

INSTRUKCJA OBSŁUGI INWERTORÓW SPAWALNICZYCH

Spawarka MMA:

SNAKE 160, SNAKE 200, SNAKE 250,

SNAKE 315, SNAKE 400D,



SNAKE 160



SNAKE 200



SNAKE 250



SNAKE 315



SNAKE 400D

Spawarka MMA/TIG:

THF 180 DC PULS, THF 200 DC PULS,

THF 250 DC, THF 200 AC/DC PULS



THF 180 PULS



THF 200 PULS



THF 250



THF 200 AC/DC

1. Uwagi ogólne.....	3
2. Ogólna charakterystyka.....	3
3. Dane techniczne.....	4
4. Opis panelu SNAKE 160.....	5
5. Opis panelu SNAKE 200.....	5
6. Opis panelu SNAKE 315.....	5
7. Opis panelu SNAKE 400D.....	
8. Opis panelu THF 180 DC PULS.....	6
9. Opis panelu THF 200 DC PULS.....	7
10. Opis panelu THF 250 DC.....	8
11. Opis panelu THF 200 AC/DC PULS.....	9
12. Przygotowanie do pracy.....	9
12.1. Podłączenie do sieci.....	10
12.2. Podłączenie przewodów spawalniczych w metodzie MMA.....	10
12.3. Podłączenie przewodów spawalniczych w metodzie TIG.....	10
13. Spawanie metodą MMA.....	10
14. Spawanie metodą TIG LIFT.....	10
15. Spawanie metodą TIG HF.....	11
16. Spawanie metodą TIG AC.....	11
17. Dobór parametrów spawania w metodzie MMA.....	11
18. Dobór parametrów spawania w metodzie TIG.....	11
19. Zakłócenia w pracy spawarki.....	12
20. Konserwacja.....	12
21. Wady spoin.....	13
22. Przygotowanie krawędzi w metodzie MMA.....	14
23. Technologia spawania metodą MMA.....	14
24. Zalecenia praktyczne przy spawaniu metodą MMA.....	15
25. Przygotowanie krawędzi w metodzie TIG.....	17
26. Technologia spawania metodą TIG.....	17
27. Zalecenia praktyczne przy spawaniu metodą TIG.....	18
28. Gazy ochronne stosowane w metodzie TIG.....	19
29. Bezpieczeństwo użytkownika.....	20

1. UWAGI OGÓLNE



Uruchomienia, instalacji i eksploatacji inwerterów spawalniczych, można dokonać tylko po dokładnym zapoznaniu się z niniejszą instrukcją obsługi. Nieprzestrzeganie zaleceń zawartych w tej instrukcji może narazić użytkownika na poważne obrażenia ciała, śmierć lub uszkodzenia samego urządzenia. Nie można dopuszczać dzieci w pobliże miejsca pracy i do urządzenia. Osoby z wszczepionym rozrusznikiem serca zanim podejmą pracę z tym urządzeniem, powinny skonsultować się ze swoim lekarzem. Obsługa serwisowa i naprawy tych urządzeń mogą być prowadzone przez wykwalifikowany personel, z zachowaniem warunków bezpieczeństwa pracy obowiązujących dla urządzeń elektrycznych.

Przeróbki we własnym zakresie mogą spowodować zmianę cech użytkowych urządzeń lub pogorszenie parametrów spawalniczych. Wszelkie przeróbki urządzeń, we własnym zakresie, powodują nie tylko utratę gwarancji, ale mogą być przyczyną pogorszenia się warunków bezpieczeństwa użytkowania i narażenia użytkownika na niebezpieczeństwo porażenia prądem. Niewłaściwe warunki pracy mogą spowodować uszkodzenia urządzenia oraz jego niewłaściwa obsługa, powoduje utratę gwarancji

UWAGA:

- **Urządzenie oparte na podzespołach elektronicznych. Szlifowanie i cięcie metali w pobliżu spawarki może powodować zanieczyszczenie opiłkami wnętrza urządzenia, doprowadzając tym samym do jego uszkodzenia.**
- **Wyżej wymienione uszkodzenie nie podlega naprawie gwarancyjnej!**
- **W przypadku konieczności pracy w takim środowisku należy dokonywać czyszczenia urządzenia przez przedmuchiwanie wnętrza spawarki sprężonym powietrzem.**

Zgodnie z Dyrektywą Europejską 2002/96/EC dotyczącą Pozbywania się zużytego Sprzętu Elektrycznego i Elektronicznego i jej wprowadzeniem w życie zgodnie z międzynarodowym prawem, zużyty sprzęt elektryczny musi być składowany oddzielnie i specjalnie utylizowany. Jako właściciel urządzeń powinienś otrzymać informacje o zatwierdzonym systemie składowania od naszego lokalnego przedstawiciela. Nie wyrzucać osprzętu elektrycznego razem z normalnymi odpadami! Stosując te wytyczne będziesz chronił środowisko i zdrowie człowieka!

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA

Urządzenia inwerterowe nowej serii MAGNUM są lekkimi, przenośnymi, źródłami energii. Dla uzyskania jak najlepszych osiągnięć i niezawodności urządzenia wytwarzane są zgodnie z najbardziej wymagającymi standardami co zapewnia im znakomite parametry spawalnicze zarówno dla metody MMA, TIG DC jak i TIG AC. Przeznaczone są do pracy w warunkach terenowych i wykonywania wszelkiego rodzaju prac naprawczych. Wszystkie urządzenia z nowej serii MAGNUM bazują na 60% sprawności spawania. Posiadają znakomitą charakterystykę łuku dla elektrod rutowych i zasadowych. Urządzenia do spawania metodą MMA standardowo mają możliwość spawania metodą dotykową TIG LIFT. Zapalanie łuku odbywa się przez lekkie potarcie elektrody nietopliwej o spawany materiał. Urządzenia do spawania metodą TIG DC oraz TIG AC posiadają w pełni funkcjonalny panel sterujący, umożliwiający nastawienie wszystkich parametrów spawania. Wszystkie powyższe urządzenia posiadają funkcje: HOT START, ANTI STICK i ARC FORCE.

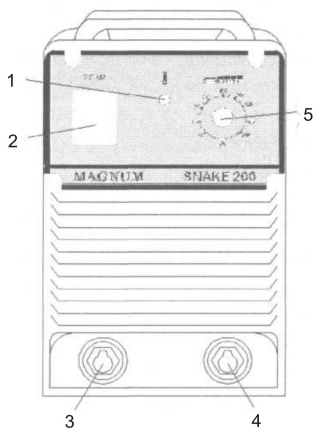
3. DANE TECHNICZNE

Typ urządzenia	Napięcie zasilania [V]	Sprawność PJ [A/%]	Napięcie biegu jałowego [V]	Pobór mocy [kW]	Zabezpieczenie [A]	Masa [kg]
SNAKE 160	230	160/40	59	4,5	20	5,5
SNAKE 200	230	200/60	62	6,2	25	8
SNAKE 250	3x400	250/60	62	7,2	16	19
SNAKE 315	3x400	315/60	69	12,8	20	19,5
SNAKE 400D	3x400	400/60	70	14,1	25	35
THF 180 PULS	230	180/60	56	5,7	25	9
THF 200 PULS	230	200/60	42	6,2	25	13
THF 250	3x400	250/60	54	7,2	20	19
THF 200 AC/DC	230	200/60	56	6,2	25	19,5

Cykl pracy bazuje na procentowym podziale 10 minut na czas, w którym urządzenie może spawać na znamionowej wartości prądu spawania, bez konieczności przerywania pracy. Cykl pracy 35% oznacza, że po 3,5 minutach pracy urządzenia, wymagana jest 6,5 minutowa przerwa w celu ostygnięcia urządzenia. Czas stygnięcia urządzenia może czasem wynieść nawet do 15 minut. Cykl pracy 100% oznacza, że spawarka może pracować w sposób ciągły, bez przerw.

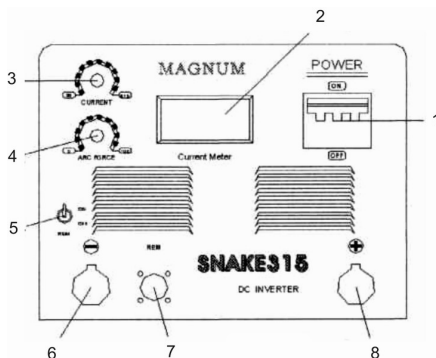


4. OPIS PANELU SNAKE 160, SNAKE 200



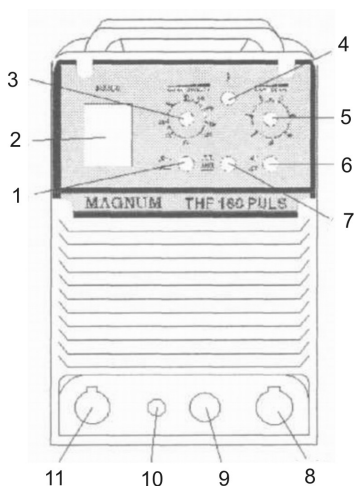
1. Lampka sygnalizująca zadziałanie układu zabezpieczenia termicznego
2. Przełącznik główny, pozycja O – napięcie odłączone, pozycja I – napięcie załączone
3. Gniazdo o polaryzacji ujemnej
4. Gniazdo o polaryzacji dodatniej
5. Regulacja parametrów spawania

5. OPIS PANELU SNAKE 250, SNAKE 315



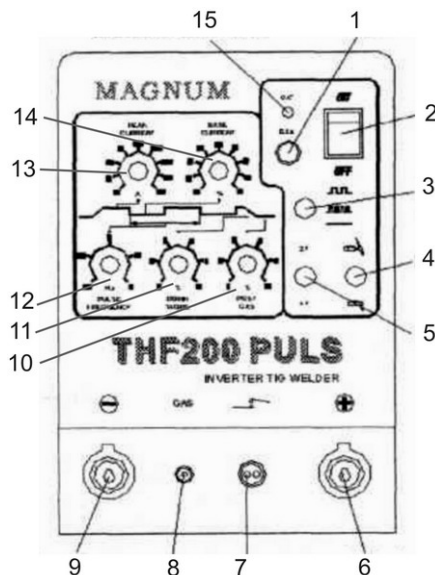
1. Przełącznik główny, pozycja OFF – napięcie odłączone, pozycja ON – napięcie załączonego
2. wyświetlacz parametrów spawania
3. Regulacja parametrów spawania
4. Regulacja dynamiki łuku ARC FORCE
5. Przełącznik wyboru sterowania zdalnego: OFF – sterowanie odłączone, ON – sterowanie załączone
6. Gniazdo o polaryzacji ujemnej
7. Gniazdo zdalnego sterowania (sterowanie zewnętrzne)
8. Gniazdo o polaryzacji dodatniej

6. OPIS PANELU THF 180 DC PULS



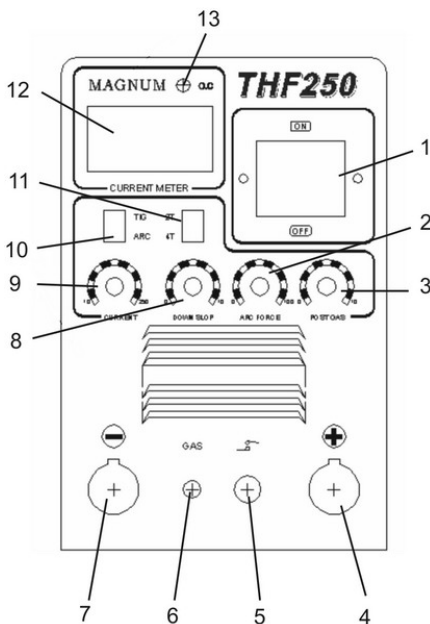
1. Wybór metody spawania: MMA/ TIG DC
2. Przełącznik główny, pozycja OFF – napięcie odłączone, pozycja ON – napięcie załączone
3. Regulacja parametrów spawania
4. Lampka sygnalizująca zadziałanie układu zabezpieczenia termicznego
5. Prąd opadania
6. Wybór trybu pracy: 2 – takt, 4 – takt
7. Wybór trybu pracy: TIG DC/TIG PULS
8. Gniazdo o polaryzacji dodatniej
9. Gniazdo do podłączenia przewodu gazowego
10. Gniazdo do sterowania lokalnego
11. Gniazdo o polaryzacji ujemnej

7. OPIS PANELU THF 200 DC PULS



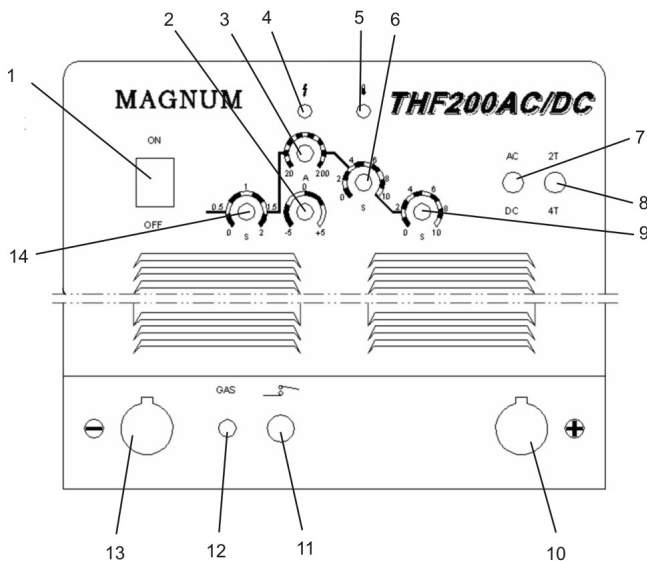
1. Bezpiecznik
2. Przełącznik główny, pozycja OFF – napięcie odłączone, pozycja ON – napięcie załączonego
3. Wybór trybu pracy: TIG DC/TIG PULS
4. Wybór metody spawania: MMA/TIG DC
5. Wybór trybu pracy: 2 – takt, 4 – takt
6. Gniazdo o polaryzacji dodatniej
7. Gniazdo do sterowania lokalnego
8. Gniazdo do podłączenia przewodu gazowego
9. Gniazdo o polaryzacji ujemnej
10. Wyływ gazu po zakończeniu spawania
11. Prąd opadania
12. Regulacja częstotliwości
13. Prąd bazowy
14. Dolny próg prądu, spawanie PULS
15. Lampka sygnalizująca zadziałanie układu zabezpieczenia termicznego

8. OPIS PANELU THF 250 DC



1. Przelącznik główny, pozycja OFF – napięcie odłączone, pozycja ON – napięcie załączonego
2. Regulacja dynamiki łuku ARC FORCE
3. Wyptyw gazu po zakończeniu spawania
4. Gniazdo o polaryzacji dodatniej
5. Gniazdo do sterowania lokalnego
6. Gniazdo do podłączenia przewodu gazowego
7. Gniazdo o polaryzacji ujemnej
8. Prąd opadania
9. Prąd bazowy
10. Wybór metody spawania: MMA/TIG DC
11. Wybór trybu pracy: 2 – takt, 4 – takt
12. Wyświetlacz parametrów spawania
13. Lampka sygnalizująca zadziałanie układu zabezpieczenia termicznego

9. OPIS PANELU THF 200 AC/DC PULS



1. Przełącznik główny, pozycja OFF – napięcie odłączone, pozycja ON – napięcie załączonego
2. Regulacja dynamiki łuku ARC FORCE
3. Prąd bazowy
4. Lampka sygnalizująca przegrzanie inwertora
5. Lampka sygnalizująca zadziałanie układu zabezpieczenia
6. Prąd opadania
7. Wybór metody spawania: TIG AC/TIG DC
8. Wybór trybu pracy: 2 – takt, 4 – takt
9. Wypływ gazu po zakończeniu spawania
10. Gniazdo o polaryzacji dodatniej
11. Gniazdo do sterowania lokalnego
12. Gniazdo do podłączenia przewodu gazowego
13. Gniazdo o polaryzacji ujemnej
14. Wypływ gazu przed rozpoczęciem spawania

10. PRZYGOTOWANIE DO PRACY

Aby przedłużyć żywotność i niezawodną pracę urządzenia, należy przestrzegać kilku zasad:

1. Urządzenie powinno być umieszczone w dobrze wentylowanym pomieszczeniu, gdzie występuje swobodna cyrkulacja powietrza.
2. Nie umieszczać urządzenia na mokrym podłożu.
3. Sprawdzić stan techniczny urządzenia, przewodów spawalniczych.
4. Usunąć wszelkie łatwopalne materiały z obszaru spawania.
5. Do spawania używać odpowiedniej odzieży ochronnej: rękawice, fartuch, buty robocze, maskę lub przyłbicę.

10.1 PODŁĄCZENIE DO SIECI

Sprawdzić wielkość napięcia, ilość faz i częstotliwość przed załączeniem tego urządzenia do sieci zasilającej. Parametry napięcia zasilającego podane są w rozdziale z danymi technicznymi tej instrukcji i na tabliczce znamionowej urządzenia. Skontrolować połączenia przewodów uziemiających urządzenia z siecią zasilającą. Upewnić się czy sieć zasilająca może zapewnić pokrycie zapotrzebowania mocy wejściowej dla tego urządzenia w warunkach jego normalnej pracy. Wielkość bezpiecznika i parametry przewodu zasilającego podane są w danych technicznych tej instrukcji. Podłączenie i wymiany przewodu zasilania oraz wtyczki powinien dokonać wykwalifikowany elektryk.

10.2 PODŁĄCZENIE PRZEWODÓW SPAWALNICZYCH W METODZIE MMA

1. Przed podłączeniem urządzenia do sieci zasilającej, należy upewnić się czy wyłącznik główny jest w pozycji wyłączonej.
2. Sprawdzić czy urządzenie i instalacja jest uziemiona i zerowana a przewód masowy zakończony zaciskiem kleszczowym lub śrubowym.
3. W pierwszej kolejności należy określić polaryzację dla stosowanej elektrody. Należy zapoznać się z danymi technicznymi stosowanej elektrody. Następnie podłączyć kable wyjściowe do gniazd wyjściowych urządzenia o wybranej polaryzacji. Dla przykładu, jeśli będzie stosowana metoda DC(+) kabel z uchwytem elektrody podłączyć do gniazda (+) urządzenia a kabel z zaciskiem uziemiającym podłączyć do gniazda (-). Dla metody DC(-) kabel z uchwytem elektrody podłączyć do gniazda (-) urządzenia a kabel z zaciskiem uziemiającym podłączyć do gniazda (+). Włożyć łącznik z wypustem w linii z odpowiednim wcięciem w gnieździe i obrócić go o około ¼ obrotu zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Nie dokręcać wtyku na siłę.

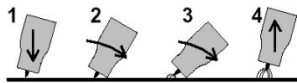
11. SPAWANIE METODĄ MMA

1. Włożyć wtyki kabli spawalniczych do odpowiednich gniazd i zablokować je.
 2. Za pomocą zacisku uziemiającego podłączyć spawalniczy kabel masowy do materiału spawanego.
 3. Zamocować odpowiednią elektrodę w uchwycie spawalniczym.
 4. Włożyć wtyk kabla zasilającego do gniazda sieci zasilającej.
 5. Wyłącznikiem zasilania włączyć napięcie zasilające urządzenia.
 6. Przy pomocy pokrętki prądu wyjściowego ustawić wymaganą wartość prądu spawania.
 7. Zachowując właściwe zasady można przystąpić do spawania.
- Dla uniknięcia rozprysków podczas spawania i uzyskania dobrej jakości spawu, należy stosować zalecenia podane na opakowaniu: prąd spawania, pozycje spawanie, czas i temperaturę suszenia.

12. SPAWANIE METODĄ TIG LIFT

1. Włożyć wtyki kabli spawalniczych do odpowiednich gniazd i zablokować je (uchwyt masowy do (+), uchwyt TIG do (-)).
2. Za pomocą zacisku uziemiającego podłączyć spawalniczy kabel masowy do materiału spawanego.
3. Sprawdzić stan zaostrenia elektrody wolframowej.
4. Włożyć wtyk kabla zasilającego do gniazda sieci zasilającej.
5. Wyłącznikiem zasilania włączyć napięcie zasilające urządzenia.
6. Przy pomocy pokrętki prądu wyjściowego ustawić wymaganą wartość prądu spawania.
7. Odkręcić zawór na uchwycie TIG, spowoduje to przepływ gazu ochronnego.

Zajarzenie łuku następuje poprzez potarcie elektrody nietopliwej o spawany materiał. Lekko dotknąć elektrodę o materiał spawany (1) oderwać elektrodę od materiału spawanego poprzez pochylenie uchwytu w taki sposób, aby dysza gazowa dotykała materiału (2 i 3), co spowoduje zajarzenie łuku. Następnie wyprostować uchwyt (4) i rozpocząć spawanie. Aby zakończyć spawanie uchwyt należy „oderwać” go od spawanego materiału.



13. SPAWANIE METODĄ TIG HF

1. Włożyć wtyki kabli spawalniczych do odpowiednich gniazd i zablokować je (uchwyt masowy do (+), uchwyt TIG do (-)).
2. Za pomocą zacisku uziemiającego podłączyć spawalniczy kabel masowy do materiału spawanego.
3. Sprawdzić stan zaostření elektrody wolframowej.
4. Włożyć wtyk kabla zasilającego do gniazda sieci zasilającej.
5. Wyłącznikiem zasilania włączyć napięcie zasilające urządzenia.
6. Ustawić wymagany przepływ gazu ochronnego (około $8 \div 10$ l/min), zaworkiem/pokrętkiem znajdującym się na reduktorze gazu.
7. Ustawić tryb spawania TIG HF
8. Nacisnąć lub przytrzymać przycisk na uchwycie.
9. Powoli zbliżyć uchwyt do spawanych elementów aż do momentu zajarzenia się łuku.

14. SPAWANIE METODĄ TIG AC

1. Włożyć wtyki kabli spawalniczych do odpowiednich gniazd i zablokować je (uchwyt masowy do (+), uchwyt TIG do (-)).
2. Za pomocą zacisku uziemiającego podłączyć spawalniczy kabel masowy do materiału spawanego.
3. Sprawdzić stan zaostření elektrody wolframowej.
4. Włożyć wtyk kabla zasilającego do gniazda sieci zasilającej.
5. Wyłącznikiem zasilania włączyć napięcie zasilające urządzenia.
6. Ustawić wymagany przepływ gazu ochronnego (około $8 \div 10$ l/min), zaworkiem/pokrętkiem znajdującym się na reduktorze gazu.
7. Ustawić tryb spawania TIG AC
8. Nacisnąć lub przytrzymać przycisk na uchwycie.
9. Powoli zbliżyć uchwyt do spawanych elementów aż do momentu zajarzenia się łuku.

15. DOBÓR PARAMETRÓW SPAWANIA W METODZIE MMA

Podstawowymi parametrami procesu spawania metodą MMA są: rodzaj, napięcie i natężenia spawania, prędkość spawania, grubość elektrody i spawanego materiału. Wielkość prądu reguluje się tak aby łuk mógł pewnie zajarzać się, a w trakcie spawania był równomierny i stabilny. Dla ułatwienia zajarzenia się łuku, urządzenia wyposażono w funkcję: HOT START, ANTI STICK i ARC FORCE. Funkcja HOT START „gorący start” polega na chwilowym zwiększeniu prądu spawania ponad ustawioną wartość w momencie zajarzenia łuku. ANTI STICK „przeciwzwarciowa” ograniczenie prądu zwarcia zapobiegające przyklejeniu elektrody przy zajarzeniu łuku i rozjarzeniu jej w razie przyklejenia. ARC FORCE „regulacja prądu zwarcia” skracaniu długości łuku towarzyszy wzrost prądu spawania co powoduje stabilizowanie łuku niezależnie od jego długości).

16. DOBÓR PARAMETRÓW SPAWANIA W METODZIE TIG

Podstawowymi parametrami procesu spawania metodą TIG są: rodzaj, napięcie i natężenia spawania, prędkość spawania, średnica elektrody i spawanego materiału. Rodzaj i średnica materiału dodatkowego. Dla uzyskania pełnej stabilizacji łuku i całkowitego wyeliminowania kraterów początkowego i końcowego, rozpoczęcie i zakończenie spoiny należy wykonać na płytkach węglowych, które po zakończeniu spawania usuwa się przez odcięcie. Spoiny wykonuje się z reguły metodą "w lewo" przesuwając uchwyt spawalniczy ruchem prostoliniowym pod kątem 15° do 80° w stosunku do powierzchni metalu. Do jeziorka płynnego metalu dodaje się spoiwa pod kątem 15° do 20° ruchem skokowo-wstecznym. Koniec spoiwa powinien znajdować się w strefie osłony gazowej. Unikać zwać spoiwa z elektrodą wolframową. Długość elektrody wolframowej na zewnątrz

dyszy gazowej uchwytu spawalniczego wynosi ok. $3 \div 5$ mm. Technika układania spoin zależy od typu złącza, grubości materiału i pozycji spawania. Przy wykonywaniu połączeń należy możliwie zawsze stosować spawanie w pozycji podolnej i nabocznej. Najkorzystniejsze wyniki przy wykonywaniu jednostronnych spoin czołowych zapewnia spawanie na podkładach ze stali żaroodpornej z rowkiem o szerokości ok. 4 do 5 mm i głębokości 1,5 do 2 mm ułatwiającym prawidłowe formowanie grani spoiny.

17. ZAKŁÓCENIA W PRACY SPAWARKI

Objawy	Przyczyna	Postępowanie
Łuk nie zajarza się	Brak właściwego styku zacisku przewodu powrotnego	Poprawić styk zacisku
Łuk zbyt długi i nieregularny	Prąd spawania za wysoki	Zmniejszyć wartość prądu spawania
Łuk zbyt krótki	Prąd spawania za niski	Zwiększyć wartość prądu spawania
Po włączeniu zasilania sygnalizacja nie świeci się	Brak napięcia zasilania	Podłączyć zasilanie
		Sprawdzić bezpieczniki i w razie konieczności wymienić uszkodzony na nowy o tej samej wartości i tego samego typu
	Zadziałał układ zabezpieczenia termicznego	Znaleźć i usunąć przyczynę przegrzania
		Sprawdzić czy otwory wentylacyjne nie są zasłonięte, w razie potrzeby odsłonić je
Po włączeniu zasilania świecą się lampki żółta i sygnalizacyjna	Uaktywnione zabezpieczenie termiczne	Doprowadzić do ostygnięcia urządzenia i ponowić próbę

18. KONSERWACJA

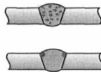
Planując konserwację urządzenia należy brać pod uwagę intensywność i warunki eksploatacji. Prawidłowe korzystanie z urządzenia i regularna jego konserwacja pozwolą uniknąć zbędnych zakłóceń i przerw w pracy.

Codziennie:

- Sprawdzić, czy kabel spawalniczy i kabel masy są dokładnie podłączone.
- Sprawdzić stan kabli spawalniczych i przewodu zasilającego. Wymienić uszkodzone przewody.
- Upewnić się, że wokół urządzenia zapewniony jest swobodny przepływ powietrza.
- Wymienić lub naprawić uszkodzone lub zużyte części.

Co miesiąc:

- Sprawdzić stan połączeń elektrycznych wewnątrz źródła.
- Utlenione powierzchnie należy oczyścić, a poluzowane części dokręcić.
- Oczyścić wnętrze urządzenia za pomocą sprężonego powietrza.

wada spoiny	wygląd	przyczyna powstawania
porowatość		Niedostateczny przepływ gazu - powinien wynosić 8-15 l/min
		Odpryski występujące w dyszy gazu szkodzą ochronie gazowej
		Przeciągi powietrza w obszarze spawania
		Uchwyt trzymany źle lub za daleko od elementu spawanego
		Element spawany wilgotny, zatłuszczony lub zardzewiały
spoina zbyt wąska		Za duża szybkość spawania
		Za mały prąd spawania w stosunku do szybkości spawania
wady połączenia		Nieregularne ruchy uchwytu
		Za niskie napięcie spawania
znaczące napłylenie		Za duże napięcie spawania
		Zanieczyszczona dysza gazu
		Element spawany wilgotny, zatłuszczony lub zardzewiały
spoina nieregularna		Za długi wolny wylot drutu
		Za duży prąd spawania w stosunku do wybranego napięcia
		Za małą szybkość spawania
niedostateczny wtop		Za mały prąd spawania w stosunku do wybranego napięcia.

Brak przetopu powstanie wówczas, jeżeli kąt ukosowania będzie za mały, odstęp między brzegami blach (rur) będzie za mały lub próg będzie za wysoki. Jeżeli natężenie prądu spawania będzie zbyt małe w stosunku do grubości blach, przetop nie może być wykonywany prawidłowo. Szybkość spawania musi być tak dobrana, aby stopić można było równomiernie krawędzie brzegów spawanych i uzyskać jeziorko (oczko), co gwarantuje właściwy przetop. Wysokie kwalifikacje spawacza, wieloletnia praktyka gwarantują prawidłowe wykonanie złącza w tym względzie. W złączach odpowiedzialnych (narażonych w eksploatacji na naprężenie dynamiczne) w miejscach braku przetopu należy dokonać wycięcia spoiny i powtórnego spawania lub - jeżeli jest to możliwe ze względów technicznych - przetop należy wyszlifować i dokonać tzw. podparowania grani, czyli wykonania przetopu po przeciwnej stronie lica.

Nadmierny przetop wystąpi, jeżeli odległość między brzegami blach (rur) będzie zbyt duża, natężenie prądu jest za duże i prędkość spawania zbyt mała. Jeżeli jest to możliwe - należy miejsce nadmiernego przetopu szlifować.

Nierówność lica wystąpi przy dużej szerokości rowka spawalniczego i ma miejsce, jeżeli spoiwo podawane jest nierównomiernie, szybkość spawania jest różna, łuk posiada zmienną długość.

Nadmierny nadlew lica powstanie, jeżeli ma miejsce zbyt mała prędkość spawania przy nadmiernym podawaniu spoiwa i za niskim natężeniu prądu spawania przy wykonywaniu warstwy licowej. Trzeba pamiętać także o prawidłowym dobraniu ilości warstw, które należy wykonać w złączu tak, aby ostatnia warstwa nie stanowiła nadmiernego nadlewu.

Podtopienia występują na granicy (obustronnie) materiału rodzimego i lica spoiny lub grani spoiny. Występowanie tej wady jest skutkiem za dużego natężenia prądu spawania, zbyt długiego łuku elektrycznego, ruch elektrody jest zbyt zakosowy, a podawanie spoiwa za wolne. Za małą średnicą spoiwa też może być przyczyną powstawania tej wady.

Krater powstaje w wyniku nieumiejętnego zakończenia spoiny (za wolne podawanie spoiwa w końcowej fazie spawania), za wysokiego natężenia prądu spawania.

Problem krateru nie istnieje, jeżeli urządzenie spawalnicze wyposażone jest w wypełniacz krateru. Działa on w taki sposób, że pod koniec wykonywania spoiny zmniejsza się natężenie prądu spawania. W kraterze powstają pęknięcia mogące być początkiem uszkodzenia całego złącza. Przy braku wypełniacza krateru, podczas zakończenia wykonywania spoiny należy stosować krótkie przerwy w spawaniu w celu wypełnienia wgłębienia. Spawanie konstrukcji wykonywanych z grubszych elementów wymaga stosowania płytek wybiegowych, które po wykonaniu złącza należy usunąć.

Przepalanie wystąpi, jeżeli wykonuje się spoinę węgłocięgową i przy nakładaniu drugiej warstwy - w związku zbyt dużym natężeniem prądu lub za wolnym spawaniem - przepalaniu ulega pierwszy ścieg - przetop. Miejsca przepalone należy wyciąć i wykonać повторно spawanie.

Wklęsłość lica zmniejsza przekrój złącza, co obniża w tym miejscu jego wytrzymałość. Należy w związku z tym położyć jeszcze jedną warstwę, pamiętając aby nie wykonywać jej w taki sposób, że powstanie w efekcie nadmierny nadlew lica. Tę dodatkową warstwę trzeba ułożyć przed ostygnięciem złącza. Unikamy w ten sposób powstawania dodatkowych niekorzystnych naprężeń, zmniejszających wytrzymałość spoiny.

Niesymetryczność spoiny to wada, która tym się charakteryzuje, że oś spoiny nie leży w osi rowka spawalniczego lub (spoiny pachwinowe) prostej poprowadzonej do miejsca styku dwóch blach. Wada ta zasadniczo zmniejsza wytrzymałość złącza i nie może mieć miejsca. Spoiną taką należy dokładnie wyszlifować i повторно wykonać prawidłowo, choć zabieg ten (powtórny) zmniejsza zasadniczo wytrzymałość złącza przez wielokrotne grzanie i studzenie złącza.

20. PRZYGOTOWANIE KRAWĘDZI W METODZIE MMA

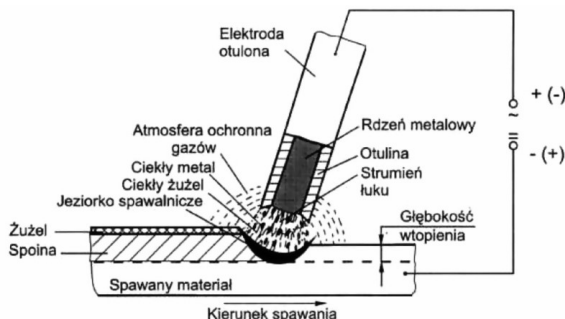
nazwa spoiny	przekrój złącza przed i po spawaniu	wymiary					
		s /mm/	b /mm/	c /mm/	r /mm/	α °	β °/
spoina I		1 - 3	0 - 2	-	-	-	-
spoina 2I		2 - 5	1 - 3	-	-	-	-
spoina V		3 - 20	0 - 3	-	-	50 - 60	-
spoina Y		3 - 20	0 - 3	1 - 2	-	50 - 60	-
spoina V z podkładką		> 6	4 - 8	-	-	8 - 12	-
spoina U		15 - 40	0 - 3	2 - 3	4 - 5	8 - 12	-
spoina X		12 - 40	0 - 3	0 - 3	-	α_1 50 - 60 α_2 50 - 90	-

nazwa spoiny	przekrój złącza przed i po spawaniu	wymiary				
		s /mm/	b /mm/	c /mm/	r /mm/	α °
spoina 1/2V lub 1/2Y		3 - 30	0 - 3	0 - 3	-	45 - 60
spoina K		12 - 40	0 - 3	0 - 3	-	45 - 60
spoina L (pachwinowa) w złączu kątowym zakładkowym lub nakładkowym		> 2	-	-	-	60 - 120
spoina L (pachwinowa) w złączu narożnym		> 2	0 - 2	> 5	-	60 - 120

21. TECHNOLOGIA SPAWANIA METODĄ MMA

Spawanie łukowe ręczne elektrodą otuloną jest procesem, w którym trwałe połączenie uzyskuje się przez stopienie ciepłem łuku elektrycznego topliwiej elektrody otulonej i materiału spawanego. Łuk elektryczny jarzy się między rdzeniem elektrody pokrytym otuliną a spawanym materiałem. Elektroda otulona, ustawiona pod odpowiednim kątem względem złącza, jest przesuwana ręcznie przez operatora wzdłuż linii spawania. Spoinę złącza tworzą stopione ciepłem łuku: rdzeń metaliczny elektrody, składniki metaliczne otuliny elektrody oraz nadtopione brzegi materiału spawanego. Udział materiału rodzimego w spoinie, w zależności od rodzaju spawanego metalu i techniki spawania, może wynosić 10 ÷ 40%. Łuk spawalniczy może być zasilany prądem stałym, z biegunowością ujemną lub dodatnią oraz prądem przemiennym. Ośłonę łuku stanowią gazy i ciekły żużel, powstałe w wyniku rozpadu otuliny elektrody pod wpływem ciepła łuku. Skład osłony gazowej, w zależności od składu chemicznego otuliny, stanowią CO₂, CO, H₂O oraz produkty ich rozpadu. Proces spawania rozpoczyna się po zajarzeniu łuku między rdzeniem metalowym elektrody a spawanym przedmiotem, a intensywne ciepło łuku, o temperaturze w środku łuku dochodzącej do 6000 K, stapia elektrodę, której metal jest przenoszony do jeziora spoiny. Otulina elektrody zawiera składniki jonizujące przestrzeń łuku, które ułatwiają

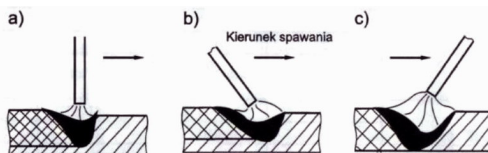
zajazanie łuku i zapewniają jego stabilne jarzenie. Poza tym otulina zawiera składniki gazotwórcze, żużlotwórcze, stopowe i formujące. Gazy osłaniają przestrzeń łuku przed dostępem powietrza atmosferycznego. Żużel osłania kropkę stopiwa i jeziorko płynnego metalu przed dostępem powietrza atmosferycznego. Składniki stopowe uzupełniają skład chemiczny stopiwa. Składniki formujące powodują, że żużel ułatwia powstawanie gładkiego lica spoiny.



22. ZALECENIA PRAKTYCZNE PRZY SPAWANIU METODĄ MMA

Zaleca się, aby prędkość spawania była tak dobrana, aby łuk spawalniczy nieznacznie wyprzedzał jeziorko spoiny. Zbyt mała prędkość spawania sprawia z kolei, że wtopienie spoiny jest płytkie, a lico szerokie i bardzo wypukłe. Mała głębokość wtopienia wynika z podpływania ciepłego metalu jeziorka spoiny pod łuk, przez co jest utrudnione nadtapianie materiału rodzimego. Przy spawaniu blach cienkich prędkość spawania zależy głównie od umiejętności operatora, a warunkiem poprawnego przetopienia jest stałe utrzymanie oczka spoiny przed jeziorkiem spoiny. Spawanie w pozycjach przymusowych, poza spawaniem w pozycji pionowej z góry na dół, odbywa się zwykle z małą prędkością i złożonymi ruchami końca elektrody, z jeziorkiem spoiny o małej objętości. Zwiększenie średnicy elektrody, przy stałym natężeniu prądu, prowadzi do zmniejszenia głębokości wtopienia i zwiększenia szerokości spoiny. Nadmierna długość elektrody uniemożliwia poprawny przebieg procesu spawania i stąd w katalogach firmowych są podawane dopuszczalne natężenia prądu spawania dla każdej średnicy elektrody. Zbyt duże natężenie prądu również powoduje przegrzanie otuliny i jej odpryskiwanie w czasie spawania, co zmniejsza jakość spawania. Dobór średnicy elektrody zależy głównie od grubości spawanego materiału, pozycji spawania, sposobu przygotowania i rodzaju złącza. Poprawnie dobrana średnica elektrody to taka, przy której, przy danym natężeniu prądu i prędkości spawania, uzyskuje się spoinę o wymaganym kształcie i wymiarach w możliwie najkrótszym czasie. Elektrody otulone o większej średnicy są stosowane do spawania złączy grubych blach oraz do spawania z dużymi prędkościami. Większa jest wtedy powierzchnia wprowadzania ciepła do złącza, wydajność stapiania, głębokość wtopienia i lepsze stopienie metali w jeziorku spoiny. Przy spawaniu w pozycjach przymusowych ciepły metal jeziorka spoiny ma tendencję do wyciekania pod wpływem siły grawitacji i konieczne jest zastosowanie elektrody o średnicy, ok. $3,2 \div 4,0$ mm, zapewniającej mniejszą objętość jeziorka spoiny, które szybko krzepnie i ma mniejszą skłonność do wyciekania. Rodzaj złącza i sposób przygotowania jego brzegów również decyduje o wyborze średnicy elektrody. Warstwy granicowe wymagają elektrod o małej średnicy, takiej aby był zapewniony dostęp do dna rowka spawalniczego oraz utrzymanie stałej długości łuku i w efekcie dokładne przetopienie grani. Warstwy wypełniające układa się zwykle elektrodami o dużej średnicy, jeśli w technologii spawania nie ma ograniczenia energii liniowej spawania. Przy spawaniu spoin pachwinowych w pozycji pionowej, techniką z góry na dół, średnica elektrody zasadowej powinna być stosunkowo duża, by umożliwić duże prędkości spawania, aby zapobiec wyciekaniu ciepłego metalu z jeziorka spoiny. Przy wykonywaniu spoin pachwinowych w pozycji podłowej i nabocznej dostęp do dna rowka złącza jest łatwy i średnicę elektrody ustala się w zależności od wymaganej grubości spoin lub ścięgu. Przy spawaniu w pozycjach naściennej i pionowej, techniką z dołu do góry, oraz pałapowej, przeciwnie niż przy spawaniu w pozycji pionowej techniką z góry na dół, zaleca się zastosowanie elektrody o małej średnicy w celu zmniejszenia objętości jeziorka spoiny i ułatwienia kształtowania spoiny. Pochylenie elektrody względem złącza umożliwia regulację kształtu spoiny, głębokości wtopienia, szerokości lica

i wysokości nadlewu. Pochylenie elektrody w kierunku przeciwnym do kierunku spawania powoduje, że siła dynamiczna łuku wyciska ciekły metal jeziora do przodu i maleje głębokość wtopienia, a zwiększa się wysokość i szerokość lica. Pochylenie elektrody w kierunku spawania sprawia, że ciekły metal jest wyciskany do tylnej części jeziora spoiny, zwiększa się głębokość wtopienia, a maleje nieco szerokość i wysokość lica. Poprzeczny wahadłowy ruch końcem elektrody spawania umożliwia zwiększenie szerokości ściegu i głębokości wtopienia w ścianki rowka spoiny. Jednocześnie zmniejsza się głębokość wtopienia w warstwę poprzednią, zmieniają się też warunki krystalizacji spoiny i przemian strukturalnych w SWC. W zależności od rodzaju złącza, pozycji spawania czy średnicy elektrody stosuje się odpowiednią trajektorię wahań. Przeważnie amplituda wahań wynosi $2 \div 4$ średnicy elektrody, a częstotliwość $10 \div 60$ wahań na minutę.



Zalecane grubości i długości spoin szczepnych czołowych

Grubość spoin doczołowych „s” (mm)	Grubość spoiny szczepnej (mm)	Długość spoiny szczepnej (mm)
2	2	$10 \div 20$
$2 \div 4$	$2 \div 3$	$20 \div 30$
$4 \div 12$	$3 \div 4$	$30 \div 40$
> 12	$0,33 \times s$ (max 6)	$40 \div 60$

Zalecane grubości i długości spoin szczepnych pachwinowych

Grubość spoin pachwinowych „s” (mm)	Grubość spoiny szczepnej (mm)	Długość spoiny szczepnej (mm)
2	2	$10 \div 20$
$2 \div 6$	$2 \div 3$	$20 \div 30$
$6 \div 10$	$3 \div 4$	$30 \div 40$
> 10	$0,40 \times s$ (max 6)	$40 \div 60$

23. PRZYGOTOWANIE KRAWĘDZI W METODZIE TIG

nazwa spoiny	przekrój złącza przed i po spawaniu	wymiary				
		s /mm/	b /mm/	c /mm/	r /mm/	α, β /°/
spoina I brzeżna		1 - 2	0 - 1	~1,5s	-	-
spoina I		do 2	0,5 - 1	-	-	-
spoina I		do 2	0 - 1	-	-	-
spoina I		do 2	0 - 1	-	-	-
spoina 2I		> 2 - 3	0 - 0,5	-	-	-
spoina 2I		> 3 - 4	0 - 1	-	-	-
spoina 2I		> 4 - 5	1 - 2	-	-	-
spoina V		3 - 10	1 - 2	-	-	50 - 60
spoina Y		3 - 10	1 - 3	1 - 2	-	50 - 60
spoina U		> 8	1 - 3	1 - 2	-	10 - 15
spoina X		> 8	1 - 2	1 - 2	-	60 - 70

nazwa spoiny	przekrój złącza przed i po spawaniu	wymiary				
		s /mm/	b /mm/	c /mm/	r /mm/	α /°/
spoina L		> 4	0 - 0,5	-	-	-
spoina L		1 - 2	0 - 2	0,2 s	-	-
spoina L		1 - 2	2 - 3	1 - 3	-	-
spoina L		> 2	1 - 2	-	-	50 - 90
spoina I /trój- ścienna/		1 - 4	0,5 - 1	1 - 4	-	-
spoina L		> 2	-	-	-	-
spoina V		> 4	-	-	-	-
spoina O /szczelinowa/		2 - 4	-	-	-	20 - 40

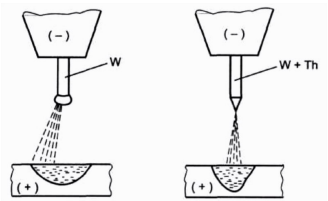
24. TECHNOLOGIA SPAWANIA METODĄ TIG

Jest to najczystszy z wszystkich procesów spawania łukowego, porównywany z metalurgicznego punktu widzenia do mikro-odlewania łukowego w osłonach gazowych. Elektroda nietopliwa, wykonana z wolframu lub stopu wolframu, jest zamocowana w specjalnym uchwycie palnika, umożliwiającym regulację położenia elektrody oraz jej wymianę. Koniec elektrody wystaje poza dyszę gazową od kilku do nawet kilkudziesięciu milimetrów, w zależności od warunków technologicznych spawania. Powłoka gazu ochronnego, podawanego przez dyszę palnika wokół elektrody nietopliwej, chłodzi elektrodę i chroni ciekły metal spoiny oraz nagrzaną strefę spawania łączonych przedmiotów przed dostępem gazów z atmosfery. Jednocześnie nie ma rozprysku metalu, typowego przy innych procesach spawania łukowego, a możliwość podawania z zewnątrz łuku materiału dodatkowego umożliwia niezależne sterowanie energią liniową łuku i ilością podawanego do obszaru spawania materiału dodatkowego. Przepływ prądu w łuku spawalniczym odbywa się w zjonizowanym gazie, a głównymi nośnikami prądu są elektrony wybite z atomów gazu ochronnego. Zajarzenie łuku następuje przez krótkotrwałe zwarcie elektrody nietopliwej z przedmiotem lub ze specjalną płytką startową i szybkie jej cofnięcie lub przez zastosowanie łuku pomocniczego między elektrodą a spawanym przedmiotem o dużym napięciu, małym natężeniu prądu i dużej częstotliwości. Spawanie TIG jest jednym z podstawowych procesów wytwarzania konstrukcji, zwłaszcza ze stali wysokostopowych, stali specjalnych, stopów niklu, aluminium, magnezu, tytanu i innych metali reaktywnych i żaroodpornych oraz różnorodnych stopów metali, w szerokim zakresie grubości złączy od dziesiętnych części milimetra do nawet kilkuset. Spawanie TIG może być prowadzone prądem stałym lub prądem przemiennym, ręcznie, półautomatycznie i automatycznie, w warunkach warsztatowych i montażowych, we wszystkich pozycjach spawania.

Parametry wykonywania spoin pachwinowych metodą TIG DC(-)

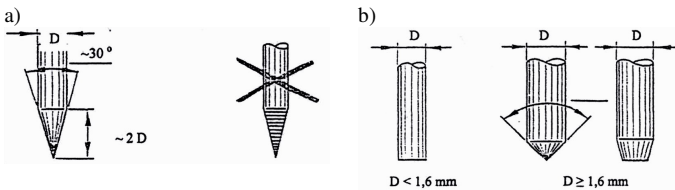
grubość spoiny (mm)	średnica elektrody wolframowej (mm)	średnica drutu (mm)	natężenie prądu spawania (A)	prędkość spawania (cm/min)	liczba ściegów
1,0	1,5	1,5	60	10	1
1,5	2,0	2,0	70	8	1
2,0	2,0	3,0	100	8	1
3,0	3,0	4,0	170	12	1
4,0	3,0	4,0	200	12	1

Inna korzystną cechą występującą przy spawaniu elektrodą wolframową lub torowaną jest to, że w procesie jarzenia się łuku kształt stożkowy końca tych elektrod jest przez dłuższy okres czasu.



Kształt końca elektrody nietopliwej jest ważnym parametrem procesu spawania, gdyż wpływa na łatwość spawania i głębokość przetopienia. Zalecane sposoby przygotowania końcówek elektrod nietopliwych:

a) prądem stałym (biegunowość ujemna na elektrodzie), b) prądem przemiennym



26. GAZY OCHRONNE STOSOWANE W METODZIE TIG

Podstawowe gazy ochronne stosowane do spawania TIG to gazy obojętne Ar i He lub ich mieszanki, ewentualnie z dodatkiem H₂. Niekiedy do gazu obojętnego jest dodawany azot, którego zadaniem jest podwyższenie temperatury łuku i umożliwienie spawania z dużymi prędkościami miedzi i jej stopów, często bez podgrzewania wstępnego.

W żadnym przypadku nie wolno stosować dodatku CO₂ lub O₂ do osłony argonu lub helu, gdyż wtedy następuje bardzo szybkie zużycie elektrody nietopliwej i niestabilne jarzenie się łuku.

Gaz ochronny ma za zadanie nie tylko osłaniać elektrodę nietopliwą i obszar spawania przed dostępem atmosfery, ale decyduje również o energii liniowej spawania (napięciu łuku), kształcie spoiny, a nawet składzie chemicznym spoiny.

Rodzaj metalu spawanego	Gaz ochronny	Spawane metale
Aluminium i stopy Al	Ar	Łatwe zajarzenie łuku i duża czystość spoiny
Magnez i stopy Mg	Ar	Łatwość regulacji przetopienia i duża czystość spoiny

Stal węglowa	Ar	Łatwość regulacji kształtu spoiny, zajarzania łuku, możliwość spawania we wszystkich pozycjach
Stale Cr-Ni austenityczne	Ar	Ułatwia przetopienie cienkich blach
	Ar + He	Zwiększa głębokość przetopienia i prędkości spawania
Cu, Ni i ich stopy	Ar	Duża łatwość spawania cienkich blach i ściegów graniowych rur
	Ar + He	Zapewnione większa energia liniowa spawania
	He	Możliwość spawania grubych blach z dużymi prędkościami bez podgrzewania wstępnego
Tytan i stopy Ti	Ar	Duża czystość spoiny
	He	Większa głębokość przetopienia przy spawaniu grubych blach

27. BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA

	PORAŻENIE ELEKTRYCZNE MOŻE ZABIĆ: Urządzenia spawalnicze wytwarzają wysokie napięcie. Nie dotykać uchwyty spawalniczego, podłączonego materiału spawalniczego, gdy urządzenie jest włączone do sieci. Wszystkie elementy tworzące obwód prądu spawania mogą powodować porażenie elektryczne, dlatego powinno unikać się dotykania ich gołą ręką ani przez wilgotne lub uszkodzone ubranie ochronne. Nie wolno pracować na mokrym podłożu, ani korzystać z uszkodzonych przewodów spawalniczych. UWAGA: Zdejmowanie osłon zewnętrznych w czasie, kiedy urządzenie jest podłączone do sieci, jak również użytkowanie urządzenia ze zdjętymi osłonami jest zabronione ! Kable spawalnicze, przewód masowy, zacisk uziemiający i urządzenie spawalnicze powinny być utrzymywane w dobrym stanie technicznym, zapewniającym bezpieczeństwo pracy.
	PROMIENIE ŁUKU MOGĄ POPARZYĆ: Niedozwolone jest bezpośrednie patrzenie nieosłoniętymi oczami na łuk spawalniczy. Zawsze stosować maskę lub przyłbice ochroną z odpowiednim filtrem. A osoby postronne, znajdujące się w pobliżu, chronić przy pomocy niepalnych, pochłaniających promieniowanie ekranami. Chronić nieosłonięte części ciała odpowiednią odzieżą ochronną wykonaną z niepalnego materiału.
	OPARY I GAZY MOGĄ BYĆ NIEBEZPIECZNE: W procesie spawania wytwarzane są szkodliwe opary i gazy niebezpieczne dla zdrowia. Unikać wdychania tych oparów i gazów. Stanowisko pracy powinno być odpowiednio wentylowane i wyposażone w wyciąg wentylacyjny. Nie spawać w zamkniętych pomieszczeniach. Powierzchnie elementów przeznaczonych do spawania powinny być wolne od zanieczyszczeń chemicznych, takich jak substancje odtłuszczające (rozpuszczalniki), które ulegają rozkładowi podczas spawania wytwarzając toksyczne gazy.
	POLE ELEKTROMAGNETYCZNE MOŻE BYĆ NIEBEZPIECZNE: Prąd elektryczny płynący przez przewody spawalnicze, wytwarza wokół niego pole elektromagnetyczne. Pole elektromagnetyczne może zakłócać pracę rozruszników serca. Przewody spawalnicze powinny być ułożone równolegle, jak najbliżej siebie.
	ISKRY MOGĄ SPOWODOWAĆ POŻAR: Iskry powstające podczas spawania mogą powodować pożar, wybuch i oparzenia nieosłoniętej skóry. Podczas spawania należy mieć na sobie rękawice spawalnicze i ubranie ochronne. Usuwać lub zabezpieczać wszelkie łatwopalne materiały i substancje z miejsca pracy. Nie wolno spawać zamkniętych pojemników lub zbiorników w których znajdowały się łatwopalne ciecze. Pojemniki lub zbiorniki takie winny być przepłukane przed spawaniem w celu usunięcia łatwopalnych cieczy. Nie spawać w pobliżu łatwopalnych gazów, oparów lub cieczy. Sprzęt

	przeciwpożarowy (koce gaśnicze i gaśnice proszkowe lub śniegowe) powinien być usytuowany w pobliżu stanowiska pracy w widocznym i łatwo dostępnym miejscu.
	ZASILANIE ELEKTRYCZNE: Odłączyć zasilanie sieciowe przed przystąpieniem do jakichkolwiek prac, napraw przy urządzeniu. Regularnie sprawdzać przewody spawalnicze. Jeżeli zostaną zauważone jakiekolwiek uszkodzenie przewodu czy izolacji, bezzwłocznie powinno być wymienione. Przewody spawalnicze nie mogą być przygniatane, dotykać ostrych krawędzi ani gorących przedmiotów.
	BUTLA MOŻE WYBUCHNĄĆ: Stosować tylko atestowane butle i poprawnie działającym reduktorem. Butla powinna być transportowana i stać w pozycji pionowej. Chronić butle przed działaniem gorących źródeł ciepła, przewróceniem i uszkodzeń mechanicznych. Utrzymywać w dobrym stanie wszystkie elementy instalacji gazowej: butla, wąż, złączki, reduktor.
	SPAWANE MATERIAŁY MOGĄ POPARZYĆ: Nigdy nie dotykać spawanych elementów niezabezpieczonymi częściami ciała. Podczas dotykania i przemieszczania spawanego materiału, należy zawsze stosować rękawice spawalnicze i szczypce.
	ZGODNOŚĆ Z CE: Urządzenie to spełnia zalecenia Europejskiego Komitetu CE.