

Rys. 11. Hangar o 3 dźwigarach łukowych rurowych ze ścięgnami, o rozp. 85 m, głęb. 42,5 m.

dotychczas powszechnie stosowanych. Zużycie stali spada wtedy do połowy, a nawet jednej trzeciej, zużycia normalnego. Nic więc dziwnego, że konstrukcje tego rodzaju zostały zaprojektowane i zastosowane w Niemczech, przede wszystkim w celu uzyskania jak największej oszczędności w zużyciu stali. Polityka surowcowa w Niemczech okazała się w tym przypadku „dźwignią” postępu w rozwoju nowoczesnych stalowych konstrukcji dla hal o dużych rozpiętościach.

STEFAN BRYŁA (Warszawa)

W SPRAWIE ZMIANY PRZEPISÓW DOTYCZĄCYCH STALOWYCH KONSTRUKCJI SPAWANYCH

Postęp techniki w dziedzinie techniki konstrukcyjnej nie jest tak szybki, jak w dziedzinach techniki nowo powstających, niemniej jest ciągły i nieustanny. Dotyczy to zwłaszcza tych metod konstrukcyjnych, które są jeszcze młode, albo tych, w które weszły nowe prądy dzięki nowym wynalazkom i udoskonaleniom. Zwłaszcza te udoskonalenia, niejednokrotnie nawet dobre, każde dla siebie, a jednak pojawiające się z dnia na dzień i z miesiąca na miesiąc, sumując się, dają ostatecznie w rezultacie ciągły, nieustanny postęp. Dlatego też normy ustalone dla tych działów muszą być albo ogólne, ramowe, albo muszą ulegać ciągłym zmianom.

Normy francuskie należą zazwyczaj do kategorii pierwszej, normy niemieckie, na skutek systematycznego i systemizującego ducha niemieckiego raczej do kategorii drugiej. Stąd wynika, że przepisy francuskie trzymają się dziesiątkami lat, gdy niemieckie ulegają zmianom, niejednokrotnie nawet bardzo często następującym. Dotyczy to np. przepisów obliczenia konstrukcji żelazobetonowych, które Niemcy zmieniają co kilka lat, precyzując je w szczegółach nawet drobnych.

Polska idzie przeważnie drogą pośrednią. Sięga dalej w szczegóły niż Francuzi, ale mniej daleko niż Niemcy. Dlatego nasze normy trzymać się mogą dłużej od niemieckich. Niemniej postęp techniki zmierza do zmian właśnie w tych kwestiach, które są szczegółami konstrukcyjnymi. Dlatego nasze normy ulegają jednak co kilka lat zmianom. Np.

normy żelazobetonowe, wydane w r. 1934, przechodzą obecnie przez nowe debaty i w roku przyszłym najprawdopodobniej ukażą się w nowej postaci.

To samo dotyczy też nowej gałęzi techniki konstrukcyjnej, jak spawane konstrukcje stalowe. Normy polskie, ustalone w r. 1928, uległy nowelizacji i nawet kodyfikacji w r. 1933, ale od tego czasu zostały niezmienione, gdy normy niemieckie wydane w r. 1930 zostały po raz pierwszy zmienione już w r. 1932.

Od r. 1933 zaznaczył się jednak dalszy ogromny postęp w dziedzinie konstrukcji spawanych, a doświadczenia zdobyte w tym okresie pozwalają w wielu miejscach na zmianę norm. Nie tylko nawet pozwalają, ale nawet niekiedy zalecają. Postęp techniki eliminuje bowiem zwolna niektóre ustroje i połączenia, które uprzednio były stosowane, a wprowadza na ich miejsce ustroje i połączenia inne, które są racjonalniejsze, a których uprzednio, bez postępu techniki konstrukcyjnej nie można byłoby stosować. Należą tu np. połączenia stykowe, których pewność przy dawnych materiałach i metodach budziła wątpliwości, a które dzisiaj zostały uznane za zasadniczy i najbardziej wskazany typ połączeń spawanych.

W tych warunkach zachodzi potrzeba znowelizowania przepisów dotyczących konstrukcji spawanych. Zresztą sprawa ta łączy się ściśle z przepisami dotyczącymi mostów spawanych, które zrazu Komisja konstrukcji spawanych P.K.N. za-

mierzała wydać oddzielnie. Jednakowoż już norma PN/B—195 dotycząca konstrukcji żelazobetonowych ujęła łącznie i konstrukcje budowlane i konstrukcje mostowe, wprowadzając jedynie współczynnik dynamiczny i parę ustępów oddzielnych dla mostów. Jest to zresztą zupełnie zgodne z tym, co zachodzi we wszystkich państwach europejskich i amerykańskich. Jest to poza tym zgodne z tym, że przecież konstrukcje mostowe w istocie swej są tym samym co konstrukcje budowlane, tym samym zaś dobry konstruktor mostowy jest z reguły dobrym konstruktorem w zakresie budowli lądowych i na odwrót. Jest to też zgodne z tym, że zasady projektowania i sposób wykonania szczegółów konstrukcyjnych jest w obu wypadkach ten sam. Dlatego jest słuszne, by i inne komisje konstrukcyjne, idąc śladem państw innych, i u nas śladem komisji cementu, betonu i żelbetu, wprowadziły wspólne normy w ogóle dla wszystkich konstrukcji z danego materiału. Mówiąc to, mówię zarazem o normach konstrukcji spawanych, które w ten sam sposób powinny być ujęte. Zaznaczyć należy zresztą, że już i do dzisiaj przepisy dotyczące projektowania i wykonywania konstrukcji spawanych w budownictwie lądowym były stosowane i przy projektowaniu mostów; — zresztą są one tak skonstruowane, iż w ogromnej ilości wypadków można było to uczynić. Dlatego możliwe jest i wskazane zalegalizowanie tego stanu rzeczy. Zaznaczę, że już Zjazdy Inżynierów Budowlanych wypowiadały się w tym kierunku przy nowelizowaniu przepisów żelazobetonowych.

Nie znaczy to bynajmniej, iżby wszystkie szczegóły miały być wykonywane i obliczane tak samo. Mosty, zwłaszcza kolejowe, na które działają silne wpływy dynamiczne, muszą mieć i swoje wybitne nieraz odrębności. Dotyczy to choćby naprężeń dopuszczalnych, choćby połączeń czołowych itd.

Niezależnie od tego nowelizacja ująć powinna szereg ważnych spraw. Należą tu przede wszystkim następujące (przechodzę poszczególne ustępy w tym porządku, w jakim zawarte są w dotychczasowych przepisach; — układ ten bowiem okazał się dobry):

1. *Współczynnik dynamiczny.* Dla mostów drogowych przyjmuje się go w wysokości $\varphi=1,5$, dla kolejowych sprawa nie jest wyjaśniona definitywnie. Wysuwa się dwie propozycje, polegające zresztą na wspólnej zasadzie, a różniące się od siebie jedynie współczynnikami. Różnice są jednak dość znaczne. Według jednej propozycji:

$$\varphi = 1 + \frac{100}{100+L};$$

według drugiej:

$$\varphi = 1 + \frac{50}{50+L}.$$

Mam wrażenie, że pierwsza propozycja lepiej odpowiada dzisiejszym warunkom; jednakowoż Ministerstwo Komunikacji ma tu najwięcej danych i ono z pewnością wystąpi z odpowiednią propozycją.

2. *Naprężenia dopuszczalne.* Są one uzależnione od dobroci wykonania, od jakości materiałów

i od metody spawania. Już wyżej wspomniałem, że dzisiaj zasadniczym typem spoin konstrukcyjnych są stykowe, które w myśl projektu nowej normy proponuje się nazywać czołowymi. Jeżeli dawniej styki blach w blachownicach, połączenia węzłowe kratownic wykonywano przy pomocy spoin pachwinowych, narazonych głównie i obliczanych na ścinanie, to obecnie wykonywa się je bezpośrednio na styki czołowe.

Staramy się przy tym o należyłą wytrzymałość i sprężystość połączenia. Jak wiadomo dzisiaj, wyżarzenie spoiny jest tym czynnikiem, który w większym stopniu zwiększa walory połączenia pod tym względem. Nakładanie zaś poszczególnych warstw spoiwa jest właśnie równoznaczne z wyżarzeniem warstw poprzednich. Podczas wykonywania nakładamy jednak warstwę więcej ponad grubość odpowiadającego elementu, tym samym wyżarzamy więc wszystkie warstwy właściwej spoiny, więc całą spoinę na grubość łączonego elementu, a następnie zdejmujemy wystającą warstwę zewnętrzną. W budownictwie lądowym pogrubiamy nieraz spoinę, w mostowym tego nie czynimy*) ze względu na pewną różnorodność materiału spoiny, sfer przejściowych i materiału macierzystego (o czym jeszcze niżej). Chodzi bowiem nie tylko o wytrzymałość, ale i o ciągliwość materiału.

Niezależnie od tego stwierdzić należy, że fabrykacje elektrod i metody wykonania poszły w ostatnich latach ogromnie naprzód, właśnie w kierunku uzyskiwania tej ciągliwości. Jeszcze technika nie powiedziała tu swego ostatniego słowa, ale postęp jest ciągły i nieustanny. Dawniej uzyskiwaliśmy wielką wytrzymałość raczej dzięki procesom termicznym, dzisiaj udział jakości elektrod i sposobu wykonywania (wyżarzania) jest w wytrzymałości ogromny. Dzięki temu też dawniej ciągliwość spoin była stosunkowo mała, ale dzisiaj stan ten poprawił się ogromnie. Powłoka da się łatwo wydać z metalu, uzyskujemy wielką, nieosiągalną dawniej czystość materiału. Te czynniki powodują, że wytrzymałość grubych spoin dzisiaj jest znacznie większa niż dawniej.

Jeżeli więc uwzględnimy, że elektrody obecne posiadają mniej więcej te same własności technologiczne co macierzysty materiał łączony, wykazują znacznie większe wytrzymałości, to dojdziemy do przekonania, że możliwe jest wprowadzenie dla spoin czołowych naprężeń dopuszczalnych wyższych niż dotychczas, równych naprężeniom dopuszczalnym materiału macierzystego w budownictwie lądowym. W mostownictwie, gdzie mamy do czynienia z wpływami dynamicznymi, należy być wciąż jeszcze ostrożniejszym. Uważam, że tam należy przyjmować wytrzymałość połączenia czołowego nie większą jak 80—90% wytrzymałości materiału macierzystego.

Oczywiście muszą być przy tym zachowane wszystkie potrzebne wymogi: próby elektrod, próby spawaczy, zbadanie spawalności materiału ma-

*) Oczywiście mówię tu o spoinach w konstrukcjach stalowych, a nie o spoinach wkładek w konstrukcjach żelazobetonowych. W tych ostatnich dopuszczalne jest także i w mostach pogrubianie spoin.

cierzystego (tego ostatniego nie potrzebuje stal handlowa bez znaku i inne stale zbadane nalezy na spawalność.

Powiększenie naprężeń dotyczy tak samo spoj w pachwinowych ścinanych. Mówię tu o spoinach grubszych, dla których naprężenia dopuszczalne zmniejszały się według polskich przepisów w bardzo znacznym stopniu. Naprężenie dopuszczalne dla spoiny 4 mm wynosiło 320 kg/cmb, dla spoiny 8 mm 585 kg/cmb, dla spoiny 14 mm 920 kg/cmb. Było to najzupełniej uzasadnione przed laty sześciu, gdy przepisy tworzone. Dzisiaj, na skutek podanych wyżej powodów można naprężenie dla spoin grubszych podnieść w górę i to znacznie.

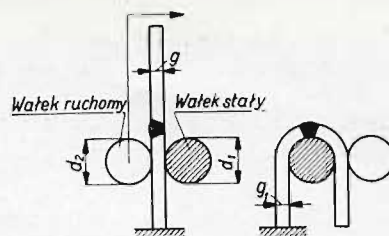
Zastanowić się należy przy tym, czyby w myśl propozycji p. inż. Dobrowolskiego nie było wskazane wprowadzić dwu kategorii spoin: przenoszących siły, więc spoin niosących oraz spoin o znaczeniu raczej konstrukcyjnym, które są konieczne ze względów tzw. konstrukcyjnych, ale przenoszą siły niewielkie. Wprowadzenie takich kategorii wymaga w wybitnym stopniu rzetelności i solidności firmy, dać może natomiast duże korzyści pod względem ekonomicznym.

3. *Oznaczenia i nomenklatura spoin.* Jest to sprawa zresztą ściśle formalna, a mówię o niej w tym miejscu ze względów wyżej podanych, zresztą tylko w jednym zdaniu: Należy je w całości dostosować do odpowiedniej normy P.K.N. Łączy się z tym sprawa wyeliminowania obliczeniowego sposobu z nierównoramiennych, sprawa wymiarów obliczeniowych spoin itd.

4. *Ukosowanie.* W przepisach dotychczasowych sprawa ukosowania blach i kształtówek ujęta jest ściśle; jednakowoż uwzględnione są tam jedynie dwa, względnie trzy wypadki, mianowicie ukosowanie na X, ukosowanie na V i połączenie bez ukosowania. W dzisiejszych urządzeniach konstrukcyjnych mamy szereg połączeń innych, choćby połączenia na K, na U itd. Wskazane jest zatem albo omówienie wszystkich sposobów ukosowania, albo pominięcie w tym miejscu wszystkich. Właściwie bardziej wskazane jest nawet pominięcie, gdyż to jest sprawa raczej podręcznikowa niż przepisów i norm.

5. *Próby elektrod.* Uzupełnienia i zmiany w tej partii powinny być dość duże. Raz dlatego, że pewne próby powinny być w ogóle wprowadzone, po wtóre dlatego, że w tym dziale właśnie wymogi dla konstrukcyj mostowych i w ogóle konstrukcyj narażonych na wpływy dynamiczne muszą być większe niż dla konstrukcyj budowlanych.

Jeżeli chodzi o sprawę pierwszą, to przede wszystkim należy zwrócić uwagę na próbę na zginanie. Wiadomo, że próba ta jest potrzebna, ale też wiadomo, że zgięcie próbki nie postępuje równomiernie nawet na odpowiednim trzpieniu, jak alternatywnie podają przepisy dotychczasowe. Równomiernie kołowe wygięcie osiągnąć można jedynie przy zginaniu przymusowym, więc na aparacie, (rys. 1 i 2), który posiada jeden wałek stały, a drugi ruchomy, obracający się dookoła osi tegoż wałka stałego na średnicy $d_1 + d_2 + g$, gdzie d_1 i d_2 oznaczają średnicę wałków, zaś g grubość zginanej próbki. Zazwyczaj będzie $d_1 = d_2$. Próbka powinna być odpowiednio obrobiona. Dla celów mostowych



Rys. 1. Próbka wstawiona w aparat.

Rys. 2. Próbka wygięta.

(i budowlanych) grubość blachy powinna być $g = 12$ mm.

Drugą ważną próbą w myśl dzisiejszych pojęć o spawaniu powinna być próba na stwierdzenie przydatności spoiwa do spawania. Najwłaściwiej zastosować tu próbę na udarność. Próba ta pozwoli na zorientowanie się co do stopnia jednorodności spoiwa i sfer przejściowych, oraz materiału macierzystego. Miarą spawalności jest przecież stopień jednorodności własności wytrzymałościowych i sprężystościowych tych materiałów.

W konsekwencji tego, co wyżej powiedziałem, należy ustęp o elektrodach zatwierdzonych przez władze (Ministerstwo Spraw Wewnętrznych) odpowiednio rozszerzyć, kwalifikując inaczej elektrody dla celów budownictwa lądowego, a inaczej dla celów mostowych.

Łączy się z tym sprawa spawalności materiału konstrukcyjnego. Spawalność jest pojęciem względnym, zależnym w znacznym stopniu od przeznaczenia danej konstrukcji. Jak wiadomo, jak stwierdził to Międzynarodowy Kongres Mostów i Konstrukcyj Inżynierskich w Berlinie w r. 1936 jednomyślną uchwałą, i jak to wyżej zaznaczyłem—nasza stal handlowa i stal 010W (odpowiadająca niemieckiej stali St. 37) są doskonale spawalne. Ale nie wszystkie stale są spawalne, o czym więcej mówiłem w artykule „Katastrofa mostu w Hasselt“ (Inżynieria i Budownictwo, 1938, Zeszyt II). Na szczęście sprawa ta jest u nas postawiona bez porównania lepiej, dzięki temu, że nasze stale handlowe są Martinowskie, a poza tym dzięki temu, że luty wprowadzając nowe gatunki stali konstrukcyjnych na rynek w wybitnym stopniu dbają o spawalność ich, z tego powodu, że w Polsce w 80% konstrukcyj stalowych budowlanych stosuje się spawanie. Niemniej przy wprowadzeniu stali wysokowartościowych, które wchodzi i będą wchodzić coraz bardziej na nasz rynek, na sprawę tę należy zwracać baczną uwagę (por. artykuł wzmiankowany oraz art. „Mosty spawane na autostradach niemieckich“, Przegląd Techniczny, listopad 1938).

Staralem się podać główne punkty, w których przy ustalaniu nowych przepisów dla konstrukcyj spawanych, budowlanych czy mostowych, należałoby poczynić zmiany. Nie wyczerpują się na tym wszystkie zmiany, jakie się nasuwają; niemniej są to zmiany najważniejsze. Sądzę, że trzeba je wprowadzić chociażby dlatego, by nasze przepisy stały i nadal w rządzie najnowocześniejszych i najlepszych.