

*..co to jest spawanie orbitalne TIG ?*

# ORBITAL TIG WELDING





**W naszym podręczniku znajdziesz wszystkie informacje, jakie należy znać, jeśli chodzi o spawanie orbitalne metodą TIG!”**

# WSTĘP

Wymagania w zakresie jakości, standardów, monitorowania i możliwości śledzenia zmuszają firmy z branży przemysłowej do **coraz częstszego uciekania się do procesów zautomatyzowanych**, wykorzystywanych do wykonywania połączeń spawanych. W przypadku IS jakość spoin liczy się najbardziej, ponieważ instalacja ta ma bezpośredni kontakt z wrażliwymi płynami, które w niej krążą. Ma to miejsce w przypadku takich branż, jak: rolniczo-spożywcza, farmaceutyczna, petrochemiczna, jądrowa, półprzewodnikowa.

Spośród wszystkich procesów spawania, jakie są dostępne dla firm przemysłowych, **spawanie metodą TIG (spawanie elektrodą wolframową w osłonie gazu obojętnego)** pozwala spełnić powyższe kryteria.

Na początku nie wszystkie firmy z branży przemysłowej uznawały ten proces, jednak wkrótce stał się on skuteczną techniką. Jest to tak naprawdę jedyny proces, który umożliwia połączenie z sobą szlachetnych materiałów i niekonwencjonalnych stopów! Oprócz tego jakość spoin wykonywanych w procesie TIG umożliwia **bezproblemowe przejście na zautomatyzowany proces TIG!**

Technologie spawania orbitalnego zyskują na popularności dzięki jednemu kluczowemu elementowi: automatyzacji spawania metodą TIG, która **pozwała wykorzystywać spawanie do różnych zastosowań.**

Spawanie orbitalne jest obecnie wykorzystywane przez wiele branż, takich jak branża przetwarzania żywności, farmaceutyczna, jądrowa, lotnicza i astronautyczna, chemiczna, petrochemiczna, półprzewodnikowa itp.

# CZYM JEST SPAWANIE METODĄ TIG?

“

TIG, WIG czy GTAW? Te trzy terminy dotyczą tego samego procesu:

spawania TIG (Tungsten Inert Gas – spawanie elektrodą wolframową w osłonie gazu obojętnego)”.



Jedyna różnica to język. Odpowiednikiem terminu Tungsten w języku niemieckim jest Wolfram: Wolfram Inert Gas (WIG). W Stanach Zjednoczonych tę metodę spawania określa się jako Gas Tungsten Arc Welding (GTAW).

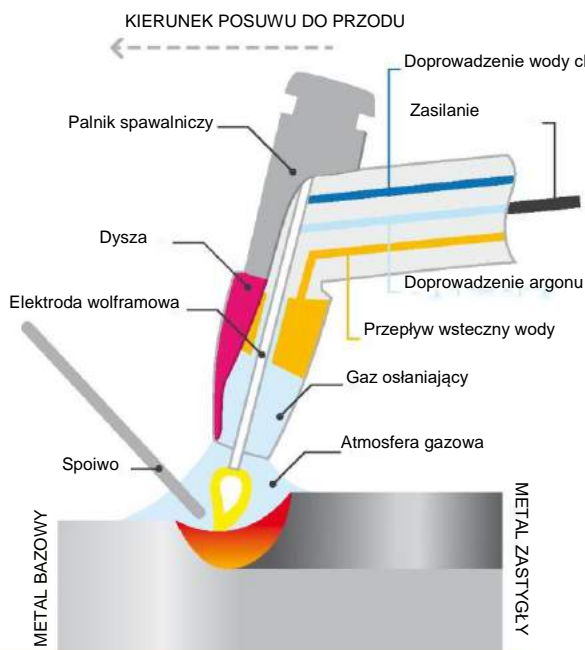
Spawanie metodą TIG zostało wynalezione w latach czterdziestych. Na początku proces ten wykorzystywano do spawania stopów odpornych na korozję. W przeszłości spawanie tych metali, a zwłaszcza stopów na bazie **aluminium i magnezu**, było bardzo trudne. Proces spawania metodą TIG został opracowany bardzo szybko i pozwala wykonać na wszystkich gatunkach metali, jakie są dostępne na rynku, spoiny, które nie podlegają utlenianiu.

Spawanie metodą TIG to proces spawania łukowego z wykorzystaniem elektrody nietopliwej. Pomiędzy tą elektrodą a elementem przeznaczonym do spawania powstaje łuk elektryczny.

Jeżeli konieczne jest zastosowanie spoiwa, można ułożyć je ręcznie w ściegu spoiny (na pręcie do spawania) lub skorzystać z metody automatycznej (szpula z drutem do spawania).

Mówiąc o spawaniu elektrodą wolframową w osłonie gazu obojętnego, wspominamy o **wolfranie**, z którego wykonana jest elektroda oraz **gazie obojętnym**, który jest gazem **plazmogennym**, wykorzystywanym w procesie spawania metodą TIG. Pomiędzy elektrodą ogniotrwałą (- na źródle zasilania) a spawanym elementem (+ na źródle zasilania) w strumieniu gazu powstaje łuk. Ogólnie rzecz biorąc, spawacze korzystają z **jednego gazu lub mieszanki kilku gazów szlachetnych**.

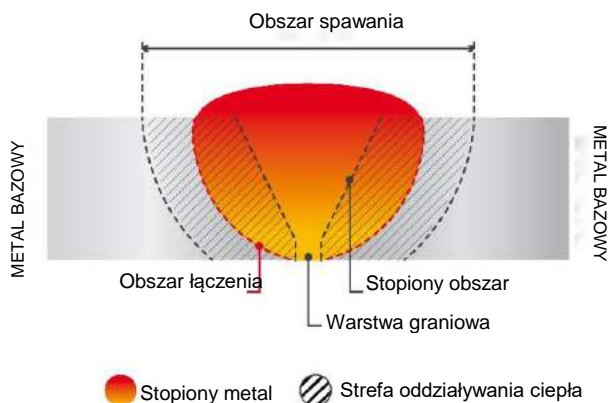




Łuk powstaje za pośrednictwem gazu krążącego w dyszy gazowej rozmieszczonej wokół elektrody. Na potrzeby spawania można wykorzystać **biegunowość ujemną** (biegun - źródła zasilania podłącza się do elektrody), która pozwala spawać większość metali i stopów (stal, stal nierdzewną, miedź, tytan, nikiel...), jednak technika ta nie nadaje się do spawania magnezu ani lekkich stopów aluminiowych. W tych przypadkach na potrzeby spawania konieczne będzie wykorzystanie naprzemiennej biegunowości (elektroda jest podłączona do bieguna + źródła zasilania przez ograniczony czas). W przypadku **spawania ciągłego z wykorzystaniem biegunowości naprzemiennej** (biegun + podłączony do źródła zasilania), **dojdzie do uszkodzenia elektrody, która ulegnie stopieniu**.

Proces spawania metodą TIG umożliwia łatwe przejście od elektryczności (łuk elektryczny powstający pomiędzy elektrodą a spawanym elementem) do ciepła, bez kontaktu ze spawanym elementem. Towarzysząca temu procesowi wysoka temperatura powoduje topienie się rury, zapewniając w ten sposób połączenie dwóch elementów. W przypadku korzystania ze spoiwa drut będzie dodawany bezpośrednio do jeziora powstałego pod elektrodą. Spawanie metodą TIG to bardzo stabilny proces, który można przeprowadzić w każdej pozycji. Proces ten można bardzo łatwo zautomatyzować.

“Spawanie metodą TIG to proces spawania łukowego z wykorzystaniem elektrody nietopliwej”.



ŁUK PODCZAS SPAWANIA METODĄ TIG



**Temperatura stożka spawalniczego, w którym znajduje się elektroda, przekracza 4800°C.**

Ze względu na tę temperaturę konieczne jest chłodzenie sprzętu na etapie prefabrykacji lub podczas korzystania z otwartych głowic spawalniczych bądź bezpośrednio w głowicy, po zamknięciu głowic spawalniczych komory.





## ZALETY

- W zależności od zastosowania końcowego w procesie spawania metodą TIG można, ale nie trzeba stosować drut do spawania.
- Podczas spawania metodą TIG nie powstaje praktycznie żaden dym ani żadne pozostałości.
- Metodą TIG można spawać większość metali, nawet w przypadku wielofazowych podłoży metalowych: stal nierdzewną, tytan, magnez, aluminium, miedź.
- Spawanie metodą TIG to stabilny proces, który można zautomatyzować i przeprowadzać w każdej pozycji.
- Wady podczas spawania orbitalnego metodą TIG występują niezwykle rzadko, a spoiny mają wysoką jakość.

## WADY

- W porównaniu do urządzeń do spawania metodą MIG/MAG, spawanie metodą TIG może być odrobinę mniej wydajne.
- Dokonując ponownie porównania ze spawaniem metodą MIG/MAG, można zauważyć, że podczas spawania metodą TIG wymagana może być nieco większa energia.
- Do spawania metodą TIG może być wymagane nieco czystsze środowisko.
- Sprzęt do spawania metodą TIG jest czasami droższy w porównaniu do sprzętu wykorzystywanego w innych procesach spawania.



“

Instalacja do spawania metodą TIG obejmuje kilka głównych elementów”

## MATERIAŁY I MATERIAŁY TOPLIWE

### > RODZAJ ZASILANIA

Podczas spawania metodą TIG do zasilania najczęściej wykorzystuje się prąd stały (DC). Prądu przemiennego (AC) używa się w przypadku spawania aluminium.

### > GAZY

Gazy osłaniające chronią ścieg spoiny i metal przenoszony przez łuk pochodzący z powietrza znajdującego się w otoczeniu (złożonego w 21% z tlenu, w 78% z azotu, w 1% z innych gazów i wilgoci). Najczęściej stosowanym gazem osłaniającym jest argon. Gaz ten pomaga wytworzyć łuk i charakteryzuje się stabilnością. Czasami, w zależności od grubości ścianki, wymaganego ciepła oraz stopu, stosuje się mieszanki gazów.

### > ELEKTRODY

W przeszłości do spawania metodą TIG wykorzystywano często **elektrody z wolframu torowanego**, jednak tor jest niebezpieczny ze względu na radioaktywne izotopy. Do dobrego usuwania cząstek pyłu powstającego podczas szlifowania wymagana jest określona szlifierka. Szlifowanie wolframu może również zagrażać zdrowiu.

Obecnie spawacze używają najczęściej **elektrod wolframowych na bazie ceru lub lantanu**, które pozwalają zapobiegać ryzyku radioaktywności. Oprócz tego elektrody te charakteryzują się **taką samą wydajnością**, jak elektrody z wolframu torowanego.

### > DRUT DO SPAWANIA

W przypadku spawania stali nierdzewnej o grubości mniejszej niż 3 mm nie trzeba używać drutu. Podczas procesu spawania metodą TIG nie trzeba zawsze używać drutu. Jednak w niektórych przypadkach drut ten może być wymagany, co ma miejsce w przypadku pewnych niekonwencjonalnych stopów i oczywiście elementów o grubszych ściankach.

Drutu do spawania można używać:

- W przypadku spawania pewnych stopów o dużej odporności na korozję
- Gdy konieczne jest wykonanie spoiny czołowej jednoskosowej ze względu na większą grubość ścianki
- W przypadku łączenia z sobą różnych rodzajów stopów
- Jeżeli podczas procesu spawania następuje zmiana konstrukcji stopu





# W JAKICH BRANŻACH POTRZEBNE JEST SPAWANIE METODĄ TIG?

Spawanie rur metodą TIG zapewnia wiele korzyści:

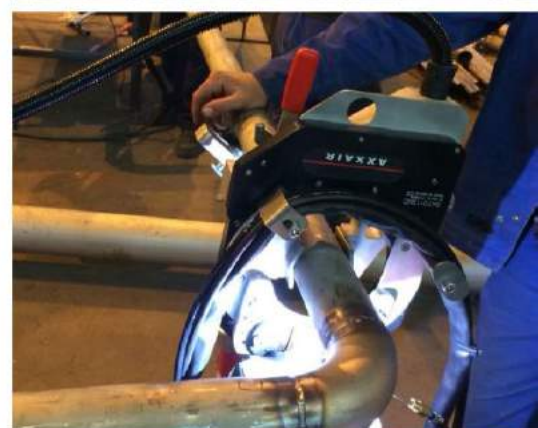
- >
- > Czysty proces
- > Mała ilość potrzebnego miejsca
- > Pełna penetracja

**Cienka spoina**

Ważnym aspektem tej procedury jest bardzo wysoka jakość spoiny uzyskiwana z dwóch powodów: dzięki czystości spawu oraz wykończeniu powierzchni. Nabiera to zasadniczego znaczenia w przypadku gdy w ramach określonego projektu spawalniczego wymagane jest uzyskanie takich wyników na potrzeby zastosowań związanych z taką branżą, jak półprzewodnikowa, farmaceutyczna, spożywczo-nabiałowa oraz lotnicza i astronautyczna.

Spawanie metodą TIG można wykorzystywać podczas montażu linii produkcyjnych, a także napraw przeprowadzanych w zakładach, jak również do innych zastosowań w terenie.

Jak widać tę metodę spawania wykorzystuje się tak, gdzie wymagana jest bardzo wysoka jakość spoiny i pełna penetracja.



“

**Spawanie metodą TIG można wykorzystywać podczas montażu linii produkcyjnych, a także napraw przeprowadzanych w zakładach”.**

**AXXAIR**  
INNOVATIVE ORBITAL SOLUTIONS

# CZYM JEST SPAWANIE ORBITALNE METODĄ TIG?



Spawanie orbitalne wymyślono w latach sześćdziesiątych, aby spełnić wymogi branży lotniczej i astronautycznej, zwłaszcza w odniesieniu do elementów wymagających dużego stopnia integralności, takich jak układy hydrauliczne.

Spawanie orbitalne metodą TIG można bardzo łatwo zautomatyzować. W gruncie rzeczy ruch wykonuje palnik, natomiast spawany element pozostaje w bezruchu. Dzięki temu proces ten sprawdza się szczególnie dobrze w przypadku spawania rur. Spawanie orbitalne to metoda dobrze dopasowana do prac w terenie.

W przypadku automatycznego spawania orbitalnego instalacji rurowych wykonanych ze stali nierdzewnej, przeprowadzanego metodą TIG, na powtarzalność tego procesu wpływa kilka czynników. Zalicza się do nich kształt elektrody wolframowej, ciśnienie gazu oczyszczającego, który znajduje się w instalacji, czystość tego gazu, przygotowanie powierzchni podczas cięcia itp. Przygotowanie powierzchni ma absolutnie zasadnicze znaczenie dla uzyskania odpowiedniej jakości spoin. Łączone elementy (rury) muszą być cięte bardzo prosto, a ich czystość jest niezmiernie ważna.

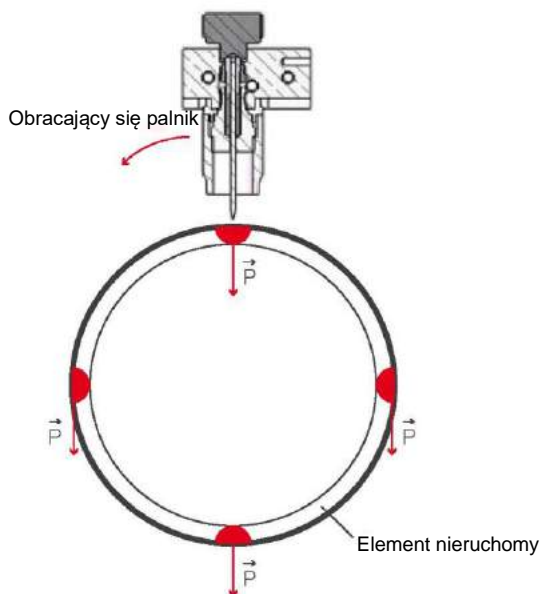


Na skutek niepowodzeń związanych ze spawaniem tych elementów podczas lotów oraz przy prędkości zbliżonej do prędkości dźwięku opracowano metodę spawania orbitalnego”.

Tę technikę spawania wykorzystuje się w przypadku kolektorów z czystym gazem używanych w branży półprzewodnikowej, instalacji czystej wody (na przykład wody do iniekcji) stosowanych w branży farmaceutycznej, w branży spożywczej, chemicznej i naftowej, a także w branży jądrowej.







Spawanie orbitalne to bardzo stabilny proces, który jednak wymaga dokładnego przygotowania, zwłaszcza jeśli chodzi o gatunek używanych prętów, jakość używanych gazów oraz jakość spawanych rur i elementów, jakość szepin (jak zobaczymy później), a także jakość prądu używanego do spawania. W przypadku właściwej kontroli każdego z tych elementów **wskaźnik wad powstających podczas spawania orbitalnego metodą TIG jest mniejszy niż 1%**.

Od samego początku spawanie orbitalne prawie zawsze łączono z procesem TIG oraz **nietopliwym prętem wolframowym**, nie licząc pewnych sytuacji, w których wymagane było używanie zimnego drutu. Możliwe jest spawanie bardzo **wielu metali**: najtwardszej, najbardziej odpornej na ciepło i korozję stali, niestopowej i niskostopowej stali węglowej, stopów niklu, tytanu, miedzi i aluminium. Proces ten przeprowadza się pod kontrolą i w atmosferze ochronnej. Charakteryzuje się on **niezwykłą czystością**, powoduje powstawanie niewielkiej ilości cząstek i eliminuje niepożądane garby. Proces ten wykorzystuje się zwykle do spawania stali nierdzewnych i spełnia on najsurowsze wymagania w zakresie wyglądu oraz jakości mechanicznej.

Dzięki interfejsom człowiek-maszyna **proces ten jest bardzo przyjazny dla użytkownika**, ponieważ jest względnie łatwy do przeprowadzenia, a jego obsługę można powierzyć przeszkolonym operatorom, którzy nie muszą być spawaczami.

W większości przypadków za ustawienie parametrów spawania odpowiada zintegrowany system obliczeń automatycznych, który pozwala operatorowi uzyskać **optymalny rezultat spawania**. Parametry zapewniają precyzyjną kontrolę stosowanej energii, z uwzględnieniem siły ciężkości oraz nagrzewania się rur podczas spawania.

Głównym problemem związanym z tym procesem jest wolne tempo (około 100 mm/min) oraz niewielka ilość stopiwa powstającego w przypadku spawania z użyciem drutu.



**W przypadku właściwej kontroli wszystkich elementów wskaźnik wad powstających podczas spawania orbitalnego metodą TIG jest mniejszy niż 1%.**

- jakość spawanych rur i elementów,
- dokładne przygotowanie,
- jakość szepin,
- jakość prądu używanego podczas spawania,
- jakość stosowanych gazów”

Stworzenie systemu do spawania orbitalnego, obejmującego układ mechaniczny, odpowiedzialny za prowadzenie elektrody wolframowej wokół rury, a także układ elektroniczny, wraz ze źródłami komunikacji i zapewniającymi skomplikowane zasilanie, wymaga nakładów inwestycyjnych, które są od 10 do 30 razy wyższe niż w przypadku systemu ręcznego. **Jednak system taki jest tańszy od robota spawalniczego.**



# ZALETY

## WYSOKA JAKOŚĆ SPOIN

W porównaniu do spawania ręcznego, automatyczny proces spawania metodą TIG zapewnia o wiele większą jakość. Spoiny wykonywane ręcznie nie zawsze mają kiepską jakość, jednak w porównaniu do spawania metodą TIG liczba odrzucanych rur/wad jest większa.

## SZKOLENIA/KOMPETENCJE

Aby korzystać ze sprzętu do spawania orbitalnego nie trzeba przechodzić długich i uciążliwych szkoleń. Nie trzeba być utalentowanym spawaczem, aby przejść na spawanie orbitalne. Sesje szkoleniowe są zwykle o wiele krótsze i łatwiejsze w porównaniu do specjalistycznych szkoleń dla spawaczy. Zapewnia to korzyść związaną z kosztami robocizny oraz przydzielaniem zespołów spawaczy.

## WIĘKSZA WYDAJNOŚĆ

Automatyczne spawanie orbitalne metodą TIG zapewnia lepszą wydajność w porównaniu do spawania ręcznego. Prace spawalnicze można rejestrować i powtarzać w każdej chwili, kiedy tylko są one potrzebne. Podczas ręcznego wykonywania spoiny wpływają na nią bezpośrednio różne czynniki, natomiast w przypadku automatycznego spawania metodą TIG urządzenia będą mogły w przyszłości wykonać te same spoiny tak często, jak będzie to konieczne.

## TECHNOLOGIA SPAWANIA DOPASOWANA DO OGRANICZONYCH PRZESTRZENI

Urządzenia do spawania orbitalnego umożliwiają spawanie w każdej sytuacji: w ograniczonej przestrzeni, w warunkach braku widoczności, w miejscach, w których występują duże zagrożenia. Możliwe jest także spawanie zdalne, a sprzęt spawalniczy można również wyposażyć w specjalną kamerę, zmniejszając tym samym ryzyko zagrażające operatorom.

## W PRZYPADKU SPAWANIA ORBITALNEGO METODĄ TIG ZAPEWNIONA JEST LEPSZA MOŻLIWOŚĆ MONITOROWANIA I ŚLEDZENIA SPOIN

Sprzęt do spawania orbitalnego zapewnia świetną możliwość rejestrowania każdej spoiny. Dzięki rejestrowaniu każdego parametru spawania możliwe jest wykonywanie tych samych spoin w każdej chwili na podstawie danych pozyskiwanych dla każdej spoiny.

# WADY

Jeżeli konieczne jest zautomatyzowanie spawania orbitalnego metodą TIG, należy poczynić nakłady inwestycyjne, jednak zwrot z inwestycji uzyskuje się bardzo szybko dzięki wysokiej jakości spoin wykonywanych automatycznie, a także zwiększeniu wydajności.





# SPRZĘT FUNKCJONALNY WYKORZYSTYWANY DO SPAWANIA ORBITALNEGO



W zależności od rodzaju spawanego materiału w łuku może występować prąd przemienny lub stały, a także może on, ale nie musi zawierać impulsów”.

## > ZJAWISKO WYSTĘPOWANIA ŁUKU

W tym przypadku wykorzystuje się różnicę potencjałów występującą pomiędzy dwoma elementami umieszczonymi bardzo blisko siebie w atmosferze gazowej, aby uwalniać elektrony z KATODY, które następnie są przyciągane przez ANODĘ.

KATODĘ (będącą zwykle elektrodą) podłącza się do bieguna ujemnego, a ANODĘ do bieguna dodatniego (będącego zwykle uziemieniem).

Przenoszenie elektronów wpływa na atomy gazu (jonizacja) i powoduje uwalnianie innych elektronów. Prąd powstaje przez słup łuku lub plazmy, który tworzy przewodnik gazowy pomiędzy katodą roboczą a anodą roboczą. Do spawania wykorzystuje się tylko 30% energii cieplnej, jaka jest generowana przez łuk, natomiast pozostała ilość tej energii jest pochłaniana przez masę spawanego elementu, promieniowanie lub konwekcję. Z tego powodu proces TIG wykorzystuje się głównie na potrzeby prac, w których wymaga się bardzo dobrego efektu jakościowego i nie umożliwia on uzyskania wydajności porównywalnej do innych procesów spawania, takich jak spawanie pałeczką otuloną, metodą MIG-MAG lub łukiem krytym itp.

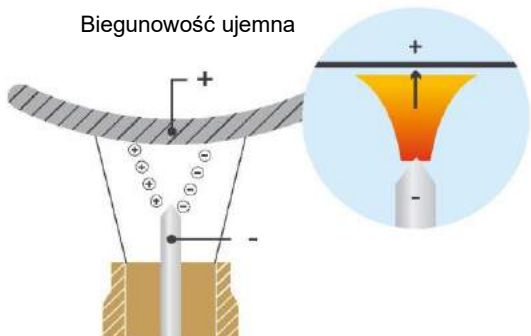
W zależności od rodzaju spawanego materiału w łuku może występować prąd przemienny lub stały, a także może on, ale nie musi zawierać impulsów.



## > PRĄD SPAWANIA

### Prąd stały/biegunowość

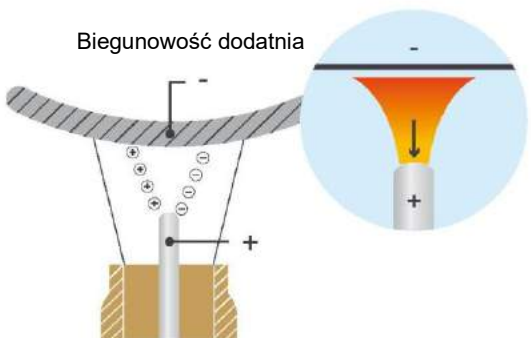
Biegunowość ujemna



#### ujemna

W przypadku stosowania prądu stałego wykorzystuje się teoretycznie biegunowość ujemną, co oznacza, że pręt podłącza się do bieguna ujemnego, na skutek czego emituje on elektrony. W takim przypadku temperatura kąpielii topiącej jest wyższa niż temperatura pręta. „Rozsądna” temperatura końcówki pręta pozwala jej zachować swój kształt. Dzięki temu łuk spawalniczy charakteryzuje się doskonałą stabilnością i możliwe jest uzyskanie równego ściegu spoiny.

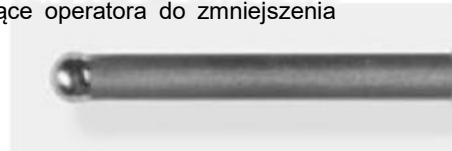
Biegunowość dodatnia



#### Prąd stały/biegunowość dodatnia

W przypadku biegunowości dodatniej pręt podłącza się do bieguna dodatniego. W wyniku tego temperatura pręta jest wyższa niż temperatura kąpielii topiącej. Wpływ, jaki wywołują elektrony, powoduje na ogół nagrzewanie się pręta, skutkiem czego jest jego uszkodzenie zmuszające operatora do zmniejszenia prądu spawania.

Na końcówce pręta powstanie kropelka, a łuk stanie się niestabilny i nierówny. W związku z tym spawanie z wykorzystaniem prądu stałego i biegunowości dodatniej jest ograniczone tylko do bardzo specyficznych zastosowań. Jednak biegunowość dodatnia zapewnia korzyści w przypadku spawania pałeczką otuloną.



## > DRUT, RUCH OBROTOWY PALNIKA, GAZ

Zaletą spawania orbitalnego metodą TIG jest to, że każde ustawienie można dostosować do własnych potrzeb. Bez względu na to, czy chodzi o gaz, ruch obrotowy palnika, czy też drut do spawania, przed rozpoczęciem spawania przez maszynę możliwe będzie wyregulowanie każdego z tych ustawień.

Zapewni to możliwość kontrolowania kilku gazów (ochronnych i spawalniczych), regulacji prędkości obrotowej palnika, zarządzania włączaniem i wyłączaniem podajnika drutu... Każdej z tych funkcji można użyć przed rozpoczęciem spawania, dzięki czemu gotowa spoina będzie wyróżniała się niekwestionowaną jakością.

“

**Zaletą spawania orbitalnego metodą TIG jest to, że wszystko można konfigurować”**

# WNIOSKI

Jak pokazano w trakcie tej krótkiej prezentacji, spawanie orbitalne metodą TIG zapewnia wiele możliwości, jeśli chodzi o zastosowania oparte na wysokich standardach i charakterystycznych cechach, w ramach których wymaga się wysokiej jakości spoin.

Jesteśmy świadomi, że niniejsza prezentacja nie jest szczegółowa oraz że nie poruszono w niej pewnych kwestii, jednak prosimy się nie martwić!

Dokument ten stanowi tylko wprowadzenie do rozległego zagadnienia, jakim jest zautomatyzowane spawanie metodą TIG oraz spawanie orbitalne metodą TIG!

Prosimy zachować czujność: prześlemy kolejny, bardziej kompletny i precyzyjny przewodnik dotyczący oferowanych przez nas procesów globalnych, wraz ze wszystkimi parametrami, jakie należy wziąć pod uwagę w przypadku spawania orbitalnego metodą TIG.



**AXXAIR**

INNOVATIVE ORBITAL SOLUTIONS

**ZALCO Sp. z o.o.**  
**ul. Bażancia 43**  
**02-892 Warszawa**  
T: (+48) 22 894 55 00  
F: (+48) 22 644 65 52  
E: [zalco@zalco.pl](mailto:zalco@zalco.pl)  
[www.zalco.pl](http://www.zalco.pl)

**ZALCO**

URZĄDZENIA • TECHNOLOGIE • SERWIS