

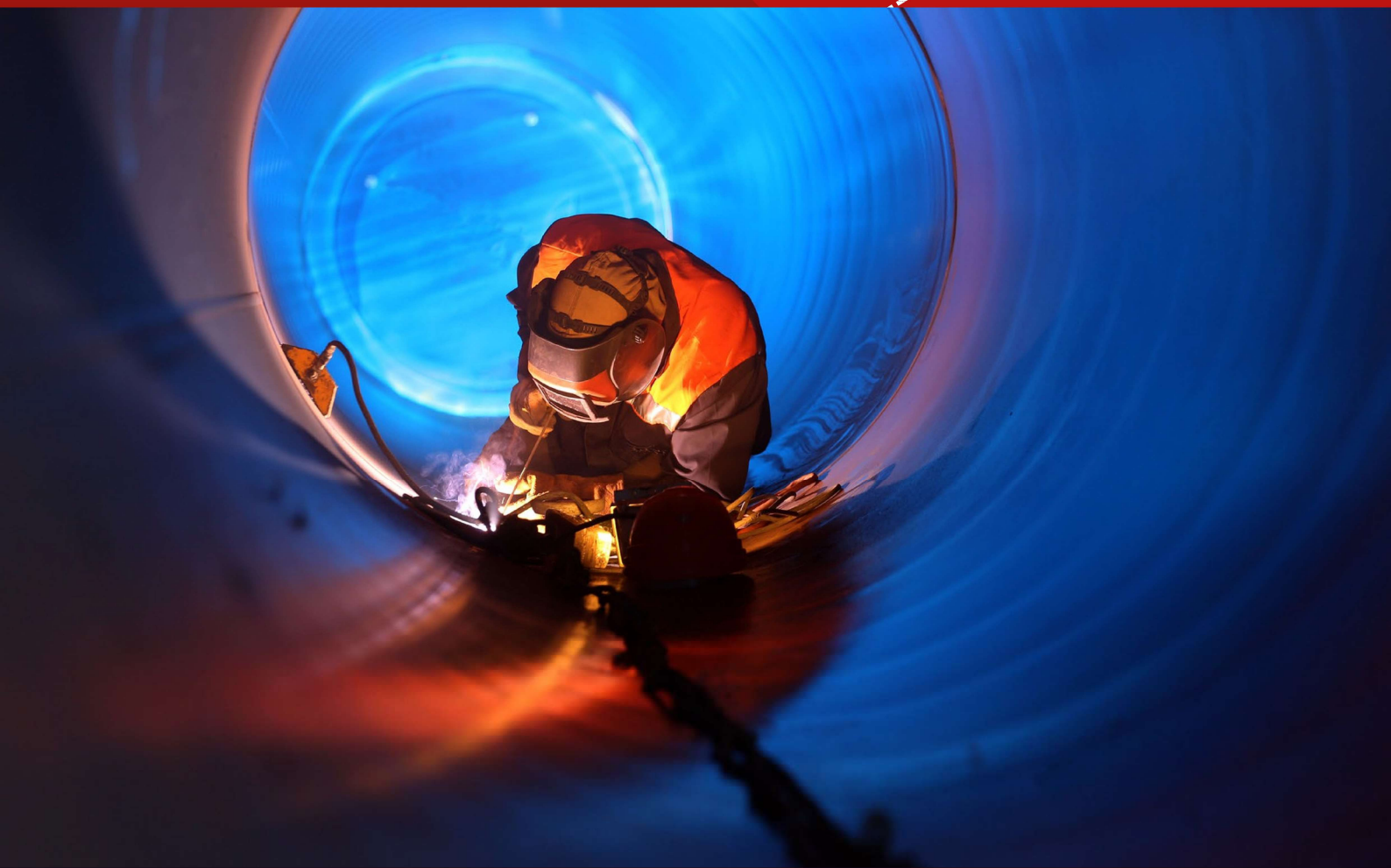
AXXAIR

INNOVATIVE ORBITAL SOLUTIONS

ZALCO

Podręcznik

**Gazy osłonowe w
spawaniu orbitalnym TIG**



Spis treści

Jakie gazy są stosowane w spawaniu orbitalnym TIG?.....	4
Wpływ doboru gazów osłonowych w spawaniu orbitalnym TIG	9
Ośłonowy gaz formujący	12



WSTĘP

Gaz chroni jezioro spawalnicze i metal nakładany na spoinę przed wpływem powietrza z otoczenia. Może wydawać się to dziwne, ponieważ tlen, wodór lub azot są czasem celowo dodawane do gazów osłonowych w celu zwiększenia doprowadzanej energii, poprawy wyglądu spoiny lub uzyskania konkretnej charakterystyki metalurgicznej.

(Te mieszaniny gazów zawierają tylko gazy, które nie mają negatywnego wpływu metalurgicznego na materiał).

Gaz wspiera tworzenie się i stabilność łuku. Stanowi istotną rolę w tworzeniu idealnych warunków dla łuku elektrycznego, zwłaszcza:

- ułatwia wnikanie łuku
- ulega łatwej jonizacji w celu utworzenia niskonapięciowego łuku
- pozwala uzyskać stabilny łuk u podstawy
- poprawia reakcję jeziora spawalniczego (zwilżalność, płynność, penetracja)
- przyczynia się do przenoszenia ciepła
- gwarantuje właściwy profil spoiny

Gaz osłonowy ma bezpośredni wpływ na kilka pozycji w spawaniu orbitalnym:

- stabilność łuku
- charakterystyka mechaniczna
- geometria spoiny
- wygląd spoiny
- prędkość spawania
- środowisko robocze
- doprowadzana energia

“

Gaz musi wspierać tworzenie się i stabilność łuku. Stanowi istotną rolę w tworzeniu idealnych warunków dla łuku elektrycznego.

”

Jakie gazy są stosowane w spawaniu orbitalnym TIG?



“Ze względu na chemiczną obojętność i gęstość, argon to najskuteczniejszy środek do ochrony jeziora spawalniczego oraz elektrody.”

W spawaniu stosowanych jest 6 gazów, w czystej postaci lub jako mieszaniny Argon, dwutlenek węgla, hel, tlen, wodór i azot.

1. Argon: **Ar**

Jednoatomowy, ciężki, obojętny, bezbarwny i bezzapachowy gaz, stanowiący część powietrza otoczenia. Jest nieznacznie gęstszy od powietrza ($d=1,6$ g/l). Jest najczęściej stosowanym gazem w Europie.

Ze względu na chemiczną obojętność i gęstość, argon to najskuteczniejszy środek do ochrony jeziora spawalniczego oraz elektrody.

Ulega łatwej jonizacji (16 eV) i nie powoduje nadmiernego wahania napięcia łuku podczas spawania TIG.

2. Hel: **He**

Jednoatomowy, obojętny, bezbarwny i bezzapachowy gaz, lżejszy od powietrza ($d=0,166$ g/l). Gaz ten jest wykorzystywany głównie w USA, lecz pozostaje dość drogi w Europie. **Łuk elektryczny w helu jest gorętszy niż w argonie, pozwalając na większą prędkość spawania, lepszą penetrację i zmniejszenie stopnia porowatości (idealny do spawania stopów aluminium lub miedzi).**

Nie ulega łatwej jonizacji (25 eV) i jego niska gęstość sprawia, że jest podatny na prądy powietrza oraz konwekcję termiczną.

3. Wodór: **H**

Ten gaz redukcyjny nigdy nie jest używany w stanie czystym. Na ogół jest dodawany do helu lub argonu w celu stworzenia dwu- lub trzyskładnikowy gaz wstępny i azot do gazu formującego (Duplex, BN2). **Azot zwiększa napięcie łuku i wprowadzane ciepło, co pozwala na zwiększenie prędkości spawania i zapewnia lepszą penetrację. Jest to idealny gaz do spawania jednowarstwowego, lecz konieczne jest zachowanie ostrożności w przypadku stali, która jest podatna na pęknięcie na zimno.**

Należy unikać stosowania wodoru do spawania stali martenzytycznych i ferrytycznych, a także aluminium i miedzi, ponieważ powoduje wypalanie jam w spoinie.

4. Azot: **N**

Dwuatomowy, szlachetny, bezbarwny i bezzapachowy gaz, stanowiący ok. 80% powietrza. Na ogół stosowany jest jako gaz formujący, ponieważ nie jest drogi. Ma również pozytywny wpływ na strukturę niektórych stali (duplex, super duplex, BN2). **W przypadku spawania niektórych stopów miedzi, może stanowić gaz wstępny,**

ponieważ pozwala przenosić większe ilości energii w porównaniu do argonu lub helu.

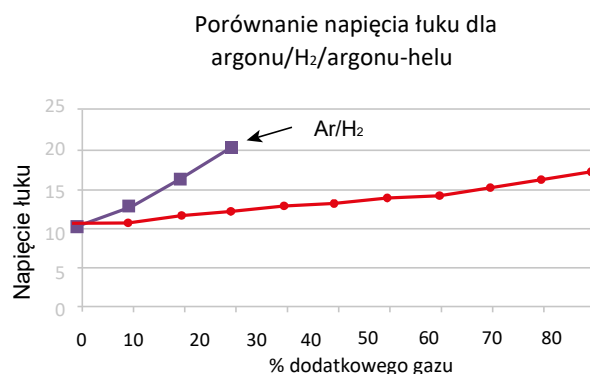
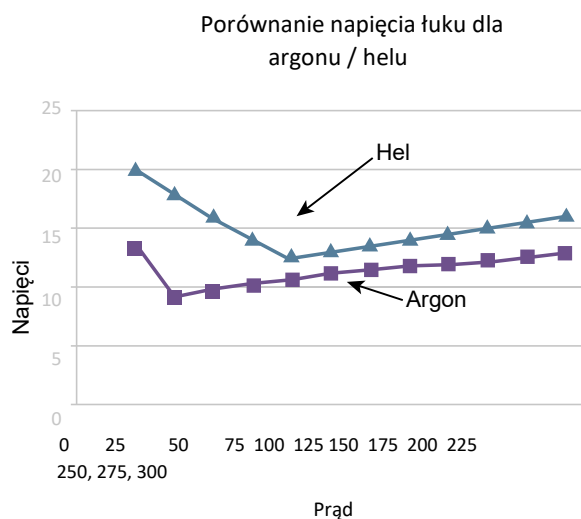
Stosowany jest jednak przede wszystkim jako wstępny gaz osłonowy z powodów finansowych.

Jest to niestabilny gaz, które może powodować niestabilność łuku oraz szybsze zużywanie elektrody wolframowej.

Napięcie łuku przy różnych gazach

UWAGA:

Procent dodanego azotu w gazie wstępnym (argonie) ogranicza się do 5 – 8 procent dla spawania orbitalnego TIG. Zastosowanie mieszaniny o wyższym procencie może stanowić ryzyko wybuchu.



Mieszanki gazów

Wielu dostawców gazów proponuje różnorodne mieszanki gazów, takie jak: argon/wodór, argon/hel/wodór, argon/hel/azot itp.



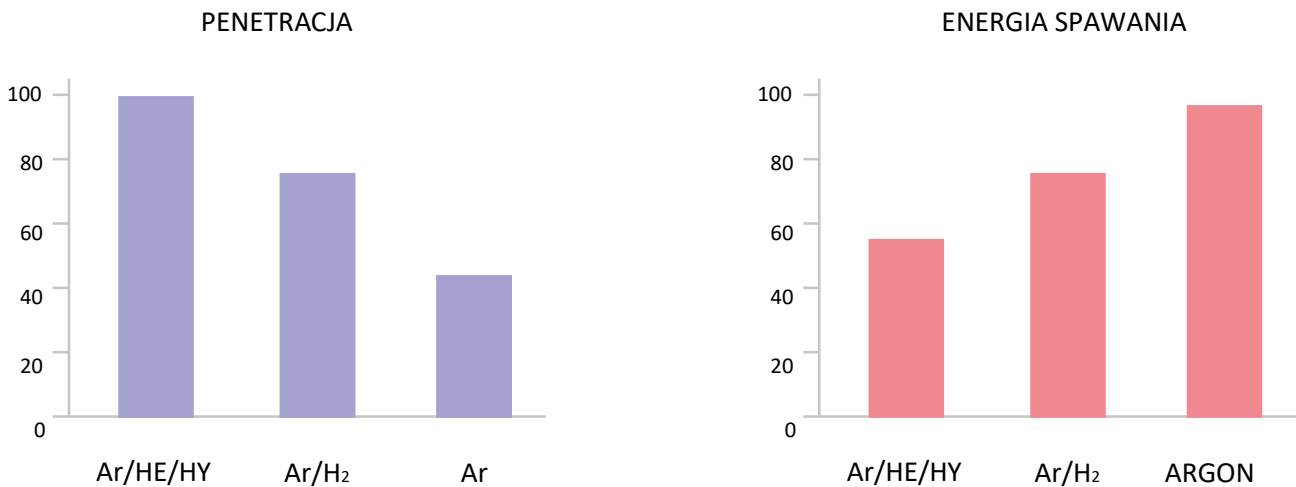
UWAGA:

Podczas korzystania z takich produktów należy przestrzegać środków ostrożności dostawców/producentów.

Test porównawczy gazów:

Rodzaj gazu ma bezpośredni wpływ na wielkość penetracji, prędkość spawania oraz energię termiczną przenoszoną na obrabiany element. Jak widać na poniższych wykresach, rodzaj gazu jest bezpośrednio powiązany ze spawanym materiałem. Badanie wykonano na stali nierdzewnej typu 304L, wyniki mają charakter jedynie informacyjny. Mieszanina argonu/wodoru/helu daje lepsze wyniki w zakresie produktywności, lecz nie jest tak uniwersalna jak inne (argon/hel) i nie może być stosowana dla wszystkich materiałów.

Test porównawczy produktywności z różnymi gazami



Znaczenie względnej gęstości gazu w porównaniu do powietrza otoczenia:

Pośród gazów stosowanych jako osłona, te cięższe, jak argon i dwutlenek węgla, tworzą osłonę jeziora spawalniczego. Hel, azot i wodór z kolei unoszą się w formie wiru wokół dyszy. Z tego powodu hel wymaga szybszego przepływu niż argon.

Rodzaj gazu	Gęstość
WODÓR	0,07
HEL	0,14
AZOT	0,69
POWIETRZE	1
TLEN	1,11
ARGON	1,38
DWUTLENEK WĘGLA	1,87

Kompatybilność gazu wstępnego:

Poniższa tabela przedstawia kompatybilność gazów stosowanych w spawaniu orbitalnym TIG, zależnie od spawanych metali oraz różnych mieszanin gazów osłonowych.

Porównanie gazów wstępnych

GAZY WSTĘPNE	Argon	Argon + wodór	Ar+He	Ar+N (Nz)	Hel
Stal miękka/Stal węglowa	***	**	**	*	**
Stal austenityczna	***	**	**	**	**
Stal Duplex / Super duplex	**	**	**	***	**
Miedź	***	X	***	**	***
Tytan	***	X	***	X	***

*** Zalecany

** Możliwy

* Niezalecany

X Zabroniony

Różne mieszaniny stosowane jako gaz osłonowy

Czysty gaz	Rodzaj mieszaniny		
	Dwuskładnikowy	Trzyskładnikowy	Czteroskładnikowy
Ar	Ar/CO ₂	Ar/CO ₂ /O ₂	Ar/CO ₂ He/N ₂
CO ₂	Ar/O ₂	Ar/CO ₂ /He	Ar/CO ₂ /He/H ₂
He	Ar/He	Ar/CO ₂ /H	Ar/CO ₂ /He/O ₂
	Ar/H ₂	Ar/O ₂ /He	
	Ar/N ₂	Ar/He/H ₂	
		Ar/He/N ₂	

DOBÓR GAZÓW OSŁONOWYCH I ICH WPŁYW NA SPAWANIE ORBITALNE TIG



Gaz osłonowy to drugi najważniejszy czynnik – po elektrodzie – w procesie spawania TIG. Na rynku dostępna jest szeroka gama gazów osłonowych, przygotowanych specjalnie do procesu spawania TIG.

Reaktywność chemiczna:

Zależnie od reaktywności chemicznej, gazy osłonowe klasyfikuje się do trzech kategorii. Pozwala to dobrać odpowiedni gaz zgodnie z właściwościami spawanych metali oraz wymaganego wyniku spawania. Taka klasyfikacja pozwala dobrać odpowiedni gaz zgodnie z właściwościami spawanych metali oraz wymaganego wyniku spawania.

• Gazy obojętne

Gazy obojętne to substancje jednoatomowe, takie jak argon, hel i mieszaniny, niezależnie od składu. Nie występuje reakcja ze stopionym metalem.

Gazy te są stosowane podczas spawania TIG, MIG aluminium i stopów, a także do spawania plazmowego.

• Gazy utleniające (aktywne)

Gazy te powodują istotne utlenienie na powierzchni spoiny i opatrzone są wyższym współczynnikiem utleniania. Gazy te to: tlen (tylko w mieszaninie <6%), dwutlenek węgla i analogicznie mieszaniny dwutlenku węgla: argon/dwutlenek węgla, argon/dwutlenek węgla/tlen. Dwutlenek węgla jest gazem obojętnym w temperaturze otoczenia i aktywnym w temperaturze spawania.

Ten rodzaj gazu jest stosowany do ręcznego, automatycznego i robotycznego spawania MAG.

• Gazy redukcyjne (aktywne)

Wodór i wszystkie jego mieszaniny, takie jak azot/wodór, uznaje się za gazy redukcyjne.

Wodór łączy się z tlenem i wszystkimi gazami utleniającymi, dlatego nazywany jest gazem redukcyjnym. Użycie wodoru zapewnia lepszy wygląd spoiny (ponieważ redukuje tlenki) i ma bezpośredni wpływ na profil penetracji oraz prędkość spawania ze względu na przewodność cieplną. Niezalecane jest stosowanie wodoru ze stalami ferrytycznymi.

Potencjał jonizacyjny, przewodność cieplna i osadzanie:

Potencjał jonizacyjny gazów osłonowych to niezwykle istotna kwestia podczas orbitalnego spawania TIG, ponieważ ma bezpośredni wpływ na prędkość spawania i penetrację.

Poniższa tabela zawiera wartości potencjału jonizacyjnego dla najpowszechniejszych atomów i cząsteczek.

	H	He	C	N	O	Ar
1. jonizacja (eV)	13,599	24,588	11,266	14,53	13,618	15,76
2. jonizacja	-	54,419	24,383	29,602	35,118	27,62
	H ₂	H ² O	CO	N ₂	O ₂	CO ²
1. jonizacja (eV)	15,6	12,56	14,1	15,51	12,5	14,4

Zgodnie z tabelą, jonizacja argonu następuje przy potencjale 15,76 eV,²⁰

dzięki czemu jest idealny do zapłonu łuku. Im wyższy potencjał jonizacyjny, tym łatwiej odbywa się zapłon łuku.

Hel cechuje się potencjałem jonizacyjnym rzędu 24,6 eV i wytwarza łuk wysokonapięciowy.¹⁵

Wyższe napięcie łuku pozwala na szybsze spawanie i wpływa na formę penetracji.

• Przewodność cieplna

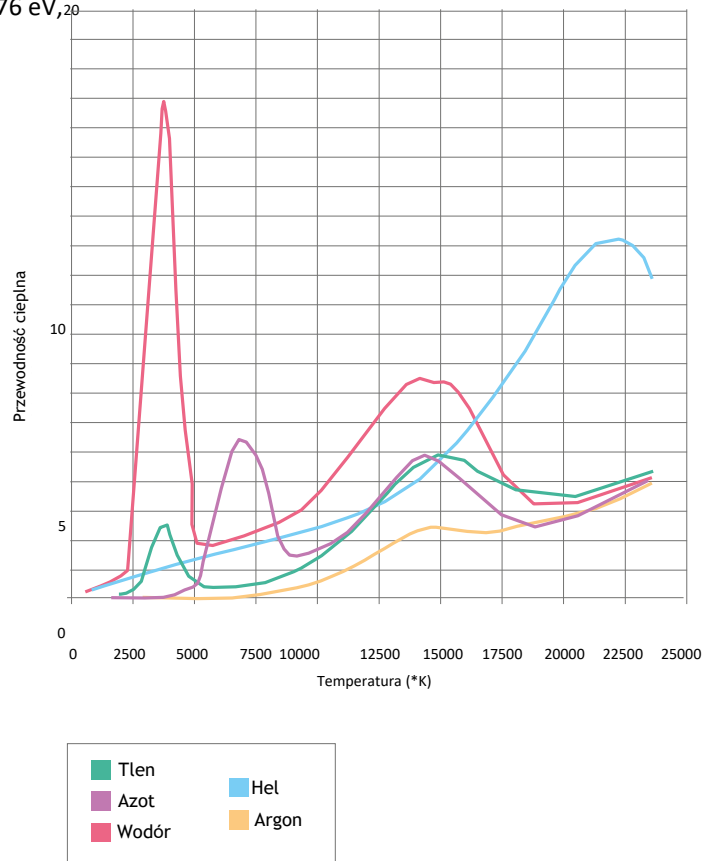
Kolejnym istotnym czynnikiem jest przewodność cieplna; oznacza ona zdolność do przekazywania ciepła. Każdy gaz osłonowy stosowany w spawaniu orbitalnym cechuje się przewodnością cieplną, która zmienia się zależnie od temperatury. Im wyższa przewodność gazu, tym gorętszy będzie łuk spawalniczy.

• Stabilność łuku

Stabilność łuku można poprawić, stosując gaz utleniający, taki jak tlen lub CO₂. Ich zastosowanie spowoduje odkładanie się tlenków na powierzchni, co usprawnia stabilność łuku.

• Osadzanie

Skład osadu w dużej mierze zależy od składu gazu osłonowego. Dotyczy to gazów aktywnych: O₂, CO₂, N₂ i H₂.



Wpływ wodoru i azotu

Wpływ wodoru

Wodór to gaz redukcyjny; pomaga obniżyć zawartość tlenu w osadzie i na powierzchni obrabianego materiału.

Ze względu na różne właściwości materiałów, nie można używać wodoru w następujących przypadkach:

- Spawanie wielowarstwowe
- Nieausteniczne stale nierdzewne
- Stale hartowane

Wpływ azotu

Do ochrony stali nierdzewnej typu duplex i super duplex (struktura ferrytyczno-austenityczna) stosowane są mieszaniny gazowe z azotem. Pozwalają one jednocześnie na tworzenie austenitu i zwiększają odporność na korozję wżerową.

Forma łuku

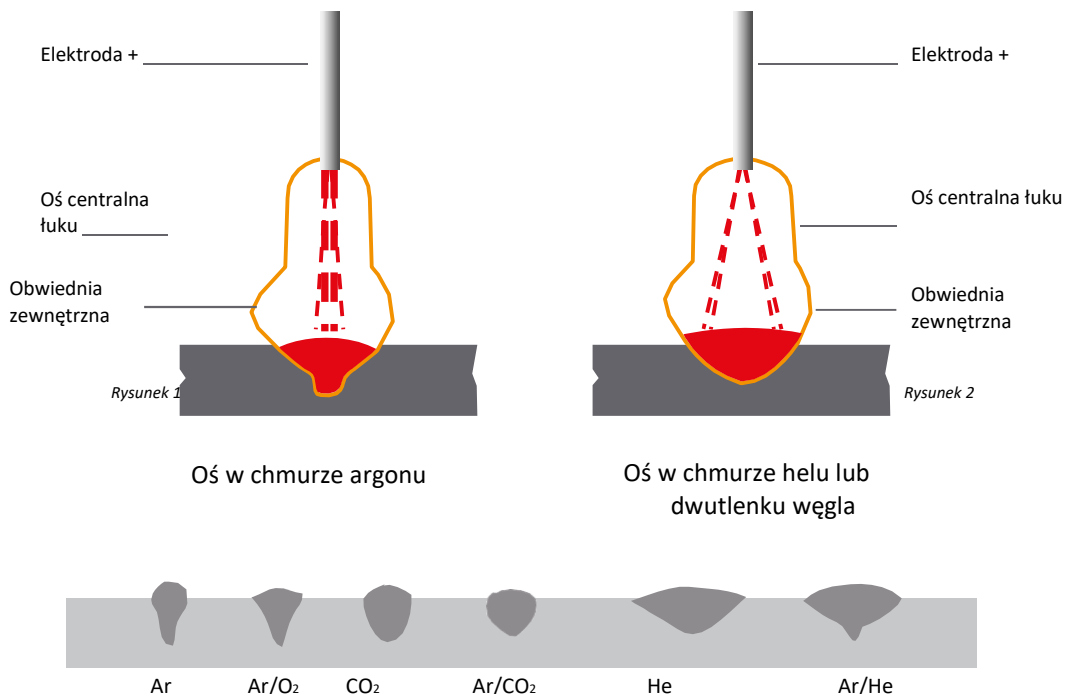
Przewodność cieplna opisuje przekazanie ciepła na zewnątrz ze środka kolumny łuku (osi centralnej łuku), gdzie panuje najwyższa temperatura.

Argon ma niską przewodność cieplną i zapewnia gęstość energii w środku łuku.

Jak przedstawiono na rysunku poniżej, łuk elektryczny charakteryzują dwa elementy:

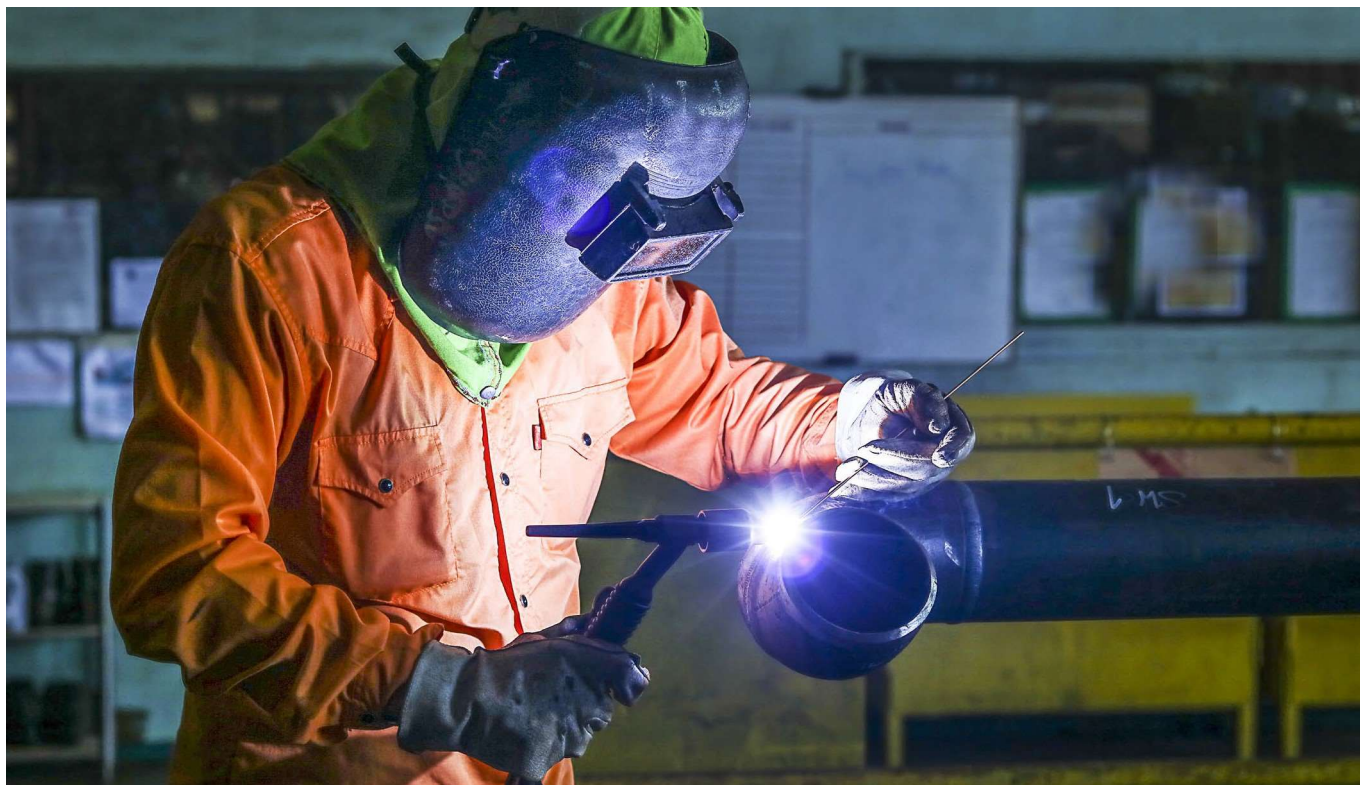
Oś centralna, gdzie panuje najwyższa temperatura i określająca formę penetracji. **Forma łuku spawalniczego** zależy także od względnej gęstości gazu spawalniczego względem powietrza otoczenia; im niższa gęstość gazu, tym szerszy będzie łuk.

ZACHOWANIE ŁUKU ELEKTRYCZNEGO ZALEŻNIE OD GAZU OSŁONOWEGO



- Ar: Wąska penetracja, słaba zwilżalność
- Ar/O₂: Wąska penetracja, dobra zwilżalność
- CO₂: Właściwa penetracja, silne osadzenie (doskonała zawartość), umiarkowana zwilżalność
- Ar/CO₂: Bardziej zaokrąglona penetracja i mniejsza zwilżalność niż Ar/O₂
- He: Kołnierz obszaru stopienia, silne osadzenie i dobra zwilżalność
- Ar/He: Kołnierz obszaru stopienia i większe osadzenie niż w przypadku argonu.

Ostonowy gaz formujący



Zastosowanie gazu formującego w celu ochrony spoiny jest niezbędne dla wszystkich stali, które stanowią nieznaczną lub silny stop, wszystkich stali nierdzewnych oraz stali egzotycznych.

Gaz formujący nie jest wymagany dla określonych stali węglowych, lecz jest gorąco zalecany podczas wszystkich operacji spawania orbitalnego TIG. Tworzy on lepszą kontrolę jeziora spawalniczego i chroni wewnętrzną spoinę.

Dobór gazu formującego ma bezpośredni wpływ na charakterystykę materiału i zabarwienie spoin.

GAZ FORMUJĄCY	Argon	Azot (N ₂)	Ar+H ₂	N ₂ +H ₂
Stal miękka/Stal węglowa	***	***	*	**
Stale austenityczne	***	***	***	***
Duplex, Super duplex	**	***	**	**
Miedź	***	**	**	**
Tytan	***	X	X	X

*** Zalecany

** Możliwy

* Niezalecany

X **Niedozwolony**

PODSUMOWANIE

Nawet w orbitalnym spawaniu TIG, właściwy gaz osłonowy może istotnie zwiększyć produktywność. Niniejszy podręcznik ma na celu wspomóc użytkownika w doborze właściwego gazu w oparciu o żądane wyniki końcowe i stosowany proces spawalniczy. Maszyny AXXAIR pozwalają na ustawienie wstępne szeregu parametrów spawania i zapisanie ich do przyszłego użycia. Aby dowiedzieć się więcej o maszynach AXXAIR należy zgłosić chęć prezentacji.



POPROŚ O PREZENTACJĘ

X

AXXAIR

ZALCO

URZĄDZENIA • TECHNOLOGIE • SERWIS