

a przedewszystkiem metalurgji. Nie można więc żądać, aby robotnik rozwiązywał tego rodzaju zagadnienia, gdyż jest to obowiązek inżyniera.

Ueber die Auftragschweissung der Maschinenteile.

Den Verfasser interessiert das Problem ob man bei der Auftragschweissung von Gegenständen aus Stahl, Gusseisen, Aluminium und Kupfer den Acetylenbrenner oder das Lichtbogenschweissen anwenden soll. Nach einer eingehenden Diskussion kommt Er zu nachstehenden Schlüssen:

Die Teile aus Stahl, die dynamische Anstrengungen ertragen müssen, sollen mit dem Acetylenbrenner aufgeschweisst werden.

Ebenfalls mit dem Acetylenbrenner müssen Teile aufgeschweisst werden, die aus Gusseisen sind und einer späteren mechanischen Bearbeitung unterliegen. — Dasselbe gilt für andere Metalle für welche die Lichtbogenschweissung nicht genügend bearbeitet ist.

Sur le rechargement des elements des machines.

L'auteur discute d'une façon méthodique la question du rechargement de pièces en acier, fonte, aluminium et cuivre, au chalumeau et à l'arc électrique. Il démontre que les pièces en acier soumises aux efforts dynamiques doivent être rechargées au moyen du chalumeau. Il en est de même des pièces en fonte qui doivent être usinées et des métaux non ferreux dont la soudure au moyen de l'arc électrique n'est pas, jusqu'à présent, mise au point.

35 : 621.791.

1700 słów + 1 tabl.

Nowe polskie przepisy dotyczące spawanych konstrukcji stalowych*).

Napisal Stefan Bryła.

Polska była tem państwem, które pierwsze, jeszcze w 1928 r., wydało przepisy dotyczące konstrukcji spawanych. Stwierdzają to nawet cudzoziemcy (por. Rosenberg w Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 1930, Nr. 38, oraz Journal of the American Welding Society 1933 — zeszyt 1).

W 1930 r. z okazji budowy domu spawanego w Katowicach opracowałem dla woj. śląskiego przepisy nowe, dość szczegółowe, które zostały zatwierdzone w woj. śląskim. Wreszcie w 1931 r. we współpracy z pp. dr. Sznerrem i inż. Dobrowolskim opracowałem projekt przepisów, który narazie służył za podstawę wykonywania budowli spawanych w Polsce.

Na podstawie tego projektu opracowało Ministerstwo Robót Publicznych, a później Ministerstwo Spraw Wewnętrznych nowy projekt, który został przyjęty ostatecznie przez komisję powołaną przez Ministerstwo, do której należał prof. Huber, dr. Szner, inż. Dobrowolski, inż. Kruszewski i podpisany. Projekt ten w najbliższym czasie wejdzie w życie.

Projekt ten różni się od przepisów z 1928 r., jak również od przepisów niemieckich, dość znacznie. Można powiedzieć śmiało, że porównanie z temi ostatnimi wypada na korzyść naszych.

Przepisy nasze są ostrzejsze od przepisów dotychczasowych i od przepisów niemieckich, co do wymogów stawianych wykonawcom, ale zarazem liberalniejsze od nich, o ile chodzi o konstruktorów. Tem samym zaś pozwalają na znacznie większe możliwości dla konstrukcji spawanych przyrównoczesnej gwarancji, że budowla będzie należycie mocna i pewna. Widzimy tu więc np. wyższe naprężenie dopuszczalne dla spoin, tak na rozerwanie, ściskanie i zginanie, a także na ścinanie, dla spoin mniejszych od 12×12 mm., t. j. tych, które najczęściej

spotyka się w budownictwie. Należy tu zaliczyć też rozsegregowanie naprężeń dopuszczalnych na ścinanie w zależności od grubości spoiny, przyczem dla małych grubości naprężenia dopuszczalne są znacznie wyższe nie tylko od niemieckich, ale też od amerykańskich i belgijskich. Powoduje to pewne niewielkie zresztą ułatwienie w obliczaniu, daje natomiast właśnie możliwość należytego wyzyskania spoin i utrzymania tej samej pewności w poszczególnych spoinach.

Przepisy nasze są następnie o wiele elastyczniejsze od niemieckich i innych, pozwalają bowiem na stosowanie elektrod i zatrudnienie spawaczy, jeżeli osiągnięte są wytrzymałości niższe (do 15%) od przyjętych za podstawę — oczywiście wtedy naprężenie dopuszczalne redukuje się w tym samym stopniu. Ważniejsza jeszcze jest elastyczność ich w górę; bowiem w razie uzyskiwania wytrzymałości wyższych, można iść również wyżej z naprężeniami dopuszczalnymi. Jest to oczywista premia dla dobrych spawaczy i dobrych elektrod. W przeciwnieństwie do tego przepisy niemieckie są sztywne, co wielokrotnie już krytykowano, jako ich ujemną stronę. Aby jednak zapewnić odpowiednią kontrolę robót, wprowadzają przepisy Dziennik Spawania, w którym mają być zapisane wszystkie potrzebne daty, dotyczące wykonywania poszczególnych spoin tak w warsztacie, jak i na placu budowy — a także stała, okresowa kontrola spawacza. Aby tę kontrolę ułatwić, próby, jakie mają wykonywać spawacze, mają przy tej samej zasadzie uproszczoną formę. Mianowicie wykonywa się w tym wypadku tylko próbki o szwach ścinanych czołowych zamiast bocznych, co obniża prawie dwukrotnie siły zrywające. O ile wreszcie chodzi o wybór metody spawania, to w przeciwnieństwie do przepisów dotychczasowych dozwolone mają być wogóle wszystkie metody, przyczem wybrać należy tę, która będzie najkorzystniejsza ze względu na naprężenie i odkształcenie termiczne. W ten sposób dzieje się zadość słusznym ży-

*) Referat wygłoszony na Walnem Zgromadzeniu Stow. dla R. S. i C. M. w Stow. Techników w Warszawie, dnia 27 kwietnia 1933 r.

czeniu przemysłu acetylenowego, bez krzywdy dla spawania elektrycznego. Dotychczas Ministerstwo Robót Publicznych akceptowało w zasadzie tylko spawanie elektryczne, aczkolwiek robiono nieraz od tego odstępstwa.

W poniższych rozważaniach przejdziemy pokrótce najcharakterystyczniejsze ustępy przepisów.

Naprężenie dopuszczalne.

Naprężenia dopuszczalne na ściskanie, rozzerwanie i zginanie przyjęte zostały w tej samej wysokości (800 kg/cm^2), gdy w Niemczech przy tym samym zasadniczym naprężeniu dopuszczalnym 1200 kg/cm^2 przyjmuje się na rozciąganie 720 kg/cm^2 , a na ściskanie 900 kg/cm^2 . Specjalnie przy stykach zginanych, ten sposób obliczania w Niemczech jest bardzo skomplikowany i powoduje nieraz ogromne utrudnienia. Występuje ono wybitnie już nawet przy przekrojach prostokątnych, a wzmagają się i komplikują przy bardziej złożonych, czego dowodem jest choćby fakt, że we wszystkich „przykładach obliczeń” niemieckich przykład takiego obliczenia bywał troskliwie przemilczany.

Szerzej omówić trzeba naprężenie dopuszczalne na ścinanie. Nie ulega wątpliwości, że spoiny ścinane mniejsze są stosunkowo wytrzymałe od dużych. Pochodzi to z następujących powodów:

Spoiny cienkie wykonujemy przy pomocy jednorazowego nakładania elektrody, natomiast spoiny grubsze musimy nakładać kilkakrotnie, zależnie od grubości spoiny, oraz od średnicy elektrody. Pomimo oczyszczenia warstwy spoiny wykonanej przed nałożeniem dalszej warstwy, połączenie może nie być idealne. Również naprężenia wewnętrzne w spoinie wzrastają wraz z grubością. Wreszcie też ważną przyczyną leży w tem, że grubość wtopienia spoiny wynosi od 1 do 2 mm. i to dla wszystkich grubości szwów jest niewątpliwie jednako. To znaczy, że spoiny cieńsze są stosunkowo lepiej wtopione, niż grubsze, są więc jakby pewniejsze.

Uwzględniały to już przepisy w 1928 r. wprowadzając wzrost naprężeń dopuszczalnych (na jednostkę powierzchni ścinanej) wedle linii prostej. Przepisy niemieckie poszły drogą inną, dla uproszczenia przyjęły naprężenie dopuszczalne (na jednostkę powierzchni) stałe, niezależnie od grubości spoiny. Wygodny ten w obliczeniu przepis nie zgadza się z rzeczywistością.

Na podstawie wielu doświadczeń wykonanych dla b. Ministerstwa Robót Publicznych określono naprężenie dopuszczalne zupełnie inaczej, niż to widać z przepisów innych. Mianowicie podano normy dla poszczególnych grubości spoin przy przyjęciu zasadniczego naprężenia dopuszczalnego dla materiału konstrukcyjnego 1200 kg/cm^2 . Normy te dla naprężeń dop.

innych k należy pomnożyć przez współczynnik $\frac{k}{1200}$. Tę samą ujęte zostały w krótkiej formie

naprężenia dopuszczalne spoiny dla roz-

maitych konstrukcyj. O ile chodzi o budownictwo, może to dotyczyć naprężeń zasadniczych 1400 wzgl. 1600 kg/cm^2 . Przepisy te nie dotyczą wprawdzie mostów, jednakowoż właśnie dzięki takiemu ujęciu można nadzwyczaj łatwo zastosować je do nich.

Różnice w naprężeniach dopuszczalnych wedle przepisów polskich i niemieckich są więc dość poważne. Dla spoiny $12 \times 12 \text{ mm}$. wartości w obu przepisach są prawie równe. Dla spoin mniejszych naprężenia dopuszczalne w Polsce są większe od niemieckich nawet przeszło o 40% (dla spoiny $5 \times 5 \text{ mm}$.); dla spoin większych natomiast widzimy tu zmniejszenie dochodzące (dla spoiny $20 \times 20 \text{ mm}$.) do 17,5%.

Ma to znaczenie dość zasadnicze. W konsekwencji bowiem należy starać się o stosowanie spoin możliwie małych. Dają one bowiem dużą ekonomję z wielu powodów: raz dlatego że zawsze spoiny mniejsze są ekonomiczniejsze wymagają bowiem znacznie mniejszej ilości elektrod i prądu, — powtóre jeszcze dodatkowo przez większe dopuszczalne napięcie na jednostkę przekroju przy cienkich spoinach, niż przy grubych.

Weźmy np. dwie spoiny jednakowo wytrzymałe 5×5 i $10 \times 10 \text{ mm}$. W niemieckich przepisach spoina 10×10 będzie 2 razy krótsza, więc materiału wyjdzie 2 razy więcej. Wg. polskich przepisów długość spoiny 10×10 będzie tylko 1,48 razy krótsza a materiału wyjdzie 2,67 razy więcej.

Porównanie między ilością zużytego materiału dla wykonania jednakowo wytrzymałych spoin 5×5 i $10 \times 10 \text{ mm}$., wg. przepisów polskich i niemieckich ilustruje poniższa tabela, w której długość spoiny i ciężar spoiwa, dla wymiaru 5×5 przyjęto równe 100.

	Wymiar	Wytrzym. na cm. b.	Dług. spoiny	Ciężar spoiwa
POLSKA	5×5	300kg.	100	100
	10×10	450 „	67	267
NIEMCY	5×5	210 „	143	143
	10×10	420 „	71,5	286

Widzimy, że spoina niemiecka 5×5 wymaga o 43% materiału więcej, niż spoina polska, natomiast między ciężarem spoiwa w spoinach 10×10 wg. przepisów polskich i niemieckich, niema tak wielkiej różnicy (267:280).

Zaznaczamy tu, że sposób określenia naprężeń dopuszczalnych w przepisach niemieckich, nawet w tym kraju wywołuje silne sprzeciwy, jako nieodpowiadające rzeczywistości stanowi rzeczy, (por. np. Schmuklera i in.) Tembardziej należy podkreślić racjonalność przepisów polskich pod tym względem.

Ważny jest paragraf pozwalający na jeszcze dalsze zwiększenie naprężeń dopuszczalnych na ścinanie, o ile próby wykonane wg. tego ustępu dadzą odpowiednie wyniki. Jest to premia na dobre elektrody i dobrych wykonawców.

Ustęp ten ważny jest też i w odniesieniu do spoin sufitowych, które są normalnie doz-

wolone, ale ze zmniejszeniem o 25% naprężeniem dopuszczalnym. Większe zakłady spawalnicze mają nieraz specjalnych spawaczy do wykonywania takich spoin. Wedle tego ustępu przepisów można będzie i tutaj z naprężeniami dojść bezporównania wyżej.

Próby elektrod.

Przepisy wprowadzają próby na rozerwanie, ścinanie i gięcie w dwojakim celu: a) celem zbadania elektrod i dopuszczenia ich do zastosowania w konstrukcjach, b) celem wypróbowania i kontroli spawacza.

Próby elektrod zostały zmienione w stosunku do dotychczasowych. Opuszczono mianowicie kosztowną próbę badania bezpośredniego spoina na wydłużenie, oraz złagodźono w myśl doświadczeń ostatnich lat próby na zginanie. Próby na rozerwanie podobne są do dotychczasowych. Wprowadzono jednak dwie zasadnicze zmiany, mianowicie próbki wykonywać się ma z jednej blachy o wymiarach $150 \times 150 \times (10-12)$, po wykonaniu zaś spoiny ma się z blachy wyciąć potrzebne trzy próbki. Jest to o tyle lepsze, że przy tak wykonanych próbkach odrzuca się części skrajne spoiny, które z natury rzeczy muszą być wykonane gorzej. Drugą zmianą jest podniesienie żadanego naprężenia zrywającego do 3700 kg/cm^2 , co jest więcej od dotychczasowych wymogów polskich (2960 kg/cm^2) i niemieckich (3000 kg/cm^2) a uzasadnia się w zupełności ulepszeniem elektrod i metod spawania. Należy przypuszczać, że za przykładem polskim pójdą wkrótce i inne państwo, nie wyłączając Niemiec.

Próby na zginanie zostały ujęte częściowo inaczej niż dotychczas. Powodem tego jest znany fakt, że wyginanie próbki na walcu o pewnej określonej średnicy nie daje należytej charakterystyki spoiny. Dlatego też za przykładem amerykańskim przyjęto również próbki gięte przez wyboczenie i następny pomiar na nich kąta zgięcia. Dopuszczalny jest pomiar według jednego z obu sposobów w tym celu, aby umożliwić gięcie na walcu, gdy dana instytucja czy firma odpowiedni przyrząd posiada, lub gięcie przez wyboczenie, co wogóle jest łatwiejsze. Próby na ścinanie spoin bocznych, (próby te wprowadzone po raz pierwszy w przepisach polskich w 1928 r. zostały z modyfikacjami przyjęte przez Niemców) zostały zmienione stosunkowo nieznacznie. Próby na ścinanie spoin otworowych zostały usunięte, natomiast wprowadzono próby na ścinanie szwów czołowych (celem ułatwienia kontroli na uboczu).

Przepisy wprowadzają tu tę inowację, że Ministerstwo Spraw Wewnętrznych może uznać zbadanie przez się elektrody za nadające się stale do użytku bez każdorazowych badań. Inowacja ta jest bardzo słuszna, umożliwia bowiem wybór elektrod na budowie bez poprzedniego ich badania.

Jest rzeczą jasną, że wykonanie spoiny zupełnie dokładne jest wręcz niemożliwe. Nawet jeżeli przy pomocy np. aparatu nakreśli się granice spoiny, to i tak muszą w wykonaniu

nastąpić niedokładności, niekiedy dość nawet znaczne. Jednak niedokładności sięgające nawet 1,5—2 mm. nie wykluczają możliwości wykonania próbki. Oczywiście jednak wtedy należy zmienić odpowiednio „proporcjonalnie” wymogi wytrzymałościowe, względnie przeliczyć wytrzymałości na wymiary wymagane przez przepisy.

To samo dotyczy oczywiście długości spoin. O ile wykonano je zbyt duże lub zbyt małe, to należy odpowiednio zwiększyć lub zmniejszyć żadaną minimalną siłę rozrywającą. O ile jednak różnice w grubości wykonanych szwów mogą mieć nawet dość nieraz znaczenie, to przy długościach znaczenie tej niedokładności jest minimalne.

Wprowadzono próby na ścinanie spoin czołowych. Byłaby to próba zbyt czołowa, gdyby chodziło o badanie elektrod równoległe z próbą na ścinanie spoin bocznych. Jednakowoż mają one duże uzasadnienie przy badaniu wykonywania spawania na budowie; wymagają bowiem znacznie mniejszych maszyn — np. dla spoin $16 \times 16 \text{ mm}$. potrzeba przy nich tylko siły 27 ton, zamiast 50 ton.

Liberalizm przepisów przejawia się w ustępie, który pozwala na wykonanie konstrukcji nawet wtedy, gdy wyniki prób będą niższe od podanych o 15%, oczywiście przy równoczesnym odpowiednim znizeniu naprężeń dopuszczalnych. Temsamem umożliwione jest wprowadzenie młodych wytwórni i rozpowszechnienie spawania, przy równoczesnym uprzywilejowaniu lepszych.

Kontrola spawaczy i Dziennik Spawania.

Przy pomocy dzisiejszych metod jest możliwe skontrolowanie każdej spoiny w większym stopniu, niż można skontrolować inne materiały konstrukcyjne. Oczywiście w praktyce metody te nie są potrzebne, a są kłopotliwe i drogie. Dlatego też przepisy idą drogą inną, a m. kontroli ogólnej spawacza, którą przeprowadza się perjodycznie co 6 miesięcy, a także przy przejściu z jednej roboty na drugą, jeżeli przytem spawacz był nieczynny przy robotach spawalniczych dłużej niż miesiąc. Spawacz winien wtedy wykonać próby na rozerwanie na zginanie i na ścinanie (spoin czołowych).

Aby ułatwić kontrolę i umożliwić późniejsze zbadanie, który spawacz za którą spoinę jest odpowiedzialny, wprowadziły przepisy specjalny „Dziennik Spawania”.

Dziennik Spawania może być podwójny: warsztatowy i placowy.

Dziennik warsztatowy może być prowadzony albo dla danej specjalnej konstrukcji, albo może jednoczyć w sobie wszystkie roboty spawalnicze, wykonane przez dany warsztat. Regulą będzie ten drugi sposób, zwłaszcza przy robotach mniejszych. Natomiast w razie dużej roboty spawalniczej, wykonywanej w warsztacie wskazane będzie założenie dla niej odrębnego dziennika, będzie go bowiem można przekładać na żądanie wprost Władzy Budowlanej, zamiast wykonywać żmudne odpisy.

Dzienniki podane stosowano i obecnie w lepszych wytwórniach, aczkolwiek prowadzone były nieraz fragmentycznie i niesystematycznie. Wprowadzenie obowiązkowe ułatwi w wybitnym stopniu z jednej strony kontrolę spawania, z drugiej zmusi do lepszej i troskliwej roboty i to właśnie jest celem tego ustępu przepisów,

Dziennik Spawania placowy ma cel ten sam — w odniesieniu do robót wykonywanych na placu budowy. Jeżeli zaś kontrola spawania w warsztacie istniała i dzisiaj, to gorzej było zwykle z kontrolą na placu budowy, gdzie nieraz na należyte zapisywanie „brakło czasu”, a gdzie przecież z natury rzeczy robota musi być gorsza niż w warsztacie.

Na budowie musi stale znajdować się taki projekt ogólny konstrukcji wraz z obliczeniem statycznym. Nie jest natomiast wymagane, aby plany szczegółowe były wykonane przed przystąpieniem do robót. Niejednokrotnie bowiem plany wykonywa się sukcesywnie. Niejednokrotnie też podrzędniejsze konstrukcje spawane wykonywa się wprost na budowie, bez przygotowania planów szczegółowych. Żądanie tych planów mogłoby nieraz odraczać termin wykonania i opóźniać robotę.

Przepisy unikają pod tym względem skrajności zbytniej sztywności, zbytniego biurokratyzmu. Dziennik Spawania natomiast daje i w tym wypadku gwarancję należytej kontroli.

Krótki ten rys pozwala zorjentować się w wytycznych naszych nowych przepisów. Z pracy naszej ustanowionej w dziedzinie spawania możemy być dumni. Byliśmy pierwszym państwem, które wydało przepisy dotyczące stalowych konstrukcji spawanych. Korzystali i posługiwali się nimi inni. W nowych zaś przepisach unikamy sztywnego szablonu niemieckiego. Są one ostre, a jednocześnie elastyczne i liberalne. Nakazują dużą kontrolę, stawiają wysokie wymagania, a równocześnie nietylko nie krępują rozwoju stalowych konstrukcji spawanych, ale w wybitnym stopniu posuwają go naprzód, i dają możliwość coraz dalszego doskonalenia materiałów, metod i samych konstrukcyj.

Nouvelles prescriptions polonaises concernant les constructions soudées en acier.

L'auteur donne, d'une façon détaillée, les renseignements sur les nouvelles prescriptions et les compare avec les prescriptions allemandes.

Neue polnische Vorschriften für geschweisste Stahlbauten.

Der Verfasser analysiert sehr genau die polnischen Vorschriften und vergleicht sie mit den deutschen.

021.791.5 : 66.075.5
750 słów + 6 rys.

Zastosowanie metody nawskroś do budowy butli na gazy niskopiężne.*)

Jak wielkie znaczenie ma wybór odpowiedniej metody spawania na powodzenie danej konstrukcji, dowodzi ogromny postęp w dziedzinie budowy zbiorników spawanych do gazów niskopiężnych.

W budowie tych zbiorników doskonale zastosowanie znalazło spawanie acetylenowe metodą t. zw. „nawskroś”.

Metoda nawskroś zapewnia doskonałe połączenie na całej grubości łączonych blach z dwustronnie wzmocnionym szwem, jak to wskazują rys. 1 i 3, bez specjalnych starań spawacza.

Metodami w lewo lub w prawo, również uzyskać można spoiny dobrze przetopione, ale to przetopienie jest znacznie trudniej osiągnąć i do pracy tej trzeba brać b. dobrego spawacza. Natomiast metodą „nawskroś” każdy przeciętny spawacz z łatwością wykona dobrą spoinę i ten wzgląd również decyduje o rozpowszechnieniu się tej metody.

Dokładny opis metody spawania nawskroś zamieściliśmy już w Nr. 10, 1930 naszego czasopisma, dla orientacji jednak podajemy zasadnicze cechy tej metody.

*) Według Revue de la Soudure Autogene, grudzień 1932.

Blachy do spawania ustawia się pionowo, lub pochyło i spoinę prowadzi się od dołu ku górze.

Najpierw stapia się krawędzie u samego dołu wytapiając mały otworek i tworząc t. zw. mostek, od którego rozpoczyna się spawanie. Płomień trzyma się prostopadle do płaszczyzny blach i na wprost otworu; siłą podmuchu płomienia usuwa się z metalu wszelkie zanieczyszczenia w postaci tlenków i t. p., co wpływa na czystość metalu spoiny.

Palnik i spoiwo opisują ruchy wskazane na rys. 2. Spoiwo można trzymać nad płomieniem lub pod płomieniem. Posuwając się ku górze zalewa się otwór, wytapiając jednocześnie otwór coraz to wyżej. Charakterystycznym dla tej metody jest stałe utrzymywanie otworu w miejscu topionem. Spoiwo po stopieniu przelewa się na dwie strony — tak, że wygląd spoiny z obydwóch stron jest prawie jednakowy (rys. 3).

Dzięki zgrubieniu spoiny z dwóch stron wytrzymałość jej jest znacznie wyższa w stosunku do blachy i — jak wykazały próby — zbiorniki wykonane tą metodą, poddane próbie na rozzerwanie, pękają zawsze w pełnej blasze.

Pod względem kosztów, metoda ta jest nieco droższa, więc też nie stosuje się jej do zbiorników o większej średnicy, gdzie nieprze-