

STEFAN BRYŁA.

(624.9 + 621.791) (063)/43 Berlin
1700 słów + 1 rys.

Spawanie na II Kongresie Mostów i Konstrukcyj Inżynierskich w Berlinie.

W dniach od 1 do 10 października b. r. odbył się w Berlinie II Międzynarodowy Kongres Mostów i Konstrukcyj Inżynierskich pod patronatem rządu Rzeszy. W kongresie wzięło udział około 1000 uczestników z 26 państw europejskich i pozaeuropejskich. W skład delegacji oficjalnej Polski wchodził: prof. Burzyński, prof. Huber, inż. Kuszewski, inż. Nechay, prof. Paszkowski, prof. Pszenicki, dr. Szelański, dyr. Toruń i podpisany. Pozatem przybyło około 40 Polaków, przedstawiciele świata nauki, władz i praktyki konstrukcyjnej.

Referaty z pomiędzy Polaków zgłosili: dr. Freudenthal na temat plastyczności stali, oraz podpisany na temat naprężeń termicznych w konstrukcjach spawanych i na temat doświadczeń praktyki konstrukcyj spawanych w ostatnich latach w Polsce.

Prócz referatów były też t. zw. głosy dyskusyjne, które też często były poprostu referatami. Tu udział Polaków był większy: mianowicie opracowano nast. tematy: stale specjalne w konstrukcjach żelbetowych (prof. Huber i podpisany, oraz dr. Chmielowiec), przerwy dylatacyjne (prof. Paszkowski), doświadczenia z konstrukcjami spawanymi (dr. Chmielowiec i podpisany), ciężar hangarów stalowych (dr. Kluz), stalowe konstrukcje w Polsce w ostatnich latach (podpisany), obliczenie rur żelazobetonowych (dr. Olszak).

Na kongresie omówiono szereg najaktualniejszych spraw z budownictwa inżynierskiego na podstawie ogromnej ilości doświadczeń, oraz dociekań teoretycznych.*)

Podobnie, jak na Kongresie I-ym odbytym w r. 1932 w Paryżu — obrady dotyczyły przeważnie dwóch wielkich działów dzisiejszej techniki konstrukcyjnej, a mianowicie: konstrukcyj stalowych i konstrukcyj żelazo-betonowych. W dziale tych pierwszych spawanie było poruszone na jeszcze większą skalę, aniżeli na Kongresie Paryskim. Zresztą nic dziwnego, gdyż rozwój spawania postępował i postępuje tak szybkim tempem, że sprawa spawania jest dzisiaj może najważniejszą sprawą w obrębie konstrukcyj stalowych.

Spawanie omawiane było na trzech komisjach ze sprecyzowanymi tematami oraz na dwóch posiedzeniach, których tematem obrad były t. zw. komunikaty wolne.

Tematy obrad na sekcjach były następujące:

Sekcji III: „Praktyka konstrukcyj stalowych spawanych (wpływ obciążeń dynamicznych, naprężenia z powodu zmian temperatury, badania spoin, doświadczenia wykonanych konstrukcyj)“.

Sekcja V: „Badanie teoretyczne i doświadczalne szczegółów konstrukcyj stalowych nitowanych i spawanych“.

Sekcji VII: „Stal w budowie mostów, w budownictwie lądowym i wodnym“.

Do sekcji trzeciej zgłoszono referaty nieomal ze wszystkich państw europejskich, przytem omówiono w niej tak doświadczenia wykonywane z konstrukcjami stalowymi, jakoteż skutki oraz sposoby zmniejszenia naprężeń skurczowych w konstrukcjach spawanych, następnie omówiono sposoby badania spoin w warsztacie i na budowie, a wreszcie podano sprawozdania ze wszystkich ważniejszych państw co do rozwoju konstrukcyj spawanych i najwybitniejszych budowl spawanych w danym kraju.

W sekcji piątej przedstawiono bardzo wiele zresztą nieskoordynowanych z sobą referatów, które dotyczyły najrozmaitszych badań tak konstrukcyj spawanych jakoteż nitowanych. Nawet po krótkim przeglądzie tych referatów można zauważyć ciekawy objaw: mianowicie przeciwnicy spawania wysuwali zawsze zarzut, że ze spawanymi połączeniami niema jeszcze takich doświadczeń, któreby mogły stwierdzić możliwość stosowania spawania we wszystkich konstrukcjach. Nie wspominali zaś przeciwnicy spawania zupełnie o tem, że analogicznych doświadczeń z konstrukcjami nitowanymi jest bardzo mało, albo niema ich wcale. Zresztą tak być musiało, gdyż w okresie, w którym zaczęto stosować nitowanie, laboratoriów doświadczalnych tak urządzonych, jak obecnie, jeszcze nie było. I dopiero teraz, gdy z połączeniami spawanymi zrobiono mnóstwo doświadczeń, okazało się, że konstrukcje nitowane są bez porównania mniej znane co do swego istotnego działania, niż konstrukcje spawane. Np. sprawa badania połączeń nitowanych na zmęczenie, sprawa blachownic nitowanych i t. d. znalazły się nagle w trakcie badań czynionych nawet już później, niż analogiczne badania elementów spawanych. Okazało się zarazem, że te doświadczenia własnie, o których konserwatyści konstrukcyjni mówili tylko jednostronnie, wyszły raczej na korzyść nowych metod, aniżeli na korzyść nitowania. A już zupełnie bezspornie okazała się wyższość połączeń spawanych w budownictwie wodnym, w którym konieczna jest również szczelność, a nie tylko wytrzymałość. Tutaj w tym dziale nawet ci inżynierowie, którzy ciągle jeszcze usiłują kruszyć kopie w obronie nitowania, uznali bezsporną wyższość spawania.

Wszystkie te tematy omówione zostały w łączności z doświadczeniami poczynionymi na całej kuli ziemskiej tak w laboratoriach, jakoteż na wykonanych obiektach inżynierskich. Okazało się, że postęp spawania w praktyce idzie krokiem bardzo silnym nietylko tam, gdzie o tem wiedzieliśmy, ale także i tam, gdzie przypuszczano, że jest ono dopiero w początkach. I tu nasuwa się porównanie z Polską. W dzie-

*) Równocześnie z kongresem ukazały się prace (mémoires) Stowarzyszenia Mostów i Konstrukcyj Inżynierskich, w którym to wydawnictwie znajdują się referaty nast. Polaków: inż. Freudenthala, inż. Kuestera, prof. Pszenickiego i dr. Szelańskiego, oraz prof. Wierzbickiego.

dzinie budownictwa lądowego Polska stoi pod względem spawania i wogóle nowych metod konstrukcji wysoko, — nawet w rzędzie najpierwszych państw Europy. Natomiast w dziedzinie mostów tkwimy w dziwnej i niepojętej inercji. A mamy przecież dookoła nas tyle przykładów: na kongresie omawiano mosty kolejowe kilkudziesięciometrowe, wykonane jako spawane*), mosty drogowe o jeszcze znacznie większych rozpiętościach*); — a u nas jest wciąż tenże sam most na Słudwi, zbudowany w r. 1928!, a potem nic i nic.

Jest to tembardziej ważne, że przebudowa warsztatów konstrukcyjnych w Niemczech z ni-

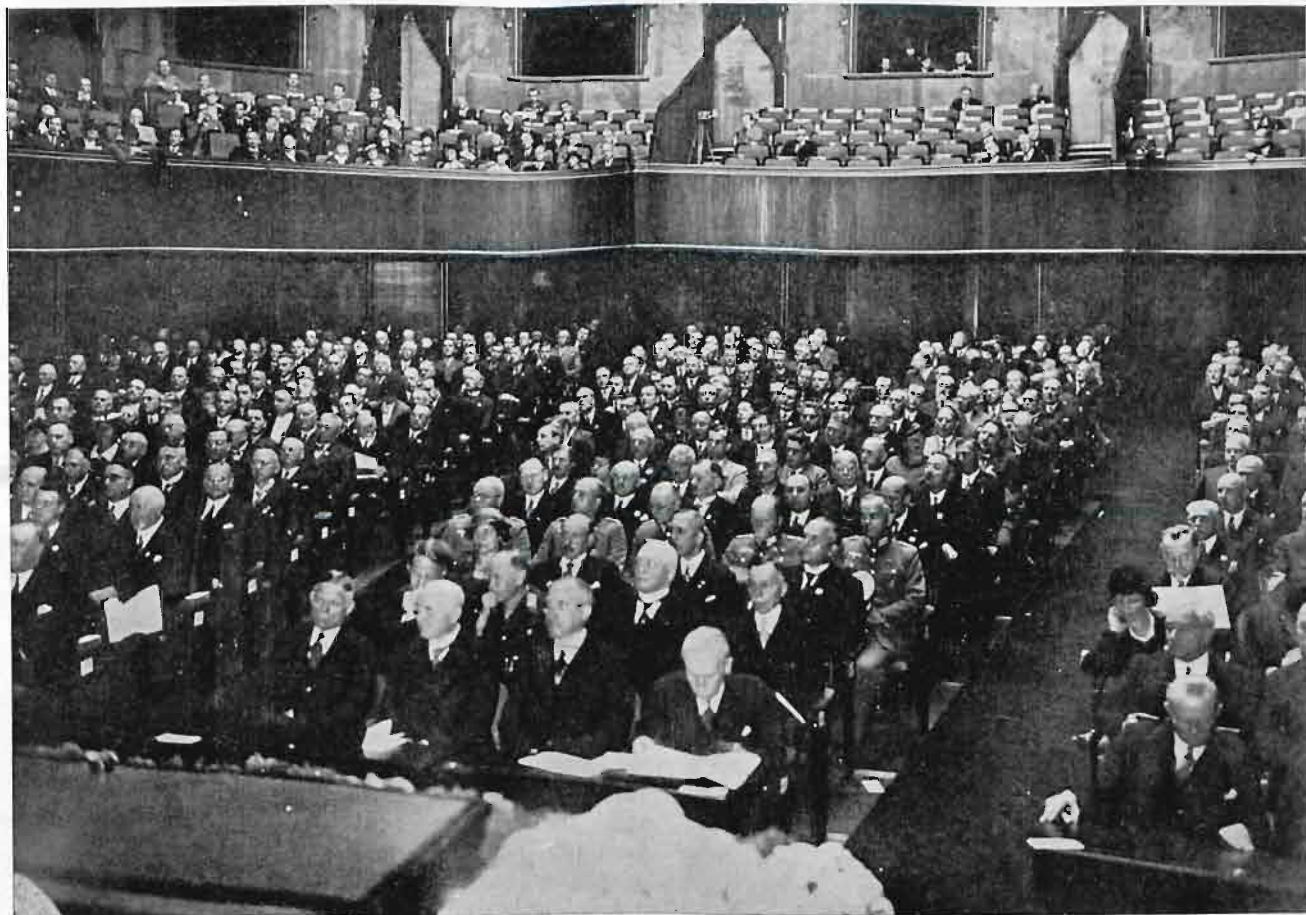
Ostatecznie po obradach komisyjnych Kongres uchwalił cały szereg rezolucyj, które dla dalszego rozwoju konstrukcyj spawanych mają ogromne znaczenie. Są one następujące:

Rezolucje Kongresu.

a) Temat III.

Praktyka stalowych konstrukcyj spawanych.

1) Spawanie elektryczne zrobiło od chwili Kongresu Paryskiego w wielu państwach bardzo znaczne postępy; powstało wiele mostów



Otwarcie II Kongresu Mostów i Konstrukcji Inżynierskich w Berlinie dn. 1.X. 1936 r.

towanych na spawane postępuje bardzo widocznie i stosunkowo szybko nie tylko pod kątem gospodarczym, ale i kątem ewentualnej przyszłej wojny.

Niemcy dobrze zdają sobie sprawę z wad spawania właśnie pod tym kątem. Dla odbudowy mostów, dla przebudowy rozmaitych konstrukcyj, odpowiednio wyćwiczony i przysposobiony podczas pokoju park spawalniczy daje ogromne usługi, co jest premią dla spawania, nieuwzględnioną w normalnych kalkulacjach. Niemniej Niemcy moment ten uwzględniają — i to w wybitny sposób.

kolejowych i drogowych spawanych*). W rozmaitych państwach wydano oficjalne przepisy o spawaniu.

2) Doświadczenia dotychczasowe wykazały, że stal miękka (żelazo handlowe) nadaje się zupełnie do spawania, przy stalach wysokowartościowych niema również według dotychczasowych doświadczeń żadnych obaw pod tym względem, pod warunkiem, że stal ta pod względem spawania nie wykazuje kruchości ani rys.

3) Formy budowli, uzyskane przy pomocy połączeń spawanych, mają charakter monolityczności i elegancji, która sprawia, że wygląd ich jest

*) O najnowszych mostach spawanych pomówię w oddzielnym artykule.

*) Niestety wszędzie, ale nie w Polsce!

znacznie korzystniejszy pod względem estetycznym.

4) Konstrukcje spawane dają w ogóle oszczędność 15 do 20% na wadze w stosunku do równowartych konstrukcji nitowanych. Całe elementy budowy, jak np. wysoko obciążone słupy, ramy i t. d. mogą być wykonane przy pomocy spawania znacznie lepiej.

5) Wogóle można powiedzieć, że spawanie wymaga wielkiej sumienności przy wykonaniu w warsztacie i stałego dozoru na budowie. Dobroć roboty spawalniczej zależy od kwalifikacji spawacza, wymaga ona więc stałego szkolenia i dozoru personelu wykonawczego. Trzeba dużego doświadczenia, ażeby ograniczyć do minimum naprężenia skurczowe; specjalnie jest to ważne dla styków montażowych.

6) Doświadczenia wykazały, że spoiny stykowe są znacznie wytrzymalsze na zmęczenie od spoin pachwinowych. Praktyka pokazała, że wytrzymałość na zmęczenie spoin stykowych przy odpowiednim wykonaniu jest conajmniej równa wytrzymałości na zmęczenie połączeń nitowanych. Równie wielką wytrzymałość na zmęczenie spawanych dźwigarów dwuteowych można uzyskać przy pomocy rozmaitych spoin, łączących ściankę z nakładkami.

7) Wytrzymałość na zmęczenie spoin stykowych podnosi się znacznie po wyżarzeniu i po powtórnym spawaniu od wierzchołka spoiny, zwłaszcza jeżeli uzyska się powolne przejście od spoiny do materiału macierzystego. W pachwinowych spoinach czołowych i na końcach spoin bocznych jest wytrzymałość na zmęczenie znacznie mniejsza. Dlatego też w takich miejscach należy obniżyć również naprężenie dopuszczalne w materiale macierzystym. Przy budowlach obciążonych dynamicznie należy unikać spoin przerywanych i szczelinowych.

Należyte przetopienie spoiny jest specjalnie ważne, dlatego też zaleca się stosowanie dla pierwszej warstwy elektrod $\phi = 3 - 4$ mm. Przez utworzenie powolnego przejścia na powierzchni od materiału macierzystego do spoiny można znacznie podnieść wytrzymałość na zmęczenie.

8) Naprężenia skurczowe powstające przy spawaniu na skutek wpływów termicznych są znaczne. Jednakowoż przy obciążeniu statycznym są one najprawdopodobniej wogóle bez znaczenia na skutek plastyczności materiału. Liczne doświadczenia na zmęczenie wykonane z belkami spawanymi wykazały, że wysokie naprężenia skurczowe nie są niebezpieczne także w spoinach podłużnych. Jako środki do uniknięcia względnie zmniejszenia naprężeń skurczowych można zalecić szczególnie: stosowanie spoin o małych rozmiarach poprzecznych, ruchome umieszczenie części łączonych, tak, aby części łączone mogły przesunąć się odpowiednio do skurczu, i unikanie metalu dodatkowego wymagającego wielkiej intensywności prądu. Oczywiście można zmniejszyć naprężenia skurczowe

przez nadanie odpowiedniego kształtu konstrukcji, a szczególnie przez racjonalny porządek w wykonaniu połączeń spawanych.

9) W blachownicach korzystniejsze są dla pasów grube profile od kilku warstw profili cienkich.

10) Zaleca się badać bardzo ważne spoiny stykowe przy pomocy prześwietlania. Spoiny podłużne bada się w poszczególnych miejscach. Wskazane jest badanie grubszych spoin już po wykonaniu pierwszych warstw spoiny, gdyż rysy skurczowe występują już w pierwszych warstwach. Również prześwietlenie to nadaje się dobrze do badania rys w pobliżu powierzchni w spoinach podłużnych. Mechaniczne sposoby badania stosuje się do badania spoin stykowych coraz rzadziej.

Temat V.

Badanie teoretyczne i doświadczalne szczegółów konstrukcji.

Od czasu Kongresu Paryskiego wykonano liczne badania teoretyczne i doświadczalne szczegółów konstrukcji stalowych nitowanych i spawanych. Opublikowano cenne rozwiązania rozmaitych problemów wytrzymałości i statyczności. Jako przykład wymienić należy sprawę poziomego usztywnienia ścianek blachownic, sprawę zginania, skręcania i wyboczenia prętów cienkościennych, sprawy sztywnych węzłów w konstrukcjach ramowych, naprężeń w dźwigarach o załamanej osi i t. d. Wykonano interesujące doświadczenia, dotyczące zastosowania kopuł cienkościennych w budownictwie stalowym, naprężeń drugorzędnych, wytrzymałości na zmęczenie połączeń nitowanych. Te wszystkie doświadczenia pozwalają na wejście w stopień dokładności zazwyczaj stosowanych metod obliczeniowych. Pozwalają one również na wykazanie słuszności teorii, jeżeli wykonane budowle podległy dokładnym pomiarom. Znaczny postęp wykazują metody badania na skutek pomiarów na modelach lub na budowlach. Chodzi tu zazwyczaj o ważne budowle, albo o elementy budowli, które w swym zasadniczym kształcie często powtarzają się w praktyce. Metody pomiarów i aparaty pomiarowe zostały bardzo udoskonalone, tak że ich praktyczne zastosowanie często jest możliwe. Należy prowadzić nadal i rozwijać te eksperymentalne metody, ażeby położyć mocne podstawy pod praktyczne metody obliczeniowe i ażeby przez to kształtować budowle ekonomicznie i pewnie.

Temat VI.

Zastosowanie stali w mostownictwie i budownictwie.

(Przytaczamy tu tylko niektóre ustępy mające szczególny związek ze spawaniem).

1) Budownictwo stalowe osiągnęło w ostatnich latach nadzwyczajny rozwój dzięki bardzo szybko wzrastającemu stosowaniu spawania, które przed-

stawia bardzo znaczne korzyści tak pod względem taniaści, jakoteż estetycznego wyglądu. Stalowe konstrukcje spawane pozwalają wogóle na doskonałe dostosowanie się do wymogów estetyki i dają często budowli wygląd konstrukcji jednolitej. Rozwój spawania będzie w dalszym ciągu wzmacniał stosowanie stali w budownictwie, jeżeli rozwiązany zostanie szereg problemów, które dzisiaj badane są w laboratorjach.

2) Interesującym nowym problemem jest zastosowanie stali w dźwigarach płaszczyznowych. Dźwigary takie dają się zastosować z korzyścią do przykrycia hal. Można je zastosować również jako lekką konstrukcję pomostu dla mostów drogowych do czego specjalnie przyczyniło się spawanie. Zastosowanie spawania pozwala na konkurencję mostów stalowych o mniejszych rozpiętościach z lekkim pomostem z mostami żelazobetonowymi.

Przy ocenie ekonomji i nowych form budowlanych nie można zapomnieć, że stosowanie metody spawania ma wyjątkowo decydujące znaczenie.

Temat VII.

(Podaje się również tylko ustęp dotyczący spawania).

Spawanie posiada ogromne zalety w budownictwie wodnym przy

wykonaniu elementów płytowych i narażonych na skręcanie. Wodoszczelność da się uzyskać łatwo przy pomocy spawania. Również z powodu łatwiejszego utrzymania stalowych budowli wodnych jest spawanie często korzystniejsze od nitowania.

* * *

Zestawienie tych rezolucyj nie wyczerpuje wszystkich kwestyj i wszystkich odczytów, jakie wygłoszono na temat spawania. Niemniej wskazuje ono dobitnie, że ci inżynierowie, którzy uznali odrazu ogromne znaczenie spawania i przepowiedzieli, że ono stanie się w krótkim czasie najważniejszą a może i jedyną metodą wykonywania konstrukcyj stalowych, przewidywali słusznie. Już dzisiaj, gdy nas dzieli wszystkiego cztery lata od Kongresu Paryskiego, a około osiem lat od chwili wykonania pierwszych większych budowli spawanych, widzimy niezmierną przemianę, jaka się dokonała w najbardziej autorytatywnym międzynarodowym ciele inżynierskim w stosunku do konstrukcyj stalowych. Trzeba, ażeby i na naszym terenie uchwały Kongresu nie pozostały grochem rzuconym o ścianę, ale ażeby znalazły bezpośrednie zastosowanie dla dobra Państwa tak podczas wojny jak i podczas pokoju i dla honoru polskiej techniki.

Inż. J. ZUBKO, Warszawa.

621.791.76
1050 słów + 7 rys. + 1 tabl.

Elektryczne spawanie oporowe.

Wstęp.

Pod spawaniem rozumiemy trwałe złączenie metalowych przedmiotów, z tego samego lub podobnego materiału, pod wpływem doprowadzonego do nich ciepła, przyczem miejsce złączenia tworzy wraz z sąsiednimi częściami prawie jednorodną całość.

Rozróżniamy dwa zasadnicze rodzaje spawania: w stanie plastycznym i w stanie płynnym. Ten drugi rodzaj, to spawanie płomieniem gazowym (acetylenem), łukiem elektrycznym, termitem, lub zalewanie roztopionym metalem. Spawanie w stanie plastycznym czyli zgrzewanie, dzieli się znów na: zgrzewanie kuzienne i elektryczne oporowe. Zgrzewanie oporowe charakteryzuje się łączeniem przedmiotów spawanych przez zastosowanie nacisku w punkcie ich styku, w momencie, gdy z powodu silnego nagrzania prądem elektrycznym, stają się one plastyczne.

Jest wiele rodzajów zgrzewania elektrycznego oporowego; najbardziej typowe, najczęściej stosowane w technice, to:

- 1) zgrzewanie stykowe,
- 2) „ punktowe i
- 3) „ linjowe.

Zgrzewanie stykowe.

Urządzenie do zgrzewania stykowego przedstawione jest w sposób schematyczny na rys. 1.

Obydwa przedmioty — w danym wypadku dwa pręty — ujęte w uchwyty, doprowadzające prąd, są przyciśnięte do siebie. Ponieważ miejsce styku stanowi duży opór w stosunku do całego obwodu elektrycznego, występuje w nim intensywne wydzielanie się ciepła, przetwarzanego z energii elektrycznej, stosownie do prawa Joule'a. Końce łączonych przedmiotów nagrzewają się do temperatury jasnego żaru, następuje rozmiękczenie materiału i przyłożony nacisk wywołuje trwałe złączenie. Zakres stosowania opisanej metody jest bardzo szeroki i obejmuje łączenie sworzni, osi, wałów, zderzaków, obręczy samochodowych i rowerowych, narzędzi rolniczych, beczek i ram metalowych, ogniw łańcuchowych, rur i przewodów żelaznych, miedzianych i aluminjowych i t. p.

Zgrzewanie punktowe.

Na rys. 2 pokazana jest zasada zgrzewania punktowego dwóch lub więcej blach, drutów, lub t. p. przedmiotów. Przedmioty łączone umieszczone są odpowiednio między dwiema ściśniętymi elektrodami, t. j. sztywnymi prętami, doprowadzającymi prąd elektryczny. Przez to włącza się przedmioty w obwód zmiennego prądu elektrycznego, który przy bardzo znacznym natężeniu i niewielkim napięciu rozgrzewa miejsce styku do stanu plastycznego, zaś przyłożony do elektrod nacisk mechaniczny wywołuje złączenie się wewnętrznych powierzchni me-