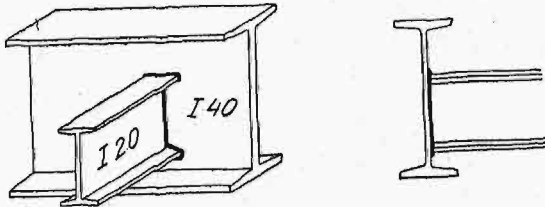


Spawanie elektryczne żelaza w budownictwie i mostownictwie.^{*)}

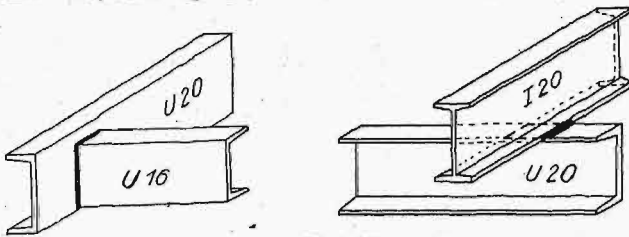
Napisał Stefan Bryła.

D. Połączenie belek zginanych pod kątem wykonywa się najtaniej na bezpośredni styk, odpowiednio mocno wykonany. Połączenie takie, jak wykazały liczne doświadczenia,



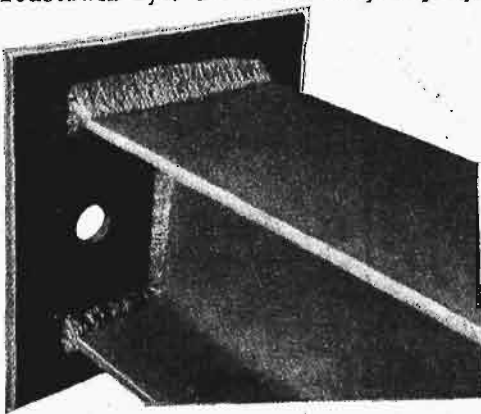
Rys. 30.

jest sztywne i znacznie mocniejsze niż połączenie nitowane na kątowniki; to ostatnie posiada wprawdzie większą sprężystość; ma to często jednak



Rys. 31 i 32.

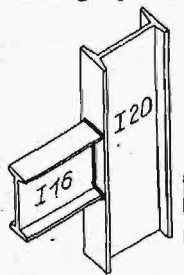
znaczenie podrzędne. Przytwierdzenie dźwigarów do siebie (np. podłużnicy mostowej do poprzecznic) przedstawia rys. 30. Kilka innych przykładów



Rys. 33a.

podają rys. 31 i 32. Przytwierdzenia dźwigarów do słupów por. rys. 33a, 33b, 34. Dźwigary łączone w ten sposób nie wymagają żadnego obrobienia, oczywiście z wyjątkiem oczyszczenia.

Ze względu na znaczną sztywność osadzenia, można belki takie liczyć jako częściowo lub całkowicie osadzone, co pozwala na dalszą redukcję materiału.



Rys. 33b.

Omówiwszy elementy połączeń spawanych, poruszę jeszcze w paru słowach zasady wykonania dźwigarów, oraz słupów, złożonych z poszczególnych kształtowników.

E. Dźwigary zginane o ścianie pełnej.

a) Blachownice składają się z blachy (środnika), kątowników, oraz nakładek w ilości zależnej od potrzebnego momentu wytrzymałości. Połączenie wykonywa się wedle rys. 35 wzdłuż obu krawędzi zetknięcia kątowników z blachą stojącą.

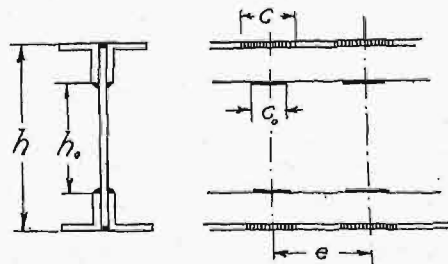
Spojenia wewnętrzne mogą być ciągłe lub przerywane, odpowiednio do występującej siły ścinającej. Zazwyczaj bywają przerywane, a tylko może na podporach ciągłe. Najlepiej zmieniać je partjami w poszczególnych przedziałach między zębami.

Spojenia zewnętrzne, również ciągłe lub przerywane, wykonać można według rys. 35a, jeżeli ścianka może wystawać, co zresztą dopuszczalne jest rzadko, albo też według rys. 35b, jeżeli wystawanie ścianki na zewnątrz kątowników jest niedozwolone. Obrabiania nie potrzeba, jednak spójnienie pomiędzy kątownikami powinno być wykonane ze szczególną starannością, zwłaszcza przy małej grubości ścianki. Połączenie według rys. 35b najlepiej wykonać, jak podano na szczególe w większej podziałce.

Potrzebne długości szwów na długości e znajdziemy w następujący sposób (T oznacza siłę poprzeczną):

Moment sił T na ramieniu e (rys. 36) musi być zrównoważony przez moment sił, przenoszących się przez szwy; zatem:

$$Te = 2w_0c_0h_0 + wch.$$



Rys. 36.

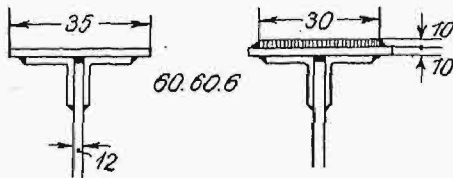
Przyjmując w i w_0 odpowiednio do przekrojów łączonych, otrzymujemy jeszcze dwie wielko-

^{*)} Ciąg dalszy do str. 212 w Nr 10 r. b.

ści c i c_0 , które w pewnych granicach można przyjmować dowolnie. Zazwyczaj ustalamy c , a wtedy (na długości e):

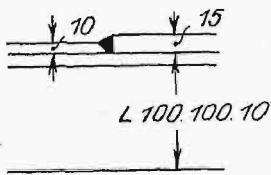
$$c_0 = \frac{T e - w c h}{2 w_0 h_0}$$

Wzmocnienie blachownicy wykonywa się przez dodawanie nakładek. Przy spawaniu najlepiej zrobić ją szerszą, niż $(2b + g)$, gdzie b jest szerokością



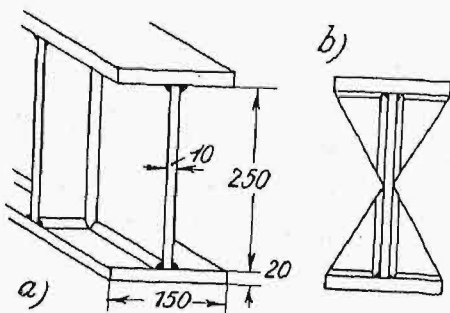
Rys. 37 a i 37 b.

kością ramienia kątownika, zaś g grubością ścianki i spawać w m i n wedle rys. 37a. Następną nakładkę najlepiej zrobić nieco szerszą lub też nieco węższą od pierwszej w ten sposób postępować dalej (rys. 37b). Zwiększenie grubości nakładek przy bardzo dobrym spawaniu można też wykonać wedle rys. 38.



Rys. 38.

Jeżeli jednak w połączeniach nitowanych kątowniki były w blachownicy konieczne, to tu, przy spawaniu, można je opuścić, łącząc nakładkę bezpośrednio ze ścianką wedle rys. 39. Pozwala to na lepsze wykorzystanie materiału; oszczędność materiału w stosunku do blachownicy nitowanej wynosi do 20%.



Rys. 39 a i 39 b.

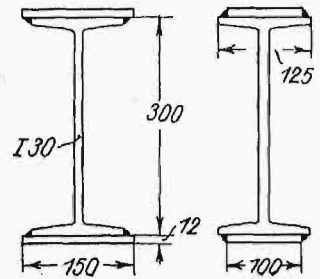
W jednym i drugim wypadku ściankę stężyć trzeba przy pomocy żelber, które tu wykonać można jednak nie z kątowników, lecz z płaskowników. Żebro o kształcie wedle rys. 39b, proponowanym przez Strelowa (Z. d. Ver. d. I., 1926, Nr. 40) nie jest wskazane; należy nie oszczędzać tu drobnej ilości materiału i stosować żebro wedle rys. 39a.

Styk ścianki wykonać najlepiej przez spojenie bezpośrednie, i usztywnić go żebrem.

b) Szczególnie nadaje się spawanie przy wzmocnianiu nakładkami dźwigarów litych,

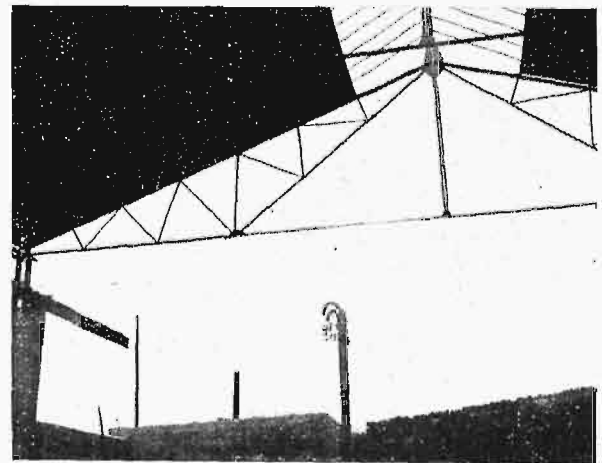
np. dwuteowników, co przy nitowaniu nie było używane z powodu pochyłości stopek dźwigarów. Tu połączenie takie wykonać się da bez najmniejszej trudności (rys. 40 i 41). W ten sposób miałyby być np. wykonane dźwigary głównego mostu w Drammen (por. niżej) w Norwegii.

Tu należy podkreślić też łatwość, z jaką każdą belkę litą lub spawaną można w każdej chwili wzmocnić w razie konieczności dźwigania większych ciężarów niż te, na które była obliczona.



Rys. 40 i 41.

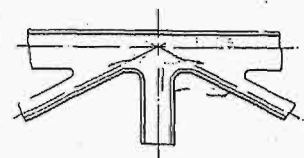
F. Kratownice. Wykonanie belek kratowych metodą spawania polega na zastosowaniu reguł, podanych pod III, oraz na odpowiednim doborze przekrojów. Kratownice spawane wykonane do dzisiaj, wzorują się przeważnie pod tym osta-



Rys. 42.

tnim względem na typowych konstrukcjach nitowanych, a tylko połączenia węzłowe wykonywa się albo na zakładkę, albo na blachy węzłowe, których zresztą wymiary, w stosunku do konstrukcji nitowanych, ulegają znacznej redukcji. Stąd nadzwyczajna lekkość kratownic spawanych (por. rys. 42). Dobre, ładne i eleganckie, aczkolwiek żmudne w wykonaniu połączenie widzimy na rys. 43.

W bardzo prosty sposób da się wykonać kratownica z samych dwuteowników, nie potrzeba tu bowiem zupełnie blach węzłowych, a połączenia wykonywa się na bezpośredni styk (rys. 44¹).

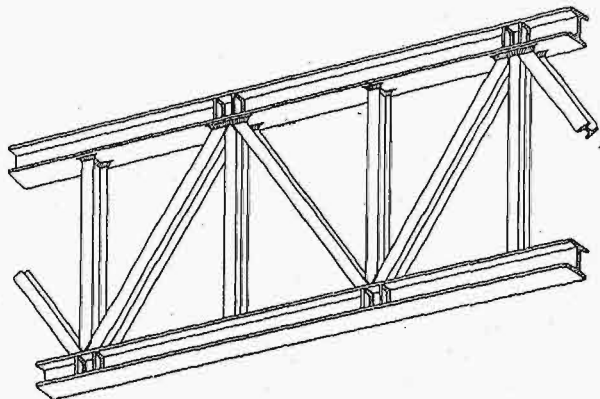


Rys. 43.

W miarę rozpowszechnienia i udoskonalenia konstrukcyj spawanych, nastąpić może i prawdopodobnie nastąpi przejście do innych przekrojów pasów i krzyżulców, np. do przekrojów pojedynczych

¹ Z. d. Ver. Deutsch. Ing., 1926, Nr. 40.

w miejsce dzisiejszych podwójnych, dostosowanych do połączeń na blachy węzłowe, lub do rurowych, najekonomiczniejszych pod względem ilości materiału, a dotychczas nie nadających się z powodu



Rys. 44.

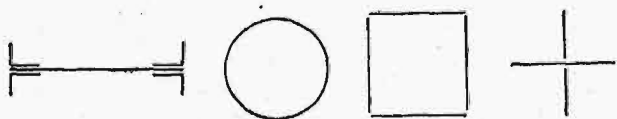
trudnego łączenia prętów. Pierwsze przebliski już się zdarzają. W maju 1926 r. zbudowano w Buffalo kilka belek kratowych o rozpiętościach około 30 m z takich przekrojów okrągłych dla celów doświadczalnych i obciążano aż do złamania, otrzymując dobre wyniki.

G. Słupy. O ile chodzi o kształty słupów, stosowane do dziś w budownictwie żelaznym, to



Rys. 45.

różnica konstrukcji w stosunku do słupów nitowanych polegałaby przede wszystkim na odmienności połączeń, tak na długości słupa, jak też w podstawie i głowicy, wykonywanych w myśl zasad podanych powyżej. Jednakowoż wskutek tej odmienności nastąpić musiałoby też wyeliminowanie niektórych kształtów, używanych dzisiaj nawet bardzo chętnie, a natomiast wprowadzenie innych. Np. przekroje rys. 45, tak chętnie dziś stosowane, stają się przy spawaniu niepraktyczne, natomiast łatwo dadzą się użyć przekroje wedle rys. 46. Przy prze-



Rys. 46.

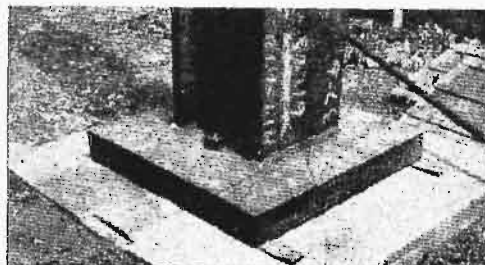
krojach innych, zwłaszcza składających się z kształtowników oddalonych od siebie, połączenie łącznikami będzie nadal proste.

W podstawach i głowicach słupów połączenie bezpośrednie (na styk) może nieraz zastąpić dotychczasowe kątowniki łączące (rys. 47). Przykład takiego słupa, por. rys. 48.

Przytwierdzenie belek do słupów por. np. rys. 33.

H. Wzmacnianie istniejących konstrukcyj.

Jak wyżej wspomniałem, spawania można użyć z korzyścią do wzmocnienia konstrukcyj, które albo okazały się zbyt słabe ze względu na wzrastające obciążenia, albo z jakiegokolwiek powodu wyma-



Rys. 47.

gają robót dodatkowych, albo wreszcie uległy częściowemu zniszczeniu. Wzmocnienie słupów czy belek da się z łatwością wykonać przez nałożenie przykładek, nakładek lub kształtowników po niewielkim przygotowaniu, gdy przy połączeniach nitowanych trzeba było najczęściej wybijać nity ist-



Rys. 48.

niejące, albo wiercić nowe otwory nitowe. Również dodatkowe roboty wykonywa się bardzo łatwo. Jednym z zastosowań spawania na większą skalę w Ameryce było dołączenie wznoszonej konstrukcji żelaznej do konstrukcji istniejącej, które trzeba było wykonać bez hałasu i wstrząśnień, powodowanych wybijaniem nitów i nitowaniem.⁵⁾

Jeżeli wreszcie chodzi o konstrukcje nadwyręzione lub częściowo zniszczone, to — zwłaszcza przy rekonstrukcji mostów żeliwnych — spawanie ma za sobą chlubną kartę (por. niżej), a zupełnie tak samo da się zastosować i w budowlach z żelaza walcowanego.

(d. n.)

⁵⁾ The Welding Engineer, 1925.