

wem poniekąd zasługą naszego Stowarzyszenia i naszego czasopisma, które swą współpracą starało się dopomóc do zrealizowania wszystkich poważnie ujętych zamierzeń.

W swoich własnych pracach badawczych— rzecz naturalna, Stowarzyszenie nasze w pierwszym rzędzie musiało się poświęcić tym problemom, dla których można było uzyskać specjalne dotacje. Dzięki temu można było np. doprowadzić do znacznie lepszych wyników przy nakładaniu palnikiem twardej stali, które później znalazło szersze zastosowanie w kolejnictwie. Sukces ten nie był jednak następstwem zręcznej reklamy, ale owocem usilnej pracy i doświadczeń prowadzonych przez czas dłuższy, z nakładem znacznych kosztów.

Równie dobrze Stowarzyszenie mogłoby prowadzić prace badawcze z dziedziny spawania elektrycznego, gdyby zdobyło na to odpowiednie fundusze. Niestety przedstawiciele zagranicznego przemysłu elektrycznego, mimo prób współpracy ze strony Stowarzyszenia, z powodu specjalnego nastawienia, z możliwości tych nie skorzystali. A jednak zagranicą, w większości państw stosunek przemysłu elektrycznego do innych gałęzi techniki spawania jest zupełnie poprawny i w większości wypadków istnieje zgodna współpraca na tem polu.

Oczywiście powinniśmy dążyć do stworzenia atmosfery, umożliwiającej zgodną współpracę

nad dalszym rozwojem wszystkich metod spawania, gdyż jedynie wtedy osiągniemy na tem polu wyniki współmierne z wynikami wielkich państw zachodu.

Rok obecny stwarza po temu specjalną okazję i powinien nam przynieść wyjaśnienie atmosfery w dziedzinie propagandy spawalnictwa.

W ostatnim bowiem czasie zaczął się u nas rozwijać przemysł elektrodowy. Przemysł ten niema własnej tradycji i dlatego staje przed zagadnieniem, jaką ma prowadzić politykę w stosunku do innych metod spawania. Istnieją dwie możliwości, albo pójść drogą, jaką szły dotychczas niektóre firmy zagraniczne, stosować więc politykę agresywną w stosunku do „metod konkurencyjnych”—albo oprzeć się na współpracy z tą organizacją, której zawdzięcza w gruncie rzeczy swoje powstanie, t. j. na współpracy z naszym Stowarzyszeniem.

Wybór nie powinien być trudny.

Jesteśmy przekonani, że możliwość współpracy między sferami zainteresowanymi w rozwoju tylko spawania łukowego, a naszym Stowarzyszeniem istnieje i że współpraca ta w obecnym okresie przełomowym stworzyć może lepsze warunki dla rozwoju spawania wogóle ku najlepszemu pożytkowi naszego gospodarstwa narodowego.

351:(621.791+624)
1.000 słów+14 rys.+2 tabele

S T. B R Y Ł A

Objaśnienia do „Przepisów projektowania i wykonywania stalowych konstrukcji spawanych w budownictwie”*)

W razie stosowania spoiny nierównoramiennej 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' :

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

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

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

gdzie w_s jest napięciem dopuszczalnym spoiny w kg/cm^2 , zaś a długością spoiny. Wzór podany jest w tej formie, gdyż odpowiada ona najlepiej zróżniczkowanym dla rozmaitych grubości naprężeniom dopuszczalnym. Wzorów innych, uwzględniających poszczególne wypadki, Przepisy nie podają, wychodzą bowiem z najzupełniej słusznego założenia, że nie mają być podręcznikiem projektowania konstrukcji 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 spoinę o kształcie krzywej (łukową).

*) Dalszy ciąg do Nr. 12, 1933.

Dla zniszczenia połączenia wedle fig. 1 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



Fig. 1.

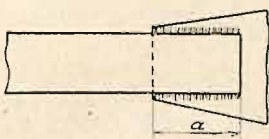


Fig. 2.

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

Przy przekrojach symetrycznych, należy oczywiście zastosować obustronnie spoinę o tych samych wymiarach (fig. 2). 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. kątówkę, 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 kg/cmb.), to dla przekroju symetrycznego musi być (fig. 3)

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

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

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

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

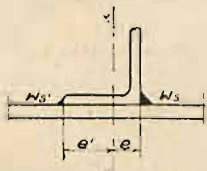


Fig. 3.

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.

*) W praktyce będzie to stosowane bardzo rzadko.

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, jak 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 dwójaki sposób, albo wycięcie w blacha będzie stosunkowo szerokie, a spoina rozmieszczona będzie wzdłuż całej jej obwodu (fig. 4 i 5),



Fig. 4.

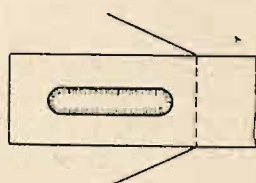


Fig. 5.

albo wycięcie będzie wąskie i w całości wypełnione materiałem pałeczki (fig. 6 i 7).

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:



Fig. 6.



Fig. 7.

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

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 $a'b'$ (fig. 8), 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 $s = 1,4 t$.

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

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

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

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

Niemieckie przepisy nakazują przekrój użyteczny liczyć po potrąceniu przekroju spoiny

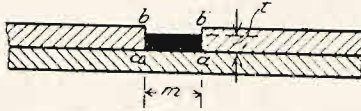


Fig. 8.

bródzowej, dlatego spoiny wg. fig. 5 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 ustroj bródzy wedle fig. 6 jest u nas właściwszy od ustroju wedle fig. 4.

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 tem miejscu jest mniejszy od max. M o ilość większą niż $\varphi\%$, to można styk wykonać bez żadnych elementów dodatkowych (fig. 9).

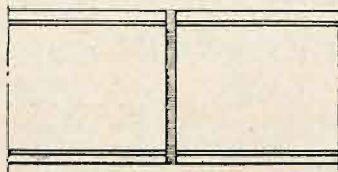


Fig. 9.

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

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

Jeżeli zastosujemy przykładki (fig. 10), 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).

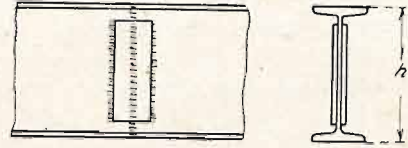


Fig. 10.

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 (fig. 11), 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.

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

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

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

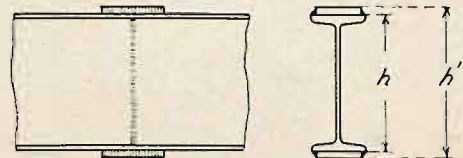


Fig. 11.

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

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

Wtedy naprężenie wypadkowe:

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

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 | 5x5 | 6x6 | 8x8 | 11x10 | 12x12 | 14x14 | 16x16 | 18x18 | 20x20 |
|--------|--------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 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 | 455 | 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 fig. 12. 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:

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

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

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 fig. 13 i 14.

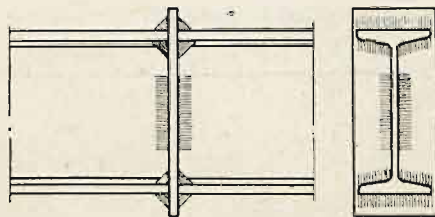


Fig. 12.

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.

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:

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

We wzorze tym:

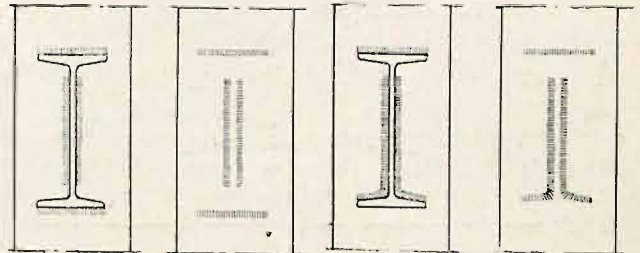


Fig. 13.

Fig. 14.

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 — napr. dop. spoiny w kg. na cmb.

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

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

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

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

skąd bierzemy spoinę o wytrzymałości $\geq w_s$ (dok. nast.)

Note explicative aux „Prescriptions concernant le calcul et la construction des charpentes metalliques soudées” (Suite).

L'auteur analyse et interprète d'une façon détaillée le sens exacte du nouveau règlement (à suivre).

Erläuterungen zu den „Vorschriften für die Berechnung und die Konstruktion von geschweissten Stahlbauten” (Fortsetzung).

Der Verfasser analysiert und erklärt die einzelnen Artikel dieser Vorschriften. (Fortsetzung folgt)