

**PRZEPISY PROJEKTOWANIA
I WYKONYWANIA STALOWYCH
KONSTRUKCYJ SPAWANYCH
W BUDOWNICTWIE**

wydane przez Min. Spraw Wewn. za Nr. 93 dn. 6.X.1933

Objaśnienia podał
Prof. Stefan Bryła

NAKŁADEM STOWARZYSZENIA DLA ROZWOJU
SPAWANIA I CIĘCIA METALI W POLSCE

W A R S Z A W A 1 9 3 4

WYMIANO Z DOBLETÓW
Białostki Rygodowej



Przepisy projektowania i wykonywania stalowych konstrukcji spawanych w budownictwie.

Okólnik Ministerstwa Spraw Wewnętrznych Nr. 93 z dn. 6. X. 1933 r.

§ 1. Zasady ogólne.

1. Przepisy niniejsze dotyczą łączenia poszczególnych składowych części stalowych konstrukcji za pomocą spawania. Przy obliczaniu statycznym konstrukcji obowiązują ustalone normy obciążeń i naprężeń dopuszczalnych dla konstrukcji budowlanych.

2. Spawanie powinno być wykonywane metodą, gwarantującą należyte wyniki, jak spawanie elektryczne łukowe prądem stałym i zmiennym, spawanie acetylenowo-tlenowe, spawanie elektryczno-oporowe, spawanie acetylenowo — lub wodorowo-elektryczne.

3. Metoda spawania powinna być dostosowana do charakteru połączeń spawanych danej konstrukcji.

4. Ministerstwo Spraw Wewnętrznych może w poszczególnych wypadkach pozwolić na odstępnie od norm, zawartych w niniejszych przepisach, pod warunkiem przeprowadzenia odpowiednich doświadczeń i należytego uzasadnienia teoretycznego.

§ 2. Projekt konstrukcji spawanej.

1. Przy projektowaniu stalowych konstrukcji spawanych należy wziąć pod uwagę specjalne ukształ-



1

315. O. A. A
WYDZ.
ARCHITEKTURY

Dr. J. M. A. VIII 1957 r.

towanie przekrojów, dostosowane do charakteru i właściwości stosowanej metody spawania.

2. Na projektach konstrukcyj spawanych powinny być wyraźnie podane:

- a) metoda spawania (§ 1, p. 2);
- b) wszystkie spoiny,—z wyjątkiem punktów (spoin) szepnych, których oznaczenie na projektach nie jest obowiązkowe—z podaniem ich położenia i wymiarów;
- c) kolejność wykonania spoin;
- d) zasadniczy podział spoin na spoiny do wykonania w warsztacie i na spoiny do wykonania na miejscu budowy.

§ 3. Normy dla obliczeń statycznych.

1. Przy obliczeniach spoin w połączeniach konstrukcyj stalowych należy przyjmować następujące zasadnicze naprężenia dopuszczalne:

na rozciąganie, ściskanie i zginanie — 1000 kg/cm²;
 na ścinanie dla spoin bocznych, oraz pachwinowych: w_s (naprężenie na 1 cm. bież.), w zależności od wymiarów spoiny $s \times s$:

| $s \times s$ mm. | 5×5 | 6×6 | 8×8 | 10×10 | 12×12 | 14×14 | 16×16 | 18×18 | 20×20 |
|---------------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| w_s kg/cm.b. | 350 | 380 | 450 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 |

Powyższe dane ważne są dla zasadniczego naprężenia dopuszczalnego konstrukcji k , równego 1200 kg/cm²; dla innej wartości tegoż k należy powyższe wartości pomnożyć przez współczynnik

$$\varphi = \frac{k}{1200}$$

Dla spoin czołowych powyższe wartości można powiększyć o 10%.



Dla spoin sufitowych należy naprężenia dopuszczalne zmniejszyć o 25%, o ile próby wykonane w tej pozycji nie pozwolą na zastosowanie naprężeń wyższych.

Również o 25% należy zmniejszyć naprężenia dopuszczalne dla spoin pachwinowych, wykonanych w kącie mniejszym niż 60°.

Spoiny, których należyte wykonanie jest wątpliwe, należy zupełnie pominąć w obliczeniu.

2. Jeżeli próby, wykonane według § 6, dadzą rezultaty wyższe od przewidzianych, to można w tymże stosunku podnieść naprężenia dopuszczalne.

3. Jako wymiar poprzeczny spoiny przyjmować należy.

a) dla spoin stykowych — grubość elementów łączonych; przy łączeniu blach o różnej grubości — mniejszą z tych grubości;

b) dla spoin pachwinowych wysokość zakreśkowanego na rys. 1 trójkąta równoramiennego prostokątnego $s'=0,7s$ (rys. 1 i 2);

c) dla spoin brózdowych wykonanych wedle rys. 3a wysokość trójkąta równoramiennego prostokątnego $s'=0,7s$;

d) dla spoin brózdowych wypełnionych wedle rys. 3b najmniejszą grubość s lub szerokość m spoiny.

4. Przy obliczaniu długości spoiny nie uwzględnia się kraterów.

Za długość spoiny brózdowej, wykonanej wg. rys. 3a, należy przyjąć długość obwodu brzozy.

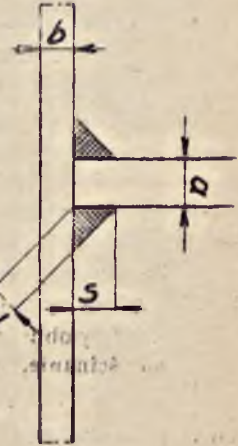
5. Przy obliczaniu naprężeń w spoinach, pracujących na ścinanie, należy posłużyć się wzorem

$$P = \Sigma w l \text{ kg,}$$

gdzie P — siła przenoszona przez spoiny w kg,

l — długość spoiny w cm po potrąceniu kraterów,

w — naprężenie dopuszczalne spoiny w kg/cm.b.



6. Osłabienie przekrojów otworami montażowymi należy uwzględnić w projekcie.

§ 4. Zasady projektowania spawania.

1. Przy projektowaniu konstrukcji stalowej spawanej należy ją ściśle dostosować do wymagań techniki spawania, co osiąga się przez odpowiedni wybór przekrojów prętów, dźwigarów, elementów połączeniowych, oraz sposobu połączeń. Należy również ustalić odpowiednią kolejność wykonania poszczególnych połączeń spawanych. W specjalnych wypadkach należy też określić kierunek wykonania spoiny, a także przewidzieć jednoczesne spawanie symetrycznych elementów przez dwu lub kilku spawaczy.

2. Spoiny powinny być tak rozłożone, żeby pod wpływem sił zewnętrznych o ile możliwości nie pracowały na skręcanie.

3. Przy połączeniach niesymetrycznych profili należy rozmieścić spoiny w ten sposób, ażeby ich środek ciężkości odpowiadał środkowi ciężkości danego pręta. O ile nie uda się tego osiągnąć, należy uwzględnić w obliczeniu powstałe z tego powodu dodatkowe naprężenia.

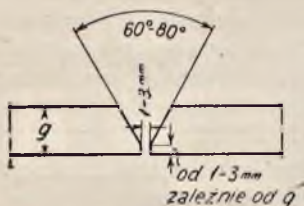
4. Najmniejsza długość spoiny powinna wynosić 40 mm. po potrąceniu długości kraterów, przyczem długość krateru przyjmuje się zasadniczo równą grubości spoiny s' .

Odstępy w świetle pomiędzy spoinami przerywanymi nie powinny przekraczać 15-krotnej grubości cieńszej części połączenia, względnie czterokrotnej długości spoiny.

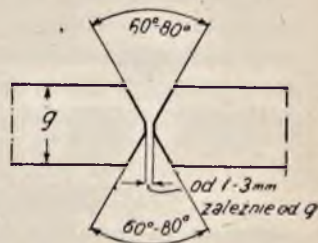
5. Jako zasadę przy projektowaniu spoin stykowych można przyjąć:

- a) blach i kształtowników do 4 mm. grubości zazwyczaj nie ukosuje się;
- b) przy większych grubościach blach i kształtowników ukosowanie jest konieczne.

Ukosowanie można wykonać nie na całej grubości blachy g , lecz pozostawić od 1 do 3 mm. nieukosowane, jak pokazano na rysunkach rys. 4 i 5 dla dwu różnych sposobów zukosowania, na V i na X. Kąt zukosowania powinien być 60° do 80° . Odstęp pomiędzy częściami łączonymi w najwęższym miejscu powinien wynosić od 1 do 3 mm. zależnie od ich grubości.



Rys. 4.



Rys. 5.

O ile poszczególne metody wymagają innego przygotowania, można od powyższych zasad ukosowania odstąpić.

6. Należy w miarę możliwości unikać spoin pachwinowych w kącie mniejszym od 45° .

7. Przy spoinach bródzowych szerokość brzozy powinna być równa co najmniej $1\frac{1}{2}$ -krotnej grubości blachy przy krawędziach nieukosowanych, wzgl. 10 mm przy bródzach zukosowanych.

Najmniejszy poprzeczny odstęp brózd w świetle powinien równać się co najmniej potrójnej grubości spoiny.

Spoiny bródzowe należy stosować zawsze, gdy stosunek szerokości nakładki lub pręta do grubości wynosi ponad 25.

8. Przy projektowaniu spoin należy zwrócić uwagę na to, aby można je było wykonać należycie i wygodnie.

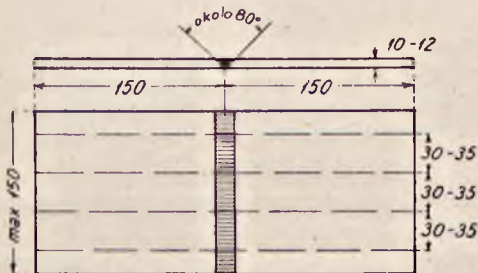
§ 5. Personel i zaopatrzenie instalacyjne.

1. Wykonanie stalowych konstrukcyj spawanych wymaga grantownej znajomości i praktyki w tego rodzaju robocie, wobec czego można powierzać je wyłącznie odpowiedzialnym przedsiębiorstwom, posiadającym odpowiedni personel wykwalifikowanych spawaczy pod bezpośrednim nadzorem inżyniera specjalisty, posiadającego odpowiednią wiedzę i doświadczenie.

2. Przedsiębiorca prowadzący roboty spawalnicze, powinien posiadać odpowiednie urządzenia, należyce zainstalowane i utrzymane w dobrym stanie.

§ 6. Materiały do spawania.

1. Jako materiał macierzysty dla konstrukcyj spawanych przewiduje się stal konstrukcyjną, odpowiadającą przepisom dla stali konstrukcyjnej, zawartym



Rys. 6.

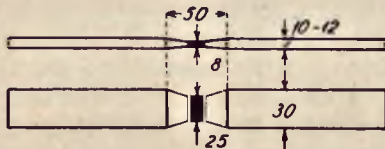
w rozporządzeniu Ministra Robót Publicznych z dnia 18 czerwca 1929 r. (Dz. U. R. P. Nr. 54, poz. 431, załącznik 2).

Stale konstrukcyjne wysokowytrzymałościowe można stosować do konstrukcyj spawanych po udowodnieniu na podstawie wyników przeprowadzonych prób, że materiał ten nadaje się do spawania.

2. Własności spoiwa powinny być ustalone przy pomocy prób na: a) rozerwanie, b) zginanie i c) ścinanie.

a) Próby na rozerwanie.

Dla dokonania próby należy spoić dwie blachy o wymiarach 150×150 mm o grubości od 10 do 12 mm., zukosowane pod kątem 60° do 80° zapomocą spoiny V (rys. 6). Po spojeniu należy blachę przeciąć na 5 pasków, z których odrzuca się 2 zewnętrzne paski, 3 zaś wewnętrzne o szerokości 30–35 mm., obrabia się w środkowej części w ten sposób, ażeby otrzymać przekrój 8×25 mm. na długości 50 mm. (rys. 7).



Rys. 7.

Obrobione w powyższy sposób 3 próbki poddaje się badaniu na rozerwanie. Napężenie rozrywające powinno wynosić najmniej 3700 kg./cm^2 .

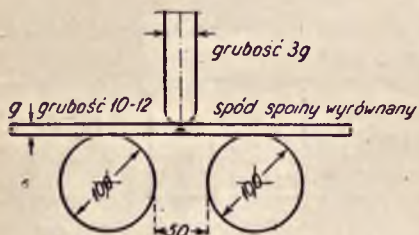
b) Próby na zginanie.

Próbki na zginanie przygotowuje się tak samo, jak próbki na rozerwanie w/g § 6, pkt. 2 lit. a, jednak nie obrabia się ich w części środkowej, lecz zaokrągla się krawędzie po szerszej stronie spoiny, przyczem spód spoiny powinien być zgrubsza wyrównany.

Próbki należy poddawać zginaniu według jednego z następujących sposobów:

- aa) w położeniu poziomem, w warunkach wskazanych na rys 8,
- bb) w położeniu pionowym w/g wskazówek rys. 9; w tym wypadku należy próbki uprzednio lekko zgiąć w imadle lub wedle rys. 8.

Próbki należy zginać do chwili ukazania się pierwszego pęknięcia, przy czym kąt zgięcia (rys. 10). powinien wynosić najmniej 60° .



Rys. 8.



Rys. 9.

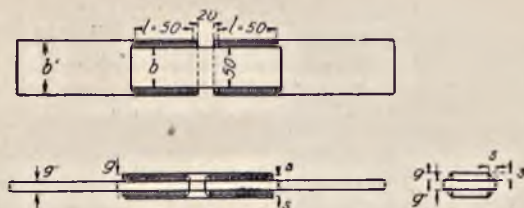
c) Próby na ścinanie.

aa) Próby na ścinanie spoin bocznych (rys. 11),
 Próby wykonywa się z przekrojów płaskowników



Rys. 10.

i blach, wskazanych niżej w tabeli w kolumnie pierwszej, przy wymiarach spoin, wskazanych w kolumnie drugiej.



Rys. 11.

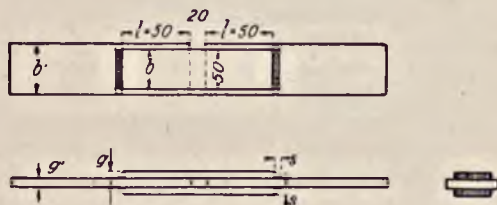
Wytrzymałość spoin na ścinanie powinna wynosić conajmniej K_s .

| Wymiary płask. $g \times b$. mm. | Wymiary spoin $s \times s$ mm. | Siła S t | Wytrzymałość K_s kg./cm.b. |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------|---------------------------------|
| 10×50 | 6×6 | 28,0 | 1400 |
| 12×50 | 10×10 | 36,0 | 1800 |
| 16×50 | 16×16 | 48,0 | 2400 |

Wymiary blach $b' \times g'$ należy tak dobrać, aby przyniosły one z zapasem siłę S .

Należy wykonać $3 \times 3 = 9$ prób. Kratery należy w obliczeniu pominąć.

bb) Próby na ścinanie spoin czołowych (rys. 12).



Rys. 12.

Próby wykonywa się z płaskowników, połączonych blachami węzłowymi przy pomocy spoin, wskazanych poniżej w tabeli, w kolumnie trzeciej.

Wytrzymałość spoin na ścinanie powinna wynosić conajmniej K_s .

| Wymiary płaskowników mm. | | Wymiar spoin mm. | Siła S t | Wytrzymałość K_s kg./cm.b. |
|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|
| zewnątrzn. $g \times b$ mm. | wewnętrzzn. $g' \times b'$ mm. | | | |
| 6 × 50 | 10 × 60 | 6 × 6 | 16,0 | 1600 |
| 10 × 50 | 15 × 70 | 10 × 10 | 21,0 | 2000 |
| 16 × 50 | 20 × 80 | 16 × 16 | 28,0 | 2800 |

Należy wykonać $3 \times 3 = 9$ próbek.

3. Wyniki prób mogą być od podanych niższe do 15%, jednakże w takim wypadku odpowiednie naprężenia dopuszczalne należy również zmniejszyć w tym stosunku, w jakim wyniki prób dadzą gorsze wyniki od obowiązujących według niniejszego paragrafu (p. 2).

4. Jako miarodajne uważa się średnie wyniki, jednakże najgorszy wynik nie może być niższy niż 80% wymaganej przez niniejsze przepisy wartości średniej, według § 3 p. 2 lub § 6 p. 3.

5. Pałeczki do spawania muszą być wolne od zendry, rdzy i zanieczyszczeń.

6. Materiał pałeczek powinien wykazać dobrą spawalność, topić się gładko i równo bez okazywania nienormalnych własności.

7. Przy spawaniu elektrycznym łukowym pałeczki powinny być pokryte powłoką uszlachetniającą i ochraniającą.

Używanie pałeczek niepowlekanych o odpowiednim składzie jest dopuszczalne, gdy czynią one zadość wszystkim próbom, wymienionym w § 6 pkt. 2.

8. Ministerstwo Spraw Wewn. może uznać pałeczki wyrabiane przez odpowiedzialne firmy, a zbada-

ne według niniejszych przepisów na podstawie uznanych przez się prób za dopuszczalne do wykonywania konstrukcyj spawanych bez każdorazowego badania.

§ 7. Przygotowanie do spawania.

1. Elementy konstrukcyjne powinny być dokładnie wyznaczone i obcięte na miarę.

2. Miejsca dla spoin zarówno warsztatowych, jak i montażowych powinny być wyznaczone w warsztacie na poszczególnych częściach konstrukcji.

3. W wypadkach ukosowania zapomocą cięcia tlenem należy oczyścić mechanicznie powierzchnię ukosowaną, o ile ma ona być spawana elektrycznie.

4. Powierzchnie profili blach spawanych muszą być dobrze oczyszczone z rdzy, farby i zendry na odległości dostatecznej, aby nieczystości nie mogły się dostać do spoiny. Przy spawaniu elektrycznym należy oczyścić je do białego metalu.

5. Jeżeli na biały metal została nałożona cienka warstwa z czystego oleju lnianego (bez farby), można jej nie usuwać.

§ 8. Przyrządy do spawania.

Uchwyty, imadła, jarzma i t.p. mogą być używane do należytego przytrzymywania krawędzi spawanych, jednak zamocowanie części łączonych musi być tego rodzaju, aby nie mogły wyniknąć z tego powodu naprężenia dodatkowe w spoinie.

§ 9. Wykonywanie spoin.

1. Spoiny wykonywa się według metod pracy najodpowiedniejszych do połączeń w zależności od ich położenia. Wydajność palników i łuku powinny być dostosowane do grubości spawanych części na zasadzie danych technicznych. Spawane brzegi winny być dostatecznie stopione równocześnie z dodawanym mater-

jałem na całej głębokości rowka. Spoina powinna być należycie wtopiona w materiał konstrukcyjny.

2. W razie spawania konstrukcji pod kątem należy zwrócić bacznią uwagę na dobre wtopienie spoiny w głębi kąta, utworzonego przez powierzchnie podlegające spawaniu.

3. Spoina powinna być równa, czysta, bez śladu przerywań, bez por i miejsc spalonych i wogóle posiadać te zewnętrzne oznaki, które charakteryzują spoinę właściwie wykonaną.

4. Celem wykluczenia wszelkich przesunięć poszczególnych części jednego elementu podczas spawania przedsiębiorca może według swego uznania zastosować spoiny szepne (punkty szepne), które powinny być jaknajkrótsze.

5. Wzbronione jest nadawać spoinom szepnym inne przeznaczenie niż przewidziane w § 9 pkt. 4. W żadnym wypadku nie wolno z nich korzystać dla podtrzymania rusztowań.

6. Spoina winna być w zasadzie lekko wypukła.

7. Źle wykonane spoiny powinny być usunięte i zamienione. Spoiny takie należy przed ponownym nałożeniem starannie wyciąć ostrem dłutem stalowym (ścinakiem) lub palnikiem.

8. Jeżeli spawanie z jakichkolwiek powodów ulega przerwie, należy specjalnie zwrócić uwagę, aby przy ponownym rozpoczęciu spawania otrzymać stopienie materiału na całej powierzchni zetknięcia się z materiałem poprzednio nałożonym.

9. Przy spawaniu elektrycznym wielowarstwowym należy każdą warstwę dokładnie oczyścić do błyszczącego zdrowego metalu, zanim się przystąpi do nakładania warstwy następnej.

10. Malowanie spoin jest dopuszczalne dopiero po skutecznieniu odbioru. Przed odbiorem zezwala się jedynie na pokrycie spoin warstwą przezroczystego oleju lnianego, jako ochroną od rdzy, por. § 7. p. 5.

11. Przy temperaturze poniżej zera należy zastosować odpowiednie środki, zabezpieczające należytą pracę spawacza. Również należy spawaczowi zapewnić należytą ochronę od deszczu, śniegu i wiatru.

§ 10. Dziennik Spawania.

1. Przy wykonywaniu konstrukcji spawanej na placu budowy należy niezależnie od Dziennika Budowy obowiązkowo prowadzić specjalny Dziennik Spawania Placowy, uwzględniający tylko wykonanie spoin.

2. Do Dziennika Spawania powinien być załączony projekt ogólny konstrukcji spawanej wraz z obliczeniem statycznym.

3. Ewentualne zmiany konstrukcji spawanej należy odnotowywać wraz z umotywowaniem w Dzienniku Spawania, przyczem tego rodzaju zmiany muszą być zaopatrzone podpisem kierownika budowy i przedsiębiorcy. Zmiany te należy uwidocznić na projekcie konstrukcji spawanej.

4. Jeżeli Dziennik Spawania nie jest zaopatrzony w ogólny projekt konstrukcji spawanej w sposób przewidziany § 10 pkt. 2, rozpoczęcie robót konstrukcji spawanej jest wzbronione.

5. W Dzienniku Spawania zapisuje się systematycznie wykonanie wszystkich spoin w odniesieniu do zasadniczego projektu spawania wraz z datami wykonania spoin, oraz nazwiska spawaczy, którzy te spoiny wykonali.

6. Kierownik budowy sprawujący nadzór nad wykonaniem konstrukcji spawanej, jest obowiązany do odnotowywania w Dzienniku Spawania wszystkich zauważonych braków wykonania, a także nakazów usunięcia źle wykonanych spoin, oraz wszelkich zauważonych niedokładności lub odchyłeń od projektu zasadniczego.

7. W Dzienniku Spawania należy obowiązkowo notować stan pogody, mający wpływ na wykonanie



spawania, a więc deszcz, ewent. śnieg, wiatr (słaby, silny), niską temperaturę i t. p.

8. Wszystkie plany i rysunki wykonawcze, jakie oprócz ogólnego projektu wykonawczego zostały sporządzone dla wykonania konstrukcji stalowej, powinny być przechowywane i w każdej chwili dostępne na miejscu wykonania robót.

9. Dla robót spawalniczych, dotyczących danej konstrukcji, a wykonywanych w warsztatach, należy prowadzić specjalny „Dziennik Spawania Warsztatowy”, ze szczególnem uwzględnieniem pkt. 5, 6 i 10 niniejszego paragrafu.

Po ukończeniu robót spawalniczych w warsztacie Dziennik Spawania Warsztatowy dołącza się do ogólnego Dziennika Spawania.

10. Jeżeli warsztat, wykonywujący konstrukcyjne roboty spawalnicze, prowadzi u siebie swój własny Dziennik Spawania Warsztatowy, jednoczący wszystkie roboty spawalnicze, dokonywane przez warsztat z uwzględnieniem powyżej podanych wymagań, wtedy prowadzenie oddzielnego Dziennika Spawania Warsztatowego dla danej budowy według pkt. 9 niniejszego paragrafu nie jest konieczne.

Na żądanie kierownika budowy warsztat wydaje poświadczony podpisem właściciela warsztatu i odpowiedzialnego kierownika robót spawalniczych warsztatu odpis Dziennika Spawania Warsztatowego, dotyczący danej budowy. Stosownie do żądania odpis może obejmować część lub całość robót spawalniczych.

11. Protokół ostatecznego odbioru konstrukcji spawanej należy wciągnąć do Dziennika Spawania i tym samym Dziennik uważa się za zakończony.

§ 11. Kontrola i odbiór robót spawanych.

1. Wewnętrzna kontrola robót obejmuje czynności przed spawaniem, podczas spawania i po spawaniu.

2. Kontrola przed przystąpieniem do robót spawania obejmuje: zbadanie materiału do spawania i zdolności zawodowych spawacza, spawalności metalu, przeznaczzonego do spawania, wartości dodawanego materiału i położenia spoin. Rezultat kontroli powinien być wniesiony do Dziennika Spawania. W zależności od wyniku kontroli kierownik robót wydaje pozwolenie na rozpoczęcie robót spawania.

3. Kontrola podczas pracy spawania obejmuje: sprawdzanie sposobu pracy, siły palnika lub łuku regularności i przebiegu spawania, oraz dobrego topienia krawędzi.

4. Kontrola po pracy spawania obejmuje: zbadanie zewnętrznych oznak, pozwalających na ocenę wartości spawania, względnie zbadanie spoin przy pomocy specjalnych aparatów.

5. Przedsiębiorca obowiązany jest udostępnić organom kontrolującym, wyznaczonym przez Urząd Wojewódzki, wgląd do prac spawania, wykonywanych bądź w warsztacie, bądź na placu budowy.

6. Przy odbiorze ostatecznym konstrukcji spawanej na miejscu budowy należy sprawdzić zgodność spoin z zatwierdzonym projektem pod względem położenia, długości i wymiaru każdej spoiny.

7. Odbiór konstrukcji spawanej może się odbywać w całości lub częściowo w miarę postępu robót spawalniczych, o czym każdorazowo należy wniesić osobną protokolaną wzmiankę w Dzienniku Spawania.

8. Przy większych budowach kierownik budowy może zażądać od przedsiębiorcy, wykonywującego konstrukcje spawane, aparatu do badania spoin.

§ 12. Próby spawaczy.

1. Przedsiębiorca, podejmujący się prowadzenia robót spawalniczych, obowiązany jest przeprowadzić stałe próby spawaczy, i tylko spawacze, którzy przeszli egzamin z wynikiem dodatnim, dopuszczeni być mogą do wykonywania robót spawalniczych.

2. Spawacze powinni być poddawani próbom przez fachowego inżyniera co 6 miesięcy, a także każdorazowo przy przejściu z jednej budowy na drugą, jeżeli tego zażąda kierownik budowy.

3. Każdy spawacz, zatrudniony w budowie, powinien przy próbach wykonać trzy próbki na rozierwanie (§ 6 pkt. 2, lit. a), trzy próbki na zginanie (§ 6, pkt. 2, lit. b) i trzy próbki na ścinanie spoin czołowych (§ 6, pkt. 2, lit. c, bb), uzyskując należyte wyniki. Należy przytem zastosować tę metodę i te pałeczki, które mają być użyte na budowie.

4. Jeżeli spawacz ma wykonywać spoiny sufitowe lub spawać w innej pozycji niż normalnie, powinien również wykonać tego rodzaju próby, przyczem wyniki spawania sufitowego mogą być o 25% niższe, niż przy normalnej próbie (por. § 3 p.1).

5. Sprawozdanie z próby spawacza powinno zawierać dokładne dane o instalacji, z której czerpano energję, o materiale spawanych części, o materiale użytym do spawania, szczegóły, tyżące się samego wykonania i jakości połączenia pod względem dokładnego przetopienia i dokładnego przenikania materiału. Również powinny być zanotowane błędy powierzchniowe, wykończenie i sposób spawania.

6. Nazwisko spawacza, data i miejsce dokonania próby wnosi się do Dziennika Spawania, i w tymże Dzienniku Spawania powinno być odnotowane pozwolenie kierownika budowy na dopuszczenie danego spawacza do wykonania robót spawalniczych na budowie.

7. Za należyte kwalifikacje i umiejętność spawacza odpowiedzialność ponosi przedsiębiorca.

Objaśnienia do
„Przepisów projektowania i wykony-
wania stalowych konstrukcyj spawa-
nych w budownictwie”.

WSTĘP.

Przepisy dotyczące obliczania i wykonywania stalowych konstrukcyj spawanych były u nas bardzo oczekiwane. Przepisy z r. 1928 były już oddawna przestarzałe, projekt przepisów, opracowany przezemnie wspólnie z p. dr. Sznerrem i inż. Dobrowolskim, był wprowadzie stosowany przy wszystkich większych budowlach, jednakowoż formalnie obowiązywać nie mógł. Okólnik Ministerstwa Spraw Wewnętrznych Nr. 93, z dnia 6 października 1933, wprowadza ostatecznie ład w tę dziedzinę, która tego uporządkowania się domagała. Dotyczy on zresztą wyłącznie budowli lądowych, nie dotyczy natomiast mostów ani drogowych, ani tembardziej kolejowych. Przez analogię można go jednak stosować i w mostach, obniżając odpowiednie naprężenia dopuszczalne spoin. Natomiast przy wykonywaniu kładek, suwnic i dźwigów przepisy te mają pełne zastosowanie.

Przepisy ujmują prawie wyłącznie to, na co nie ustaliły się jeszcze reguły. Reguły wykonywania, czy też ustalone sposoby obliczania

nie powinny wchodzić w skład przepisów, ale należą do podręczników lub objaśnień. Widzimy to w przepisach dotyczących stalowych konstrukcyj nitowanych lub konstrukcyj żelbetowych. Pierwsze przepisy dotyczące konstrukcyj spawanych, zwłaszcza niemieckie, nie trzymały się tej zasady. Wobec nowości przedmiotu, wobec nieświadomości inżynierów, którzy go jeszcze nie znali i nie umieli doń podejść, opracowano je znacznie szerzej, umieszczając w nich nieraz to, co do nich wcale nie należało. Polskie przepisy tego unikają. Jest w nich to, co w przepisach być powinno i z—małymi wyjątkami—nic ponadto. Te małe wyjątki zostawiono właśnie ze względu na nowość tego działu techniki.

Objaśnienia, które obecnie do przepisów podają, mają za cel ujęcie i sprecyzowanie tych zasad w odniesieniu do tych przepisów. Istnieje w Polsce już dość bogata literatura, dotycząca konstrukcyj spawanych, literatura, która zaważyła na literaturach obcych. Wiele prac polskich było przełożonych na obce języki. Toteż publikacje te są podstawą, na której opierają się objaśnienia. Są to przedewszystkiem prace następujące:

a) Ogólne.

- A. Sznerr. „Podręcznik spawania i cięcia metali“. Tom I. Materjały i urządzenia. Warszawa, 1929.
- A. Sznerr i Z. Dobrowolski. „Podręcznik spawania i cięcia metali“. Tom II. Technika spawania. Warszawa, 1931. Tom III. Zeszyt 1. Zastosowania. Warszawa, 1934.
- J. Biernacki i K. Nadolski. „Podręcznik spawacza“. Warszawa, 1930.
- P. Tułacz. „Spawanie i cięcie metali“, Łódź — Katowice, 1930.
- * * * „Kurs spawania i cięcia metali w pytaniach i odpowiedziach“. Warszawa, 1932.

b) Specjalne.

St. Bryła. „Spawanie elektryczne żelaza w budownictwie i mostownictwie“. Warszawa, 1927.

St. Bryła. „Żelazne mosty spawane“. Warszawa, 1931.

St. Bryła. „Żelazne konstrukcje spawane“. Lwów, 1931.

Podręcznik Inżynierski, tom III, St. Bryła, Z. Dobrowolski i A. Sznerr. „Żelazne konstrukcje spawane“. Lwów i Warszawa, 1932.

St. Bryła. „Spawane konstrukcje rurowe“, Warszawa, 1933.

Inż. P. Tułacz. „Atlas konstrukcji spawanych“, 1934.
Nadto roczniki czasopisma „Spawanie i Cięcie Metali“.

Do Art. 1.

Przy obliczaniu konstrukcyj spawanych należy brać oczywiście za podstawę te obciążenia i te naprężenia dopuszczalne, jakie uwzględnia się przy obliczeniu konstrukcyj wszelkiego rodzaju, a konstrukcyj nitowanych w szczególności. Zasadnicze naprężenie dopuszczalne dla tych ostatnich wynosi 1200 kg/cm^2 i ta też wielkość jest podstawą, na której przyjęte są naprężenia dopuszczalne dla konstrukcyj spawanych (por. art. 3 Przepisów.*)

Przepisy pozwalają na stosowanie każdej metody spawania, która gwarantuje należyte wyniki. Należy ją dostosować do charakteru konstrukcji. W największej ilości wypadków będzie to spawanie łukiem elektrycznym, lub spawanie acetylenowe, rzadko inne. Dopuszczalne jest także spawanie tej samej konstrukcji przy pomocy dwu metod, np. spawanie łukiem w warsztacie, zaś acetylenem na budowie, o ile dostarczenie lub wytworzenie prądu na miejscu budowy jest bardzo trudne lub niemożliwe.

*) W dalszym ciągu słowo „Przepisy“ oznaczać będzie omawiany Okólnik Ministerstwa Spraw Wewnętrznych Nr. 93.

Oczywiście dopuszczalne jest zawsze bez żadnej wątpliwości przygotowanie (przycięcie) materiału przy pomocy palnika tlenowo-acetylenowego. Przepisy wymagają tylko (§ 7, p. 4.), aby przy spawaniu elektrycznym elementy, ukosowane przy pomocy cięcia tlenem, oczyścić mechanicznie (szczotką drucianą, piasecznicą).

Wreszcie Przepisy postanawiają w tym artykule, że można opracowywać projekty spawanych konstrukcyj i wykonywać je wedle zasad odmiennych niż podane w Przepisach. Oczywiście może zachodzić to tylko w pojedynczych wypadkach, przy robotach większych, albo specjalnych, i to dla ważnych powodów. Dopuszczalne jest to bowiem wyłącznie na podstawie specjalnego pozwolenia Ministerstwa Spraw Wewnętrznych, którego uzyskanie nie może być łatwe, a nadto musi wymagać odpowiedniego czasu. Tem samem jednak nie zamyka się drogi rozwojowi spawania i konstrukcyj spawanych, wręcz przeciwnie, ułatwia się go, jednak pod kontrolą władz.

Do Art. 2.

Ze względu na charakter połączeń spawanych powinno się w nich inaczej dobrać przekroje niż w nitowanych. Np. pasy blachownic, jakie wykonywano przy nitowaniu przy pomocy dwu kątówek, są tu nieracjonalne; należy stosować na blachach stojących wprost nakładki poziome. Pasy więzarów dachowych, składane także również bardzo często z dwu kątówek, celem pochwycenia blach węzłowych, wykonywa się tutaj z teówek. Przekroje słupów muszą być inne (por. „Żelazne konstrukcje spawane“). Przy konstruowaniu nakładek blachownic, pasów belek kratowych itd. stosuje się za-

zwyczaj grube blachy, przy konstruowaniu pod-
staw słupów — płyty, dochodzące do 100 mm
grubości.

Sposób oznaczenia spoin nie został do-
tychczas w Polsce znormalizowany. Jakiego-
kolwiek jednak sposobu oznaczeń użyjemy,
muszą na rysunku być oznaczone wszystkie
spoiny, przytem wyraźnie należy odróżnić war-
sztatowe od budowlanych. Wskazane jest po-
danie kolejności wykonania spoin.

Do Art. 3.

Mówiąc o tym artykule, trzeba omówić
w pewnym stopniu również § 6. Jak wyżej
wspomniałem, naprężenia dopuszczalne k_s spoin
ustalone są w stosunku do zasadniczego naprę-
żenia dopuszczalnego materiału macierzystego
 $k = 1200 \text{ kg/cm}^2$. Jeżeli naprężenie to jest
większe czy mniejsze, to i naprężenia spoin
 k_s ulegają zmianie w tym samym stosunku. Nap-
rężenia te są uzależnione również od prób pa-
łeczek i od prób spawaczy. Jeżeli chociaż je-
dna z tych prób da rezultaty niższe, to należy
obniżyć k_s w tym samym stosunku. Można
z drugiej strony podnieść te naprężenia, jednak
pod warunkiem, że i próby pałeczek i próby
spawaczy (a zatem obie) dadzą rezultaty
wyższe.

Z uwzględnieniem § 6 p. 8, należy rozu-
mieć § 3 tak: Przy każdej budowie należy albo
stosować pałeczki marki, wyrabianej przez od-
powiedzialne firmy, a zaaprobowane przez Mi-
nisterstwo Spraw Wewnętrznych, albo też badać
je każdorazowo wedle § 6 p. 2. Oczywiście
Ministerstwo zatwierdzać będzie pałeczki, które
spełniają warunki wyszczególnione w tym pun-
kcie, a więc takie, dla których można stosować

naprężenia dopuszczalne podane w § 3. Pałeczek, które warunków tych nie spełniają, Ministerstwo nie będzie zatwierdzać i trzeba będzie badać je każdorazowo.

Jest to oczywista i bardzo słuszna premja dla pałeczek, wyrabianych przez odpowiedzialne firmy i w należyty sposób, a zatem pałeczek pełnowartościowych.

O ile chodzić będzie o możliwość stosowania naprężeń dopuszczalnych wyższych, to jest to dozwolone pod warunkiem przeprowadzenia prób, wykazujących dopuszczalność tego.

Należy wnioskować, że normalnie będzie się takie próby przeprowadzało dla każdej większej budowy oddzielnie, jednakowoż Ministerstwo ma zawsze możliwość stałego pozwolenia na stosowanie większych naprężeń dla pewnych pałeczek, co oczywiście musi wymagać badań specjalnych.

Natomiast — o ile badania przeprowadzone nie dadzą pożądaných rezultatów, — to pałeczki muszą być badane każdorazowo, a naprężenia dopuszczalne mogą być, zależnie od każdorazowego wyniku, albo przyjmowane w wysokości wedle § 3, albo zmniejszane proporcjonalnie do wyników prób.

Jeżeli projekt jest wykonany dla naprężeń wedle § 3, to w razie uzyskania wyników gorszych, należy przeprojektować przed wykonaniem spoiny odpowiednio do zmienionych warunków.

Można rozumieć, że takie każdorazowo wykonywane próby powinny być przeprowadzone w obecności przedstawiciela Władzy Budowlanej najniższej instancji i że są ważne tylko na danej budowie.

Naprężenia dopuszczalne.

Naprężenia dopuszczalne na rozciąganie, ściskanie i zginanie zostały przyjęte w wysokości 1000 kg/cm^2 .

Jest to cyfra stosunkowo wysoka; jeżeli jednak weźmiemy pod uwagę, że żądany współczynnik wytrzymałości na rozerwanie wynosi 3700 kg/cm^2 , otrzymujemy współczynnik bezpieczeństwa 3,7, a zatem dość znaczny, znacznie większy niż dla materiału macierzystego. Dla t. zw. żelaza handlowego wynosi wytrzymałość zazwyczaj $3500 - 3700 \text{ kg/cm}^2$ (czasem nawet mniej); przy naprężeniu dopuszczalnym 1200 kg/cm^2 oznacza to pewność około 3-krotną, zazwyczaj nawet nieco mniejszą. Stosunek wzajemny jednego i drugiego współczynnika bezpieczeństwa jest ujęty należyście, jeżeli uwzględnimy sposób powstawania jednego i drugiego materiału.

W konsekwencji, przy łączeniu prętów na rozciąganie lub ściskanie przy pomocy spoin stykowych, przy zastosowaniu zasadniczego naprężenia dopuszczalnego dla spoin, musi się stosować wzmocnienia przekroju w postaci pogrubienia, przykładek i t. p. Jednakowoż przy zastosowaniu wyborowych elektrod i przy bardzo dobrym wykonaniu można połączenie stykowe wykonać z wystarczającą pewnością bez tych wzmocnień. U nas umożliwia to ustęp 2 omawianego paragrafu, który mówi, iż naprężenia dopuszczalne zasadniczo można podnieść zawsze w tym stosunku, w jakim próby, wykonane według § 6, dadzą rezultaty wyższe od przewidzianych.

Naprężenie dopuszczalne materiału macierzystego wynosi w zwykłych warunkach w budownictwie 1200 kg/cm^2 , naprężenie dopu-

szczalne spoiny $k_s = 1000 \text{ kg/cm}^2$. W warunkach tych zatem $k_s < k$; jeżeli więc pręt ma być w pełni wykorzystany, różnicę sił przenieść należy przez przykładki. Różnica ta wynosi

$$\Delta S = \frac{S(k - k_s)}{k},$$

gdzie S jest siłą działającą na dany pręt.

Wedle Przepisów

$$\Delta S = S \cdot \frac{1200 - 1000}{1200} = 0,167 S \approx 0,17 S$$

Siła ta przeniesiona być musi przez przykładki, o ile nie chcemy stosować odpowiedniego pogrubienia spoiny w styku.

Jeżeli jednak przy badaniu pałeczek na rozerwanie osiągnie się dla danego materiału i dla danego spawacza wytrzymałość na rozerwanie wyższą niż 3700 kg/cm^2 , to w tym samym stopniu można podnieść k_s . Jeżeli uzyskane w ten sposób wartości wynosić będą $3700 (1200 : 1000) = 4440 \text{ kg/cm}^2$, to wtedy połączenie stykowe uzyskać można bez stosowania przykładek. Wartość ta jest zupełnie do uzyskania.

Z brzmienia przepisów można wnioskować, że spawanie stykowe bez zwiększenia przekroju stykowego jest dopuszczalne pod następującymi warunkami:

1. Pałeczki muszą być poddane specjalnemu badaniu, na podstawie którego Ministerstwo Spraw Wewn. może je zakwalifikować jako dozwolone do spawania stykowego, względnie, jako dające w zasadzie wytrzymałość na rozerwanie 4440 kg/cm^2 . Poświadczenie takie może być wydane dla danego gatunku raz na zawsze.

2. Przed przystąpieniem do danej roboty powinienn być specjalnie zbadany spawacz wyko-

nywujący ją i przy próbach osiągnąć również tę samą średnią wytrzymałość.

Naprężenia dopuszczalne na ścinanie zostały przyjęte zmienne w zależności od grubości spoiny. Jest to dostosowanie się do faktu, że spoiny te przy mniejszych wymiarach poprzecznych posiadają większą wytrzymałość jednostkową (na cm^2 przekroju), niż przy większych, a to z powodów następujących:

Spoiny cienkie wykonywamy 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 1 — 2 mm i dla wszystkich grubości szwów jest mniej więcej jednakowa. To znaczy, że spoiny cienkie są stosunkowo więcej wtopione, niż grubsze, są więc pewniejsze.

Podaję tu tę tabliczkę uzupełnioną wartościami dla spoin czołowych, dla naprężeń normalnych $k = 1200 \text{ kg/cm}^2$, oraz dla naprężeń $k = 1000$ i 1400 kg/cm^2 , jakie również bywają stosowane w budownictwie.

W poniższej tablicy przyjąłem naprężenia dopuszczalne dla spoin czołowych o wymiarach 5×5 , 6×6 i 8×8 równe naprężeniom dopuszczalnym dla odpowiednich spoin bocznych.

Dla spoin sufitowych obowiązują podane w tabeli cyfry, niższe o 25% od cyfr dla spoin normalnych. Wiadomo jednakowoż, że spoiny te można wykonać znacznie lepiej, nawet o wartościach równych normalnym. Istnieją

zakłady, w których nawet spoiny te wykonywują specjaliści spawacze. Można tu zastosować te naprężenia normalne po wykonaniu odpowiednich prób i należy wnioskować, że decyduje o tym kierownik budowy. Ma to znaczenie specjalnie przy takich połączeniach dźwigarów do słupów, które przenoszą znaczny moment utwierdzenia.

Naprężenia dopuszczalne na ścinanie
w kg/cm b.

| Rodzaj spoiny | WYTRZYMAŁOŚĆ SPOINY | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 5x5 | 6x6 | 8x8 | 10x10 | 12x12 | 14x14 | 16x16 | 18x18 | 20x20 |
| <i>k</i> = 1000 | | | | | | | | | |
| boczna | 280 | 320 | 400 | 460 | 500 | 540 | 580 | 625 | 670 |
| czołowa | 280 | 320 | 400 | 509 | 550 | 600 | 640 | 690 | 730 |
| sufitowa | 205 | 240 | 300 | 340 | 360 | 405 | 440 | 465 | 500 |
| <i>k</i> = 1200 | | | | | | | | | |
| boczna | 350 | 400 | 480 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 |
| czołowa | 350 | 400 | 480 | 600 | 660 | 715 | 770 | 825 | 880 |
| sufitowa | 260 | 300 | 360 | 410 | 450 | 485 | 525 | 560 | 600 |
| <i>k</i> = 1400 | | | | | | | | | |
| boczna | 410 | 470 | 560 | 640 | 700 | 760 | 820 | 875 | 930 |
| czołowa | 410 | 470 | 560 | 700 | 770 | 835 | 900 | 960 | 1030 |
| sufitowa | 300 | 350 | 420 | 480 | 525 | 570 | 610 | 650 | 700 |

Ustęp 3 paragrafu 3 określa wymiary poprzeczne, jakie należy brać za podstawę obliczenia spoin pachwinowych i brzdowych.

Zdawaćby się mogło, że określenie to jest zbyt duże, gdyż naprężenia dopuszczalne podane są w kg/cm b, a nie w kg/cm². Tak jednakowoż nie jest. Mamy bowiem niejednokrotnie do czynienia ze szwami nierównoramiennymi — zwłaszcza spoiny czołowe wskazane jest wykonywać jako nierównoramienne z uwagi na znacznie lepszy rozkład naprężeń; ponadto zaś Przepisy rozróżniają, w przeciwieństwie do

niemieckich, dwa rodzaje spoin brzdowych, dla których przeto określenie obliczeniowej grubości jest konieczne.

Dla obliczenia spoiny miarodajna pozostaje w każdym razie najmniejsza grubość spoiny, którą przyjmuje się $s' = 0,7 s$. Wymiar ten obliczony jest dla spoin o poszczególnych grubościach w nast. tabliczce:

Wymiary spoin w mm.

| s | 5×5 | 6×6 | 8×8 | 10×10 | 12×12 | 14×14 | 16×16 | 18×18 | 20×20 |
|------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| s' | 3,5 | 4,2 | 5,6 | 7,0 | 8,4 | 9,8 | 11,2 | 12,6 | 14,0 |

W razie stosowania spoiny nierównoramienniej należy określić jej najmniejszą grubość s' z trójkąta nierównoramiennego i odpowiednio zainterpolować. Dla ułatwienia podaję wprost interpolowane wartości w_s dla rozmaitych s' od 4 do 14 mm dla spoin bocznych w_b , czołowych w_c i sufitowych w_t w kg/cm^2 , obliczone dla $k = 1200 \text{ kg/mm}^2$.

| s' | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| w_b | 385 | 445 | 500 | 585 | 660 | 730 | 800 |
| w_c | 385 | 445 | 515 | 645 | 725 | 800 | 880 |
| w_t | 290 | 335 | 375 | 440 | 490 | 545 | 600 |

Np. spoina o wymiarach $s_1 \times s_2 = 6 \times 9 \text{ mm}$ posiada grubość obliczeniową s' :

$$s' = \frac{s_1 \times s_2}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2}} = \frac{6 \times 9}{\sqrt{6^2 + 9^2}} = 5 \text{ mm}$$

Siła, jaką przenoszą w jednym połączeniu spoiny pracujące na ścinanie wynosi

$$P = \sum w_s a \text{ kg} \dots \dots (1)$$

gdzie w_s jest napięciem dopuszczalnym spoiny w kg/cm², zaś a długością spoiny. Wzór podany jest w tej formie, gdyż odpowiada ona najlepiej zróżniczkowanemu dla rozmaitych grubości naprężeniom dopuszczalnym. Wzorów innych, uwzględniających poszczególne wypadki, Przepisy nie podają, wychodzą bowiem, jak wspomniałem wyżej, z najzupełniej słusznego założenia, że nie mają być podręcznikiem projektowania konstrukcyj spawanych, mają tylko określić normy i dać tem samem wytyczne. Nie wydano ich w tym celu, aby uczyć projektowania, ale by inżynierom znającym spawanie wytknąć drogę jednolitego postępowania. W objaśnieniach natomiast pragnę podać kilka wytycznych, dotyczących obliczania połączeń.

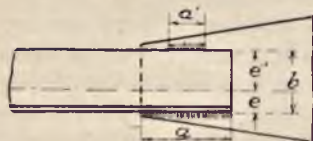
Spoinami pracującymi na ścinanie są zazwyczaj spoiny boczne, czołowe lub brózdowe. Spoiny otworowe spotyka się bardzo rzadko, są też w przepisach pominięte. Spoiny ukośne należy liczyć jako czołowe, jeżeli kierunek ich nachylony jest do osi przyłączonego pręta pod kątem większym od 45°, dla kąta mniejszego od 45° należy je liczyć jako spoiny boczne. W razie równoczesnego stosowania jednych i drugich spoin dobrze jest zastosować ścięcia końcowe pręta, a więc i spoinę o kształcie krzywej (łukową).

Dla zniszczenia połączenia wedle rys. 13. muszą ulec zniszczeniu spoiny na długości $(a + a')$, zatem dla spoin o tych samych wymiarach poprzecznych:

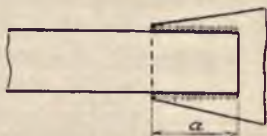
$$P = (a + a') w_s \dots \dots \dots (2)$$

Wzór ten oparty jest na założeniu, że naprężenia rozkładają się równomiernie na całej

długości spoiny. Nie odpowiada to ściśle rzeczywistości, jest jednak ogólnie przyjmowane i wystarczająco pewne.



Rys. 13.



Rys. 14.

Przy przekrojach symetrycznych, należy oczywiście zastosować obustronnie spoinę o tych samych wymiarach (rys. 14). Natomiast przy przekrojach niesymetrycznych, których oś ciężkości odchyła się od środka szerokości pręta, należy długość spoin po obu stronach dostosować do położenia osi ciężkości (por. § 4 Przepisów). Weźmy pod uwagę np. kątownik, to przy tych samych wymiarach poprzecznych spoiny otrzymujemy: $ae = a'e'$, czyli

$$a = \frac{e'}{e} a' \dots \dots \dots (3)$$

Jeżeli z jednej strony umieścimy spoinę o naprężeniu dopuszczalnym w_s z drugiej o naprężeniu dopuszcz. w'_s (w $\text{kg}/\text{cmb.}$), to dla przekroju symetrycznego musi być (rys. 15).

$$w_s a = w'_s a' \dots \dots \dots (4)$$

natomiast dla przekroju niesymetrycznego

$$w_s a e = w'_s a' e' \dots \dots \dots (5)$$

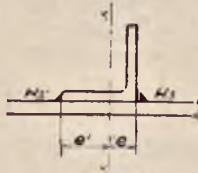
W tym ostatnim wypadku możemy zastosować spoiny o równej długości $a = a'$, jeżeli przyjmiemy

$$w_s e = w'_s e' \dots \dots \dots (6)^*$$

*) W praktyce będzie to stosowane bardzo rzadko.

Spoiny czołowe obliczamy według tych samych wzorów, co spoiny boczne, przyjmując naprężenia dopuszczalne wyższe o 10% niż dla spoin bocznych.

Spoiny czołowe wykazują większą wytrzymałość (o 10 do 20%) od bocznych, natomiast



Rys. 15.

przy tem samym obciążeniu wydłużają się mniej niż spoiny boczne; dlatego, o ile w jednym i tem samym połączeniu są spoiny boczne i czołowe, to w tych ostatnich występują naprężenia wyższe i przy zniszczeniu połączenia — spoiny czołowe pękają pierwsze.

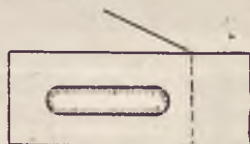
Przy obliczaniu takich kombinowanych spoin nie uwzględnia się przeto większej wytrzymałości spoin czołowych i przyjmuje dla obu rodzajów spoin jednakowe naprężenia dopuszczalne, a mianowicie mniejsze, niż dla spoin bocznych. Zaznaczyć należy, że niektórzy uważają, że i to jest nie dość bezpieczne i biorą do obliczenia tylko połowę długości spoin bocznych. Ten sposób obliczania nie ma jednak teoretycznego uzasadnienia i w wielu wypadkach może dać wyniki zanadto niekorzystne. Wogóle można powiedzieć, że sprawa ta nie jest jeszcze całkowicie wyjaśniona i stoi otworem dla dalszych badań.

Spoiny brózdowe mogą być wykonane w dwojaki sposób: albo wycięcie w blasze bę-

dzie stosunkowo szerokie, a spoina rozmieszczona będzie wzdłuż całego jej obwodu (rys. 16 i 17),



Rys. 16.



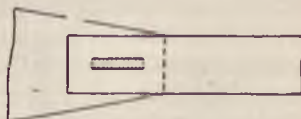
Rys. 17.

albo wycięcie będzie wąskie i w całości wypełnione materiałem pałeczki (rys. 18 i 19).

Przy wcięciu szerokim mamy do czynienia ze spoiną pachwinową, którą oblicza się normalnie według wzoru (1), przyczem długość jej przyjmuje się równą długości obwodu wycięcia. Jeżeli obwód ten wynosi a_0 , to siła, jaką może bezpiecznie przenieść spoina brózdowa, wynosi:



Rys. 18.



Rys. 19.

$$P = w_s a_0 \text{ kg} \dots \dots \dots (7)$$

względnie naprężenie (kg/cmb):

$$\sigma_s = \frac{P}{a_0} \text{ kg/cmb} \dots \dots \dots (8)$$

Jeżeli brózda wypełniona jest w całości materiałem elektrody, to może ona zostać ścięta albo według płaszczyzny o szerokości m , albo według dwu płaszczyzn ab i $a'b'$ (rys. 20,) spoina musi



być przeto przeliczona dla dwu wypadków. Dla pierwszego mamy:

$$P = n \cdot w_{sm} \text{ kg} \dots \dots \dots (9)$$

gdzie n jest długością brózdki, a w_{sm} napr. dop. na 1 cmb, które przyjmujemy w wysokości takiej, jak dla dwu spoin pachwinowych, każdej o grubości $s' = 0,5 m$, czyli $s = 0,5 m : 0,7 = 0,7 m$.

Dla drugiego wypadku mamy:

$$P = 2 n w_{st}, \dots \dots \dots (10)$$

gdzie w_{st} przyjmujemy w wysokości takiej, jak dla spoiny pachwinowej o grub. $s' = t$, względnie $s = 1,4 t$.

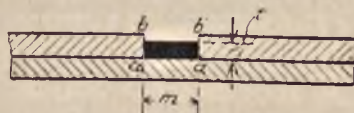
Porównując oba te równania, łatwo zauważyć, że dają wynik jednakowy, gdy

$$w_{sm} = 2 w_{st}, \text{ a ponieważ}$$

$$\frac{w_{sm}}{w_{st}} = \frac{m}{t}, \text{ więc } m = 2 t.$$

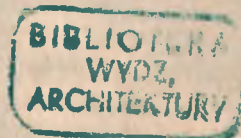
Jest to zatem najodpowiedniejszy stosunek szerokości spoiny brózdowej do jej grubości. Dla $m < 2 t$ należy liczyć na m , dla $m > 2 t$ na t .

Niemieckie przepisy nakazują przekrój użyteczny liczyć po potrąceniu przekroju spoiny



Rys. 20.

brózdowej, dlatego spoiny wg. rys. 18 są w Niemczech niestosowane. W Przepisach polskich tego zastrzeżenia niema, zatem jako przekrój użyteczny uważać można cały przekrój pręta łączonego. Pozwala to u nas na uzyskanie większej oszczędności i racjonalniejszego wykorzystania połączenia — oczywiście przy dobrej robocie.



Dlatego też ustrój brzozy wedle rys.18 jest u nas właściwszy od ustroju wedle rys.16.

Styk belek zginanych oblicza się na moment zgięcia występujący w danym przekroju. Jeżeli przekrój belki ma w miejscu styku moment wytrzymałości W , to i spoina będzie miała ten sam moment wytrzymałości $W_s = W$. Jednakowoż naprężenie dopuszczalne na zginanie dla spoiny jest mniejsze niż dla materiału macierzystego, $k_s < k$, przyczem różnica jest unormowana przez przepisy. Niech $k_s = \alpha k = (1 - \varphi)k$, to wedle przepisów polskich $\alpha = 0,83$, wzgl. $\varphi = 0,17$, wedle niemieckich zaś $\alpha = 0,75$, wzgl. $\varphi = 0,25$. Jest wskazane zatem odsunąć styk od miejsca największego momentu. Jeżeli moment M_s w tym miejscu jest mniejszy od max. M o ilość większą niż $\varphi\%$, to można styk wykonać bez żadnych elementów dodatkowych (rys. 21).



Rys. 21.

Przy bardzo dobrych elektrodach i bardzo dobrem wykonaniu pozwalają przepisy polskie osiągnąć $\alpha = 1$ (por. wyżej), a tem samem styk wykonać bez żadnych przykładek i nakładek nawet w miejscu max M , czego się zresztą zazwyczaj unika.

Jeżeli to się osiągnąć nie da, to musimy zastosować przykładki (z boku) lub nakładki (górną i dołem).

Jeżeli zastosujemy przykładki (rys. 22), to wysokość belki łączonej w miejscu styku nie ulegnie zmianie. Niech moment bezwładności przykładek wynosi I_p , to będziemy mieli:

$$M = \alpha k W + k \frac{2I_p}{h} = k \left(\alpha W + \frac{2I_p}{h} \right)$$

(h jest wysokością belki w miejscu styku).



Rys. 22.

Stąd możemy znaleźć potrzebny moment bezwł. przykładek:

$$I_p = \frac{1}{2} h \left(\frac{M}{k} - \alpha W \right) \text{ cm}^3 \dots (11)$$

Jeżeli zastosowane zostaną nakładki (rys. 23), to wtedy wysokość belki w miejscu styku, zwiększy się o grubość nakładek. Musimy wtedy w obliczeniu wprowadzić dla przekroju belki

nie $W = \frac{2I}{h}$, ale $W' = \frac{2I}{h'}$, zaś dla nakładek

(i ewentualnie przykładek)

$$W_n = \frac{2I_n}{h'}$$

Będziemy mieli wtedy

$$M = \alpha k W' + k W_n = k (\alpha W' + W_n)$$

$$M = \frac{\alpha k \cdot 2I}{h'} + \frac{k \cdot 2I_n}{h'} = \frac{2}{h'} k (\alpha I + I_n),$$

a stąd potrzebny moment bezwł. nakładek.

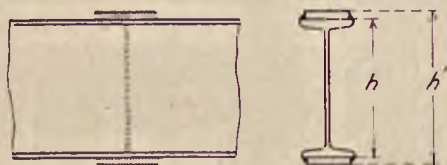
$$I_n = \frac{1}{2} \frac{h'}{k} M - \alpha I \dots \dots \dots (12)$$

W miejscach, gdzie siła poprzeczna jest znaczna, należy ją uwzględnić przy obliczeniu styku.

Obliczenie połączenia na moment zginający M i na siłę poprzeczną T skutecznia się w następujący sposób:

Niech powierzchnia spoiny łączącej dany przekrój wynosi F_s , moment wytrzymałości jej W_s , to w takim razie naprężenie od momentu zginającego

$$\sigma_g = \frac{M}{W_s} \dots \dots \dots (13)$$



Rys. 23.

Naprężenie od siły poprzecznej (w grubem, ale wystarczającym przybliżeniu):

$$\sigma_t = \frac{T}{F_s} \dots \dots \dots (14)$$

Wtedy naprężenie wypadkowe:

$$\sigma_{\max} = \sqrt{\sigma_g^2 + \sigma_t^2} = \sqrt{\left(\frac{M}{W_s}\right)^2 + \left(\frac{T}{F_s}\right)^2} \quad (15)$$

Wielkość σ_{\max} nie może być większa od naprężenia dopuszczalnego na ścinanie k_s .

Wartości k_s w kg/cm^2 wynoszą dla poszczególnych spoin $s \times s$:

| | s | 5×5 | 6×6 | 8×8 | 10×10 | 12×12 | 14×14 | 16×16 | 18×18 | 21×20 |
|----------|--------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $k=1000$ | Bocz. | 830 | 785 | 715 | 650 | 590 | 540 | 515 | 490 | 470 |
| | Czoł. | 830 | 785 | 715 | 705 | 645 | 600 | 565 | 545 | 515 |
| | Sufit. | 615 | 595 | 535 | 480 | 440 | 405 | 390 | 365 | 350 |
| $k=1200$ | Bocz. | 1000 | 950 | 860 | 775 | 705 | 650 | 620 | 590 | 595 |
| | Czoł. | 1000 | 950 | 860 | 845 | 775 | 715 | 680 | 650 | 620 |
| | Sufit. | 745 | 715 | 645 | 580 | 530 | 485 | 465 | 440 | 420 |
| $k=1400$ | Bocz. | 1170 | 1120 | 1000 | 900 | 825 | 760 | 725 | 690 | 655 |
| | Czoł. | 1170 | 1120 | 1000 | 990 | 905 | 835 | 795 | 755 | 725 |
| | Sufit. | 885 | 835 | 750 | 675 | 615 | 570 | 540 | 510 | 495 |

Jako grubość spoiny przyjmuje się jej grubość rachunkową, a więc $s' = 0,7 s$.

Styk belki można wykonać też wedle rys. 24. Wtedy spoinę oblicza się wedle wzoru (15). Wpływ siły poprzecznej jest tu zazwyczaj nieznaczny, tak, że zwykle można liczyć wedle wzoru (13).

Analogicznie oblicza się połączenia belek ze słupami.

Jeżeli np. przytwierdzimy dźwigar przy pomocy dwu spoin leżących na zewnętrznej stronie stopek dźwigara, o grubości s' , a długości a , to otrzymamy:

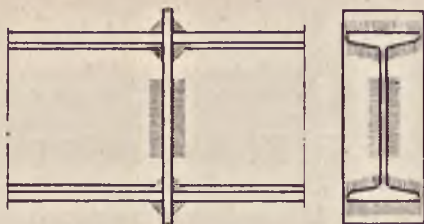
$$F_s = 2 a s', \dots \dots \dots (16)$$

$$W_s = \frac{a}{6} \cdot \frac{(h + 2 s')^3 - h^3}{h + 2 s'} \dots \dots (17)$$

Zamiast wzoru (17) można użyć z najzupełniej wystarczającą dokładnością wzoru

$$W_s = a s' (h + s') \dots \dots \dots (18)$$

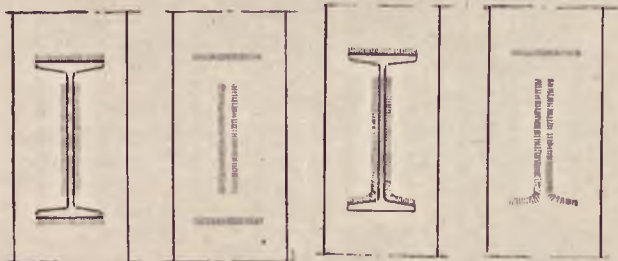
Jeżeli spoiny umieścimy częściowo lub w całości dookoła stopek i ścianki dźwigara, to będziemy mieli kształty ich wedle rys. 25 i 26.



Rys. 24.

Obliczając styk należy wyznaczyć powierzchnię i moment bezwładności odpowiedniego kształtu spoin łączących i naprężenia obliczyć wedle wzoru (15). We wzorze tym należy przyjąć za W_s moment wytrzymałości spoiny, zaś za F_s jej przekrój.

Moment utwierdzania belek przytwierdzonych do słupa podciągu jest tem większy, im większy jest moment bezwładności spoin utwierdzających i im dłuższa jest belka.



Rys. 25.

Rys. 26.

Spoiny dźwigarów wzmocnionych przy pomocy nakładek, oraz blachownic spawanych (składających się z blachy stojącej t. j. ścianki i blach poziomych t. j. nakładek) oblicza się na siłę ścinającą poziomą, jaka występuje w miej-

scu połączenia. Na podporach i w ich pobliżu, gdzie siły ścinające są zazwyczaj największe, umieszcza się spoiny mocniejsze, najczęściej dłuższe, ku środkowi zmniejsza się ich długość a zwiększa odstęp. Jeżeli siła ścinająca jest znaczna, daje się spoiny ciągłe.

Siła ścinająca na długości e cm występująca w miejscu zetknięcia blachy pionowej z poziomymi wynosi:

$$\tau = \frac{TS}{I} e \text{ kg.} = 2 c w_s \dots (19)$$

We wzorze tym:

T — siła poprzeczna w samym przekroju belki w kg.

S — moment statyczny przekroju nakładki (blachy poziomej) ze względu na środek ciężkości przekroju (środek wysokości belki) w cm^3 : $S = \frac{h}{2} F_n$,

I — moment bezwładności całego przekroju w cm^4 , w przybliżeniu:

$$I = 2 F_n \left(\frac{h}{2} \right)^2$$

e — odległość środków poszczególnych spoin od siebie,

c — długość spoin,

F_n — powierzchnia nakładek,

w_s — naprężenie dop. spoiny w kg. na cmb .

Zazwyczaj przyjmuje się grubość i długość spoin, a oblicza się ich odstępy:

$$e = \frac{2 c h w_s}{T} \dots (20)$$

O ile z obliczenia wypadnie $e > 5c$, przyjmujemy $e \leq 5c$. Spoiny ciągłe stosuje się, jeżeli $e < 2c$. Wtedy otrzymamy, przyjmując $e=c=1 \text{ cm}$

$$w_s = \frac{T}{2h} \text{ kg/cmb} \dots \dots (21)$$

Przyjmujemy spoinę o wytrzymałości $\geq w_s$.

Do art. 4.

Jest rzeczą jasną i powszechnie dzisiaj wiadomą, że konstrukcje spawane należy projektować zupełnie inaczej niż nitowane, tak pod względem doboru odpowiednich profili, jakoteż i połączeń. Szczegóły nie należą tutaj; omówione są w literaturze, zacytowanej na początku objaśnienia.

Następne ustępy tego paragrafu określają długości i odstęp od siebie spoin przerywanych. Minimalna długość spoiny powinna wynosić 40 mm (bez kraterów); minimum to jest przyjęte powszechnie. Odstęp spoin w świetle po-

Rys. 27.



Rys. 28.



winien być równy najwyżej 15-krotnej grubości cieńszego z elementów łączonych, np. ścianki w blachownicy; unormowany jest również długością spoiny a i może wynosić najwyżej $4a$.

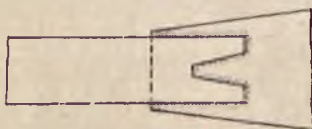
Artykuł ten nakazuje stosowanie spoin brązowych zawsze, gdy szerokość nakładki, wzgl. pręta łączonego przy pomocy spoin bocznych jest znaczna, większa niż 25-krotna jego grubość. Wtedy bowiem naprężenia w tym pręcie rozłożyłyby się zbyt niejednostajnie, a konstrukcja nie posiadałaby tu odpowiedniej pewności. W poszczególnych wypadkach, np. przy

wzmacnianiu nakładkami dźwigarów walcowanych można zamiast szerokiej nakładki ze spoinami brózdowymi zastosować dwie nakładki obok siebie (rys. 27 i 28).

Jeżeli chodzi o połączenie węzłowe pręta, to w danym wypadku zamiast spoiny brózdowej można użyć wycięcia pręta według rys. 29.

Do art. 5.

Artykuł ten ma na celu uniknięcie partacstwa w konstrukcjach spawanych. Bezpieczeństwo tych konstrukcyj uzależnione jest w wysokim stopniu od należytego wykonania. Powierzenie roboty pierwszemu lepszemu majstrowi, lub pierwszej lepszej firmie mogłoby zatem prowadzić wręcz do katastrofy. W Polsce istnieje parę firm, które w spawaniu konstrukcyj stalowych



Rys. 29.

stały wysoko, ale firm tych jest tylko parę. Do wykonywania większych konstrukcyj stalowych można brać wyłącznie firmy, które wykażą się konstrukcjami stalowymi już wykonanymi należycie. Przy wykonywaniu konstrukcyj mniejszych wystarczy oczywiście posiadanie odpowiednich spawaczy i odpowiedniego inżyniera fachowca. Bezpośredni nadzór takiego inżyniera-spawacza jest bezwzględnie konieczny. Przedsiębiorstwo nie posiadające takiego inżyniera-fachowca, nie mówiąc już o należycie wykwalifikowanych spawaczach i odpowiednich urządzeniach, nie może być dopuszczone do wykonywania konstrukcyj spawanych.

Jest to paragraf bardzo ważny i bardzo słuszny. Umożliwia on odrazu, w pierwszych latach rozwoju konstrukcyj spawanych, wprowadzenie ich na racjonalne i dobre tory. Wykonaliśmy już kilka dużych konstrukcyj spawanych*) i możemy być pod tym względem dumni. Chodzi o to, by i na przyszłość utrwaliła się u nas zasada: Kto chce spawać — musi umieć spawać.

Do art. 6.

Przepisy pozwalają zawsze na spawanie stali konstrukcyjnej o wytrzymałości żądanej 3700 kg/cm^2 ; tem samem pozwolone jest spawanie t. zw. żelaza handlowego, które aczkolwiek nieraz nie odpowiada temu wymogowi wytrzymałościowemu, ale wogóle ma te same własności. Natomiast różne stale specjalne, wysokowartościowe zachowują się pod względem spawania rozmaicie. Nie wszystkie materiały próbowano spawać, nie wszystkie dały zupełnie zadowalające rezultaty, aczkolwiek nie ulega żadnej wątpliwości, że prawie zawsze osiągnąć je można. Dlatego też okazało się celem wprowadzenie zastrzeżenia, domagającego się odpowiednich prób dla każdego poszczególnego materiału.

Próby są dzisiaj najczęściej stosowanym i najłatwiejszym do otrzymania probierzem do broci konstrukcji spawanej. Próby podane w tym artykule, wymagane są tak dla zbadania ma-

*) Wymieniam najważniejsze budowlane konstrukcje spawane, wykonane u nas: Izba Skarbowa, Katowice, wykonanie Huty Pokój; P. K. O. Warszawa, wykonanie Sp. Akc. Perun (roboty warsztatowe częściowo Huta Pokój); Prudential, Warszawa, (spawany w warsztacie, nitowany na budowie) wykonanie f. K. Rudzki (roboty warsztatowe częściowo Huta Pokój); gmach F. K. W., Warszawa, wykonanie Zakładów Ostrowieckich.

terjału do spawania (spoin), jakoteż do badania spawaczy (por. § 10.)

Celem zbadania własności spoiwa należy przeprowadzić próbę na rozerwanie, na zginanie i ścinanie. W stosunku do przepisów z r. 1928 opuszczono badanie elektrod na wydłużenie, z uwagi na to, że przepisy te dotyczą wyłącznie budownictwa lądowego, a nie dotyczą mostów, oraz próby na ścinanie spoin otworowych, które stosowane są wogóle wyjątkowo.

Sprawa wyników tych prób, oraz w konsekwencji dopuszczalnych naprężeń, została omówiona powyżej (przy §. 3.).

Ważny jest wreszcie ustęp końcowy (8) tego paragrafu. W zasadzie należy przed przystąpieniem do każdej budowy wykonać próby z pałeczkami, jakie chce się zastosować. Próby te powinny być wykonywane — jak wynika z treści Przepisów — w obecności delegata władzy budowlanej najniższej instancji, oraz kierownika robót. Jednakowoż ministerstwo Spraw Wewnętrznych ma prawo pałeczki wyrabiane przez odpowiedzialne firmy dopuścić do stosowania zawsze na budowie bez wykonywania każdorazowych prób.

Pozwolenie takie może być wydane na podstawie autorytatywnych badań, przeprowadzonych w myśl omawianego paragrafu. Jest to również pewnego rodzaju premja dla firm wyrabiających dobre pałeczki — i to premja najzupełniej słuszna*)

*) Z pośród materiałów dodatkowych, wyrabianych w kraju, M. S. W. uznało za dopuszczalne bez każdorazowych prób następujące druty i elektrody: wyrobu Sp. Akc. Perun — druty PA i PT do spawania acetylenowego, oraz elektrody Forflex 17, Forflex 1a: i Forflex 251; wyrobu Huty Pokój — Baildon ET 35,9 ET 50 i 45 G. Z zagranicznych wyrobów uzyskały to prawo elektrody firmy Böhler X-B Elite i Fox 88.

Zaznaczyć należy, że ta tendencja uszlachetniania materiałów do spawania, oraz samego wykonywania spawania przebija się z całych przepisów, jako ich idea przewodnia. Twórcom tych przepisów chodziło bowiem o to, by spawanie konstrukcyj stalowych utrzymać w Polsce na wysokim poziomie. Tylko wtedy bowiem uniknie się ze spawaniem jakichkolwiek ujemnych doświadczeń, a z drugiej strony pozwoli się na należyte wyzyskanie walorów, jakie przynosi technice spawanie.

Do art. 7.

Wedle § 7, p. 1 — poszczególne elementy konstrukcji spawanej muszą być dokładnie wyznaczone i obcięte na miarę. Jest to zupełnie naturalne. Należy jednak pamiętać, że dokładność wykonania musi być inna w konstrukcjach nitowanych, inna w spawanych. W konstrukcji nitowanej poszczególne elementy muszą przystawać do siebie z dokładnością na milimetry — przy spawaniu mogą niezupełnie przystawać, a nawet nie powinny ściśle przystawać. § 4, p. 3 normuje tę dokładność, a i ten ustęp nie jest ujęty w formę stanowczą, a nawet nie w formę zalecenia, ale tylko podaje, że „można przyjąć jako zasadę“ odpowiednie ukosowanie z pozostawieniem odstępu 1 — 3 mm. Odstęp ten może być większy. Jeżeli zaś przy składaniu konstrukcji okaże się, że — przeciwnie — pręt dany jest zbyt długi, to można go przyciąć w każdej chwili przy pomocy palnika acetylenowo-tlenowego bez najmniejszego uszczerbku dla konstrukcji i kłopotu dla montażu. Niema tu dziur na nity, które utrudniają, a czasem uniemożliwiają podobne przeróbki w niezupełnie dokładnie wytrasowanej konstrukcji

nitowanej. Jest to właśnie jedna z ogromnych zalet konstrukcji spawanych.

Przy wykonywaniu rysunków można na rysunku podać dla uproszczenia długość poszczególnych prętów przy przyjęciu szelznego ich przystawania do siebie. Wystarczy wyraźnie podkreślić na projekcie, że tak, a nie inaczej, podawane są długości. Warsztat wykonywujący będzie musiał mieć to na względzie i zmniejszyć długość prętów o odpowiednią ilość milimetrów. Oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie temu, aby postąpić inaczej i z góry na projekcie oznaczyć wielkość szczeliny, jaka wedle § 4 p. 3 powinna być w miejscu połączenia.

Ustęp 2 omawianego paragrafu zapewnia dostosowanie pracy spawania w warsztacie i na budowie. Mianowicie, już podczas pracy w warsztacie należy nie tylko wykonać spoiny warsztatowe, ale nadto na przygotowanych częściach konstrukcji powinno się już w warsztacie oznaczyć miejsca na przyszłe spoiny montażowe. Obojętny jest sposób, w jaki będzie to uskutecznione, byle tylko oznaczenie nie utrudniało późniejszego należytego wykonania spoin. Najlepiej więc odpowiednio znaki wykonać tuż obok przyszłej spoiny, ale nie na jej miejscu. Chodzi bowiem o to, aby znak wykonany np. farbą, nie utrudnił następnie należytego wtopienia spoiny. Określa to punkt 4 omawianego paragrafu.

Doświadczenia, wykonane przezemnie dla b. Min. Robót Publicznych, wykazują dobitnie, że wytrzymałość połączenia, wykonanego przy pomocy spoin nałożonych na miejsce zanieczyszczone, jest mniejsza, nieraz znacznie, od wytrzymałości spoin nałożonych na materiał oczyszczony do metalu. Np. przy zanieczyszczeniu oliwą maszynową i t. p., wytrzymałość spada o 10 — 12%, przy zanieczyszczeniu farbą, a

także na rdzy i zendrze nieusuniętej, spadek ten przekraczał w poszczególnych wypadkach 30%.

Wogóle przy spawaniu elektrycznym należy oczyścić stal do „białego metalu“. Przy spawaniu acetylenowem nie jest to tak ważne, gdyż płomień acetylenowy jest silnie redukcyjny.

Do art. 8.

Artykuł 8 omawia sprawę uchwytyw, która tłumaczy się sama przez się i dlatego szczegółowych objaśnień tu nie daję. Mogę tu tylko powołać się na podaną na początku literaturę i głównie „Żelazne konstrukcje spawane“.

Do art. 9.

Artykuł ten określa sposób wykonania spoin i oznaki zewnętrzne, jakie dobra spoina powinna posiadać.

Przed przystąpieniem do właściwego spawania powinno się ustalić należyte względem siebie te profile i blachy, które mają zostać z sobą połączone. Wykonywa się to przy pomocy tak zw. punktów szepnych, t. j. spoin o bardzo małych wymiarach poprzecznych i b. małej długości. Punkty szepne (spoiny szepne) umieszcza się dość dowolnie. Powinny mieć one wymiary na tyle tylko silne, iżby zdołały zapewnić elementom konstrukcyjnym możliwość manipulowania nimi podczas spawania, ale też tylko na tyle. Punkt 5 omawianego paragrafu kategorycznie zabrania używania tych punktów szepnych do innego celu.

Istnieje rozmaita praktyka co do traktowania punktów szepnych w chwili, gdy wykonywa się spawanie definitywne. Spoiny szepne, znajdujące się w miejscach pomiędzy spoinami definitywnymi, pozostawia się prawie zawsze. Jeżeli jednak punkt szepny znajduje się w miejscu późniejszej spoiny definitywnej, to,

niejednokrotnie żąda się usunięcia go, wychodząc z założenia, że spoina ta zrobiona być może i — najprawdopodobniej — jest gorzej niż normalna, że zatem pozostawienie jej i przykrycie nową warstwą stopionej pałeczki osłabi późniejszą spoinę definitywną. W takim razie postąpić można dwojako: albo przed nałożeniem spoiny definitywnej usuwa się punkt szczepny przy pomocy dłuta i t. p., albo też nadaje się mu z góry tak minimalne wymiary, by uległ on stopieniu przy nakładaniu spoiny nowej. Oczywiście nie można zagwarantować, do jakiego stopnia to się rzeczywiście stanie. Stąd pochodzi niejednokrotnie praktyka przeciwna: Wykonuje się punkty szczipne oczywiście o odpowiednio minimalnych wymiarach, jednakowoż dobrze wtapiając je, tak, by mogły one wejść następnie w skład spoin definitywnych. Należy je oczywiście wtedy traktować jako pierwszą warstwę spoin definitywnych, a więc przed nałożeniem drugiej warstwy oczyścić je należyście według § 9, p. 9. Jeden i drugi sposób postępowania jest możliwy, należy tylko zdać sobie dobrze sprawę ze swego celu i odpowiednio do tego postąpić.

Źle wykonane spoiny należy usunąć i zamienić na inne. Jest to wymóg, jaki widzimy również i w innych przepisach, zupełnie słuszny. Wykonanie jego jest jednak kosztowne i pochłania wiele czasu. Dlatego też punkt 7 omawianego paragrafu, który mówi o nim, powinien tembardziej zachęcać przedsiębiorców do należytego (odrazu) wykonywania spoin.

Wreszcie ostatni punkt tego paragrafu omawia spawanie w nieprzychylnych warunkach atmosferycznych. Nie chodzi tu tyle o sam proces spawania, co o zabezpieczenie spawacza. Dla procesu spawania jest w gruncie

rzeczy obojętne, czy odbywa się ono przy $+15^{\circ}$, czy przy -15°C ; nie jest to jednak obojętne dla spawacza. Spawanie wymaga nie tylko umiejętności, ale i takich warunków, aby spawacz mógł pracować swobodnie i bez przeszkód. Spawacz, stojący nieomal bez ruchu na mrozie, szybko marznie, ręce mu grabieją, a robota przestaje być precyzyjna i dobra. Niema jeszcze doświadczeń, do jakiego stopnia, ale niewątpliwie tak jest, i to w stopniu znacznym, zwłaszcza przy zimowym wietrze. Jest zatem konieczne zapewnić spawaczowi należyłą ochronę.

W mniejszym stopniu dotyczy to śniegu i deszczu. Tu jednakowoż wchodzi w grę moment inny, mianowicie to, że przy zamoczeniu kabli prąd przechodzi z uchwytu elektrody po mokrej powierzchni kabla do ręki spawacza i powoduje niemiłe wstrząsy, co—choć zdrowiu nie szkodzi — przeszkadza w pracy.

Do art. 10.

Artykuł 10 jest tym, na który bodaj w największym stopniu zwróciła uwagę zagranica. Niema go bowiem w żadnych przepisach, aczkolwiek potrzebę dziennika spawania wszędzie się odczuwa*).

Artykuł ten poleca prowadzenie dwu Dzienników Spawania a) Warsztatowego i b) Placowego. Dziennik Warsztatowy może być prowadzony dla wszystkich robót spawalniczych, wykonywanych w warsztacie, albo też specjalnie dla danej roboty. Od kierownika robót zależy, czy zażąda od warsztatu Dziennika Warsztato-

*) Wyraźnie zaznaczyli to w swych listach Bondy i Schmućkler, zaś Zwanglose Mitteilungen, podając krótką charakterystykę Przepisów polskich, podały ten paragraf in extenso, przywiązując do niego wielką wagę. Najprawdopodobniej i tutaj zagranica skorzysta w całości z naszego przykładu.

wego, poświadczonego przez właściciela warsztatu. Można przypuszczać, że nie będzie go wymagał od warsztatów, znanych z solidnej roboty i z należycie wykonanych większych konstrukcyj spawanych. Natomiast od warsztatów mniejszych i od przedsiębiorstw, które dopiero na drogę spawania weszły, będzie musiał wymagać tego odpisu, gdyż kontrola tutaj musi być mocniejsza pod każdym względem.

Na budowie ma być prowadzony Dziennik Spawania Placowy dla wszystkich robót spawalniczych, które tutaj będą wykonywane. Dziennik ten winien być prowadzony systematycznie z dnia na dzień. Każdego dnia powinny w nim być wynotowane następujące dane: nazwiska spawaczy pracujących, oraz spoiny, które wykonał każdy z nich. W ten sposób kontrola wykonanych spoin może odrazu wynaleść wykonawcę spoin wybrakowanych. Tem samym zaś wywiera się tem mocniejszy wpływ na spawaczy, by pracę swą wykonywali należycie. Również w Dzienniku Spawania musi się notować stan pogody, względnie opadów atmosferycznych, który może wywierać wpływ na jakość roboty.

W Dzienniku należy też opisywać wszystkie próby, jakie wykonane zostały czy to ze spawaczami (wedle § 12), czy z elektrodami (§ 9). O ile ten ostatni wypadek będzie przypuszczalnie raczej rzadki, gdyż prawdopodobnie najchętniej stosowane będą pałeczki zatwierdzone przez Ministerstwo Spraw Wewnętrznych, o tyle próby spawaczy powinny być przeprowadzane na każdej większej budowie.

Z drugiej strony Dziennik Spawania służy do wpisywania uwag i poleceń przez kierownika budowy. Należy tu: przyjęcie lub odrzucenie wykonanych robót i dopuszczenie spawaczy do roboty, uwagi dotyczące wykonywania spa-

wania tak pod względem kolejności, jakoteż i jakości, polecenie usunięcia wykonanych błędnie spoin, odnotowanie wyników doraźnych prób. Dalej należą tu polecenia dotyczące zmian w projekcie, dotyczących spawania. Wreszcie tu winny być zadokumentowane dyspozycje, dotyczące wykonania robót, które albo nie były przewidziane, albo też pozostawione celowo zostały do zaprojektowania na miejscu budowy. Jak wiadomo, jest jedną z dużych zalet konstrukcyj spawanych, że szczególnie konstrukcyjne, a przy mniejszych nawet całe konstrukcje, mogą być odręcznie zaprojektowane na budowie — oczywiście na odpowiedzialność kierownika budowy. Jako ostatnią czynność, której protokół winien być umieszczony w Dzienniku Spawania wymieniają Przepisy protokół ostatecznego odbioru konstrukcji.

Do Dziennika Spawania „powinien być dołączony projekt ogólny (1:100) konstrukcji spawanej wraz z obliczeniem statycznym“. Nie oznacza to bynajmniej, iżby załączniki te miały być złączone z Dziennikiem w jakiś trwały sposób. Wystarczy, jeżeli w kantorze budowy, w miejscu, gdzie znajduje się Dziennik Spawania, znajdować się one będą stale do dyspozycji. Jest to jednak warunek nieodzowny; w przeciwnym bowiem razie rozpoczęcie robót spawalniczych, a nawet montażowych, jest niedopuszczalne.

Jest rzeczą oczywistą, że w kantorze powinny się znajdować również rysunki wykonawcze, bez których wykonywanie robót nie tylko spawalniczych, ale nieraz i montażowych jest nie do wykonania. Wyraźnie wymaga tego p. 8 omawianego paragrafu.

Nie wyklucza to oczywiście wykonywania niektórych rysunków wykonawczych już po roz-

poczęciu spawania i robót spawalniczych, w myśl
wyżej podanych uwag.

Do art. 11.

Kontrola wykonywania spawania jest sprawą, o której wciąż mówią inżynierowie, którzy obawiają się jeszcze spawania. Jest ich zresztą coraz mniej w miarę, jak konstrukcje spawane wytrzymują ogień krytyki, zaufanie do nich rośnie, a zastosowanie ich rozszerza się ogromnie. Wobec tego jednak, że jakość i wytrzymałość spoin zależy w wybitnym stopniu od ich wykonania, konieczna jest kontrola. Wykonywana ma być ona, podobnie jak przy konstrukcjach betonowych i żelbetowych, przede wszystkim przez badanie spawaczy (§ 12). Niezależnie jednak od tego przepisy przepisują kontrolę samych spoin w sposób daleko bardziej szczegółowy niż przepisy innych państw, precyzując kontrolę:

a) spawalności materiału konstrukcyjnego (o ile nie jest to stal zlewna § 6 p. 1), jakości pałeczek (o ile nie są to pałeczki, zatwierdzone przez M. S. W. — § 6 p. 8), oraz położenia spoin; wyniki powinny być wpisane do placowego Dziennika Spawania;

b) kontrolę jakości spawania, wykonywaną podczas spawania;

c) kontrolę wykonanych spoin po spawaniu, głównie co do oznak zewnętrznych (por. też § 9 p. 3), oraz co do ich położenia i wymiarów.

Oddzielny punkt zaznacza, że kierownik budowy może zażądać od firmy wykonywującej aparatu do badania spoin. Istnieje dziś już dość dużo metod badania spoin (badanie elektromagnetyczne, promieniami Roentgena, pro-

mieniami gamma, stetoskopem i inne); prze-
ważnie jednak przyrządy służące do tego celu
są drogie. Jednakowoż Przepisy nie precyzują
zupełnie, jakiego rodzaju mają być te aparaty.
Wynika stąd, że zastosować można przyrządy,
polegające na wycięciu połączenia w dowolnym
miejscu i zbadaniu go. Urządzenia tego ro-
dzaju są stosunkowo bardzo tanie.

Do art. 12.

Ostatni paragraf Przepisów mówi o kon-
troli spawaczy. Muszą oni być poddawani pró-
bom przez fachowego inżyniera co 6 miesięcy.
Przepisy nie mówią, jaki to ma być inżynier,
zatem może to być inżynier danego przedsię-
wzięcia, musi jednak posiadać dyplom inży-
nierski i specjalne wykształcenie w dziedzinie
spawania, a więc conajmniej świadectwo kur-
sów spawania i odpowiednią praktykę w pra-
cach spawalniczych.

Kierownik budowy ma też prawo zażądać
prób w terminie szybszym, mianowicie przy
przejściu spawacza na daną robotę.

Próby wykonywać ma spawacz na rozer-
wanie, zginanie i na ścinanie spoin czołowych.
W związku z § 3. należy rozumieć, że musi on
uzyskać wyniki, przepisane tym paragrafem.
Mogą być one ewentualnie niższe do 15%, ale w ta-
kim razie naprężenia dopuszczalne dla spo-
in, wykonanych przez tego spawacza obniża
się w tym samym stosunku.

Kierownik budowy powinien odnotować
w Dzienniku Spawania Placowym, na podstawie
jakich prób został dany spawacz dopuszczony
do wykonywania roboty (czy na podstawie prób
wykonanych pod okiem samego kierownika, czy
na podstawie prób, wykonanych wedle § 6 p. 2.
w danym przedsiębiorstwie co 6 miesięcy).

Za kwalifikacje, umiejętność i pracę spawaczy odpowiada przedsiębiorca.

W Przepisach niema oddzielnego paragrafu traktującego o odbiorze. Niemniej w poszczególnych paragrafach jest dostateczna ilość wskazówek, jak odbioru dokonać. Podano w nich mianowicie nast. wskazówki:

Spoiny powinny być skontrolowane co do jakości spoin (§ 11, p. 4), oraz zgodności spoin z zatwierdzonym projektem (§ 11, p. 6). Ewentualnie odbiór może następować partjami (§ 11 p. 7). Dopiero po dokonaniu odbiorze dozwolone jest pomalowanie konstrukcji (§ 9, p. 10). Protokół odbioru konstrukcji powinien być wciągnięty do Dziennika Spawania.

Przy odbiorze przyjąć można, że ciężar spoin wynosi 1% ogólnego ciężaru konstrukcji. Jest to wzięte dla przeciętnej konstrukcji spawanej z pewnym nadmiarem. W tej ilości ujęte są już wszystkie spoiny, tak warsztatowe, jak też montażowe.



SPIS RZECZY

| | str. |
|--|------|
| Przepisy projektowania i wykonywania stalowych konstrukcyj spawanych w budownictwie. | 1 |
| Objaśnienia do „Przepisów projektowania i wykonywania stalowych konstrukcji spawanych w budownictwie”. | 18 |



1 4 CZER 1934

5184

Zakłady Graficzne
B. PARDECKI i S-ka
Warszawa, Żelazna 56
Telefon : 5 - 22 - 05.