

ZDZISŁAW BULSKI
Katedra Spawalnictwa

PRZYDATNOŚĆ METOD TIG I MIG DO SPAWANIA
APARATURY CHEMICZNEJ Z ALUMINIUM

Streszczenie: Podano wyniki badań własności połączeń aluminiowych elementów spawanych w osłonie argonu elektrodami wolframowymi i aluminiowymi. Porównanie wytrzymałości i odporności na korozję tych połączeń spawanych w osłonie argonu umożliwia ocenę przydatności metod stosowanych przy produkcji aparatury chemicznej z aluminium.

1. Wstęp

Aluminium jako materiał konstrukcyjny, stosunkowo późno znalazło szersze zastosowanie w technice.

W ostatnich latach dzięki stworzeniu odpowiednich warunków technicznych jego produkcji oraz na skutek dużego zapotrzebowania na materiały odporne na korozję, o dużej wytrzymałości i równocześnie małym ciężarze właściwym, wskaźniki wzrostu produkcji aluminium przewyższają nawet wskaźniki wzrostu produkcji stali.

Poważnymi odbiorcami aluminium jest przemysł lotniczy, samochodowy, okrętowy i chemiczny. Zastosowanie tego materiału przy produkcji środków transportu umożliwia zmniejszenie ciężaru własnego i zużycia energii napędowej, zwiększenie ładowności, zasięgu i żywotności pojazdów, zmniejsza wymogi konserwacji oraz ułatwia nawigację dzięki własnościom antymagnetycznym.

Wzrasta zapotrzebowanie aluminium w przemyśle elektrotechnicznym, spożywczym, w budownictwie, w produkcji artykułów powszechnego użytku, głównie ze względu na lekkość, łatwą obróbkę, dużą przewodność cieplną i elektryczną, estetyczny wygląd wyrobów oraz łatwość ich barwienia.

Szczególnie uzasadnione jest stosowanie aluminium i jego stopów w budowie aparatury przemysłu chemicznego.

Dzięki takim cechom jak:

- duża odporność chemiczna na działanie wielu związków organicznych i nieorganicznych, doskonała obrabialność
- niski ciężar właściwy
- wzrost własności mechanicznych w niskich temperaturach
- wysokie przewodnictwo cieplne
- dobre zdolności odbijania promieniowania
- brak iskrzenia przy uderzeniu,

aparaty i urządzenia wykonane z aluminium lub jego stopów są lżejsze, tańsze, sprawniejsze i bezpieczniejsze od stalowych.

Z aluminium wykonuje się całe urządzenia aparatury chemicznej lub poszczególne jej elementy takie jak:

- aparaturę do procesów dyfuzyjnych (absorbery, adsorbery, aparaty destylacyjne, ekstraktory, suszarki),
- aparaty do procesów hydromechanicznych (wirówki, cyklony, elektrofiltry, filtry, mieszalniki),
- aparaty wymiany ciepła (piece, wymienniki ciepła, krystalizatory),
- przewody wentylacyjne, kominy,
- zbiorniki, kadzie fermentacyjne, cysterny, beozki,
- pompy, wentylatory, dmuchawy
- rurociągi, zawory i zasuwki,
- osłony i obudowy aparatów itd.

Mimo dużych korzyści wynikających z zastosowania aluminium i jego stopów w wielu dziedzinach przemysłu, rozpowszechnianie tych materiałów stoi na przeszkodzie stosunkowo jeszcze wysokie ceny (głównie w krajach o ograniczonej produkcji), brak zaufania u konstruktorów oraz nieustalone lub mało rozpowszechnione technologie wytwarzania i remontu wyrobów aluminiowych.

Jednym z czynników umożliwiających wzrost produkcji i szybkie rozpowszechnienie się aluminium jest nadal trwający rozwój i popularyzacja nowoczesnych metod jego łączenia.

2. Metody łączenia aluminium i jego stopów

Obeonie możliwe jest łączenie elementów aluminiowych wszystkimi powszechnie stosowanymi sposobami.

Najstarszą metodą łączenia jest nitowanie. Umożliwia ono wykonanie połączenia przy użyciu prostych środków i bez działania ciepła, co zabezpiecza przed obniżeniem własności mechanicznych stopów ulepszonych cieplnie.

Metoda ta posiada jednak szereg wad, jak duża pracochłonność, wzrost ciężaru połączenia spowodowany zakładką, zmniejszenie czynnego przekroju elementów łączonych przez otwory i dlatego stosowana jest ostatnio tylko w wyjątkowych przypadkach.

Lutowanie łatwe do wykonania przy użyciu prostych stosunkowo środków jest w przypadku aluminium nieco utrudnione obecnością warstewki tlenków oraz powoduje wzrost ciężaru połączenia i niebezpieczeństwo korozji.

Zaletą klejenia, najnowszej metody łączenia metali jest możliwość uzyskania połączenia bez obniżania wytrzymałości stopów obrabianych cieplnie, można je jednak stosować tylko do pewnej grubości materiału, wymaga stosowania zakładki i ze względu na niezbędne urządzenia dociskowe opłacalne jest tylko w przypadku produkcji seryjnej.

Zgrzewanie stosowane jest tylko w nielicznych konstrukcjach przy ograniczonej grubości elementów.

Wymaga ono stosowania drogich urządzeń i bardzo ścisłych technologii.

Najprostszym sposobem łączenia jest spawanie. Zaletą jego jest prostota i niski koszt oraz najmniejszy ciężar połączenia i estetyczny jego wygląd.

Do jego wad zaliczyć można konieczność stosowania specjalnych urządzeń i wysokokwalifikowanej obsługi oraz fakt, że miejsce połączenia po obrobieniu powierzchni staje się widoczne a wytrzymałość stopów ulepszonych lub przerobionych plastycznie na zimno maleje w strefie wpływu ciepła.

Specyficzne własności fizyczne i chemiczne aluminium powodowały, że przez dłuższy czas było ono zaliczane do metali raczej trudno spawalnych.

Duże powinowactwo do tlenu powoduje pokrywanie się przedmiotów aluminiowych już w temperaturze pokojowej trwałą i silnie przylegającą do metalu warstwą tlenku Al_2O_3 . Tlenek ten topiący się dopiero w temperaturze $2050^{\circ}C$ w normalnych warunkach uniemożliwia spawanie i powoduje konieczność stosowania topników (przy spawaniu gazowym) oraz mas otulinowych (przy spawaniu elektrycznym elektrodami otulonymi), których składniki w podwyższonych temperaturach topiąc się rozpuszczają i wiążą tlenek aluminium i wypływają na powierzchnię spoiny.

Składniki te jednak w wypadku niedokładnego ich usunięcia po spawaniu, co w wielu przypadkach jest nieuniknione, powodują szybkie zniszczenie połączenia na skutek korozji.

Hygroskopijny tlenek aluminium powoduje też zanieczyszczenie tego metalu wodorem w myśl reakcji:



co przy dużej zależności rozpuszczalności wodoru w aluminium od temperatury powoduje częstą wadę spoin aluminiowych - porowatość.

Duże przewodnictwo cieplne i ciepło właściwe aluminium powoduje konieczność stosowania przy jego spawaniu źródeł ciepła o wysokiej intensywności.

Znaczny spadek wytrzymałości w temperaturach powyżej $500^{\circ}C$ oraz duży współczynnik rozszerzalności cieplnej i skurcz przy krzepnięciu sprzyjają pękaniu spoin, szczególnie wielowarstwowych w czasie spawania.

Brak zmiany barw przejściowych przy podgrzewaniu uniemożliwia wizualne określenie stopnia nagrzania oraz bliskości punktu topnienia.

Mała lepkość aluminium w stanie płynnym sprzyja łatwemu przeciekaniu stopionego metalu poza grań spoiny.

Z tych powodów spawanie płomieniem acetylenowo-tlenowym, a następnie spawanie elektryczne elektrodami otulonymi, które były głównymi metodami łączenia aluminium aż do końca II wojny światowej, nie zapewniały odpowiednich własności połączeń.

Dopiero opracowanie metod spawania aluminium w osłonie gazów obojętnych pozwoliło uzyskać połączenia o wysokich własnościach wytrzymałościowych, przy zachowaniu dużej odporności na korozję bez dodatkowej obróbki spoin.

Dzięki wprowadzeniu tych metod, obecnie technicznie i ekonomicznie bardziej opłacalnych od poprzednich, aluminium i większość jego stopów można zaliczyć do metali łatwospawalnych.

Głównymi zaletami metod spawania w osłonie argonu są:

- wysoka koncentracja źródła ciepła jakim jest łuk elektryczny, która pozwala na spawanie niezbyt grubych elementów bez wstępnego podgrzewania oraz na spawanie wielowarstwowe bez obawy powstawania pęknięć spoiny i zapewnia małe rozmiary strefy wpływu ciepła,
- zjawisko katodowego czyszczenia powierzchni łączonych elementów, umożliwiające spawanie bez użycia topników usuwających tlenek Al_2O_3 .

O ile próby spawania elektrodą wolframową (metoda TIG) bardzo szybko dały poprawne wyniki i metoda ta szybko zdobyła pełne uznanie, o tyle spawanie elektrodą topliwą (metoda MIG) przez dłuższy czas nie gwarantowało całkowitej niezawodności pod względem wyników.

Spoiny uzyskane tą metodą charakteryzują się często pewną mikro- (a czasem i makro-) porowatością, która odbija się na własnościach mechanicznych i antykorozyjnych połączenia.

Przyczyny tego tkwią głównie w niezbyt ścisłym przestrzeganiu wymagań technologii, co w warunkach produkcyjnych zdarza się dosyć często.

Decydującą rolę odgrywa tutaj dokładność ustalenia parametrów spawania oraz czystość materiału spawanego, dodatkowego i gazu ochronnego.

W warunkach krajowych częstą przyczyną wadliwości spoin wykonywanych metodą MIG jest zawodność stosowanej aparatury.

Ponieważ jednak metoda MIG posiada w porównaniu z metodą TIG szereg niewątpliwych zalet takich jak mniejszy koszt, większa wydajność, łatwość przetapiania grubych blach bez podgrzewania, łatwiejsza automatyzacja procesu, celowa wydaje się

jej jak najszersza popularyzacja, szczególnie przy produkcji seryjnej i w przypadku spawania elementów o dużej grubości.

3. Badania własne

Celem niniejszej pracy było porównanie własności wytrzymałościowych i odporności na korozję połączeń aluminiowych wykonanych metodami TIG i MIG w warunkach produkcyjnych.

3.1. Materiały użyte do badań

Badania przeprowadzono na blachach aluminiowych gatunku A1 (Al 99,5) o grubościach 6,10 i 14 mm.

Skład chemiczny i własności wytrzymałościowo-plastyczne (według atestów wytwórcy) przedstawiono w tabelicy 1.

Tablica 1

Skład chemiczny i własności wytrzymałościowo-plastyczne blach użytych do badań

g [mm]	Skład chemiczny %						R _m kG/mm ²	A ₁₀ %
	Al	Cu	Fe	Si	Ti	Zn		
6	99,63	0,009	0,27	0,08	0,01	-	10,6	23,5
10	99,61	0,01	0,28	0,1	-	-	7,3	41,0
14	99,61	0,01	0,26	0,1	-	0,15	8,55	26,4

Jako stopiwa użyto drutów w gatunku SA1 o średnicach 1,5, 2,0, 4,5, 6 mm produkcji Walcowni Metali "Dziedzice". Gazem ochronnym był argon spawalniczy o czystości 99,99%.

3.2. Urządzenia

Spawanie metodą TIG przeprowadzono przy użyciu urządzenia EGb-500 zasilanego transformatorem spawalniczym ETo-500.

Do spawania metodą MIG użyto półautomatu EMa-400 zasilanego prostownikiem spawalniczym SZA-300.

3.3. Przygotowanie materiałów do spawania

Płyty próbne po obcięciu i zukosowaniu odtłuszczone przy pomocy czterochlorku węgla, a następnie w celu usunięcia warstwy Al_2O_3 trawiono w odpowiednich roztworach lub oczyszczono mechanicznie (stalową szczotką rotacyjną).

Ponieważ w czasie badań wstępnych stwierdzono, że sposób przygotowania krawędzi blach nie wywiera widocznego wpływu na jakość połączeń, podczas następných prób stosowano czyszczenie mechaniczne jako łatwiejsze do przeprowadzenia w warunkach produkcyjnych.

Druty przeznaczone do spawania metodą TIG po odtłuszczeniu trawiono w 10% roztworze NaOH o temperaturze 60-70°C a po opłukaniu gorącą wodą w 20% roztworze HNO_3 .

Druty elektrodowe do spawania metodą MIG trawiono w roztworze 40% H_2SO_4 i 60% H_3PO_4 o temperaturze 60°C (trawienie poleerujące).

Po trawieniu druty płukano wodą i suszono w strumieniu sprężonego powietrza.

3.4. Spawanie płyt próbnych

Spawanie przeprowadzono w pozycji podolnej stosując parametry ustalone w czasie badań wstępnych (tabl. 2 i 3).

Po wykonaniu warstwy od strony lica grań spoiny wycinano mechanicznie i podpawano.

Układanie spoin rozpoczynano na płytkach wybiegowych, które następnie usuwano.



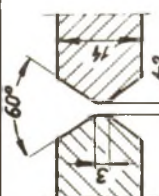
3.5. Badania połączeń spawanych

Płyty próbne poddano badaniom rentgenograficznym a następnie pocięto na próbki przeznaczone do pomiarów twardości w strefie wpływu ciepła, badań metalograficznych, wytrzymałościowych oraz badań odporności na korozję.

Na podstawie rentgenogramów wszystkie spoiny zaliczono do klasy II.

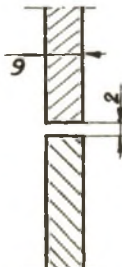
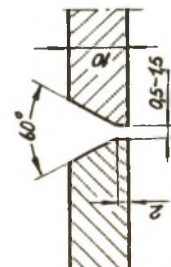
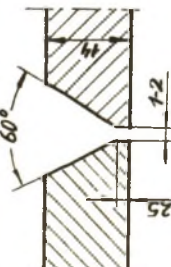
Tabl. 2

Parametry ozołowego spawania aluminium metodą TIG

Sposób przygotowania blach	Grubość blachy [mm]	Natężenie prądu [A]	Średnica elektrody [mm]	Średnica drutu [mm]	Szybkość spawania [m/min]	Zużycie argonu [l/min]	Średnica dyszy gaz. [mm]	Temp. podgrzew. [°C]
	6	180-200 160-180	5 5	4 4	0,20 0,25	10 10	16 16	- -
	10	220-240 180-200	5 5	6 4	0,15 0,2	12 10	16 16	150- 200
	14	300-320 320-340 300-320	6,5 6,5 6,5	6 6 6	0,12 0,1 0,12	14 14 14	16 16 16	200- 250

Tablica 3

Parametry ozołowego spawania aluminium metodą MIG

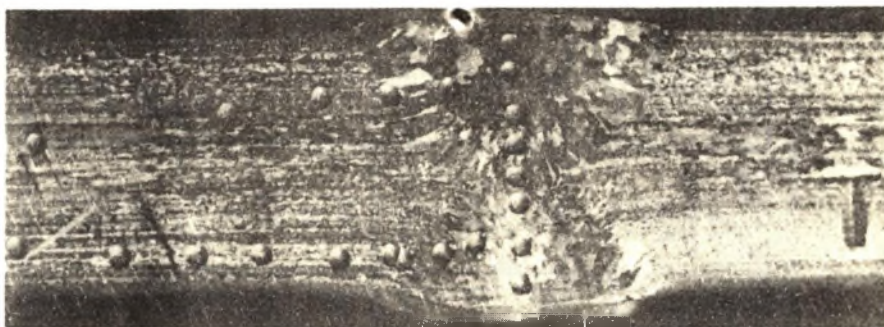
Sposób przygotowania blach	Gru- bość blachy [mm]	Natęże- nie prądu [A]	Napie- cie spawa- nia [V]	Zuży- cie Ar [l/min]	Śred- nica drutu [mm]	Szyb- kość podaw. drutu [m/min]	Szyb- kość spawa- nia [m/min]
	6	160-180 160-180	24 24	14 14	1,5 1,5	4,0 4,0	0,6 0,65
	10	240-260 180-200	26 24	16 16	2,0 1,5	4,5 4,5	0,4 0,5
	14	260-280 240-260 180-200	28 26 24	17 17 16	2,0 2,0 1,5	4,0 4,5 4,5	0,35 0,35 0,5

Najczęściej spotykanymi wadami były:

- porowatość spoin (przy obu metodach spawania),
- wtrącenia wolframu (przy metodzie TIG).

Pomiary twardości oraz badania metalograficzne wykazały, że szerokość strefy wpływu ciepła wynosiła około 35 mm przy zastosowaniu metody TIG oraz około 25 mm w połączeniach spawanych metodą MIG.

Spadek twardości w strefie wpływu ciepła, w porównaniu z twardością materiału rodzimego, wynosił 18+30% przy metodzie TIG i do 20% przy metodzie MIG (rys. 1 i 2).



Rys. 1. Makrostruktura połączenia wykonanego metodą TIG
g = 14 mm, pow. 2,5 X, traw. odcz. Tuckera



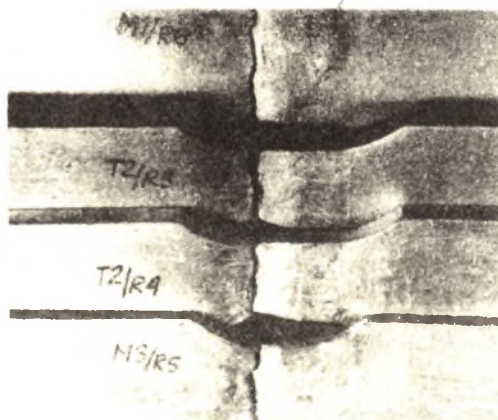
Rys. 2. Makrostruktura połączenia wykonanego metodą MIG
g = 14 mm, pow. 2 X, traw. odcz. Tuckera

Próby rozciągania przeprowadzono na próbkach typu A (wytrzymałość połączenia spawanego) oraz na próbkach typu B (wytrzymałość spoiny), przy czym część próbek poddano uprzednio 12-godzinnemu trawieniu w 40% HNO_3 o temperaturze ok. 100°C .

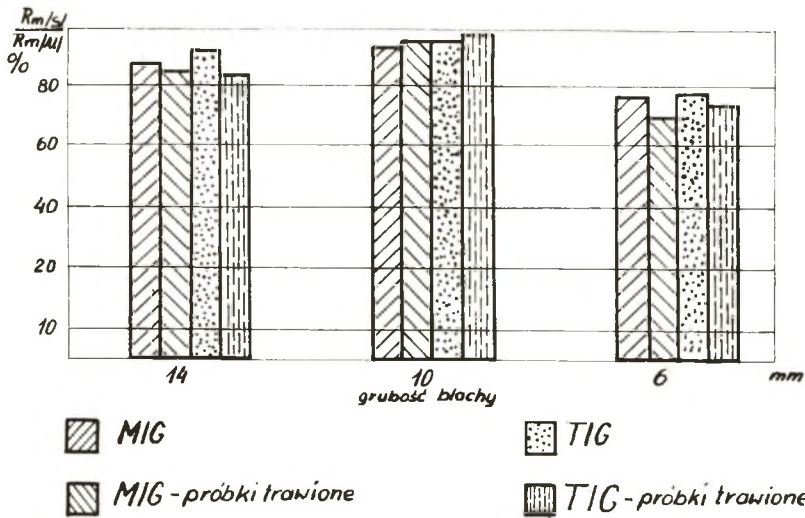
Próbki typu A nietrawione ulegały zerwaniu poza spoiną, trawione pękały w spoinie (rys. 3 i 4). Wyniki prób wytrzymałościowych zestawiono w tabelicy 3 oraz na wykresie na rys. 5.



Rys. 3. Wygląd próbek typu A po zerwaniu



Rys. 4. Wygląd próbek typu B po zerwaniu



Rys. 5. Wykres zmiany wytrzymałości na rozciąganie połączeń spawanych w zależności od stanu materiału podstawowego i metody spawania

Badania odporności na korozję przeprowadzono metodą przyspieszoną laboratoryjną, według wytycznych zawartych w normie PN/H-04600, stosując dwa środowiska korozyjne.

Połowę próbek trawiono na gorąco w 40%-owym roztworze HNO_3 o temperaturze 95°C przez 18 godzin, trzykrotnie zmieniając roztwór na świeży (rys. 6 i 7).



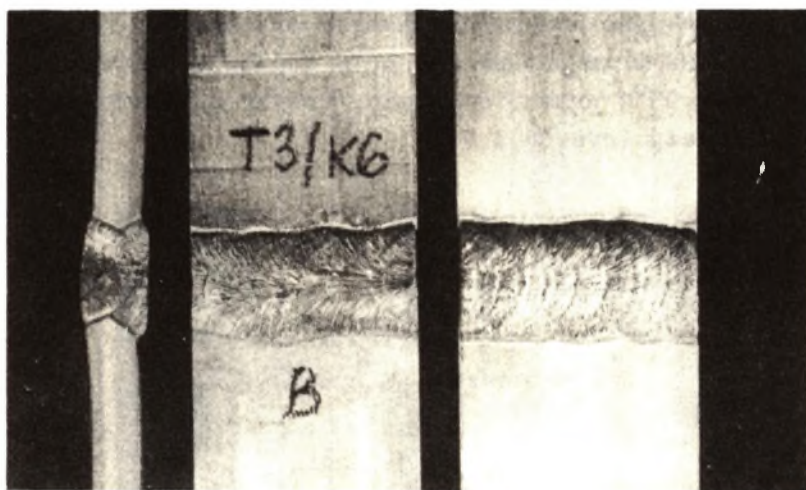
Rys. 6. Wygląd próbek spawanych metodą TIG po trawieniu na gorąco



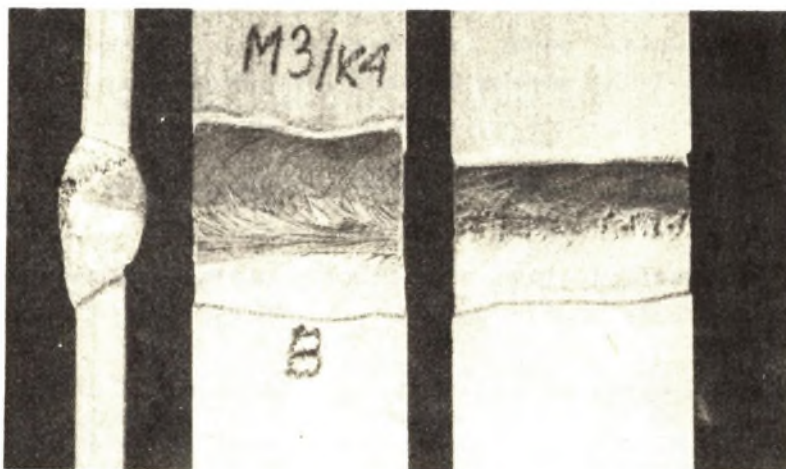
Rys. 7. Wygląd próbek spawanych metodą MIG po trawieniu na gorąco

Drugą połowę próbek trawiono przez 96 godzin na zimno (rys. 8 i 9) w roztworze o składzie:

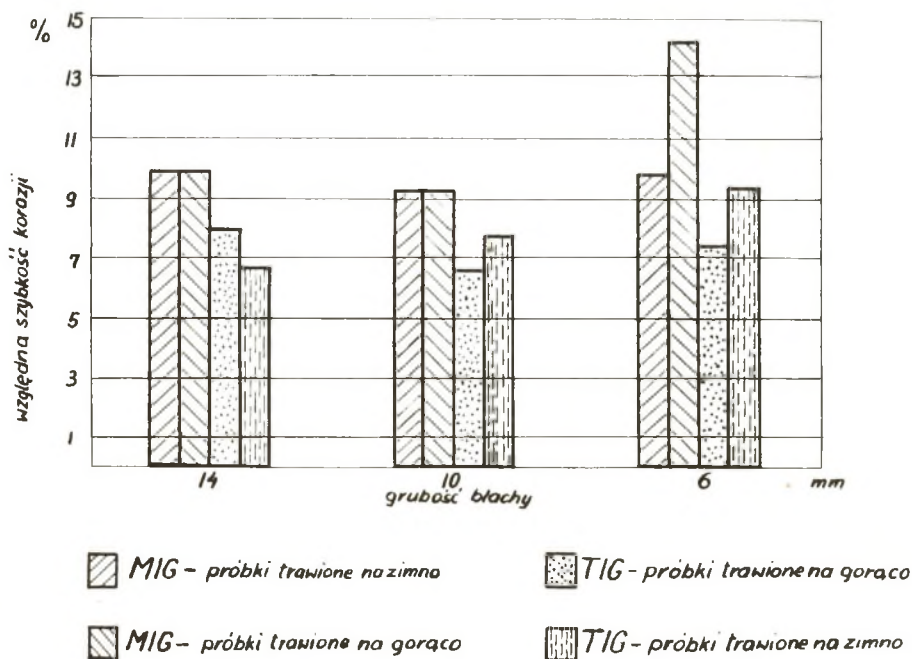
$8000 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{O}$, $1000 \text{ cm}^3 \text{ H}_2\text{SO}_4$, $1000 \text{ cm}^3 \text{ HF}$.



Rys. 8. Wygląd próbek spawanych metodą TIG po trawieniu na zimno



Rys. 9. Wygląd próbek spawanych metodą MIG po trawieniu na zimno



Rys. 10. Wykres względnej szybkości korozji połączeń spawanych

Ponieważ badanie korozji równomiernej przy próbkach spawanych nie daje właściwej oceny ich odporności, dla każdej próbki obliczono względną szybkość korozji według wzoru:

$$A = \frac{V_s - V_m}{V_m} \cdot 100\%$$

Wyniki badań odporności na korozję zestawiono w tabl. 5 oraz na wykresie na rys. 10.

3.6. Analiza wyników

Spawanie metodą TIG wymaga wprowadzenia do materiału większej ilości ciepła, czego wynikiem jest większa szerokość strefy wpływu ciepła oraz większe odkształcenia elementów spawanych.

Próby wytrzymałościowe potwierdziły fakt, że maksymalna wytrzymałość połączeń spawanych utrzymuje się w granicach wytrzymałości materiału wyzarzonego, która dla aluminium Al 1 wynosi $7+9 \text{ kg/mm}^2$.

Z porównania wyników widać, że spadek wytrzymałości na zerwanie zależał głównie od stanu materiału przed spawaniem.

W przypadku spawania aluminium dostarczonego w stanie miękkim ($g = 10 \text{ mm}$ i $g = 14 \text{ mm}$) spadek ten był znacznie mniejszy niż w przypadku spawania aluminium w stanie półtwardym ($g = g \text{ mm}$).

Przy spawaniu metodą TIG spadek wytrzymałości materiału w strefie wpływu ciepła był mniejszy o $0,5+3,8\%$ dla próbek nietrawionych i o $0+8\%$ dla próbek trawionych, od spadku wytrzymałości przy spawaniu metodą MIG. Próby zginania wykazały bardzo dobre własności plastyczne połączeń - we wszystkich wypadkach uzyskano kąt gięcia równy 180° bez pęknięć i rys.

Badania odporności na korozję wykazały również jej zależność od stanu materiału przed spawaniem.

Szybkość korozji w przypadku aluminium półtwardego wynosiła $39,7 \text{ mm/rok}$, a w przypadku aluminium miękkiego $35,7 \text{ mm/rok}$ (ośrodek korozyjny - 20% roztwór $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HF}$).

Tablica 5

Porównanie odporności na korozję
spawanych połączeń aluminiowych (A1)

Grubość blachy [mm]	Metoda spawania	Rodzaj próbki	Sposób trawienia	Średnia szybkość $V_p \left[\frac{\text{mm}}{\text{rok}} \right]$	$\frac{V_p(s)}{V_p(m)}$ %	Względna szybkość korozji $A = \frac{V_s - V_m}{V_m}$
14	TIG	Spoina doczołowa X	na zimno	40,6	106,6	6,6
		z podpawaniem	na gorąco	243,3	108,0	8,0
	MIG	Spoina doczołowa V	na zimno	41,9	110,1	10,1
		z podpawaniem	na gorąco	247,8	110,0	10,0
	-	Materiał bez spoiny	na zimno	38,1	100,0	-
			na gorąco	225,3	100,0	-
10	TIG	Spoina doczołowa V	na zimno	38,5	107,8	7,8
		z podpawaniem	na gorąco	231,2	106,5	6,5
	MIG	Spoina doczołowa V	na zimno	39,0	109,3	9,3
		z podpawaniem	na gorąco	237,2	109,3	9,3
	-	Materiał bez spoiny	na zimno	35,7	100,0	-
			na gorąco	217,0	100,0	-
	TIG	Spoina doczołowa I	na zimno	43,4	109,3	9,3
		z podpawaniem	na gorąco	243,5	107,3	7,3
	MIG	Spoina doczołowa I	na zimno	45,3	114,2	14,2
		z podpawaniem	na gorąco	249,2	109,8	9,8
	-	Materiał bez spoiny	na zimno	39,7	100,0	-
			na gorąco	226,9	100,0	-

$V_p(s)$ - szybkość korozji próbek ze spoiną (ubytek grubości)

$V_p(m)$ - szybkość korozji próbek bez spoiny (ubytek grubości).

Korozja przebiegała znacznie szybciej w gorącym roztworze HNO_3 i miała ona charakter wżerowy.

Podczas trawienia próbek w roztworze $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HF}$ korozji ulegały tylko powierzchnie zewnętrzne próbek, nie wykazując miejscowych ośrodków korozji typu wżerowego. Trawienie to powodowało stosunkowo duże ubytki materiału w strefie przejściowej połączeń.

Względna szybkość korozji wyniosła 6,5–9,5% dla próbek spawanych metodą TIG i 9,3–14,2% dla próbek spawanych metodą MIG.

Dużą szybkość korozji próbek o grubości $g = 6$ mm spawanych metodą MIG, trawionych w gorącym roztworze, należy tłumaczyć nie tyle niedoskonałością metody spawania, co zbyt dużą szerokością spoiny w stosunku do całkowitej powierzchni próbek.

4. Wnioski

1. Metoda MIG pozwala na otrzymanie połączeń spawanych o właściwościach wytrzymałościowych nieznacznie gorszych lub równych właściwościom połączeń uzyskanych przy zastosowaniu metody TIG.
2. Nagrzanie materiału spawanego, a zatem i odkształcenia konstrukcji są mniejsze przy stosowaniu metody MIG.
3. Odporność połączeń na korozję w przypadku spawania metodą MIG jest niższa.
4. Stosowanie metody MIG jest korzystniejsze w wypadku spawania elementów o dużych grubościach, od których nie wymaga się wysokiej odporności na korozję. Do spawania elementów o małej grubości oraz takich, które są przeznaczone do pracy w ośrodkach silnie korodujących należy stosować metodę TIG.

LITERATURA

- [1] Praca zbiorowa: Aluminium, Poradnik WNT Warszawa 1967.
- [2] Orman M., Golian A.: Korozja aluminium i jego stopów, "Śląsk", Katowice 1963.
- [3] Lancaster I.F.: Metalurgia procesów spawalniczych, WNT Warszawa 1967.
- [4] Bryś S.: Spawanie łukowe aluminium otuloną elektrodą aluminową, Przegląd Spawalnictwa nr 1/1958.
- [5] Burak S., Kita K.: Własności połączeń spawanych czystego aluminium, Przegląd Spawalnictwa nr 8/1965.
- [6] Korkiewicz P.: Urządzenia do spawania w atmosferze gazów ochronnych, Biuletyn Instytutu Spawalnictwa nr 31.
- [7] Bryś S.: Spawanie aluminium w osłonie argonu, Prace badawcze Dc-4 i Dc-6 Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach.
- [8] Liszka J.: Praca dyplomowa wykonana w Katedrze Spawalnictwa Politechniki Śląskiej.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИГОДНОСТИ МЕТОДОВ СВАРКИ В СРЕДЕ АРГОНА ДЛЯ СОЕДИНЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОЙ АППАРАТУРЫ

Р е з ю м е

В работе приводятся результаты исследований свойств алюминиевых соединений сваренных в среде аргона вольфрамовым и алюминиевым электродом.

Сравнение прочности и коррозионной стойкости этих соединений сваренных в среде аргона даёт возможность оценки пригодности этих методов для производства алюминиевой химической аппаратуры.

SUITABILITY THE MIG AND TIG METHODS FOR WELDING OF ALUMINIUM
IN THE CHEMICAL INDUSTRY

S u m m a r y

This paper presents the results of the examinations the properties of aluminium welded joints which have been carried out by means of MIG and TIG methods. The comparison of the results has shown the equal mechanical properties of joints for both methods, however the corrosion resistance of MIG welded joints were worse.