

Roman WALKOWIAK  
Politechnika Poznańska

#### ZGRZEWANIE RUR ŁUKIEM WIRUJĄCYM

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono wyniki doświadczeń doczołowego zgrzewania łukiem wirującym rur stalowych precyzyjnych bez szwu walcowanych o średnicy 45 x 2 mm gatunku R35.

Postęp w dziedzinie technologii, dążenie do obniżenia kosztów wytwarzania i zwiększenia wydajności zmusza do wdrożenia nowych metod łączenia. Metodą spełniającą te wymagania jest zgrzewanie (spawanie) łukiem wirującym w polu magnetycznym [1,2]. Uruchomienie produkcji tego typu urządzeń i opracowanie technologii jest zadaniem krajowego spawalnictwa. Zgrzewanie łukiem wirującym nadaje się szczególnie do doczołowego łączenia rur cienkościennych o różnych kształtach przekroju poprzecznego. Przy zastosowaniu tej metody można łączyć większość gatunków stali węglowych, stopowych oraz miedzi, aluminium i niektóre ich stopy [1,3]. Doceniając tę potrzebę w Zakładzie Spawalnictwa wykonano urządzenie do zgrzewania łukiem wirującym ZDŁw-50. Zgrzewarka pozwala na łączenie rur o średnicy do 50 mm i grubości ścianki do 6 mm.

Celem badań było ustalenie wybranych parametrów zgrzewania, gwarantujących dobrą jakość wykonywanych złączy zgrzewanych. Jakość złączy zgrzewanych zależy od szeregu czynników, do których zalicza się: natężenie prądu łuku, czas jarzenia łuku, siłę dociskającą, natężenie prądu magnesującego, odstęp między rurami, odstęp między solenoidami, natężenie przepływu gazu ochronnego. Ponadto takie czynniki, jak: rodzaj materiału, kształt przekroju poprzecznego elementów, sposób przygotowania powierzchni czoł rur są czynnikami, które również decydują o jakości złącza. Wytrzymałość złączy zgrzewanych łukiem wirującym zależy głównie od głębokości nadtopienia końców zgrzewanych rur i siły dociskającej. Głębokość nadtopienia końców zgrzewanych rur jest funkcją ilości dostarczonej energii, uzależnionej od natężenia prądu i czasu jarzenia łuku, natężenia prądu magnesującego i odstępu między czołami rur. Głębokość nadtapiania końców rur winna wynosić 0,3-0,5 mm [4].

Optymalizację parametrów natężenia prądu łuku, prądu magnesującego, czasu jarzenia i szerokości odstępu wpływających na głębokość nadtapiania przeprowadzono metodą sympleksową [5] przyjmując jako kryterium głębokość nadtapiania. Ustalone tą metodą optymalne parametry wykorzystano do wykonywania złączy zgrzewanych. Kryterium oceny złącza zgrzewanego były: wytrzymałość na rozciąganie, odpowiadająca zakresowi wytrzymałości materiału rodzimego, dobra plastyczność złącza - brak pęknięć i naderwań po spłaszczeniu rur i wielkość wypłytki mniejsza od 1 mm.

Powierzchnie czołowe rur przygotowano tak, aby były prostopadle do osi a ich chropowatość wynosiła  $R_a = 5 \mu\text{m}$ . Końce rur przed przystąpieniem do doświadczeń czyszczono mechanicznie za pomocą szczotki rotacyjnej.

Pomiarów głębokości nadtapiania  $g_s$  dokonywano na zdjęciach makroskopowych o dwudziestokrotnym powiększeniu w trzech miejscach cc  $120^\circ$  mierząc wartość  $x$  (rys. 1).

Zgrzane rury poddano próbie rozciągania zgodnie z PN-64/M-69713 [6] na maszynie wytrzymałościowej typu R50 produkcji radzieckiej. Te parametry, przy zastosowaniu których złącza osiągały założone kryterium poddano próbie zginania przez spłaszczanie według PN-65/M-69720 [7] i nie stosowanej już próbie języczkowej według PN-65/M-69721 [8]. Złącza wykonane przy zastosowaniu dobranych parametrów poddano badaniom metalograficznym makro- i mikroskopowym oraz przeprowadzono na nich pomiary twardości zgodnie z PN-64/M-69751 [9].

Wyniki optymalizacji wartości parametrów wpływających na głębokość nadtapiania podano w tablicy 1.

Przy zastosowaniu parametrów o wartościach przedstawionych w tabeli 1 wykonano złącza, stosując różne wartości siły dociskającej. Rozciąganie próbek pozwoliło na ustalenie zakresu siły dociskającej.

Przeprowadzone próby zginania złączy doczołowych metodą spłaszczania rodzaju E nie wykazały naderwań ani innych wad po całkowitym spłaszczeniu próbek. Przy próbach języczkowych rodzaju A otrzymano położenie ramion odpowiadające kątowi gięcia  $180^\circ$ .

Makro- i mikrostrukturę złącza przedstawiono na rysunku 3.

Pomiar twardości złączy zgrzewanych łukiem wirującym wykazał znaczny przyrost twardości w miejscu powstania zgrzeiny, który jednak nie spowodował spadku plastyczności złączy, co wykazały próby zginania.

Przeprowadzone próby doczołowego zgrzewania wykazały, że złącza wykonane przy zastosowaniu parametrów wynikających z prób nadtapiania czoł i stosowania sił dociskających w granicach 9500-13400 N posiadają wymagane własności.

#### LITERATURA

- [1] Siedel J.: Wirtschaftlichkeit bei Anwendung des Plasma-MBL- und Schweissen. Schweisstechnik 10/1975.
- [2] Praca zbiorowa: Zbadanie warunków zgrzewania łukiem wirującym. Instytut Spawalnictwa w Gliwicach - opracowanie Ba37.
- [3] Ganowski F.J.: Presschweissen mit magnetisch bewegtem Lichtbogen. Schweissen und Schneiden 7/1974.
- [4] Gerlach M.: Erprobung des MBL-H Verfahrens an rechtickgen Blechteilen ZIS-Mitteilungen 6/1974.
- [5] Kacew P.G.: Kontrola narzędzi skrawających. WNT, Warszawa 1978.

- [6] PN-64/M-69713: Próba statyczna rozciągania okrągłych złączy spawanych lub zgrzewanych.
- [7] PN-78/M-69720: Próby zginania doczołowych złączy spawanych lub zgrzewanych.
- [8] PN-65/M-69721: Próba zginania obwodowych rurowych złączy spawanych lub zgrzewanych doczołowo.
- [9] PN-64/M-69751: Próba twardości złączy spawanych i zgrzewanych.

Recenzent

Doc.dr hab.inż. A.Klimpel

#### WELDING PIPES WITH ROTATING ARC

##### SUMMARY

The article presents the results of experiments on butt welding of steel pipes with rotating arc. The pipes (type R 35 and of the diameter 45x2 mm) have been rolled without seams.

#### СВАРКА ТРУБ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ДУГОЙ

##### РЕЗЮМЕ

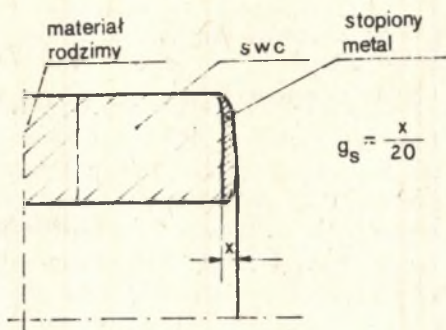
В настоящей работе представлены результаты исследований стыковой сварки вращающейся дугой стальных катаных труб без шва диаметром 45x2 мм из стали марки R35.

T a b l i c a 1

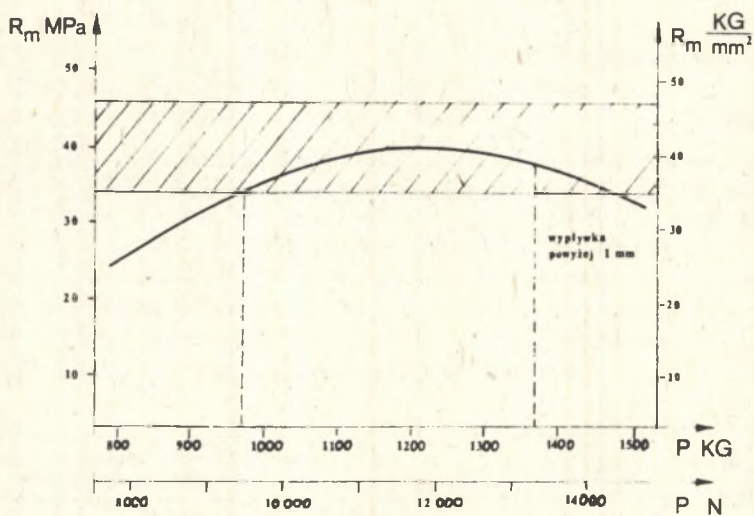
Dobre parametry zgrzewania

Parametry optymalizowane				Parametry utrzymane w czasie badań na stałym poziomie		
$I_z$	$I_m$	$t_d$	s	o	n	V
300	4,1	5	2,2	20	1000	20



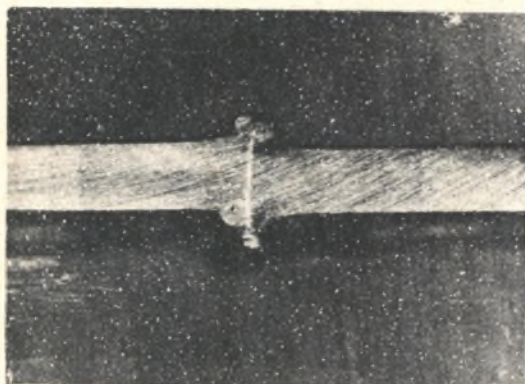


Rys.1. Sposób pomiaru głębokości nadtopienia  $g_s$ .

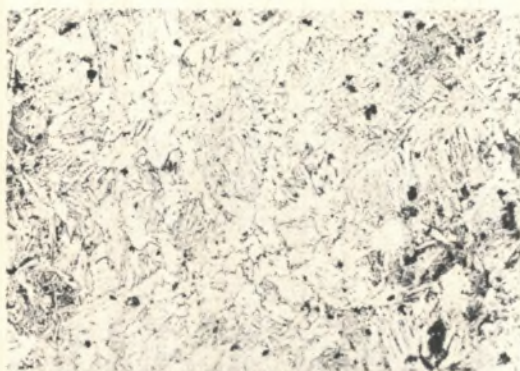
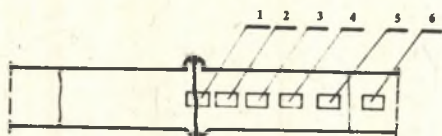


Rys.2. Wpływ siły dociskającej na wytrzymałość na rozciąganie.

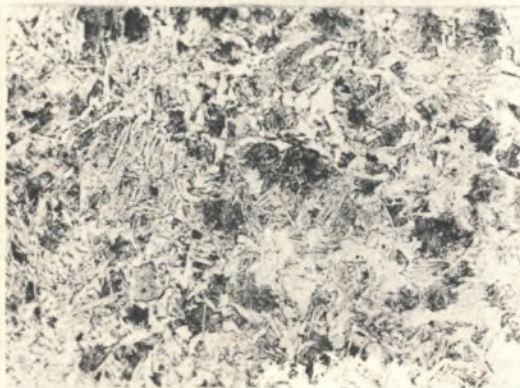
a



b

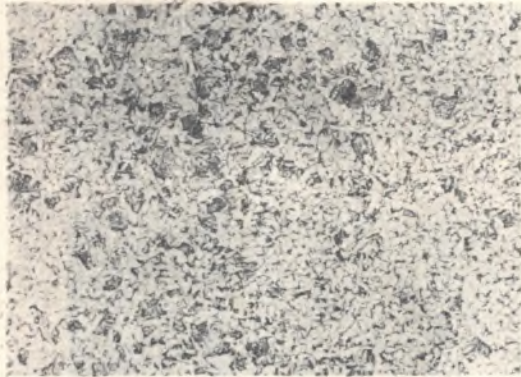


1

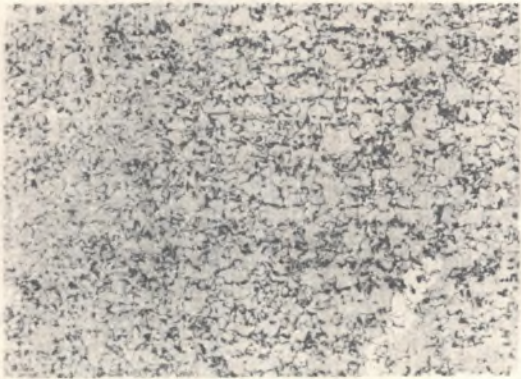


2





3

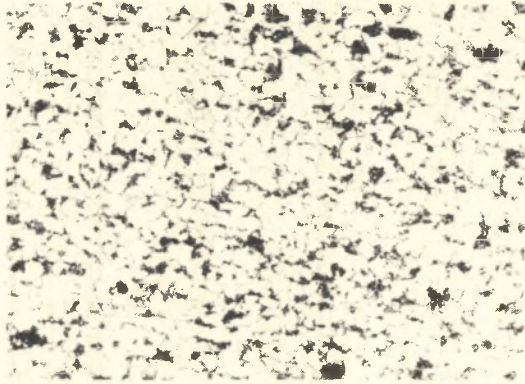


4

v

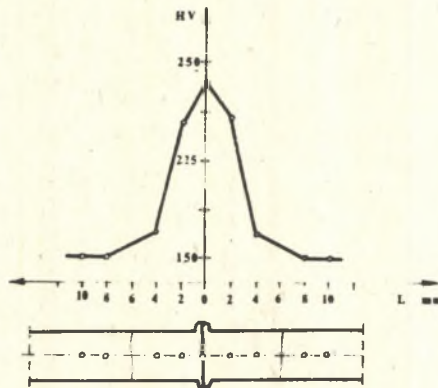


5



6

Rys.3. Struktura doczołowego złącza rurowego ze stali R35  
 $\varnothing$  45x2 mm.  
 a. makrostruktura (traw. odcz. Adlera pow.6x),  
 b. mikrostruktura (traw. odcz. Nital pow.500x)  
 1,2 .....6 miejsca wykonywania zdjęć.



Rys.4. Rozkład twardości złącza ze stali R35.