

# SPAWANIE A KSZTAŁTY PROFILÓW WALCOWANYCH

*Prof. inż. dr. Stefan Bryła, Warszawa*

W konstrukcjach spawanych stosuje się dotychczas wogóle te same profile walcowane, co w konstrukcjach nitowanych. Pomimo bowiem niezmiernie szybkiego rozwoju spawania nitowanie jest wciąż jeszcze używane w bardzo znacznym zakresie, — narazie więcej niż spawanie. Poza tem zaś wszystkie urządzenia w walcowniach dostosowane są do istniejących profilów, a instalowanie nowych musi być kosztowne. Niemniej jasne jest, że stan taki nie da się utrzymać na dłuższą metę. Spawanie wypiera z wolna konstrukcje nitowane dzięki swym znanym powszechnie zaletom, których nie mam zamiaru tu wyliczać. W niektórych, bardziej pod względem technicznym zaawansowanych krajach, spawanych konstrukcyj buduje się dziś już więcej niż nitowanych, badania zaś i doświadczenia z połączeniami spawanymi są dziś dalej posunięte i dokładniej przeprowadzone, niż z połączeniami nitowanymi. Samo spawanie czyni z roku na rok ogromne postępy. Do tego stanu faktycznego musi się dostosować również przemysł, przygotowujący materiały konstrukcyjne, a więc i walcownie.

Sedno tej kwestji leży w tem, aby w handlu znalazły się profile walcowane, jak najbardziej dostosowane do wymagań spawania. Najważniejszym motywem wprowadzenia nowych profilów jest bowiem inny sposób łączenia ich ze sobą. Połączenia nitowane wymagają odpowiednich płaszczyzn, na których można umieścić nity (główki nitów) oraz wygodne łączniki. Profile wygodne do nitowania musiały posiadać zatem odpowiednie płaszczyzny i to wogóle prostopadłe do osi nita; wymiary zaś tych płaszczyzn w kierunku prostopadłym do nitowania powinny być takie, by można było na nich wygodnie i pewnie oprzeć nity, oraz nitarkę. Odstęp zatem zaokrąglenia w kącie wewnętrznym od krawędzi główki nita powinien wynosić co najmniej 3 do 5 mm. Stąd wyłoniła się potrzeba i celowość stosowania na bardzo szeroka skalę kątówek, posiadają one bowiem dwa ramiona zapewniające możliwość umieszczenia nitów w dwu kierunkach. Wprawdzie kątówki są przekrojami wogóle niekorzystnymi z uwagi na wyboczenie, niemniej wygoda stosowania ich była bardzo duża i dlatego to stanowią one najważniejszy profil we wszystkich belkach kratowych. Dla mniejszych kratownic był to nawet profil nieomal jedyny. Łatwo było przytwierdzić je do blach węzłowych, łatwo połączyć ze sobą po dwie i cztery zwłaszcza w kształty krzyżowe. Natomiast korzystnych przekrojów teówek nie można było stosować ze względu na trudności nitowania.

Kątówki odgrywały w połączeniach nitowanych jeszcze drugą niezmiernie ważną rolę, a mianowicie rolę łączników. Dotyczyło to przede wszystkim elementów schodzących się pod kątem prostym. Wytworzenie takich połączeń bez kątówek było

prawie niemożliwe. Utwierdzenie dźwigarów do podciągów, słupów i t. d. odbywało się zawsze przy ich pomocy. Jeżeli połączenie było nie pod kątem prostym, to niejednokrotnie stosowane były specjalne kątówki o kącie 30°, 45° i 60°, czasem i o innych kątach rozwarcia. Tak samo kątówki stanowiły zasadniczy element łącznikowy przy kształtowaniu podstaw i głowic słupów. W obu tych wypadkach zadaniem ich było połączenie. Czasem były one zarazem i elementem łącznikowym i elementem dźwigającym. Dotyczy to np. blachownic. Kątówki, łączące blachę pionową z nakładkami poziomymi przenoszą tu również naprężenia zginające, ale przede wszystkim są potrzebne do przeprowadzenia samego połączenia. Naprężenia od momentu zginającego musiały w nich być niższe od naprężeń dopuszczalnych.

Z drugiej strony profil kątówki przedstawia również niekorzyści. Największa z nich jest niemożność osiowego przytwierdzenia przy pomocy nitów. Wiadomo, że jeżeli się użyje jednej kątówki na pręt kratownicy, to w rzeczywistości wystąpią w niej wskutek mimoosiowego połączenia naprężenia zginające i wtedy stosunkowo małą tylko część przekroju można wziąć pod uwagę w obliczeniu na samą siłę osiową. Stąd pochodzi, że pojedyncze kątówki stosuje się wyłącznie w połączeniach zupełnie podrzędnych. Ale nawet samo połączenie nitem jest ekscentryczne, gdyż linja osi nitów jest inna, niż linja osi ciężkości kątówki. To się dopuszczało, jedynie dlatego ponieważ na to nie było rady. Jeszcze gorzej bywa, jeżeli na blasze węzłowej kątówkę przytwierdza się dodatkowymi, małymi kątówkami.

W połączeniach spawanych momentów powyższych nie ma. Teówka, czy kątówka dadzą się połączyć do blachy równie prosto, prościej nawet teówka. Połączenie osiowe można uzyskać również łatwiej przy teówce, czy przy każdym innym profilu. Łączniki, jakie były potrzebne w połączeniach nitowanych, odpadają. W konsekwencji, kątówka traci swoje znaczenie pomiędzy profilami walcowanymi. W pewnym stopniu miejsce jej zajmuje teówka, profil dotychczas nieomal niestosowany, gdyż ramiona jego były wogóle zbyt małe, aby przyjąć silniejsze nity czy śruby. W konstrukcji spawanej daje ona te korzyści, że jest ze względu na jedną oś symetryczna, a więc obie spoiny boczne, łączące ją do blachy, są sobie równe, — poza tem zaś posiada sztywność, podobną jak kątówka w konstrukcji nitowanej. Tak samo pasy kratownic, jak i krzyżulce, mogą być wykonane z teówek w sposób prosty i łatwy. Ponieważ teówki wyrabia się w stosunkowo niewielkiej ilości numerów, a nadto nie ma ich na składzie w odpowiedniej ilości, zatem niejednokrotnie trzeba profil teowy uzyskać z przeciętego na pół dźwigara dwuteowego.



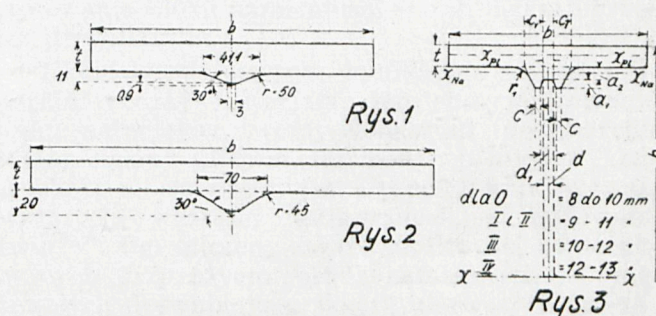
go, co oczywiście podraża robotę i powoduje dodatkowe prostowanie profilu przepołowionego. W dalszej jednak konsekwencji staje się konieczne wprowadzenie do walcowni większej ilości profili teówkowych, i to odpowiednio dostosowanych do wymagań konstrukcji. Takim wymaganiem jest przede wszystkim możliwie równy moment bezwładności dla osi  $x$  i  $y$ , chodzi bowiem o to, aby teówka jako pręt kratownicy we wszystkich kierunkach na wyoboczenie była równowarta. Spawanie spowoduje zatem zwiększone zapotrzebowanie na profile teowe, które trzeba będzie walcować w znacznie większej ilości numerów niż dotychczas. Dwuteówki i ceówki zawdzięczają swój kształt wymaganiom belek pracujących na zginanie, których materiał powinien być możliwie odsunięty od osi obrotowej. Były one zresztą stosowane prawie zawsze jako profile pojedyncze, gdyż donitowywanie nakładek do nich było wogóle niewłaściwe z uwagi na stosunkowo wąskie stopki, oraz z uwagi na pochylenie tychże stopek. Z tego samego powodu nie były one stosowane wogóle w belkach kratowych z wyjątkiem profili szerokostopowych. Zagranicą walcuje się bowiem dźwigary szerokostopowe, które eliminują w znacznym stopniu niewygodę pierwszą, oraz dźwigary  $P$ , które eliminują obie trudności. U nas jednak te profile nie są walcowane aczkolwiek wprowadzenie ich byłoby niezmiernie korzystne dla rozwoju konstrukcji stalowych. Huty powinny moment ten wziąć pod uwagę.

Wprowadzenie spawania pozostawia wogóle możliwości stosowania profili dwuteowych i ceowych, a nawet w pewnym stopniu je rozszerza, gdyż umożliwia w prosty sposób łączenie ich w belki kratowe, oraz utwierdzenie na nich nakładek o dowolnej grubości. Również pozwala ono na zastosowanie dźwigarów rozciętych i podwyższonych przy pomocy odpowiednio dospojonej blachy. Jednakże na kształt tych profili wprowadzenie spawania nie wpłynie zupełnie, poza jednym wyjątkiem: ceówek na słupy.

Inne profile walcowane, mają w konstrukcji walory drugorzędne i stosowane są wogóle rzadko. Wprowadzenie spawania wpływać będzie wogóle raczej na ich zredukowanie, gdyż pozwala ono na łatwe złożenie dowolnych profili z materiału, jakiego jest do dyspozycji. Natomiast szersze zastosowanie uzyskają płaskówki i blachy, które zresztą walcuje się już dzisiaj w znacznej ilości wymiarów. T. zw. żelaza uniwersalne dochodzą do 600 mm szerokości i 40 mm grubości. Dla większych szerokości stosuje się blachy, które zresztą w razie konieczności dokładnych wymiarów trzeba specjalnie obrabiać. Taka konieczność zachodzi np. w blachownicach dla ścianki (środnika), natomiast nie zachodzi w tych blachownicach dla nakładek. Zaznaczyć należy, że blachy mają wogóle właściwości gorsze od żelaza uniwersalnego. Wzmocze się ich zastosowanie w wymiarach dotychczasowych, ale także na coraz większą skalę wchodzić będą one w zastosowanie o wymiarach znacznie grubszych, niż dotychczas normalnie stosowane. Widzimy to już w dotychczasowych rozmaitego typu konstrukcjach spawanych, w pasach belek kratowych, na-

kładkach blachownic i dźwigarów walcowanych, w podstawach słupów i t. p.

Niezależnie od profili już istniejących, które co do numerów wymagają tylko rozszerzenia, a co do kształtu pewnej zmiany, jednym słowem dostosowania do wymagań spawania w stopniu stosunkowo nieznacznym, zaczyna zachodzić potrzeba walcowania profili zupełnie dotychczas niestosowanych, odmiennych od dotychczasowych. Profile te okazały się potrzebne przede wszystkim w odniesieniu do blachownic. Jak wyżej wspominałem, blachownice spawane różnią się od nitowanych o tyle, że nie posiadają kątówek, które tu są zbyt ciężkie, a nawet są przeszkodą do należytego wykonania. Przyspojone bowiem tylko na końcach nie dają należytego połączenia, które staje się w stosunku do łącznika (kątówki) bardzo ekscentryczne, zaś przyspajanie ich również i do krawędzi ścianki jest stosunkowo kosztowne i utrudnione. Z drugiej strony wykonanie blachownic wyłącznie z blach nie jest również łatwe do wykonania wskutek trudności, związanych z dokładnym ustawieniem blach względem siebie (zachowanie prostego kąta), z deformacjami termicznymi, wynikającymi ze spawania, oraz ze stosunkowo dużymi naprężeniami w spoinach (występują tu dość znaczne naprężenia zginające i ścinające). Stąd pochodzi poszukiwanie profilu, któryby niekorzyści te ominął (rys. 1, 2 i 3).



Profile, walcowane obecnie w Niemczech, mają w tym celu kształty podane na rys. 1, 2 i 3. W profilu rys. 3 rąbki stanowią niejako łożysko, w którym łatwo umieścić blachę stojącą i obustronnie przyspoić. Nadto ułatwione jest tu wzajemne ustawienie poszczególnych elementów blachownicy, a wreszcie unika się poprzecznych odkształceń blachy. W r. 1934 wywalcowano w Niemczech 3400 tonn takich profili. Obecnie profile te walcowane są w następujących wielkościach:

Tabl. 1

<i>b</i> w <i>mm</i>	<i>t</i> w <i>mm</i>	Profil	Największa długość	U w a g i
250	15 do 19	I	25 do 22	Większe długości i mniejsze grubości na zamówienie
250 do 290	20 — 90		II	
300 do 400	20 — 90			
400 do 600	30 — 90			
600 do 800	40 — 90			
800 do 1000	50 — 90			

Należy zaznaczyć, że spawanie wprowadziło do konstrukcji spawanych również kształty rurowe.



Zazwyczaj stosuje się je, wstawiając blachy w odpowiednie formy i kształtując je na zimno lub na gorąco<sup>1)</sup>. Gdzie niegdzie pojawiają się tendencje, aby profile do takich kształtów rurowych walc-

Tabl. 2

Profil	w mm										Pow. przek.		Mom. bezwł.	
	b	t	d <sub>1</sub>	c	d <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	r	X <sub>cm</sub>	F <sub>Na</sub> cm <sup>2</sup>	J <sub>Nay</sub>	J <sub>Nax</sub>	
0	250	10 do 22	11	20	10,25	24,5	6	6	2	0,55	6,06	0,71	17,2	
I	320	16 do 28	12	9	11,25	13,6	6	6	3	0,50	3,50	0,38	3,95	
II	340	22 do 34	12	11,5	11,25	13,7	6	8	3	0,60	4,93	0,76	7,66	
III	360	26 do 38	13	13,5	12,25	19,37	6	10	3	0,71	6,56	1,28	12,3	
IV	600	24 do 40	14	30,5	13,50	—	6	34	3	1,75	36,0	167,0	244,0	

<sup>1)</sup> Więcej o przekrojach rurowych, ich zaletach i wadach por. autora: „Spawane konstrukcje rurowe“, „Spawanie i cięcie metali“ 1933 i „The Tubular Steel Constructions“, „Welding Symposium“, London 1935.

wać od razu w formie półkola, przyczem oba profile połączone wytwarzałyby profil kołowy. Narazie profilów takich się nie walcuje, niemniej możliwe jest, że i w tym kierunku zwróci się walcownictwo stali konstrukcyjnej.

Streszczając powyższe, dochodzę do następujących wniosków:

1) wskutek coraz szerszego stosowania spawania, wytwarzają się w walcownictwie tendencje, że zapotrzebowanie kątówek wybitnie się zmniejszy, zaś zapotrzebowanie profilów I i U nie ulegnie specjalnym zmianom, aczkolwiek powinno nieznacznie się zwiększyć;

2) w wybitnym stopniu wzrośnie zapotrzebowanie teówek, przyczem kształt ich powinien być taki, by momenty bezwładności przekroju dla obu osi głównych były takie same;

3) zastosowanie blach i żelaz uniwersalnych powinno ulec zwiększeniu, zwłaszcza w sortymentach grubszych;

4) pojawiają się nowe profile dostosowane do spawania, przyczem narazie wchodzi w grę profile do blachownic.