

**INSTRUKCJA OBSŁUGI INWERTOROWEGO PÓŁAUTOMATU  
SPAVALNICZEGO**

**MIG 350T IGBT**  
**Synergic**

1. Uwagi ogólne.....	3
2. Ogólna charakterystyka.....	3
3. Dane techniczne.....	4
4. Przygotowanie do pracy.....	5
4.1. Zakładanie przewodów spawalniczych.....	5
4.2. Zakładanie drutu elektrodowego.....	6
4.3. Podłączenie gazu ochronnego.....	6
5. Panel .....	7
6. Dobór parametrów spawania.....	9
7. Konserwacja.....	10
8. Zakłócenia w pracy spawarki.....	11
9. Wady spoin.....	12
10. Przygotowanie krawędzi w metodzie MIG/MAG.....	14
11. Technologia spawania metodą MIG/MAG.....	16
12. Zalecenia praktyczne przy spawaniu metodą MIG/MAG.....	16
13. Sposoby przenoszenia metalu w łuku elektrycznym.....	17
14. Gazy ochronne.....	18
15. Bezpieczeństwo użytkowania.....	18

## 1. UWAGI OGÓLNE

---



Uruchomienia, instalacji i eksploatacji półautomatu spawalniczego MIG 350T IGBT Synergic można dokonać tylko po dokładnym zapoznaniu się z niniejszą instrukcją obsługi. Nieprzestrzeganie zaleceń zawartych w tej instrukcji może doprowadzić do uszkodzenia samego urządzenia oraz narażać użytkownika na poważne obrażenia ciała a nawet śmierć. Nie można dopuszczać dzieci w pobliże miejsca pracy urządzenia. Osoby z wszczepionym rozrusznikiem serca nim podejmą pracę z urządzeniem, powinny skonsultować się ze swoim lekarzem. Obsługa serwisowa i naprawy urządzenia mogą być prowadzone przez wykwalifikowany personel z zachowaniem warunków bezpieczeństwa pracy obowiązujących dla urządzeń elektrycznych. Przeróbki we własnym zakresie mogą spowodować zmianę cech użytkowych urządzenia lub pogorszenie parametrów spawalniczych. Wszelkie przeróbki urządzenia, 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 oraz niewłaściwa obsługa mogą spowodować uszkodzenie urządzenia i utratę gwarancji.

**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 powinieneś 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

---

MIG 350T IGBT Synergic jest półautomatem spawalniczym przeznaczonym do spawania stali niskowęglowej, niskostopowej (MAG), stali stopowych (MIG). MIG 350T IGBT Synergic znajduje zastosowanie w warsztatach ślusarskich jak i w warsztatach naprawczych. Umożliwia spawanie stalowymi drutami spawalniczymi (w tym drutami rdzeniowymi) o średnicy 0,8 - 1,2 mm. MIG 350T IGBT Synergic przystosowany jest do zasilania z sieci trójfazowej 3x380V/50Hz i wyposażony w przeciążeniowy układ zabezpieczenia termicznego, zapobiegający przed nadmiernym nagrzewaniem się.

Źródło prądu zostało zbudowane na tranzystorach IGBT zapewniających minimum zakłóceń elektromagnetycznych, małe straty mocy w układach podstawowych, umożliwiające zwiększenie wydajności i niezawodności źródła prądu. Bardzo wysoka wydajność, przekładająca się bezpośrednio na mniejsze zużycie energii oraz wysoka częstotliwość przełączania, zapewniają błyskawiczne dostosowanie prądu do zmian parametrów w czasie spawania.

### 3. DANE TECHNICZNE

TYP URZĄDZENIA	MIG 350T IGBT Synergic
Zasilanie	3x380V/50Hz
Maksymalny pobór mocy	14,4 kVA
Prąd spawania / Sprawność	60 ÷ 350 A / 60%
Napięcie spawania	12 ÷ 40 V
Napięcie biegu jałowego	58V
Współczynnik mocy	≥ 0,93
Prędkość podawania drutu	2,5 – 16 m/min
Średnica drutu	Ø 0,8 mm Ø1,2 mm
Waga	40kg
Wymiary	576mm x 297mm x 574mm
Chłodzenie	Wentylator

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 półautomat może pracować w sposób ciągły, bez przerw.



#### **4. PRZYGOTOWANIE DO PRACY**

---

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

1. Urządzenie powinno być umieszczone w dobrze wentylowanym pomieszczeniu (urządzenie nie powinno pracować w przeciągu), gdzie występuje swobodna cyrkulacja powietrza oraz niska wilgotność i niewielkie zapylenie powietrza. Urządzenie nie powinno być wystawione bezpośrednio na działanie promieni słonecznych, powinno pracować w temp. 10°C – 40°C.
2. Nie umieszczać urządzenia na mokrym podłożu, zabezpieczyć urządzenie przed opadami atmosferycznymi.
3. Urządzenie powinno znajdować się powyżej 20cm od ścian oraz powyżej 30cm od innych urządzeń.
4. Używać drutu o średnicy zgodnej z umieszczoną na tabelce.
5. Butlę z gazem ochronnym ustawić obok półautomatu i zabezpieczyć przed możliwością przewrócenia.
6. Sprawdzić stan techniczny urządzenia oraz przewodów spawalniczych.
7. Usunąć wszelkie łatwopalne materiały z obszaru spawania.
8. Do spawania używać odpowiedniej odzieży ochronnej: rękawice, fartuch, buty robocze, maskę lub przyłbicę.

#### **4.1. ZAKŁADANIE PRZEWODÓW SPAWALNICZYCH**

---

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. Drugi koniec przewodu masowego podłączyć w znajdujące się na przednim panelu urządzenia gniazdo.
4. Przed założeniem przewodu spawalniczego upewnić się czy założony jest odpowiedni pancerz prowadzący do odpowiedniej średnicy i gatunku drutu elektrodowego. Dla ułatwienia producenci pancerzy prowadzących, znakują je odpowiednimi kolorami. Drut elektrodowy o średnicy do 0,8 mm, posiada kolor niebieski. Odpowiednio drut elektrodowy o średnicy 1,0 ÷ 1,2 mm, kolor czerwony. A drut elektrodowy o średnicy 1,6 mm, kolor żółty. Do spawania stali stopowych i aluminium, stosujemy pancerze teflonowe. Do spawania stali niskowęglowej, niskostopowej, miedzi, brązów itp., stosuje się pancerze ze spirali metalowej. Pamiętać należy o wyposażeniu uchwyt spawalniczy w końcówkę prądową właściwą do gatunku i średnicy drutu elektrodowego.
5. Wtyk przewodu spawalniczego wprowadzić do gniazda znajdującego się na przednim panelu urządzenia, następnie dokręcić za pomocą nakrętki.

#### **4.2. ZAKŁADANIE DRUTU ELEKTRODOWEGO**

---

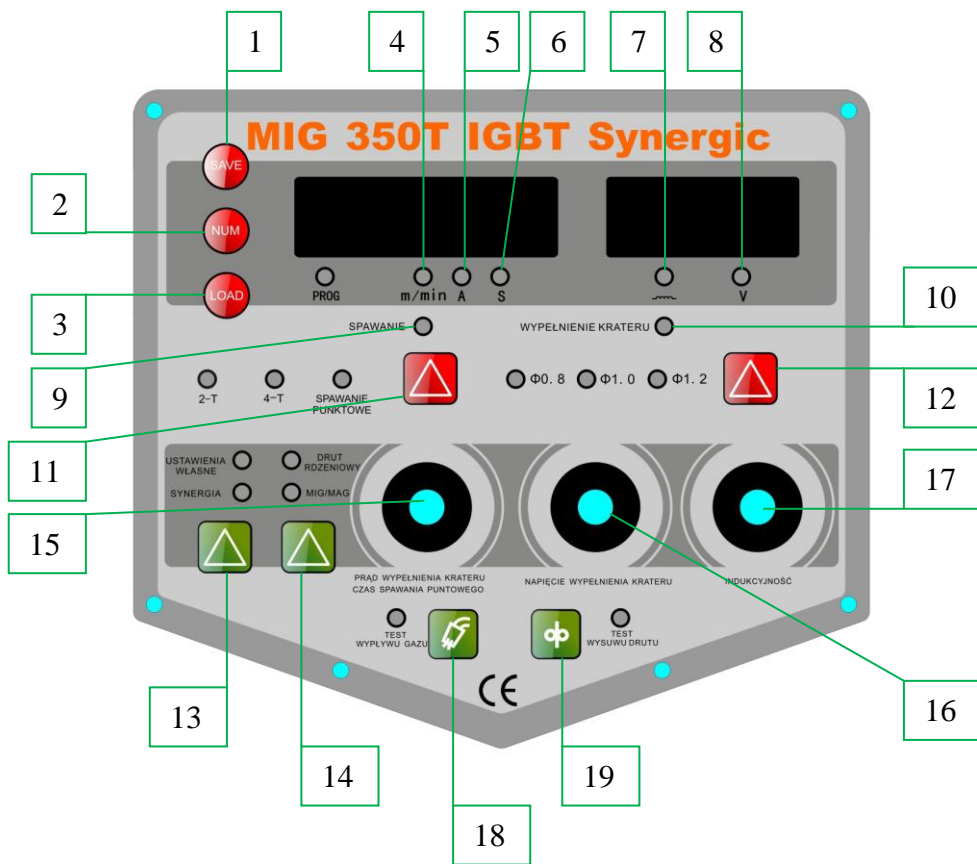
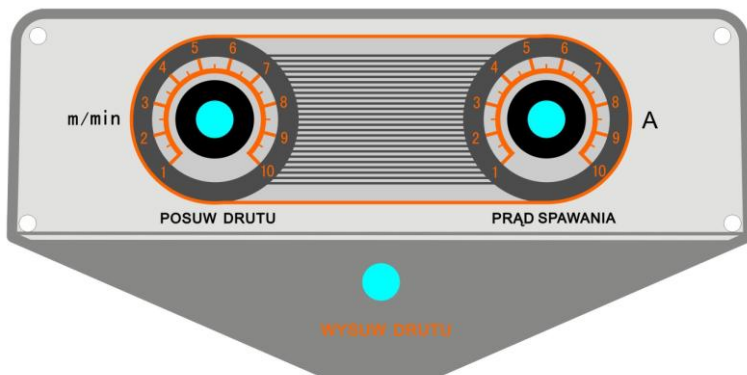
1. Upewnić się czy rolki zamontowane w zespole napędowym odpowiadają rodzajowi i średnicy wprowadzonego drutu. W razie różnicy rowka rolki ze średnicą drutu elektrodowego dopasować rowek, poprzez odwrócenia rolki. Dla drutów stalowych należy używać rolek z rowkami V, zaś dla drutów aluminiowych z rowkami U.
2. Nałożyć szpulę z drutem elektrodowym na mechanizm mocowania szpuli, zwracając uwagę by kierunek odwijania drutu był zgodny z kierunkiem wejścia drutu do zespołu napędowego.
3. Zablokować szpulę przed spadnięciem, dokręcając nakrętkę na korpusie szpuli.
4. Koniec drutu nawiniętego na szpulę, należy wyprostować lub odciąć zagięty odcinek, następnie spiłować, tak żeby nie był ostry ani tnący.
5. Dla umożliwienia wprowadzenia drutu do podajnika, należy zwolnić docisk rolek podających.
6. Koniec drutu wsunąć do prowadnicy znajdującej się w tylnej części podajnika i przeprowadzić go nad rolką napędową i wetknąć do króćca prowadzącego do uchwytu spawalniczego.
7. Docisnąć drut w rowki roli napędowej poprzez dokręcenie rolkę podającą.
8. Zdjąć dyszę gazową i odkręcić końcówkę prądową.
9. Włączyć urządzenie.
10. Uchwyt rozwinąć tak aby był w linii prostej, następnie nacisnąć przycisk „test wysuwu drutu” aż do momentu pojawienia się drutu w wylocie palnika, zwolnić przycisk.
11. Nakręcić końcówkę prądową, założyć dyszę gazową.
12. Wyregulować siłę docisku poprzez obrót pokrętki, w prawo – zwiększa siłę docisku, w lewo – zmniejsza siłę docisku. Zbyt mała siła docisku, powodować będzie ślizganie się rolki napędowej. Zbyt duża siła docisku, powoduje zwiększenie oporu podawania i odkształcanie drutu co w efekcie może powodować jego skrawanie.

#### **4.3. PODŁĄCZENIE GAZU OCHRONNEGO**

---

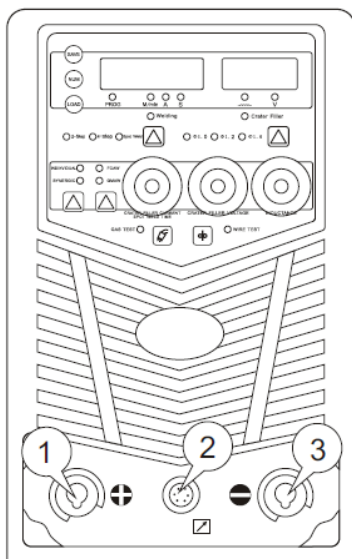
1. Butlę z odpowiednim gazem ochronnym należy ustawić obok półautomatu i zabezpieczyć ją przed przewróceniem się.
2. Zdjąć zabezpieczający ją kołpak i na moment odkręcić zawór butli w celu usunięcia ewentualnych zanieczyszczeń.
3. Zamontować reduktor tak aby manometry były w pozycji pionowej.
4. Połączyć półautomat z butlą węzłem.
5. Odkręcić zawór reduktora tylko przed przystąpieniem do spawania. Po zakończeniu spawania, zawór butli należy zakręcić.

## 5. PANEL



1.	Naciśnięcie przycisku powoduje zaświecenie się numeru przez okres 3s. Podczas tego czasu ustawione parametry znajdujące się na wyświetlaczach zostaną zapisane pod tym samym numerem.
2.	Naciśnięcie przycisku powoduje wyświetlenie odpowiedniego numeru parametru spawania z zakresu od 0 do 9.
3.	Naciśnięcie przycisku powoduje załadowanie parametrów spawania które są przypisane do danego numeru. Podczas ładowania zaświeci się dioda sygnalizująca „PROG”, parametry nie mogą być regulowane. Kolejne naciśnięcie przycisku powoduje zakończenie ładowania parametrów.
4.	Dioda sygnalizująca świeci się gdy wyświetlana jest wartość prędkości podawania drutu.
5.	Dioda sygnalizująca świeci się gdy wyświetlana jest wartość prądu spawania.
6.	Dioda sygnalizująca świeci się gdy wyświetlana jest wartość czasu spawania punktowego.
7.	Dioda sygnalizująca świeci się gdy wyświetlana jest wartość indukcyjności. Regulacja wartości indukcyjności mieści się w zakresie od 1 do 50.
8.	Dioda sygnalizująca świeci się gdy wyświetlana jest wartość napięcia.
9.	Dioda sygnalizująca świeci się gdy są regulowane a na wyświetlaczu prezentowane parametry spawania.
10.	Dioda sygnalizująca świeci się gdy są regulowane a na wyświetlaczu prezentowane parametry wypełnienia krateru. Parametry spawania zostaną wznowione po zaprzestaniu regulacji przez 3s.
11.	Naciśnięcie przycisku powoduje wybór trybu pracy: 2-takt, 4-takt, spawanie punktowe. Odpowiadająca danemu trybowi dioda sygnalizująca zaświeci się.
12.	Naciśnięcie przycisku powoduje wybór średnicy drutu. Odpowiadająca danej średnicy dioda sygnalizująca zaświeci się.
13.	Naciśnięcie przycisku powoduje wybór trybu ustawień: ustawienia indywidualne, synergia. W trybie „ustawienia indywidualne” istnieje możliwość regulacji: prądu spawania, napięcia poprzez regulację pokręteł podajnika drutu. W trybie „synergia” prąd spawania i napięcie dobierane są automatycznie. Napięcie można dostosować pokrętłem „napięcie wypełnienia krateru”.
14.	Naciśnięcie przycisku powoduje wybór trybu pracy: MIG/MAG, drut rdzeniowy.
15.	W trybie pracy „4-takt” pokrętło służy do ustawienia prądu wypełnienia krateru. W trybie pracy „spawanie punktowe” pokrętło służy do ustawienia czasu w zakresie od 0,5s do 5s.
16.	W trybie pracy „4-takt” pokrętło służy do ustawienia napięcia wypełnienia krateru.
17.	Pokrętło służy do ustawienia stabilności procesu spawania, głębokości wtopienia i regulacji wielkości odprysków.
18.	Naciśnięcie przycisku powoduje testowy wypływ gazu przez okres 30s. Ewentualne wcześniejsze zatrzymanie wypływu gazu nastąpi po ponownym naciśnięciu przycisku.
19.	Naciśnięcie przycisku powoduje testowy wysuw drutu, jego zwolnienie powoduje zakończenie testu.





1.	Gniazdo o polaryzacji „+”
2.	Gniazdo sterowania
3.	Gniazdo o polaryzacji „-”

## 6. DOBÓR PARAMETRÓW SPAWANIA

Podstawowymi parametrami procesu spawania metodą MIG/MAG są: napięcie spawania i prędkość podawania drutu elektrodowego. Zwiększenie napięcia spawania powoduje zwiększenie przetopu (głębokości wtopienia) i wydłużenie łuku. Zwiększenie prędkości podawania drutu elektrodowego powoduje, że uchwyt zostaje odpychany ku górze od spawanych elementów. Spowodowane jest to zbyt małym napięciem spawania. Gdy prędkość podawania drutu elektrodowego jest zbyt mała albo napięcie spawania jest za wysokie, na końcu drutu elektrodowego tworzą się duże krople. Zbyt duże rozpryski, świadczą o zbyt małym napięciu spawania lub zbyt dużej prędkości podawania drutu elektrodowego. Przy spawaniu w pozycjach naściennych i pułapowych, można zmniejszyć napięcie spawania o ok. 1÷4 V. Przy wykonywaniu spoin wypełniających, dla uzyskania gładkiego lica, można zwiększyć napięcie spawania.

Podłącz do urządzenia butlę z gazem, odkręć zawór i ustaw odpowiednie ciśnienie gazu na reduktorze. Ustaw parametry przy pomocy dostępnych na panelu przycisków i pokręteł w oparciu o poniższą tabelę. Naciśnij przycisk palnika, spowoduje to jednoczesny wysuw drutu oraz wypływ gazu. Teraz można rozpocząć proces spawania.

Prąd spawania (A)	Napięcie (V)	Średnica drutu spawalniczego (mm)
60 - 80	17 – 18	0,8, 1,0
80 - 130	18 – 21	1,0, 1,2
130 - 200	20 – 24	1,0, 1,2
200 - 250	24 – 27	1,0, 1,2
250 - 350	26 – 32	1,2, 1,6

Kombinacje przycisków funkcyjnych:

1. Jednoczesne wciśnięcie pokręteł „prąd wypełnienia krateru” oraz „napięcie wypełnienia krateru” na okres ~ 1s powoduje wyświetlenie się wartości prądu spawania oraz prędkości podawania drutu.
2. Jednoczesne wciśnięcie pokręteł „indukcyjność” oraz „napięcie wypełnienia krateru” na okres ~ 1s powoduje załadowanie standardowych parametrów spawania dla wybranej średnicy drutu.
3. Jednoczesne wciśnięcie pokrętła „indukcyjność” oraz przycisku „test wypływu gazu” spowoduje aktywację parametru czasu wypływu gazu przed spawaniem (zaświeci się lampka i wyświetlony zostanie kod 811 oraz S), który będzie mógł być dostosowany przy pomocy pokrętła „napięcie wypełnienia krateru” w zakresie 0,01s – 9,99s. Powrót do głównej funkcji nastąpi po 5s.
4. Jednoczesne dwukrotne wciśnięcie pokrętła „indukcyjność” oraz przycisku „test wypływu gazu” spowoduje aktywację parametru czasu wypływu gazu po spawaniu (zaświeci się lampka i wyświetlony zostanie kod 812 oraz S), który będzie mógł być dostosowany przy pomocy pokrętła „napięcie wypełnienia krateru” w zakresie 0,01s – 9,99s. Powrót do głównej funkcji nastąpi po 5s.
5. Jednoczesne wciśnięcie pokrętła „indukcyjność” oraz przycisku wyboru średnicy drutu spowoduje aktywację parametru prędkości podawania drutu (zaświeci się lampka i wyświetlony zostanie kod 813 oraz m/min), który będzie mógł być dostosowany przy pomocy pokrętła „napięcie wypełnienia krateru” w zakresie 0,5m/min – 4,2m/min. Powrót do głównej funkcji nastąpi po 5s.
6. Jednoczesne dwukrotne wciśnięcie pokrętła „indukcyjność” oraz przycisku wyboru średnicy drutu spowoduje aktywację parametru czas wypełnienia krateru (zaświeci się lampka i wyświetlony zostanie kod 810 oraz S), który będzie mógł być dostosowany przy pomocy pokrętła „napięcie wypełnienia krateru” w zakresie 0,01s – 2s. Powrót do głównej funkcji nastąpi po 5s

Uwaga: Po zakończeniu procesu spawania upewnij się, że butla z gazem została zakręcona i urządzenie zostało odłączone od sieci elektrycznej.

## **7. 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:**

- Oczyszczyć uchwyt masy oraz dyszę gazową z odprysków, smarować środkami przeciw rozpryskowymi.
- Sprawdzić, czy kable są dokładnie podłączone.
- Sprawdzić stan przewodów. Wymienić uszkodzone przewody.
- Upewnij się, że wokół urządzenia zapewniony jest swobodny przepływ powietrza.
- Wymienić lub naprawić uszkodzone lub zużyte części.

### **Co miesiąc:**

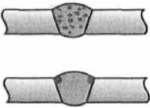



- Sprawdzić stan połączeń elektrycznych wewnątrz źródła.
- Utlenione powierzchnie należy oczyścić, a poluzowane części dokręcić.
- Oczyszczyć wnętrze urządzenia za pomocą sprężonego powietrza.

## 8. ZAKŁÓCENIA W PRACY SPAWARKI

Objawy	Przyczyna	Postępowanie
Nie można ustawić prądu spawania	Uszkodzony kabel sterowania lub wtyczka	Wymienić kabel sterowania lub wtyczkę
	Uszkodzona płyta	Wymienić uszkodzoną płytę
	Uszkodzony przewód prostownika	Podłączyć przewód
Niestabilny łuk, dużo odprysków	Niewłaściwe parametry spawania	Ustawić odpowiednie parametry
	Zużyta końcówka prądowa	Wymienić końcówkę prądową
Podgrzewacz gazu nie działa	Podgrzewacz gazu jest uszkodzony	Wymienić lub naprawić podgrzewacz
	Przewód jest uszkodzony bądź zbyt krótki	Naprawić przewód
Brak wypływu gazu, mimo naciskania spustu palnika	Uszkodzona płyta	Wymienić płytę
	Uszkodzony elektrozawór	Wymienić elektrozawór
	Uszkodzony kabel sterowania	Wymienić kabel sterowania lub wtyczkę
Brak podawania drutu elektrodowego (silnik podajnika nie pracuje)	Uszkodzony spust palnika	Wymienić palnik
	Uszkodzony kabel sterowania lub wtyczka	Wymienić kabel sterowania lub wtyczkę
	Uszkodzona płyta	Wymienić płytę
	Uszkodzony silnik podajnika	Wymienić silnik
Brak podawania drutu elektrodowego (silnik podajnika pracuje)	Za słabo dokręcony docisk	Dokręcić docisk prawidłowo
	Zanieczyszczona prowadnica drutu w uchwycie	Wyczyścić prowadnicę drutu elektrodowego
	Rowek założonej rolki nie odpowiada średnicy drutu	Doprowadzić do zgodności rolki ze średnicą drutu
	Zablokowany drut elektrodowy w końcówce prądowej	Wymienić końcówkę prądową
Nieregularny posuw drutu elektrodowego	Uszkodzona końcówka prądowa	Wymienić końcówkę na nową
	Rowek rolki podającej jest brudny, jest uszkodzony lub nie odpowiada średnicy drutu	Wymienić końcówkę na nową Wymienić rolkę lub dobrać rolkę do średnicy stosowanego drutu
Łuk nie zajarza się	Brak właściwego styku zacisku przewodu powrotnego	Poprawić styk zacisku
Łuk zbyt długi i nieregularny	Napięcie spawania za wysokie	Zmniejszyć napięcie spawania
	Prędkość podawania drutu za mała	Zwiększyć prędkość podawania drutu
Łuk zbyt krótki	Napięcie spawania za niskie	Zwiększyć napięcie spawania
	Prędkość podawania drutu za duża	Zmniejszyć prędkość podawania drutu
Po włączeniu zasilania	Brak napięcia zasilania	Podłączyć zasilanie

lampka sygnalizacji nie świeci się	Uszkodzony bezpiecznik w zasilaniu sieciowym	Wymienić bezpiecznik na taki sam sprawny
	Uszkodzony wyłącznik	Wymienić wyłącznik główny
	Uszkodzona sygnalizacja	Wymienić lampkę

## 9. WADY SPOINY

wada spoiny	wygląd	przyczyna powstawania
<b>porowatość</b>		Niedostateczny przepływ gazu - powinien wynosić 8-15 l/min
		Odpryski występujące w dyszy gazu szkodzą ochronie gazowej
		Przeciagi powietrza w obszarze spawania
		Uchwyt trzymany źle lub za daleko od elementu spawanego
		Element spawany wilgotny, zatłuszczony lub zardzewiały
<b>spoina zbyt wąska</b>		Za duża szybkość spawania
		Za mały prąd spawania w stosunku do szybkości spawania
<b>wady połączenia</b>		Nieregularne ruchy uchwytu
		Za niskie napięcie spawania
<b>znaczne napalenie</b>		Za duże napięcie spawania
		Zanieczyszczona dysza gazu

**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 stąpić 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. podpawania 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 mała średnica 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 włościogową i przy nakładaniu drugiej warstwy - w związku ze 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.

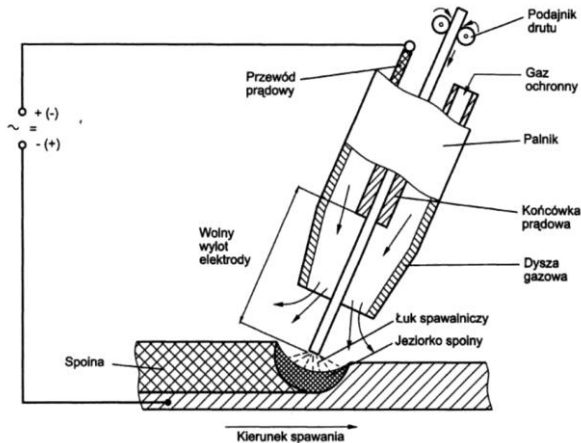
10. PRZYGOTOWANIE KRAWĘDZI W METODZIE MIG/MAG

nazwa spoiny	przekrój złącza przed i po spawaniu	wymiary				
		s /mm/	b /mm/	c /mm/	r /mm/	$\alpha$ /°/
spoina I brzeżna		do 4	do 1	s - 3s	r = s	-
spoina I		do 6	do 2	-	-	-
spoina I		do 6	do 2	-	-	-
spoina 2I		4 - 12	do 3	-	-	-
spoina V		4 - 30	do 3	-	-	40 - 50
spoina Y		4 - 30	do 3	2 - 5	-	40 - 50
spoina V+V		> 20	do 3	do 3	-	20 - 30 $\alpha_1$ 40 - 60
spoina X		> 12	do 3	do 3	-	40 - 60

nazwa spoiny	przekrój złącza przed i po spawaniu	wymiary				
		s /mm/	b /mm/	c /mm/	r /mm/	$\alpha$ /°/
spoina 1/2V lub 1/2Y		3 - 30	do 3	do 4	-	40 - 60
spoina K		> 10	do 3	do 4	-	40 - 60
spoina J		> 15	do 3	1 - 3	6 - 8	20 - 25
spoina L		> 1	do 2	-	-	60 - 120
spoina L		> 1	do 2	do 2	-	60 - 120

## 11. TECHNOLOGIA SPAWANIA METODĄ MIG/MAG

Proces spawania GMA polega na stapianiu spawanego metalu i materiału elektrody topliwą ciepłem łuku elektrycznego jarzącego się między elektrodą a spawanym przedmiotem, w osłonie gazu obojętnego lub aktywnego. Metal spoiny formowany jest więc ze stapiającego się materiału elektrody i nadtopionych brzegów spawanych przedmiotów. Podstawowe gazy ochronne stosowane do spawania GMA to gazy obojętne: argon, hel oraz gazy aktywne: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> i NO, stosowane oddzielnie lub tylko jako dodatki do argonu czy helu. Elektroda topliwa ma postać drutu pełnego, zwykle o średnicy 0,6 ÷ 4,0 mm, i jest podawana w sposób ciągły przez specjalny system podający, z prędkością od 2,5 do nawet 50 m/min. Palniki GMA mogą być chłodzone wodą lub powietrzem. Spawanie GMA jest prowadzone głównie prądem stałym z biegunowością dodatnią. Dokładna osłona łuku spawalniczego jarzącego się między elektrodą topliwą a spawanym materiałem zapewnia, że spoina jest formowana w bardzo korzystnych warunkach cieplnych i metalurgicznych. Spawanie GMA może być więc zastosowane do wykonywania wysokiej jakości połączeń wszystkich metali, które mogą być łączone za pomocą spawania łukowego. Należą do nich: stale węglowe i niskostopowe, stale odporne na korozję, stale specjalne, aluminium, magnez, miedź, nikiel i ich stopy, jak również tytan i jego stopy. Spawanie może być prowadzone w warunkach warsztatowych i montażowych we wszystkich pozycjach.



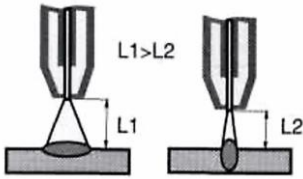
## 12. ZALECENIA PRAKTYCZNE PRZY SPAWANIU METODĄ MIG/MAG

Spoiny czołowe w pozycji podolnej należy wykonywać techniką "pchaj" dla elementów cienkich i techniką "ciągnij" dla elementów grubszych. Spoiny czołowe w pozycji pionowej dla elementów cienkich należy wykonywać od góry do dołu. Spoiny pachwinowe w pozycji nabocznej należy wykonywać techniką "pchaj", ale z uwzględnieniem dodatkowego pochylenia uchwytu spawalniczego w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku spawania. W przypadku wypełniania szerokich rowków w pozycji podolnej lub pionowej, końcem uchwytu należy wykonywać poprzeczne ruchy wahadłowe. Podczas spawania uchwyt spawalniczy powinien być prowadzony pod odpowiednim kątem w stosunku do spawanych elementów - zbyt duży kąt pochylenia może powodować zasysanie powietrza do jeziora ciekłego metalu (kąt odchylenia uchwytu od pionu powinien być  $\leq 10^\circ$ ). Spawanie łukiem długim zmniejsza głębokość wtopienia - spoina jest szeroka i płaska, a spawaniu towarzyszy zwiększony rozprysk.

Spawanie łukiem krótkim (przy tej samej gęstości prądu) zwiększa głębokość wtopienia - spoina jest węższa, a rozprysk materiału staje się mniejszy. Prędkość spawania jest parametrem wynikowym przy danym natężeniu prądu i napięciu łuku oraz zachowaniu właściwego kształtu ściegu spoiny i gdy prędkość spawania ma być nawet nieznacznie zmieniona, należy odpowiednio zmienić natężenie prądu lub napięcie łuku. Wzrost

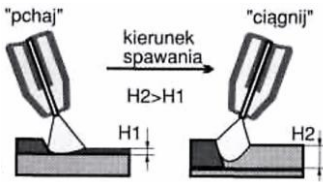


prędkości spawania sprawia, że spoina jest węższa i maleje głębokość wtopienia, a przy dalszym wzmoceniu pojawiają się podtopienia lica. Największe prędkości spawania, bez podtopień, można uzyskać przez zwiększenie wolnego wylotu elektrody i pochylenie przedmiotu z góry na dół lub pochylenie palnika w kierunku spawania. Małe prędkości spawania powodują, że zwiększa się głębokość wtopienia, szerokość lica i wysokość nadlewu.



Nadmierne wydłużenie lub skrócenie łuku może spowodować niestabilne jarzenie się łuku i złą jakość spoiny.

L1, L2 - długość łuku



Na głębokość wtopienia znaczący wpływ ma także kierunek spawania - prowadzenie uchwytu spawalniczego.

H1, H2 - głębokość wtopienia

### 13. SPOSOBY PRZENOSZENIA METALU W ŁUKU ELEKTRYCZNYM

Ze względu na rodzaj zastosowanego gazu osłonowego oraz parametry elektryczne procesu spawania (napięcie i natężenie) rozróżnia się trzy sposoby zmiany stanu skupienia metalu w łuku spawalniczym:

#### GRUBOKROPKOWY



- stosowany w metodzie MIG/MAG przy małych gęstościach prądu i długim łuku
- niezalecany w pozycjach przymusowych

#### NATRYSKOWY



- stosowany w metodzie MAG z mieszankami gazu
- niezalecany w pozycjach przymusowych

#### ZWARCIOWY




- stosowany w metodzie MAG z krótkim łukiem
- zalecany do spawania elementów o małej grubości i w pozycjach przymusowych

## 14. GAZY OCHRONNE

Gaz ochronny decydują o sprawności osłony obszaru spawania, ale i o sposobie przenoszenia metalu w łuku, prędkości spawania i kształcie spoiny. Gazy obojętne, argon i hel, choć doskonale chronią ciekły metal spoiny przed dostępem atmosfery, nie są odpowiednie we wszystkich zastosowaniach spawania GMA. Przez zmieszanie w odpowiednich proporcjach helu lub argonu z gazami aktywnymi chemicznie uzyskuje się zmianę charakteru przenoszenia metalu w łuku, zwiększa się stabilność łuku i pojawia się możliwość oddziaływania na procesy metalurgiczne w jeziorku spoiny. Jednocześnie możliwe jest znaczne ograniczenie lub całkowite wyeliminowanie rozprysku.

Gaz ochronny	Działanie chemiczne	Spawane metale
Ar	obojętny	Zasadniczo wszystkie metale poza stalami węglowymi
He	obojętny	Al, Cu, stopy Cu, stopy Mg, zapewniona duża energia liniowa spawania
Ar + 20-80% He	obojętny	Al, Cu, stopy Cu, Mg, zapewnione duże energie liniowe spawania, mała przewodność cieplna gazu
Ar + 25-20% N <sub>2</sub>	redukujący	Spawanie miedzi z dużą energią liniową łuku, lepsze jarzenie się łuku niż w osłonie 100% N <sub>2</sub>
Ar+1-2% O <sub>2</sub>	słabo utleniający	Zalecana głównie do spawania stali odpornych na korozję i stali stopowych
Ar + 3-5% O <sub>2</sub>	utleniający	Zalecana do spawania stali węglowych i niskostopowych
CO <sub>2</sub>	utleniający	Zalecana wyłącznie do spawania stali niskowęglowych
Ar + 20-50% CO <sub>2</sub>	utleniający	Zalecana wyłącznie do spawania stali węglowych i niskostopowych
Ar+10% CO <sub>2</sub> +5% O <sub>2</sub>	utleniający	Zalecana wyłącznie do spawania stali węglowych i niskostopowych
CO <sub>2</sub> +20% O <sub>2</sub>	utleniający	Zalecana wyłącznie do spawania stali niskowęglowych i niskostopowych
90% He + 7,5% Ar + 2,5% CO <sub>2</sub>	słabo utleniający	Stale odporne na korozję, spawanie łukiem zwarciovym
60% He + 35% Ar + 5% CO <sub>2</sub>	utleniający	Stale niskostopowe o wysokiej udamności, spawanie łukiem zwarciovym

## 15. BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA

	<p><b>PORAŻENIE ELEKTRYCZNE MOŻE ZABIĆ:</b> Urządzenia spawalnicze wytwarzają wysokie napięcie. Nie dotykać uchwyty spawalniczego ani 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.</p> <p><b>UWAGA:</b> Zdejmowanie osłon zewnętrznych w czasie, kiedy urządzenie jest podłączone do sieci, jak również użytkowanie urządzenia ze zdjętymi osłonami jest zabronione !</p> <p>Kable spawalnicze, przewód masowy, zacisk uziemiający i urządzenie spawalnicze powinny być utrzymywane w dobrym stanie technicznym, zapewniającym bezpieczeństwo</p>
---	---

	pracy.
	<b>OPARY I GAZY MOGĄ BYĆ NIEBEZPIECZNE:</b> W procesie spawania wytwarzane są szkodliwe opary i gazy niebezpieczne dla zdrowia. Stanowisko pracy powinno być odpowiednio wentylowane i wyposażone w wyciąg wentylacyjny. Nie spawać w zamkniętych pomieszczeniach. Należy unikać wdychania oparów i gazów. Powierzchnie elementów przeznaczonych do spawania powinny być wolne od zanieczyszczeń chemicznych, takich jak substancje odfuszczone (rozpuszczalniki), które ulegają rozkładowi podczas spawania wytwarzając toksyczne gazy.
	<b>PROMIENIE LUKU MOGĄ POPARZYĆ:</b> Niedozwolone jest bezpośrednie patrzenie nieosłoniętymi oczami na luk spawalniczy. Zawsze stosować maskę lub przyłbicę ochroną z odpowiednim filtrem. Osoby postronne, znajdujące się w pobliżu, chronić przy pomocy niepalnych, pochłaniających promieniowanie ekranami. Chronić nieosłonięte części ciała odpowiednią odzieżą ochronną wykonaną z niepalnego materiału.
	<b>POLE ELEKTROMAGNETYCZNE MOŻE BYĆ NIEBEZPIECZNE:</b> 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.
	<b>ISKRY MOGĄ SPOWODOWAĆ POŻAR:</b> 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 ciecz. 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 (kocę gaśnicze i gaśnice proszkowe lub śniegowe) powinien być usytuowany w pobliżu stanowiska pracy w widocznym i łatwo dostępnym miejscu.
	<b>ZASILANIE ELEKTRYCZNE:</b> Odłączyć zasilanie sieciowe przed przystąpieniem do jakichkolwiek prac, napraw przy urządzeniu. Regularnie sprawdzać przewody spawalnicze. Jeżeli zostaną zauważone jakiegokolwiek uszkodzenie przewodu czy izolacji, bezzwłocznie powinny być wymienione. Przewody spawalnicze nie mogą być przygniatane, dotykać ostrych krawędzi ani gorących przedmiotów.
	<b>BUTLA MOŻE WYBUCHNĄC:</b> 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 uszkodzeniami mechanicznymi. Utrzymywać w dobrym stanie wszystkie elementy instalacji gazowej: butla, wąż, złączki, reduktor.
	<b>SPAWANE MATERIAŁY MOGĄ POPARZYĆ:</b> Nigdy nie dotykać spawanych elementów niezabezpieczonymi częściami ciała. Podczas dotykania i przemieszczania spawanego materiału, należy zawsze stosować rękawice spawalnicze i szczytce.
	ZGODNOŚĆ Z CE: Urządzenie to spełnia zalecenia Europejskiego Komitetu CE.