiczne pchnięcie naszych warsztatów konstrukcyjnych w tym kierunku. Po wykonaniu odpowiednich doświadczeń postanowili budowę mostu spawanego na rzece Słudwi pod Łowiczem, który jest pierwszym mostem spawanym w Europie i pierwszym spawanym drogowym na świecie,

tem samym zaś, jak słusznie zaznaczały pisma fachowe zagraniczne, jest nowym etapem w budownictwie mostowym. Był on o przeszło 20% lżejszy od proponowanego nitowanego. Wprawdzie cena jednostkowa za 1 kg konstrukcji była znacznie większa i przez to prawie nie uzyskano oszczędności. Powodem tego jednak było jedynie niedostosowanie warsztatów i amortyzowanie nowych urządzeń prawie w całości przy tej budowie. Tej pierwszej wielkiej budowie o znaczeniu światowym towarzyszyło wydanie przepisów, dotyczących prób elektrod, które są pierwszymi oficjalnymi przepisami na świecie.

W ślad za mostem na Słudwi ukazały się konstrukcje inne: dach w Skarżysku, który dał w stosunku do projektowanego nitowanego oszczędność 30% na wadze, a kilkanaście procent w robociznie; budowa sześciopiętrowego budynku szkieletowego P. K. O. w Warszawie, gdzie w materiale oszczędzono kilkanaście procent, a robocizna była równa w cenie najtańszej nitowanej; dach fabryki Perun w Warszawie i wiele innych konstrukcyj.

Jako szczegół charakterystyczny dodam, że dzięki zastosowaniu spawania konstrukcje żelazne już dzisiaj zaczynają energicznie konkurować z żelbetonem, do czego nitowane stawały się coraz mniej zdolne. Przy budowie jednego z polskich mostów drogowych (trójprzęsłowego o długości ok. 40 m) konstrukcja spawana wypadła w konkurencji tańsza prawie o 20%, niezależnie od większej szybkości wykonania.



Budowa P. K. O. w Warszawie

Wszędzie, gdziekolwiek je u nas zastosowano, uzyskano oszczędność materiału, dochodzącą do 30% lub bardzo znaczne uproszczenie oraz udogodnienie konstrukcji. Są to właśnie zalety, które budowla spawana posiada w porównaniu z nitowaną.

Podkreślę tu raz jeszcze, że charakter połączeń spawanych jest najzupełniej inny, niż nitowanych. Dzięki prostemu sposobowi łączenia, dzięki monolityczności połączeń wytwarzają się formy, nie raz raczej zbliżone do form odlewów żelaznych i stalowych, formy „raczej rzeźbione niż łączone”, jak się wyraził jeden z wybitnych architektów. Stąd nadzwyczajna łatwość tworzenia form, i stąd możliwość zastąpienia nawet odlewów. Nie wszędzie się te formy już wytworzyły; często jesteście wciąż jeszcze w poszukiwaniu ich, a każda nieomal nowa konstrukcja coś nowego przynosi, zbliżając się coraz bardziej do idealnego rozwiązania, zaś doskonały projekt konstrukcji nitowej przeniesiony żywcem do budowli spawanej może okazać się zupełnie wadliwy, i prowadzić do niebezpiecznych następstw. Przy jednej z budowli wyżej wspomnianych musiałem przedłożyć rysunki, wzorowane na konstrukcjach nitowanych, w zupełności zmienić, gdyż wykonanie według nich mogło być wręcz zgubne w skutkach.

Konstrukcje nitowane przeważają u nas o tyle, że cena jednostkowa (1 kg) konstrukcji spawanej jest wyższa od takiejże ceny konstrukcji nitowanej. Niema to zresztą właściwie żadnego uzasadnienia prócz tego, że urządzenia do nitowania w warsztatach istnieją oddawna, natomiast urządzenia do spawania dopiero się instaluje, amortyzację zaś ich pragnie się najczęściej przeprowadzić przy pierwszej robocie. Z powodów poprzednio przytoczonych wynika bowiem, że



Podstawa słupa spawanego budynku P. K. O.
w Warszawie



Maszt spawany (Belgia)

w normalnych warunkach pracy i amortyzacji cena jednostkowa musi być niższa właśnie przy konstrukcji spawanej. Do tych rezultatów dochodzą wszystkie warsztaty zagraniczne, w których wprowadza się spawanie (np. stocznia teltowska), i nie zmienia ich w znacznym stopniu fakt, że u nas przemysł elektrotechniczny jest o wiele mniej rozwinięty, niż zagranicą.

Przy równoczesnym uwzględnieniu tych czynników, łatwo zrozumieć przyczyny niezwyklej szybkości rozwoju konstrukcji spawanych. Rozwój ten postępuje bez porównania szybciej, niż swego czasu rozwój budownictwa żelbetowego, ogarniając coraz to nowe pola konstrukcji, — i wszyscy interesujący się konstrukcjami żelaznymi, muszą mieć na oku ten nowy etap i nową epokę budownictwa.

Specjalnie zaś wytwórcie żelaza muszą pamiętać, że upieranie się przy przestarzałych metodach pracy prowadziło i prowadzi w konsekwencji do zaniku wytwórczości i do uwiąznięcia, zwłaszcza, gdy inni doskonalą się i postępują naprzód.

Na tle powyższych rozważań zrozumieć można zdanie, coraz bardziej gruntujące się, że konstrukcje żelazne tylko wtedy odzyskują możliwość konkurencji i swobodę rozwoju, jeżeli wejdą na tę drogę potaniaenia co do materiału i potaniaenia co do wykonania, jaką przedstawia spawanie. — Ale wtedy ją odzyskają.

Dr. Inż. Stefan Bryła
profesor Politechniki Lwowskiej.