



INSTRUKCJA OBSŁUGI

EXPERT MIG 540W DUAL PULSE



UWAGA!

**PRZED ROZPOCZĘCIEM UŻYTKOWANIA URZĄDZENIA PROSZĘ ZAPOZNAĆ SIĘ
DOKŁADNIE Z INSTRUKCJĄ OBSŁUGI!**

SPIS TREŚCI

1. Zasady bezpieczeństwa	4
1.1 Naklejka ostrzegawcza.....	8
2. Opis ogólny	9
2.1 Dane techniczne.....	9
2.2 Wprowadzenie.....	10
2.3 Cykl pracy i przeciążenie.....	10
2.4 Zasada działania.....	11
2.5 Charakterystyka prądowo-napięciowa.....	11
3. Instalacja i użytkowanie	12
3.1 Przed uruchomieniem.....	12
3.2 Panel przedni i tylny.....	14
3.2.1 Panel przedni i tylny źródła.....	14
3.2.2 Panel przedni i tylny podajnik drutu.....	15
3.2.3 Panel przedni i tylny chłodnicy.....	15
3.2.4 Panel sterowania podajnika.....	16
3.2.5 Rozwinięcie funkcji panelu sterowania podajnika.....	18
3.3 Metoda MMA (elektroda otulona).....	25
3.3.1 Przygotowanie do pracy.....	25
3.3.2 Proces spawania.....	26
3.3.3 Parametry metody MMA.....	27
3.3.4 Podstawowe problemy.....	29
3.4 Metoda TIG (elektroda nietopliwa).....	30
3.4.1 Przygotowanie do pracy.....	30
3.4.2 Proces spawania.....	31
3.4.3 Zdalna regulacja prądu spawania.....	33
3.4.4 Przewodnik spawania metodą TIG.....	34
3.4.5 Elektrody wolframowe.....	35
3.4.6 Podstawowe problemy.....	37
3.4.7 Zdalne sterowanie nożne.....	38
3.5 Metoda MIG/MAG (elektroda topliwa).....	40
3.5.1 Przygotowanie do pracy.....	40
3.5.2 Proces spawania.....	41
3.5.3 Przygotowanie uchwytu i podajnika.....	43
3.5.4 Konfiguracja uchwytu typu Spool Gun.....	46
3.5.5 Standardowe programy MIG/MAG.....	48
3.5.6 Przewodnik spawania metodą MIG/MAG.....	49
3.5.7 Podstawowe problemy.....	54

4. Konserwacja i rozwiązywanie problemów	56
4.1 Konserwacja	56
4.2 Rozwiązywanie problemów	57
4.3 Kody błędów	58
4.4 Schemat elektryczny	59
Adres firmy	60
Gwarancja	61

1. Zasady bezpieczeństwa



"**Ostrzeżenie**" wskazuje niebezpieczną sytuację, która może skutkować poważnymi obrażeniami a nawet śmiercią



"**Zagrożenie!**" wskazuje niebezpieczną sytuację, która może skutkować poważnymi obrażeniami a nawet śmiercią



"**Uwaga**" wskazuje niebezpieczną sytuację, która może spowodować lekkie lub umiarkowane obrażenia



"**Uwaga**" wskazuje sytuację, która może wpłynąć na zaburzenie wyniku spawania i w konsekwencji uszkodzeniu sprzętu spawalniczego



"**Ważne!**" wskazuje praktyczne porady i inne specjalne wskazówki

Wykorzystywanie zgodne z przeznaczeniem. Urządzenie spawalnicze może być wykorzystane wyłącznie w celu, w jakim zostało zaprojektowane. Jakikolwiek inne użycie będzie traktowane jako użycie niezgodne z przeznaczeniem. Producent nie ponosi odpowiedzialności za szkody powstałe w wyniku nieprawidłowego użytkowania.

Znaki bezpieczeństwa. Wszystkie instrukcje bezpieczeństwa i znaki ostrzegawcze umieszczone na urządzeniach powinny być utrzymywane w stanie czytelnym, bez usuwania, bez zamalowywania, bez zasłaniania.

Przeglądy bezpieczeństwa. Właściciel/użytkownik jest zobligowany do przeprowadzania inspekcji bezpieczeństwa w regularnych odstępach czasu. Producent zaleca wykonywanie prac konserwacyjnych źródła spawalniczego co 3÷6 miesięcy.

Oznaczenie bezpieczeństwa. Urządzenie z oznaczeniem CE spełnia wymogi dyrektywy niskonapięciowej Low-Voltage and Electromagnetic Compatibility (zgodnie z normami EN 60974-1, EN 60974-3, EN 60974-10)

Urządzenie z oznaczeniem CCC spełnia wymagania normy China Compulsory Certification



Niebezpieczeństwo szoku elektrycznego

Unikać bezpośrednich kontaktów z obwodem spawania. W niektórych okolicznościach napięcie jałowe wytwarzane przez generator może być niebezpieczne.

- Podłączanie przewodów spawalniczych, operacje mające na celu kontrolę oraz naprawa powinny być wykonywane po wyłączeniu urządzenia spawalniczego i odłączeniu jego zasilania.
- Przed wymianą zużytych elementów uchwytu spawalniczego należy wyłączyć urządzenie spawalnicze oraz jego zasilanie.
- Wykonać instalację elektryczną zgodnie z obowiązującymi normami oraz przepisami BHP.
- Urządzenie spawalnicze należy podłączyć wyłącznie do układu zasilania wyposażonego w uziemiony przewód neutralny.
- Upewnić się, że wtyczka zasilania jest prawidłowo podłączona do uziemienia ochronnego.
- Nie używać maszyny w środowisku wilgotnym, mokrym lub podczas deszczu.
- Nie używać przewodów z uszkodzoną izolacją lub poluzowanymi połączeniami.



Pole elektryczne i magnetyczne (EMF) może być niebezpieczne

Przepływający prąd spawania powoduje powstawanie pól elektromagnetycznych (EMF) zlokalizowanych w pobliżu obwodu spawania. Pola elektromagnetyczne mogą nakładać się na funkcjonowanie aparatury medycznej (np. rozruszniki serca, aparaty tlenowe, protezy metalowe itp.). Należy zastosować odpowiednie środki ochronne w stosunku do osób używających tego typu urządzeń (np. brak dostępu do strefy, w której użytkowane jest źródło). Niniejsze urządzenie spawalnicze spełnia wymagania standardu technicznego produktu przeznaczonego do użytku wyłącznie w pomieszczeniach zamkniętych, przemysłowych oraz w celach profesjonalnych. Nie jest gwarantowana zgodność z podstawowymi wymogami dotyczącymi ekspozycji człowieka na pola elektromagnetyczne w otoczeniu domowym. Operator musi stosować się do następujących zaleceń, umożliwiających zredukowanie ekspozycji na pola elektromagnetyczne:

- Przymocuj dwa przewody spawalnicze możliwie jak najbliżej siebie
- Zwracaj uwagę, aby głowa i tułów znajdowały się możliwie najdalej od obwodu spawania
- Nigdy nie owijaj przewodów spawalniczych wokół ciała
- Nie spawaj podczas przebywania w zasięgu obwodu spawania
- Podłącz przewód powrotny prądu spawania do spawanego przedmiotu, najbliżej jak to tylko możliwe
- Nie spawaj w pobliżu maszyny spawalniczej, nie siadaj oraz nie opieraj się o nią podczas wykonywania pracy spawania (minimalna odległość wynosi 200mm)

- Nie pozostawiaj przedmiotów ferromagnetycznych w pobliżu obwodu spawania



Niebezpieczeństwo promieniowania podczas spawania

Zastosować odpowiednią izolację elektryczną pomiędzy elektrodą, obrabianym przedmiotem i ewentualnymi uziemionymi częściami metalowymi, które znajdują się w pobliżu

- Stosować rękawice ochronne, obuwie ochronne, nakrycie głowy (przede wszystkim twarzy) oraz odzież ochronną
- Stosować pomosty oraz chodniki izolacyjne
- Należy zawsze (!) chronić oczy za pomocą odpowiednich przyciemnianych szkieł z filtrem UV, stosowanych w maskach i przyłbicach spawalniczych
- Nosić odpowiednią odzież ognioodporną unikając narażenia na działanie promieniowania ultrafioletowego i podczerwonego wytwarzanego przez łuk elektryczny
- Rozszerzyć zabezpieczenie na inne osoby znajdujące się w pobliżu łuku za pomocą osłon lub zasłon nie odbijających promieniowania



Niebezpieczeństwo oparów spawalniczych

Proces spawania może powodować powstawanie oparów spawalniczych, których wdychanie może być szkodliwe dla zdrowia

- Nie wdychać gazów/oparów spawalniczych podczas pracy a także zachować odpowiedni dystans głowy od miejsca spawania
- Podczas pracy w przypadku niewystarczającej lub słabej wentylacji zalecane jest stosowanie specjalnych przyłbic z filtracją oraz szybszym przepływem powietrza



Niebezpieczeństwo pożaru

- Nie spawać pojemników, kontenerów czy przewodów rurowych, które zawierają lub zawierały ciekłe/gazowe substancje łatwopalne
- Nie stosować rozpuszczalników chlorowanych do materiałów czystych oraz nie przechowywać w ich pobliżu
- Nie spawać zbiorników pod ciśnieniem
- Usunąć z obszaru pracy wszelkie przedmioty/substancje łatwopalne (materiały tekstylne, drewno, papier itp.)
- Upewnić się, że w pobliżu miejsca spawania (łuku elektrycznego) jest odpowiednia wentylacja powietrza lub czy znajdują się odpowiednie środki do usuwania gazów spawalniczych; należy

systematycznie sprawdzać obszar działania oparów spawalniczych w zależności od ich stężenia, składu czy samego procesu spawania

- Przechowywać butlę z gazem z dala od źródeł ciepła oraz chronić przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych



Niebezpieczeństwo wybuchu

Gaz osłonowy przeznaczony do urządzeń spawalniczych jest zawarty w butli pod wysokim ciśnieniem; w przypadku uszkodzenia mechanicznego butla może wybuchnąć i spowodować poważne obrażenia ciała a nawet śmierć.

- Należy zabezpieczyć butlę z gazem przed niepożądanym ciepłem, działaniami mechanicznymi, otwartym płomieniem, żuzłem czy łukiem elektrycznym
- Należy upewnić się, że butla jest dobrze zabezpieczona przed przewróceniem
- Nigdy nie dotykać butli uchwytem spawalniczym bądź elektrodowym, w szczególności przy zainicjowanym łuku
- Przepływ gazu regulować za pomocą umieszczonego nań zaworu powoli, będąc jednocześnie zwrócony w innym kierunku niż króciec wylotowy gazu z butli



Niebezpieczeństwo części ruchomych

- Wszelkie części obudowy w postaci drzwi czy pokryw powinny być zamknięte i bezpiecznie zamocowane
- Nie wkładać rąk, włosów, luźniej odzieży bądź narzędzi do ruchomych części urządzenia
- Zdejmowanie osłon w celu przeglądu czy konserwacji powinni wykonywać tylko wykwalifikowani pracownicy
- Przed dokonywaniem montażu/podłączenia wyłączyć silnik podajnika drutu



Niebezpieczeństwo oparzeń

Materiały podczas spawania mają podwyższoną temperaturę, która może spowodować poparzenia w mniejszym lub większym stopniu. Należy w takim wypadku stosować odpowiednią odzież oraz rękawice ochronne. Produkty/materiały po zakończonej pracy spawania powinny odczekać pewien odstęp czasu w celu schłodzenia się.



Stosować słuchawki wyciszające lub inne zabezpieczenie

Niektóre źródła generują poziom hałasu, który w dłuższym użytkowaniu może powodować pogorszenie się słuchu lub nawet jego utratę. Zalecane jest noszenie słuchawek ochronnych i/lub zatyczek dousznych. Poziom hałasu w miejscu pracy nie powinien przekraczać dopuszczalnych norm.



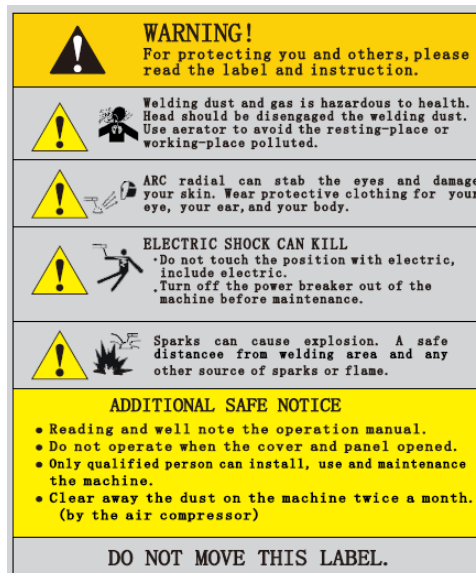
WAŻNE! Zużyty sprzęt elektroniczny należy oddać do odpowiedniego zakładu utylizacji odpadów!

Zgodnie z dyrektywą europejską 2012/19/WE dotyczącego wyeksploatowanego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE) oraz zastosowaniem jej w stosunku do prawa krajowego, zużyte urządzenia tego typu należy oddać do zakładu utylizacji odpadów.

W obowiązku osoby odpowiedzialnej za sprzęt jest uzyskanie informacji o odpowiednich punktach zbiórki odpadów.

1.1 Naklejka ostrzegawcza

Urządzenie posiada naklejkę ostrzegawczą. Nie należy jej usuwać lub zakrywać.



Rys. 1. Naklejka ostrzegawcza

2. Opis ogólny

2.1 Dane techniczne

Tab. 1. Tabela przedstawiająca parametry dla modelu EXPERT MIG 540W DUAL PULSE

Model	EXPERT MIG 540W DUAL PULSE		
Parametry			
Napięcie zasilania [V]	3~380/400/415/440±10%		
Częstotliwość [Hz]	50/60		
Znamionowy prąd wejściowy [A]	45 (MIG)	37 (TIG)	47 (MMA)
Znamionowa moc wejściowa [kW]	22 (MIG)	17 (TIG)	22.5 (MMA)
Pobór mocy w stanie beczynności [W]	25		
Sprawność [%]	81		
Napięcie jałowe [V]	68 (MIG)	14 (TIG/MMA)	
Zakres prądu spawania [A]	20÷500		
Napięcie łuku [V]	14÷50 (MIG)		
Wydajność: Cykl pracy (40°C, 10 minut)	60% 500A (MIG)	60% 500A (TIG)	60% 500A (MMA)
	100% 400A (MIG)	100% 400A (TIG)	100% 400A (MMA)
Klasa izolacji	H		
Stopień ochrony	IP23		
Chłodzenie	AF/WC		
Waga [kg]	32.5		
Zabezpieczenie sieci zasilającej	C32A		
Szacowane zużycie gazu osłonowego ¹ [l/min]	9.5		
Szacowane zużycie drutu spawalniczego ² [g/godz]	1530		
Modele podobne	-		

1, 2 – Wartości uśrednione dla następujących czynników:

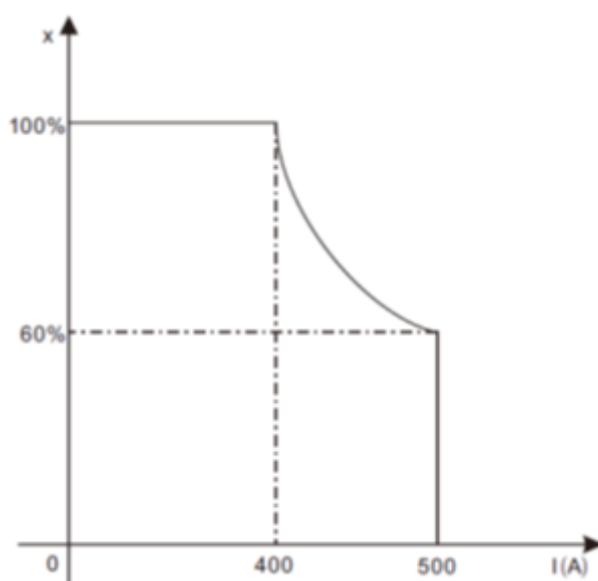
spoina pozioma dwóch blach o grubości 2mm, cykl pracy 100%, gazem osłonowym jest mieszanka ArCO₂, warunki warsztatowe, metoda MIG

2.2 Wprowadzenie

EXPERT MIG 540W jest nowoczesnym, wielofunkcyjnym urządzeniem spawalniczym (źródłem prądu), które umożliwia dokładną regulację, stabilne parametry i wysoką jakość spawania. Inwertorowe źródło prądu pozwala na konstrukcję urządzenia o niewielkich gabarytach i ciężarze oraz dużym cyklu pracy. Przeznaczona do spawania stali węglowej, aluminium, stopów aluminium, miedzi, tytanu, stali nierdzewnej i innych metali kolorowych. Umożliwia spawania metodami MIG, MAG, MMA oraz DC TIG.

2.3 Cykl pracy i przeciążenie

Cykl pracy wskazuje czas, w ciągu którego źródło może wytworzyć odpowiednią ilość prądu bez przeciążenia. Wyrażany w % na podstawie cyklu 10 minutowego (np. 60% = 6 minut pracy, 4 minuty przerwy). Jeśli nastąpi przegrzanie czujnik termiczny wyłączy napięcie wyjściowe i uniemożliwi dalsze spawanie, wentylator będzie kontynuował pracę aby schłodzić urządzenie. Należy odczekać 15 minut aż urządzenie schłodzi się. Pomocnym będzie zmniejszenie wartości prądu lub ograniczenie cykli pracy urządzenia.

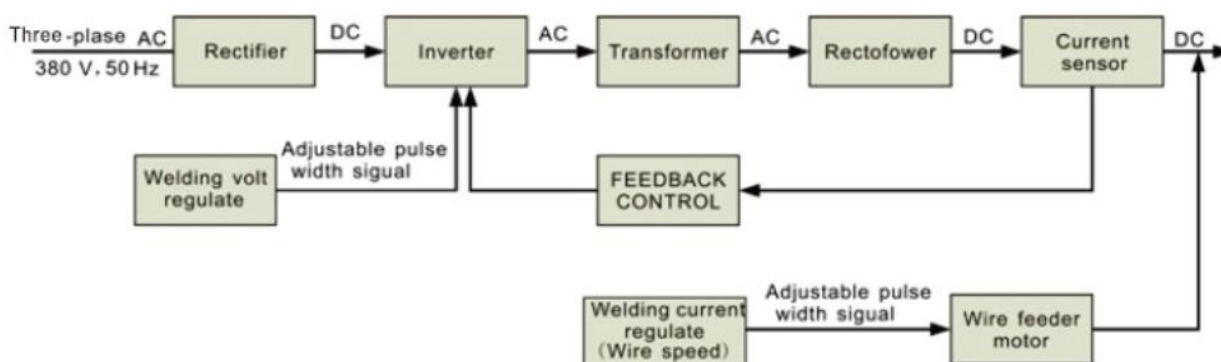


Rys. 2. Wykres zależności prądu spawania od cyklu pracy dla EXPERT MIG 540W DUAL PULSE

2.4 Zasada działania

Źródło składa się z modułów mocy, które znajdują się na specjalnych obwodach drukowanych i optymalizowanych w celu uzyskania maksymalnej niezawodności i zredukowanej konserwacji.

Zasilanie trójfazowe prądem AC jest prostowane i zamieniane na prąd DC. Następnie konwertowane ponownie na prąd AC o średniej częstotliwości (wartość w okolicy 20kHz) przez układ inwertorowy. Następnie redukcja napięcia odbywa się przez transformator (główny) a diody prostownicze prostują prąd na wyjściu. Obwód elektryczny przyjmuje bezpieczną wartość natężenia oraz napięcia wskazaną przez układ kontrolny, w zależności od stosowanej metody spawania. W trakcie pracy natężenie pracy może być zmieniane i dostosowywane do wymagań łączeniowych podczas kładzenia spoiny.

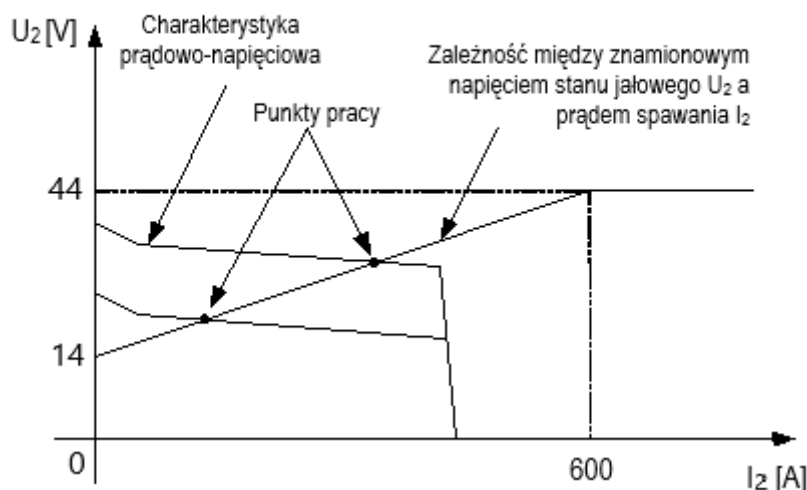


Rys. 3. Schemat blokowy pokazujący zasadę działania (ang.)

2.5 Charakterystyka prądowo-napięciowa

Ta seria urządzeń MIG posiada bardzo dobrą charakterystykę prądowo-napięciową, którą przedstawia poniższy wykres. Zależność między napięciem spawania U_2 a prądem spawania I_2 wg obliczeń wynosi:

$$U_2 = 14 + 0.05 I_2 \text{ [V]}$$



Rys. 4. Wykres przedstawiający zależność natężenia I_2 od napięcia U_2

3. Instalacja i użytkowanie

3.1 Przed uruchomieniem

⚠ UWAGA! NIEWŁAŚCIWE UŻYTKOWANIE: używanie źródła do jakiegokolwiek pracy innej niż przewidzianej (spawanie MIG/MAG, TIG, MMA) jest niebezpieczne!


🚫 ZAGROŻENIE! WYKONAĆ WSZELKIE OPERACJE INSTALOWANIA I PODŁĄCZENIA ELEKTRYCZNE PODCZAS GDY ŹRÓDŁO JEST WYŁĄCZONE ORAZ NIEPODPIĘTE POD ZASILANIE!

PODŁĄCZENIA ELEKTRYCZNE POWINNY BYĆ WYKONYWANE WYŁĄCZNIE PRZEZ PERSONEL DOŚWIADCZONY LUB WYKWALIFIKOWANY!


PRZYGOTOWANIE

Rozpakować urządzenie spawalnicze i zamontować niepodłączone części znajdujące się w opakowaniu.


SPOSÓB PODNOSZENIA ŹRÓDŁA

 **WAŻNE!** Wszystkie źródła należy podnosić za pomocą specjalnego uchwytu lub pasa znajdującego się w wyposażeniu, jeżeli jest przewidziany dla danego modelu.

UMIESZCZENIE ŹRÓDŁA

 **UWAGA!** Wyznaczyć miejsce instalacji urządzenia w taki sposób, aby w pobliżu otworu wejściowego i wyjściowego powietrza chłodzącego nie znajdowały się żadne przeszkody (przepływ wymuszony przez wentylator, jeżeli występuje). Równocześnie należy upewnić się, czy nie zasysany jest pył przewodzący, opary korozyjne, wilgotność, itp.

Wymagane jest pozostawienie co najmniej 250mm wolnej przestrzeni wokół źródła.

 **WAŻNE!** Ustawić źródło na płaskiej powierzchni o nośności odpowiedniej dla ciężaru, aby uniknąć wywrócenia lub przesunięcia.

Podłączenie do sieci zasilającej:

- Przed wykonaniem jakiegokolwiek podłączenia elektrycznego należy sprawdzić, czy dane umieszczone na tabliczce znamionowej źródła odpowiadają napięciu i częstotliwości sieci, będącej do dyspozycji w miejscu instalacji
- Źródło należy podłączyć wyłącznie do systemu zasilania z uziemionym przewodem neutralnym
- Aby zapewnić zabezpieczenie przed pośrednim kontaktem należy stosować wyłączniki różnicowoprądowe typu C dla urządzeń jednofazowych i trójfazowych
- W przypadku podłączania do publicznej sieci zasilania obowiązkiem instalatora lub użytkownika jest sprawdzenie, czy urządzenie spawalnicze może zostać do niej podłączone (jeżeli to konieczne należy skonsultować się z przedsiębiorstwem zarządzającym siecią)

WTYCZKA I GNIAZDO SIECIOWE

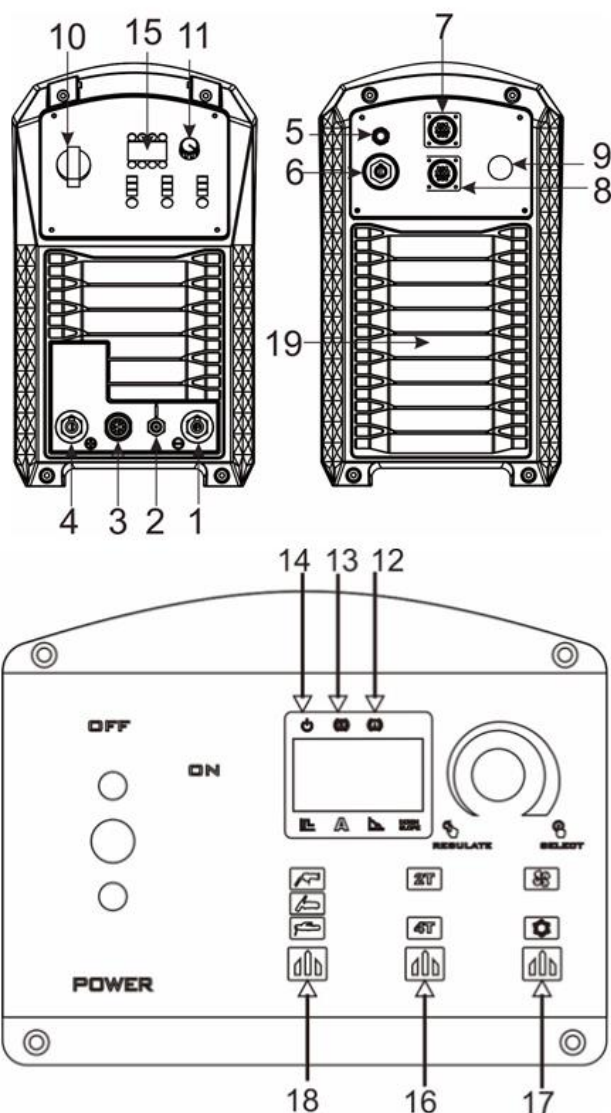
Urządzenie zasilane napięciem 400V jest wyposażone fabrycznie w przewód zasilania bez wtyczki zasilającej (do podłączenia oddzielnie). Może zostać podłączony do gniazda elektrycznego wyposażonego w bezpieczniki lub automatyczny wyłącznik. Odpowiedni zacisk uziemiający powinien być podłączony do przewodu uziemiającego (kolor żółto-zielony) linii zasilania.

⚠ UWAGA! NIEPRZESTRZEGANIE WYŻEJ OPISANYCH ZASAD MOŻE SPOWODOWAĆ NIESKUTECZNE DZIAŁANIE UKŁADU ZABEZPIECZENIA, ZA KTÓRE PRODUCENT NIE PONOSI ODPOWIEDZIALNOŚCI

3.2 PANEL PRZEDNI I TYLNY

3.2.1 Panel przedni oraz tylny źródła

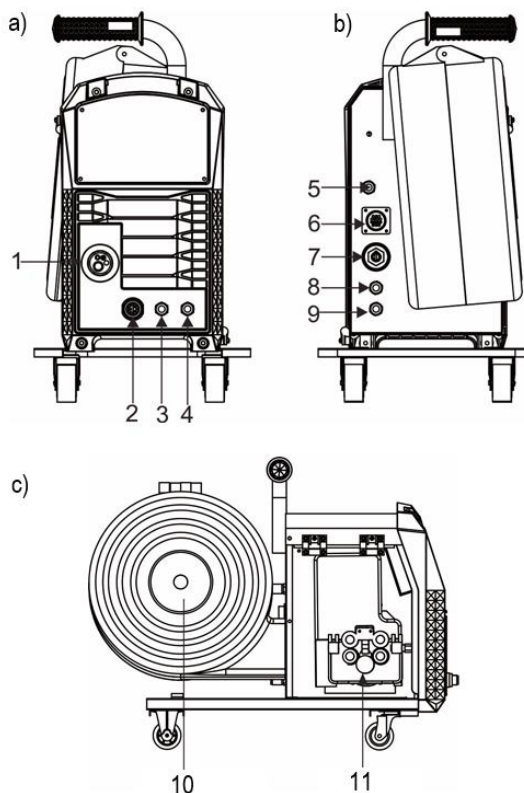
- (1) Gniazdo „-“
- (2) Gniazdo wypływu gazu
- (3) Gniazdo sterujące TIG
- (4) Gniazdo „+“
- (5) Króciec gazu
- (6) Gniazdo „+“
- (7) Gniazdo sterujące podajnika drutu
- (8) Gniazdo sterujące chłodnicy
- (9) Wejście przewodu zasilającego
- (10) Przełącznik ON/OFF
- (11) Potencjometr
- (12) Dioda NO WATER
- (13) Dioda ostrzeżenia
- (14) Dioda zasilania
- (15) Wyświetlacz
- (16) 2T/4T
- (17) Przełącznik gaz/woda
- (18) Wybór metody spawania
- (19) Wentylator



Rys. 5. Schemat obrazujący podstawowe elementy panelu przedniego i tylnego źródła

3.2.2 Panel przedni oraz tylny podajnika

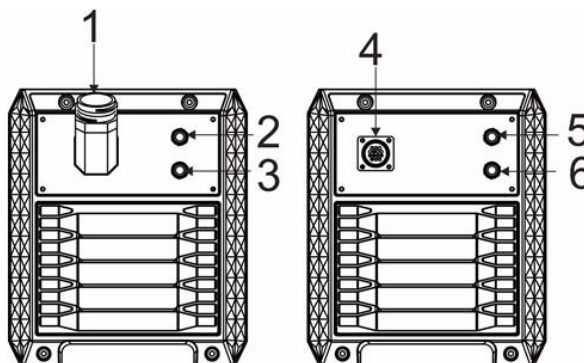
- (1) Gniazdo uchwytu MIG/Spool Gun
- (2) Gniazdo zasilania Spool Gun
- (3) Złącze wejściowe chłodnicy (niebieskie)
- (4) Złącze wyjściowe chłodnicy (czerwone)
- (5) Króciec gazu
- (6) Gniazdo sterujące podajnika drutu
- (7) Gniazdo „+”
- (8) Złącze wejściowe chłodnicy (niebieskie)
- (9) Złącze wyjściowe chłodnicy (czerwone)
- (10) Miejsce na szpulę z drutem
- (11) Podajnik 4-rolkowy



Rys. 6. Schemat obrazujący podstawowe elementy podajnika od:
a) frontu, b) tyłu, c) profilu

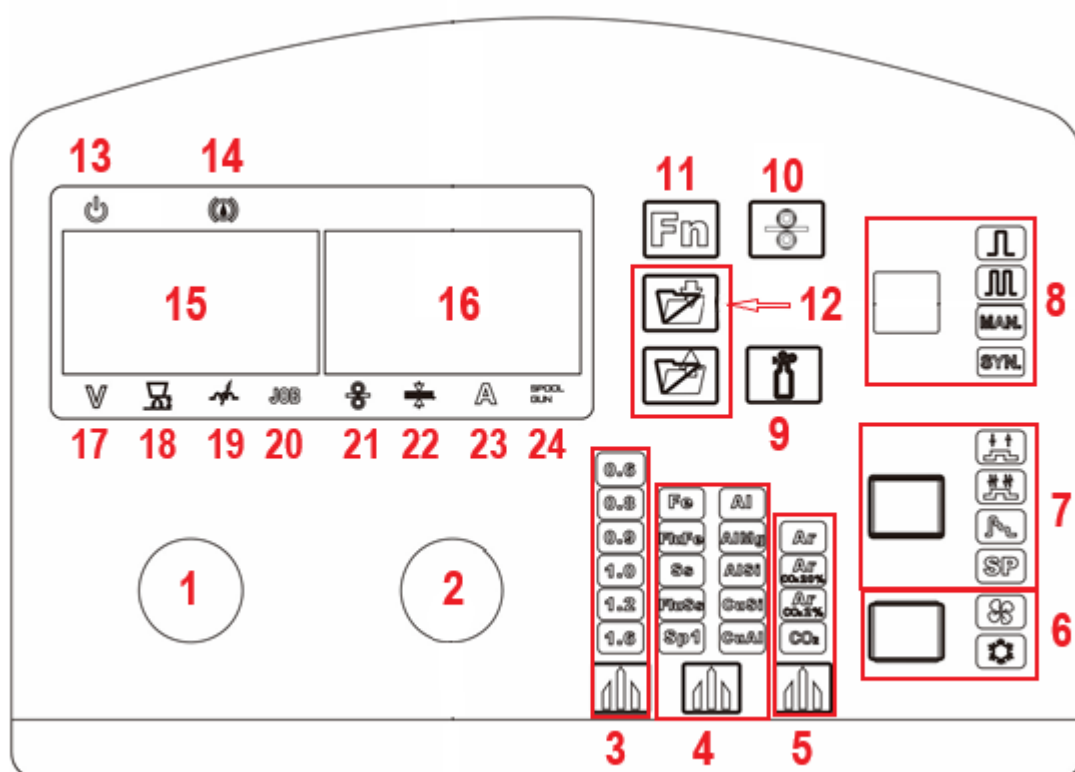
3.2.3 Panel przedni oraz tylny chłodnicy

- (1) Wlew chłodnicy
- (2) Złącze wejściowe chłodnicy (niebieskie)
- (3) Złącze wyjściowe chłodnicy (czerwone)
- (4) Gniazdo sterujące chłodnicy
- (5) Złącze wejściowe chłodnicy (niebieskie)
- (6) Złącze wyjściowe chłodnicy (czerwone)



Rys. 7. Schemat obrazujący podstawowe elementy panelu przedniego i tylnego chłodnicy

3.2.4 Panel sterowania podajnika



Rys. 8. Opis schemat panelu podajnika

DOKŁADNY OPIS

Pokrętło strona lewa (1)

Odpowiada za regulację parametrów na wyświetlaczu (15) po lewej stronie.

Pokrętło strona prawa (2)

Odpowiada za regulację parametrów na wyświetlaczu (16) po prawej stronie.

Sekcja wyboru średnicy drutu (3)

Sekcja wyboru materiału spawania (4)

Sekcja wyboru gazu osłonowego (5)

Wybór systemu chłodzenia (6)

Przycisk górny to chłodzenie powietrzem, dolny to chłodzenie cieczą.

Wybór funkcji spawania (7)

Funkcje spawania poczynając od góry:
2T, 4T, S4T oraz SPOT (punktowe).

Wybór trybów spawania (8)

Tryby spawania poczynając od góry:
Pojedynczy Puls, Podwójny Puls, Manualna, Synergiczna.

Test przepływu gazu osłonowego (9)

Test podajnika drutu (10)

Menu dodatkowych funkcji (11)

Przejdźcie do menu funkcyjnego w celu regulacji dodatkowych parametrów spawania w zależności od wybranej funkcji spawania (8).

Funkcja zapisu/odczytu – programy JOB (12)

Przycisk górny to zapis parametrów.
Przycisk dolny to odczyt parametrów.
Do wykorzystania jest 100 miejsc programowych.

Dioda zasilania (13)

Sygnalizuje włączenie urządzenia.

Dioda ostrzeżenia (14)

Alarmuje o sytuacji, gdy: włączyło się zabezpieczenie nadmiarowo-prądowe, nastąpiło przegrzanie źródła, wystąpiła usterka wewnętrznego obwodu napięcia, problem z systemem chłodzenia.

Wyświetlacz strona lewa (15)

Pokazuje parametry (17), (18), (19), (20). Regulacja parametrów za pomocą pokrętła (1).

Wyświetlacz strona prawa (16)

Pokazuje parametry (21), (22), (23), (24). Regulacja parametrów za pomocą pokrętła (2).

Dioda napięcia (17)

Dioda długości łuku (18)

Dioda indukcyjności (19)

Dioda programów JOB (20)

Dioda prędkości podawania drutu (21)

Dioda grubości materiału (22)

Dioda natężenia (23)

Dioda uchwytu Spool Gun (24)

3.2.5 Rozwinięcie funkcji panelu sterowania podajnika

TRYBY SPAWANIA MIG/MAG

Źródło oferuje możliwość spawania w 4 trybach:



a) Pojedynczy PULS



b) Podwójny PULS

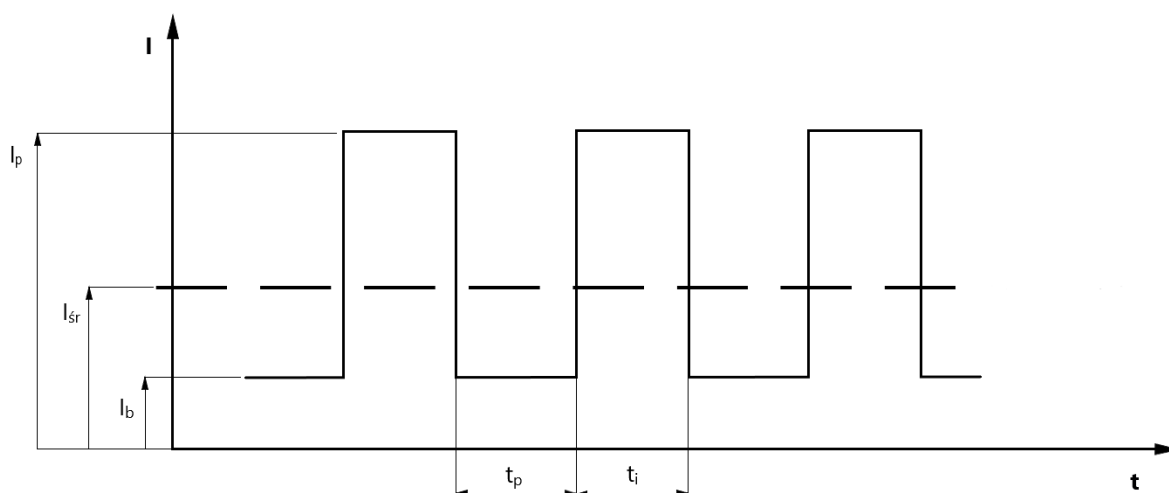


c) Manualny



d) Synergiczny

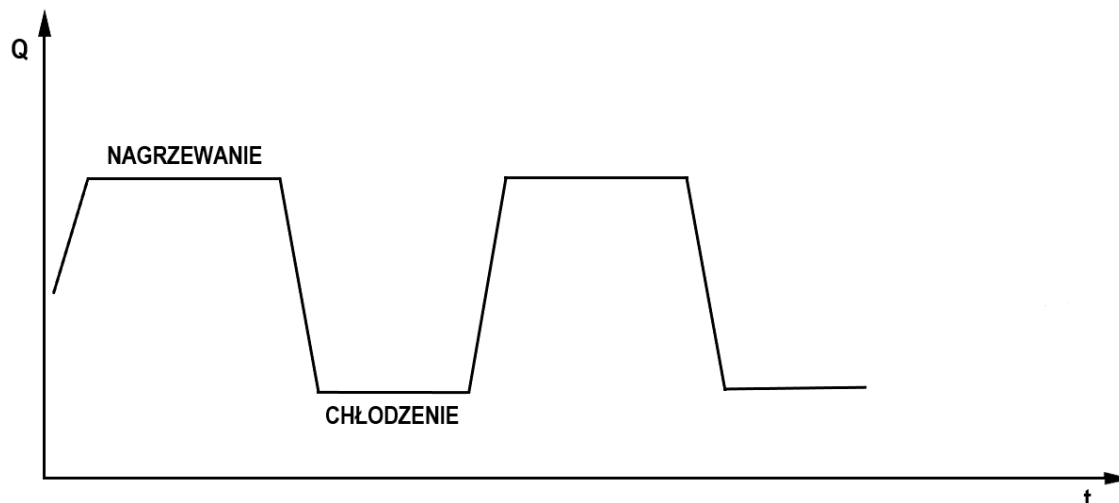
- a) Tryb polegający na spawaniu przy użyciu prądu pulsującego. Rozróżnia się prąd bazy oraz prąd impulsu. Dzięki temu w sposób kontrolowany transportowana jest pojedyncza kropla ciekłego metalu w łuku spawalniczym. Ogranicza to ilość odprysków oraz wprowadzonego ciepła, przez co zmniejsza się wtopienie w materiał oraz zwiększa wydajność topienia drutu.



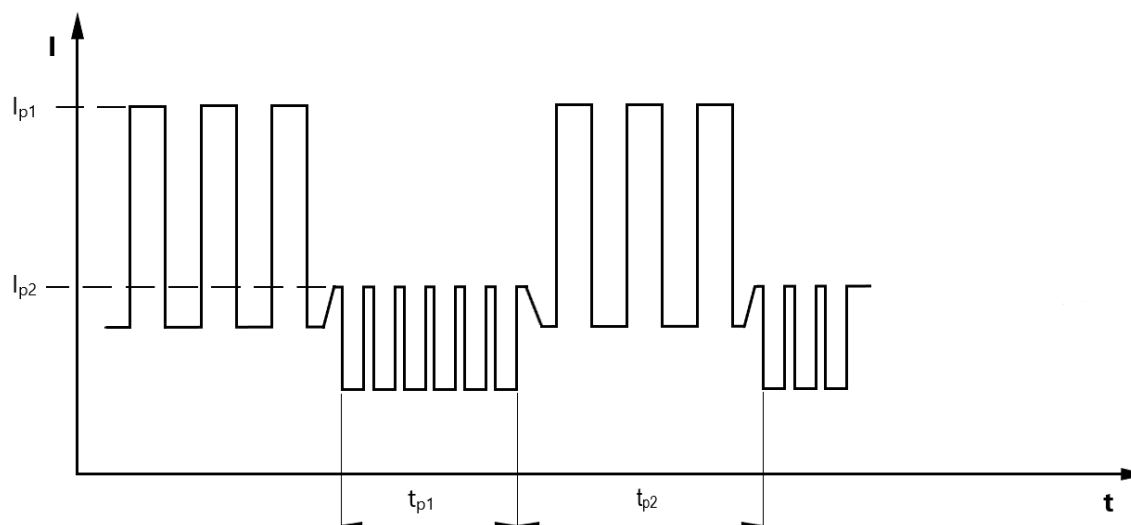
Rys. 9. Wykres przedstawiający prąd pulsujący w czasie, gdzie: I_p – prąd impulsu, I_b – prąd bazy, I_{sr} – prąd średni, t_i – czas impulsu, t_p – czas przerwy

- b) Tryb podwójnego pulsu polega na użyciu prądu pulsującego o dwóch różnych częstotliwościach. Puls o niższej częstotliwości moduluje ten o wyższej. Powoduje to ograniczenie pęknięć oraz zabezpiecza przed porowatością spoiny. Dodatkowo w odróżnieniu od pojedynczego pulsu występuje tutaj większa kontrola jeziorka spawalniczego, co zapobiega przegrzaniu oraz przepaleniu materiału.

a)



b)



Rys. 9. Wykresy przedstawiające:





- a) rozchodzenie ciepła Q w czasie t
 b) prąd pulsujący podwójny w czasie, gdzie: I_{p1} – prąd pulsu pierwszego, I_{p2} – prąd pulsu drugiego, t_{p1} – czas impulsu pierwszego, t_{p2} – czas impulsu drugiego

- c) Tryb manualny dotyczy spawania „klasycznego” metodą MIG/MAG. Wszystkie parametry dobierane są indywidualnie przez użytkownika, bez ingerencji ze strony źródła.

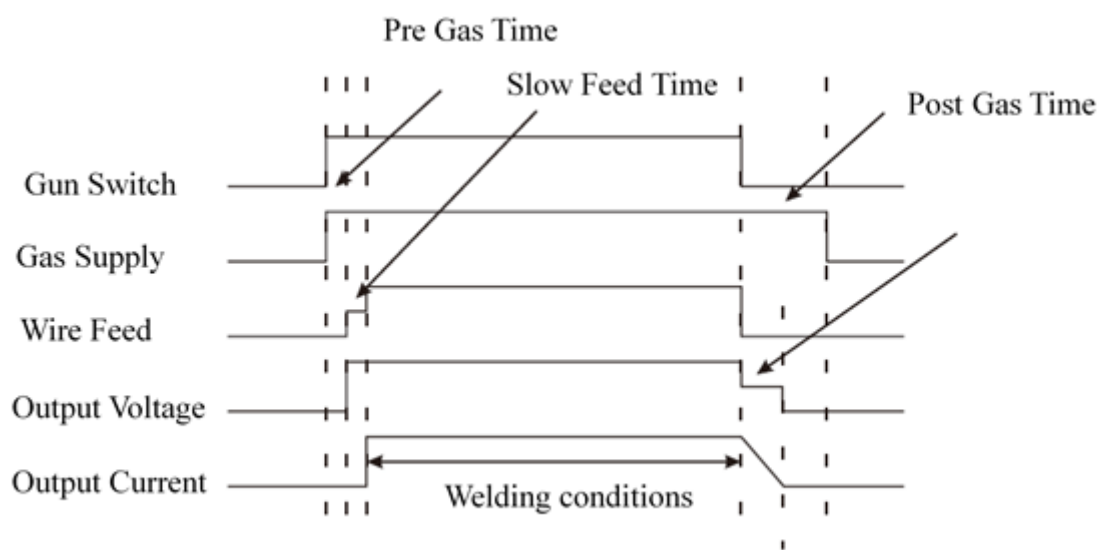
- d) Tryb synergiczny jest podobny do manualnego z tą różnicą, iż niektóre parametry (prędkość wysuwania drutu, natężenie prądu w stosunku do grubości materiału/drutu) sugeruje maszyna.

FUNKCJE SPAWANIA MIG/MAG

Do wyboru 4 funkcje pracy spawania (tryby uchwytu):

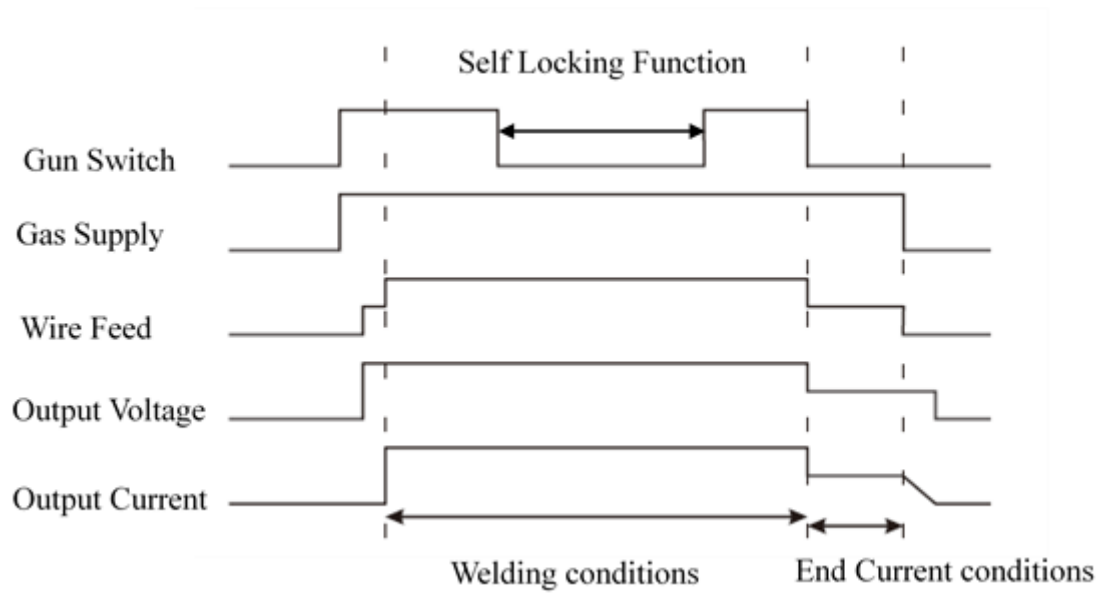
-  a) 2T
-  b) 4T
-  c) S4T
-  d) SPOT

- a) Spawanie następuje poprzez wciśnięcie przycisku na uchwycie i trzymaniu go podczas wykonywania spoiny. Po zwolnieniu przycisku następuje przerwanie działania.



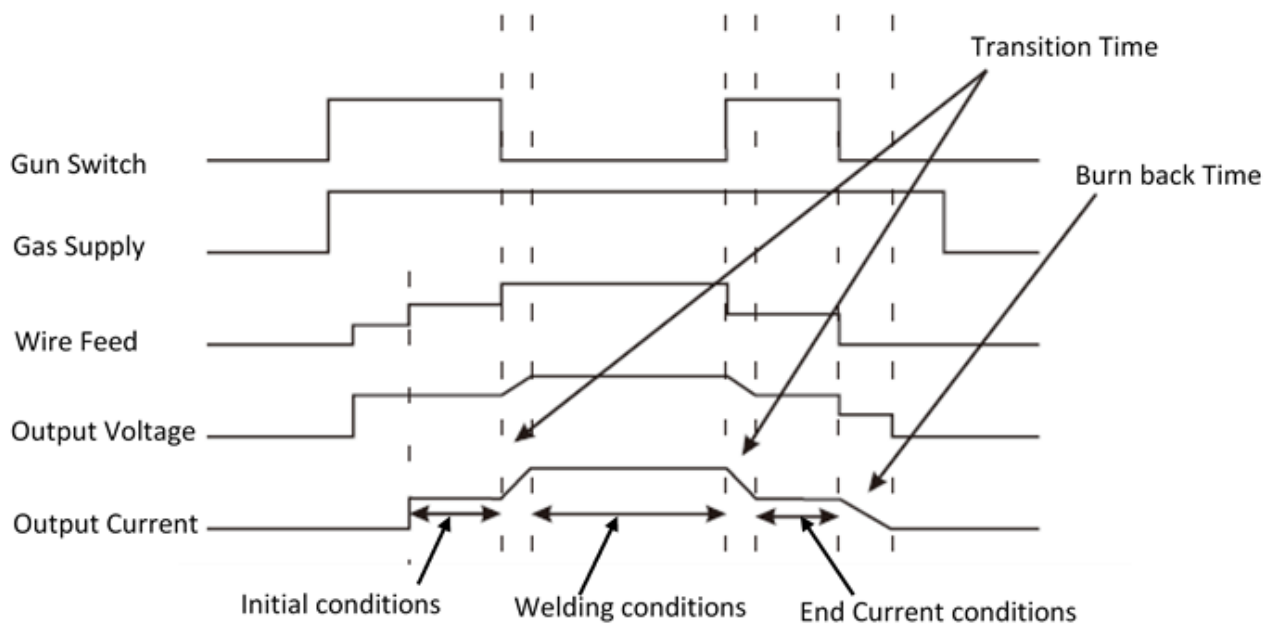
Rys. 10. Schemat działania uchwytu w trybie 2T (ang.)

- b) Spawanie następuje przez jednorazowe wciśnięcie przycisku na uchwycie i nie ma konieczności jego trzymania podczas pracy. Przerwanie działania następuje po ponownym wciśnięciu przycisku.
Opcja przydatna przy spawaniu w trudno dostępnych miejscach, kiedy utrudnione jest trzymanie wciśniętego przycisku cały czas.



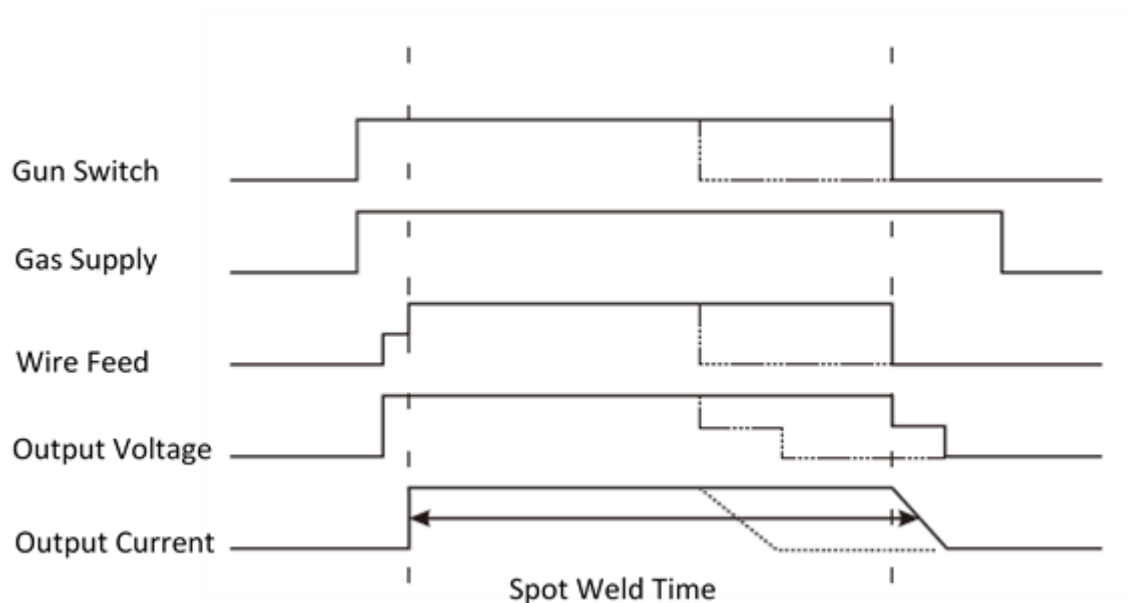
Rys. 11. Schemat działania uchwytu w trybie 4T (ang.)

- c) Spawanie w trybie S4T działa na zasadzie trybu 4T z tą jednak różnicą, że pozwala użytkownikowi dodatkowo ustawić prąd początkowy i końcowy oraz w trybie pulsacyjnym długość łuku.



Rys. 12. Schemat działania uchwytu w trybie S4T (ang.)

- d) Spawanie punktowe odbywa się na podobnej zasadzie jak spawanie 2T z tą różnicą, że proces nie jest ciągły tylko określony w krótkim przedziale czasowym.



Rys. 13. Schemat działania uchwyty w trybie SPOT (ang.)

FUNKCJE DODATKOWE



Menu funkcji dodatkowych umożliwia bardziej szczegółowe dostosowanie parametrów dla określonego trybu pracy spawania. Za przejście do menu funkcji dodatkowych odpowiada przycisk Fn. Wszystkie funkcje oraz ich dostępność w poszczególnym trybie zostały opisane w tabeli 2.

Tab. 2. Tabela funkcji dodatkowych spawania MIG/MAG

Nr	Wyświetlany skrót funkcji	Pełna nazwa funkcji	Przedział regulacji	Tryb spawania ¹				Tryb uchwytu			
				P	DP	M	S	2T	4T	S4T	SP
1	PrG	Pre Gas	0÷5 [s]	*	*	*	*	*	*	*	*
2	PoG	Post Gas	0÷10 [s]	*	*	*	*	*	*	*	*
3	SFt	Slow Feed Time	0÷10 [s]	*	*	*	*	*	*	*	*
4	bub	Burn Back	0÷10	*	*	*	*	*	*	*	*
5	SPt	Spot Weld Time	0.5÷10 [s]	*		*	*				*
6	FdP	Dual Pulse Frequency	0.5÷3 [Hz]		*			*	*	*	
7	dut	Dual Pulse Duty	20÷80 [%]		*			*	*	*	
8	bAL	Dual Pulse Base Arc Length	(-)10÷(+10		*			*	*	*	
9	SCP	Start Current Percent	30÷200 [%]	*	*		*			*	
10	ECP	End Current Percent	30÷200 [%]	*	*		*			*	
11	SAL	Start Current Arc Length	(-)10÷(+10	*	*					*	
12	EAL	End Current Arc Length	(-)10÷(+10	*	*					*	
13	SPg	Spool Gun	On/Off								
14	u/d	Up/Down	On/Off								

¹ rozwinięcie skrótów: P – pulse, DP – dual pulse, M – manual, S – synergic

Tłumaczenie poszczególnej funkcji

1. Gaz Przed
2. Gaz Po
3. Czas Dojazdu Drutu
4. Upalenie Drutu
5. Spawanie Punktowe
6. Częstotliwość Pulsu
7. Cykl Pulsu
8. Bazowa Długość Łuku w Pulsie
9. Prąd Początkowy
10. Prąd Końcowy
11. Początkowy Łuk
12. Końcowy Łuk
13. Uchwyt Typu Spool Gun*
14. Zdalna Regulacja Góra/Dół**

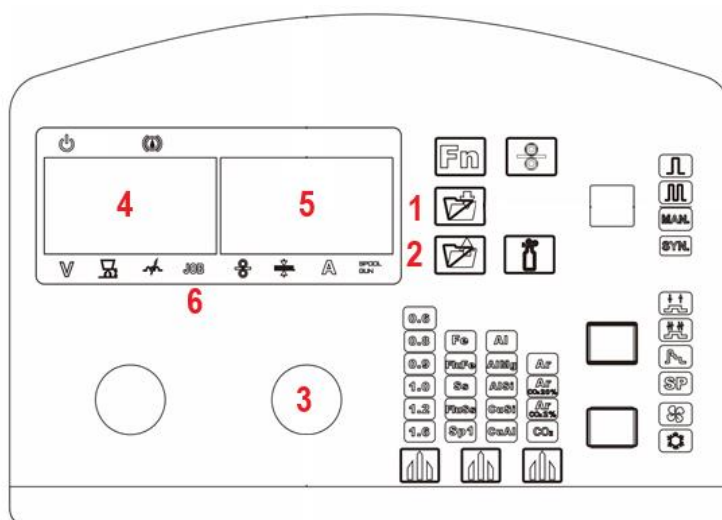
*Potrzebny jest uchwyt typu Spool Gun

**Potrzebny jest uchwyt ze zdalną regulacją prądu spawania

FUNKCJA ZAPISU/ODCZYTU JOB



Nazwane są programami JOB i wejście do menu następuje poprzez wciśnięcie przycisku z piktogramem folderu ze strzałką wchodzącą (1). Zapisanie następuje natomiast przez wciśnięcie przycisku z piktogramem folderu ze strzałką wychodzącą (2). Użytkownik ma do użytku 100 pozycji, na których może zapisać stan wybranych wcześniej parametrów spawalniczych.



Rys. 14. Funkcja JOB

Sygnalizację poruszania się po menu JOB przedstawia dioda (6), która będzie wówczas w trybie migotania. Wyświetlacz lewy (4) pokazywać będzie bazowy parametr natomiast wyświetlacz prawy (5) numer pozycji zapisu/odczytu. Wybór poszczególnego miejsca zapisu/odczytu reguluje się za pomocą pokrętki prawego (3). Każda wolna pozycja będzie zobrazowana za pomocą „---”. Wczytanie pustego miejsca przywraca ustawienia podstawowe źródła.

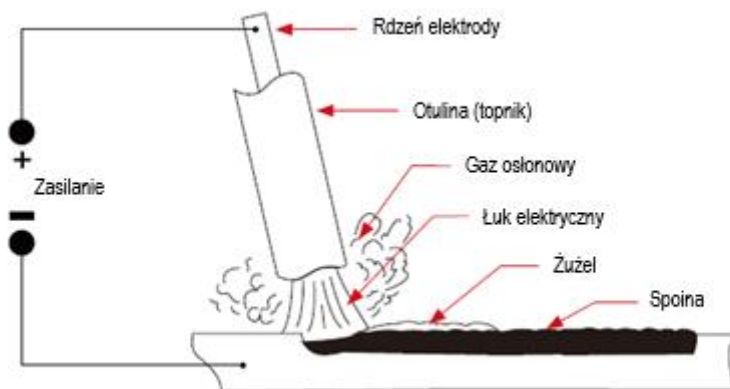


WAŻNE! Nie można usuwać wcześniej zapisanych programów. Można tylko nadpisać.



UWAGA! Po wejściu do menu za pomocą przycisku zapisz (1) wyjście z niego zapewnia tylko i wyłącznie przycisk zapisz. **Należy uważać, by nie nadpisać wcześniej zapisanego programu!** Analogicznie działa to dla przycisku wczytaj (2).

3.3 METODA MMA



Rys. 15. Schemat procesu spawania elektrodą otuloną przy podłączeniu DCEP

Spawanie elektrodą otuloną (MMA) należy do metod, w których łuk spawalniczy występuje pomiędzy elektrodą topliwą pokrytą specjalną otuliną a materiałem spawanym. Spoinę tworzy stapiający się rdzeń elektrody (najczęściej litowy), pokrywająca go otulina oraz nadtopione krawędzie przedmiotów łączonych. Materiał rodzimy w składzie spoiny wynosi około 10÷40%.

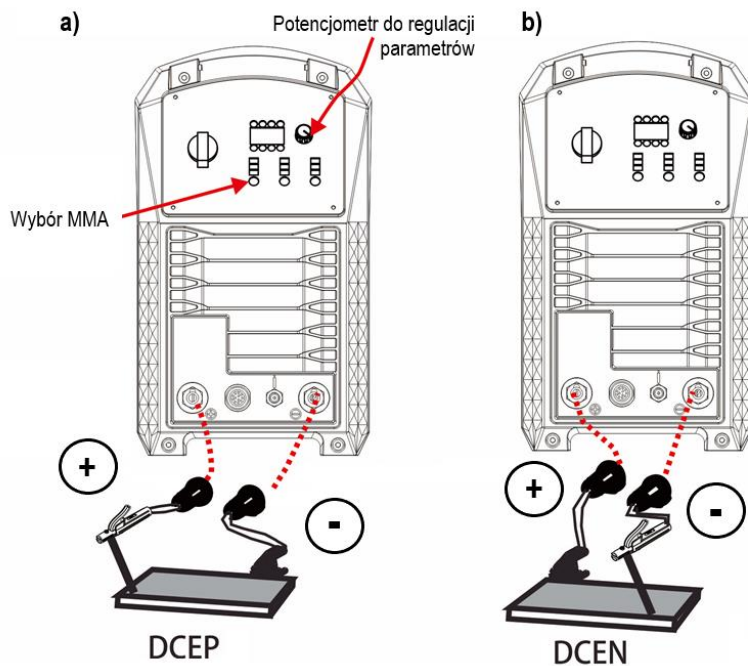
3.3.1 Przygotowanie do pracy

Źródło umożliwia pracę spawania elektrodą otuloną (MMA) prądem stałym (DC). W większości przypadków elektroda będzie pracować na biegunowości dodatniej (uchwyt podłączony do gniazda „plusowego” urządzenia), niekiedy tylko na biegunowości ujemnej (uchwyt podłączony do gniazda „minusowego” urządzenia). Oznaczone jako:

DCEP (Digital Current Electrode Positive): podłączenie pod „+”

DCEN (Digital Current Electrode Negative): podłączenie pod „-”

Przy wyborze metody MMA podłączenie osprzętu spawalniczego wymaga tylko źródła głównego Expert Mig 540W. Podstawowy schemat podłączenia został pokazany na rys. 16.

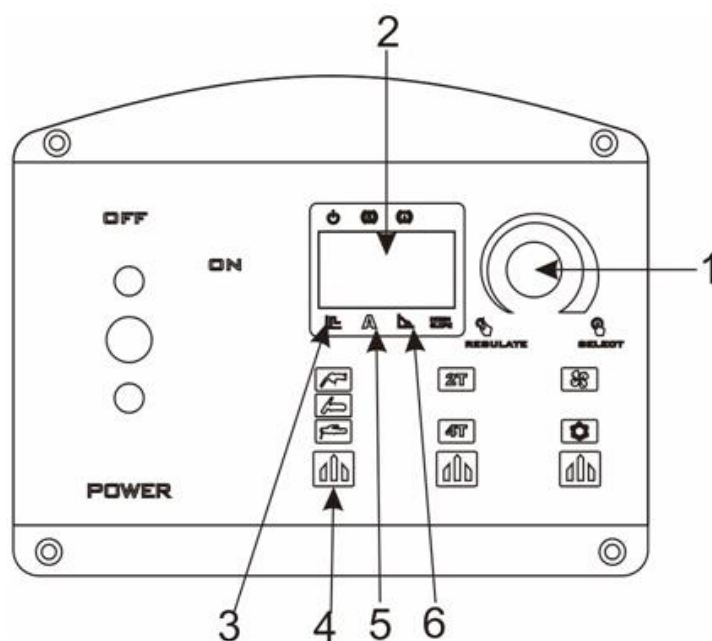


Rys. 16. Podłączenie uchwyty z elektrodą przy spawaniu prądem stałym: a) biegunowość dodatnia, b) biegunowość ujemna

W przypadku spawania prądem zmiennym biegunowość nie ma znaczenia i uchwyt z elektrodą można podłączyć do gniazda „plusowego” lub „minusowego”.

3.3.2 Proces spawania MMA


- (1) Potencjometr
- (2) Wyświetlacz
- (3) Dioda Hot Start
- (4) Wybór metody (MIG, MMA, TIG)
- (5) Dioda natężenia
- (6) Dioda Arc Force



Rys. 17. Panel źródła przy wyborze metody MMA

Spawanie MMA krok po kroku:

1. Postawić źródło na płaskiej, stabilnej powierzchni
2. Podłączyć uchwyt elektrodowy i masowy do odpowiednich gniazd (+ -)
3. Podłączyć urządzenie do sieci zasilającej (400V, 50/60Hz)
4. Po włączeniu źródła (przycisk ON/OFF na front panelu źródła) przełączyć na metodę MMA (rys. 17 pkt 4)
5. Ustawić parametry spawalnicze wg własnych potrzeb, regulacja za pomocą pokrętki (przejsćie do funkcji poprzez wciśnięcie, poruszanie się to ruch lewo/prawo), diody odpowiednich funkcji (rys. 17 pkt 3, 5 i 6)
6. Umieścić elektrodę w zacisku uchwytu elektrodowego
7. Opcjonalnie podczas wykonywania spoiny dostosowywać natężenie prądu wg uznania za pomocą pokrętki
8. Po zakończeniu pracy pozostawić jeszcze włączone urządzenie na kilka minut w celu schłodzenia
9. Wyłączyć źródło (przycisk ON/OFF na front panelu źródła)

 **UWAGA!** Należy postępować według wskazówek producenta podanych na opakowaniu stosowanych elektrod. Zawarte są tam informacje takie jak prawidłowa biegunowość elektrody czy odnośny prąd optymalny. Prąd spawania należy regulować w zależności od średnicy stosowanej elektrody oraz rodzaju spoiny, którą zamierza się wykonać. W tabeli poniżej (tab. 3) podane są wartości prądu używanego dla różnych średnic elektrody.

 **UWAGA! NIE STUKAĆ ELEKTRODĄ O PRZEDMIOT**, grozi uszkodzeniem powłoki i utrudnia zajarzenie łuku!

3.3.3 Parametry metody MMA

Natężenie prądu

Rodzaj prądu spawania ma wpływ między innymi na: głębokość przetopienia, stabilność łuku elektrycznego czy kształt ściegu spoiny. Prąd stały zapewnia stabilny łuk i równomierny transport ciekłego metalu w nim a także stosunkowo ogranicza liczbę rozprysków również przy niskich natężeniach. Wartość dobierana jest w zależności od zastosowanej elektrody oraz jej średnicy, materiału spawanego, jego grubości czy pozycji roboczej podczas spawania.

Tab. 3. Tabela doboru natężenia w stosunku do wybranej średnicy elektrody rutyłowej 6013

Średnica elektrody [mm]	Zakres natężenia [A]
2.5	60÷95
3.2	100÷130
4.0	131÷165
5.0	166÷260

Napięcie łuku

Napięcie łuku jest wielkością wprost proporcjonalną do długości łuku. Występuje tutaj także pojęcie biegu jałowego czyli napięcia pomiędzy elektrodą a materiałem spawanym przed zamknięciem obwodu spawania. Jego wartość określa z jaką łatwością zajarzy się łuk, im wyższa wartość tym proces zajarzenia jest prostszy.

Długość łuku

Wpływa nie tylko na jakość spoiny ale także na komfort pracy. Krótki łuk gwarantuje uzyskanie złącza o lepszych właściwościach jednakże zbyt krótkie odległości może spowodować większe „zażużlenie” spoiny a nawet przyklejenie elektrody do przedmiotu spawanego. Długi łuk natomiast daje duży rozprysk, zmniejsza przetopienie oraz powoduje porowatość spoin.

Prędkość spawania

Określana jest jako szybkość przemieszczania się końca elektrody, szczególnie podczas ruchu liniowego. Niekiedy jej interpretacja obejmuje prędkość wykonania odcinka spoiny. Zbyt szybkie przemieszczenie powoduje płytki przetop i wąska spoinę natomiast zbyt wolny ruch niestabilność łuku, nadmierną ilość żużlu oraz niskie właściwości mechaniczne.

Średnica elektrody

Dobór średnicy elektrody zależy głównie od grubości materiału spawanego. Decyduje między innymi o gęstości prądu spawania, głębokości wtopienia czy kształcie ściegu spoiny. Poprawne zastosowanie elektrody pozwala uzyskać spoinę o oczekiwanych wymiarach oraz kształcie. Poniżej tabela pokazująca teoretyczny dobór elektrody (rutyłowa 6013) do grubości materiału spawanego.

Tab. 4. Tabela dobierania średnicy elektrody rutyłowej 6013 do materiału spawanego

Maksymalna zalecana średnica elektrody [mm]	Średnia grubość materiału spawanego [mm]
2.5	1.0÷2.0
3.2	2.0÷5.0
4.0	5.0÷8.0
5.0	>8.0

3.3.4 Podstawowe problemy

W przypadku niepoprawnego działania źródła w trybie MMA zaleca się dokładne sprawdzenie poszczególnych elementów. Poniżej wykaz standardowych problemów w formie tabeli.

Tab. 5. Standardowe problemy przy metodzie MMA

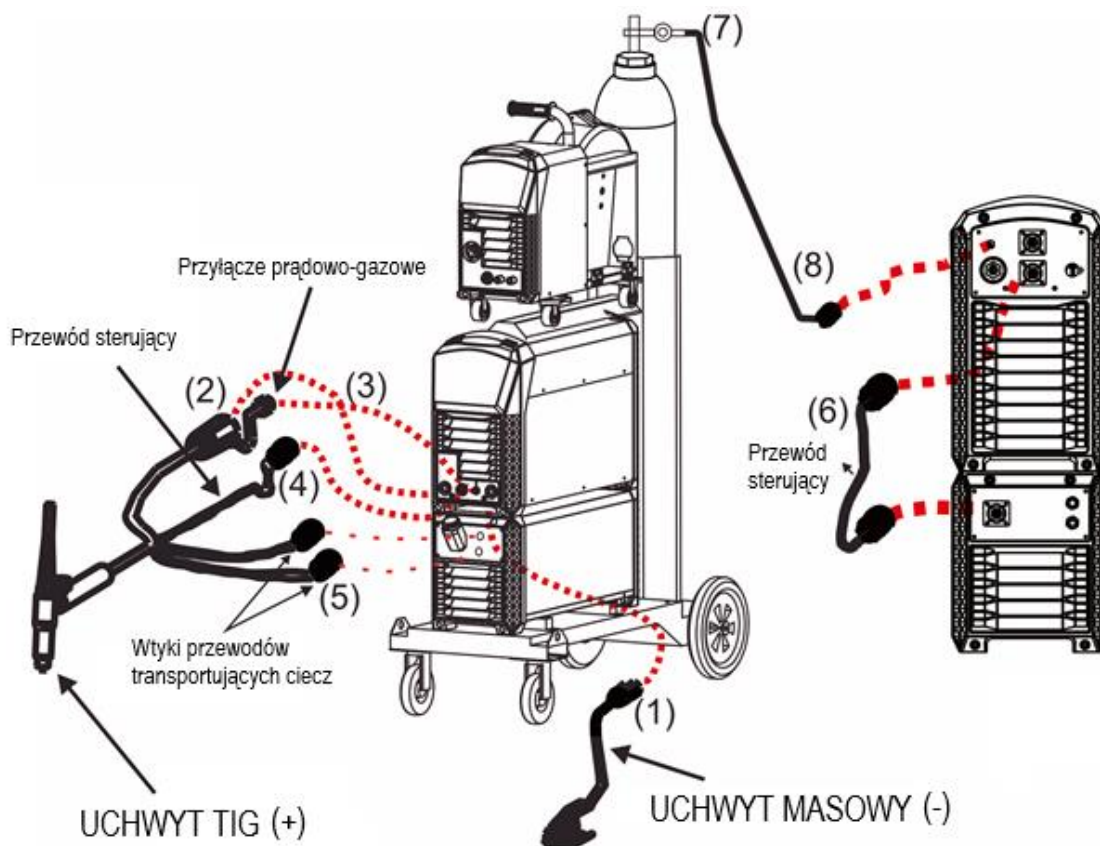
NR	Problem	Przyczyna	Proponowane rozwiązanie
1	Brak zajarzenia łuku	Przerwany obwód	Sprawdzić podłączenie wszystkich przewodów; Sprawdzić uziemienie
		Brak zasilania	Sprawdzić podłączenie do sieci zasilającej; Sprawdzić, czy urządzenie jest włączone
		Wybrana zła metoda	Sprawdzić, czy została wybrana metoda MMA
2	Porowatość – płytki przetop lub „dziurawa” spoina	Zbyt długi łuk	Skrócić łuk elektryczny
		Zabrudzona lub wilgotna powierzchnia robocza	Wyczyścić przestrzeń roboczą z wszelkiej maści substancji takich jak smary, oleje, farby, opiłki metali itp.
		Wilgotna elektroda	Wymienić na elektrodę suchą
3	Duże odpryski	Zbyt duże natężenie	Zmniejszyć natężenie prądu lub wymienić na elektrodę o większej średnicy
		Zbyt długi łuk	Skrócić łuk elektryczny
4	„Dziurawy żużel” lub całkowicie odkryta spoina	Niewystarczająca temperatura pracy	Zwiększyć natężenie prądu lub wymienić na elektrodę o większej średnicy
		Zabrudzona lub wilgotna powierzchnia robocza	Wyczyścić przestrzeń roboczą z wszelkiej maści substancji takich jak smary, oleje, farby, opiłki metali itp.
		Niepoprawna technika spawania	Zastosować inną technikę prowadzenia końcówki elektrody; poprosić o pomoc bardziej doświadczoną osobę
5	Słabe wtopienie	Niewystarczająca temperatura pracy	Zwiększyć natężenie prądu lub wymienić na elektrodę o większej średnicy
		Niepoprawna technika spawania	Zastosować inną technikę prowadzenia końcówki elektrody; poprosić o pomoc bardziej doświadczoną osobę
		Słabe przygotowanie miejsca na spoinę	Sprawdzić szerokość i wysokość spoiny; upewnić się, że spawany materiał nie jest za cienki; poprosić o pomoc bardziej doświadczoną osobę
6	Mocne wtopienie, nawet przelotowe	Zbyt wysoka temperatura pracy	Zmniejszyć natężenie prądu lub wymienić na elektrodę o mniejszej średnicy
		Niepoprawna prędkość spawania	Zwiększyć prędkość spawania; poprosić o pomoc bardziej doświadczoną osobę
7	Nierówna spoina	Niestabilna, trzęsąca dłoń	Próbować doszlifować technikę pracy; użyć obydwu rąk
8	Zniekształcona spoina	Zbyt wysoka temperatura pracy	Zmniejszyć natężenie prądu lub wymienić na elektrodę o mniejszej średnicy
		Niepoprawna technika spawania	Zastosować inną technikę prowadzenia końcówki elektrody; poprosić o pomoc bardziej doświadczoną osobę
		Słabe przygotowanie miejsca na spoinę	Sprawdzić szerokość i wysokość spoiny; upewnić się, że spawany materiał nie jest za cienki; poprosić o pomoc bardziej doświadczoną osobę
9	Spawanie z odmienną lub nietypową charakterystyką łuku	Niepoprawna polaryzacja	Zmienić polaryzację; sprawdzić poprawność podłączenia przewodów oraz użytej elektrody otulonej

3.4 Metoda TIG

Spawanie metodą TIG odbywa się z użyciem elektrody nietopliwej (czystej wolframowej bądź też z dodatkami) w osłonie gazu obojętnego (najczęściej argonu lub helu). W tym procesie ciepło zostaje wytworzone w łuku elektrycznym powstającym pomiędzy końcówką elektrody a materiałem spawanym. Umożliwia łączenie prawie wszystkich metali oraz ich stopów a co najważniejsze zapewnia wysoką czystość i jakość spoin.

3.4.1 Przygotowanie do pracy

Przed podłączeniem źródła należy w pierwszym kroku upewnić się, iż mamy prawidłowo podłączony uchwyt spawalniczy, uchwyt masowy a także przewód pod butlę z gazem. Należy pamiętać także o podłączeniu chłodnicy, jeśli została wybrana opcja chłodzenia cieczą. W przypadku chłodzenia gazem wymagane będzie podobnie jak przy metodzie MMA tylko źródło spawalnicze. Prawidłowe podłączenie osprzętu spawalniczego dla metody TIG DC+ z chłodzeniem wodnym zostało pokazane na rys. 18.

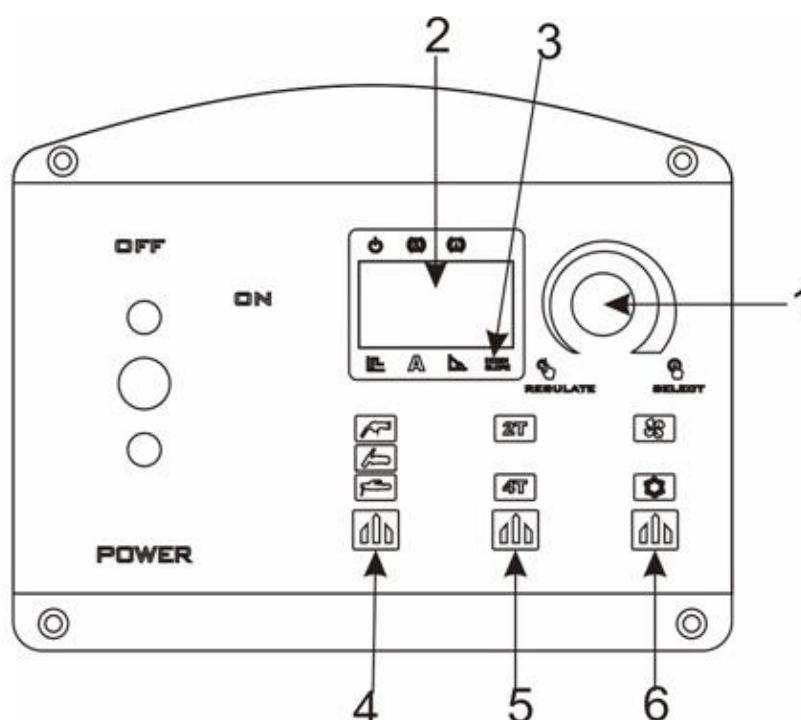


Rys. 18. Schemat podłączenia przy metodzie TIG DC+ z chłodzeniem wodnym:

1 – wtyk masowy, 2 – wtyk prądowy, 3 – wtyk gazowy, 4 – wtyk sterujący, 5 – wtyki przewodów wodnych, 6 – przewód sterujący od chłodnicy, 7 – zawór butli z gazem, 8 – wtyk gazowy

3.4.2 Proces spawania

- (1) Potencjometr
- (2) Wyświetlacz
- (3) Dioda czasu opadania
- (4) Wybór metody (MIG, TIG, MMA)
- (5) Wybór trybu (2T, 4T)
- (6) Wybór chłodzenia (gaz, ciecz)



Rys. 19. Panel źródła przy wyborze metody TIG

Spawanie TIG krok po kroku (DC+, chłodzenie wodne):

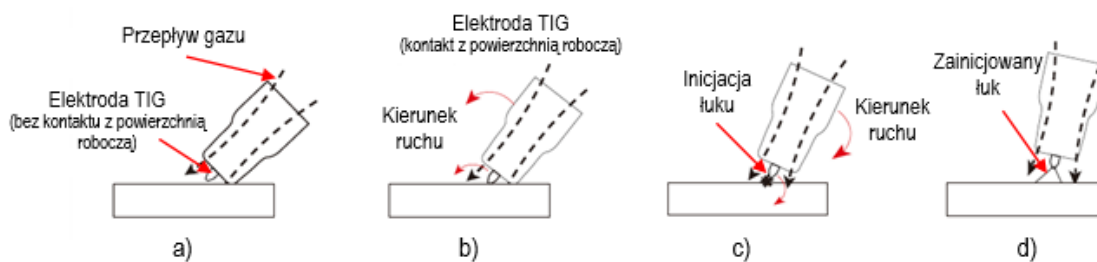
1. Postawić źródło na płaskiej, stabilnej powierzchni
2. Podłączyć uchwyt spawalniczy, masowy oraz chłodnicę wg schematu (rys. 18)
3. Przyłączyć butle z gazem roboczym do źródła za pomocą wężyka
4. Zamocować elektrodę nietopliwą w uchwycie spawalniczym
5. Upewnić się, iż butla z gazem jest dobrze zabezpieczona przed niepożądanym przemieszczaniem się, obracaniem lub upadkiem
6. Upewnić się, że nie ma przecieków gazu na wylotach maszyny lub reduktora
7. Upewnić się, że nie ma przecieków cieczy przy przewodach od chłodnicy/uchwytu
8. Gaz uwalniać za pomocą zaworu w butli i regulować ostrożnie poprzez reduktor, dostosowując przepływ (wyrażony w l/min) do własnych potrzeb
9. Podłączyć źródło do sieci zasilającej (400V, 50/60Hz)
10. Po włączeniu źródła (przycisk ON/OFF na front panelu) przełączyć na metodę TIG (rys. 19 pkt 4)
11. Przełączyć na chłodnicę (rys. 19 pkt. 6)
12. Dostosować parametry spawalnicze wedle własnych potrzeb
13. Zainicjować łuk poprzez potarcie o powierzchnię roboczą (schemat czynności na rys. 20)

14. Opcjonalnie podczas wykonywania spoiny dostosowywać natężenie prądu wg uznania
15. Po zakończeniu pracy pozostawić jeszcze włączone urządzenie na kilka minut w celu schłodzenia
16. Wyłączyć źródło (przycisk ON/OFF na front panelu)

⚠ UWAGA! Przed rozpoczęciem spawania upewnić się nawet dwukrotnie o wyborze odpowiedniego gazu, elektrody wolframowej oraz drutu spawalniczego dobranego pod odpowiedni materiał.

⚠ OSTRZEŻENIE! Po zakończeniu pracy należy zawsze zakręcić zawór butli z gazem!

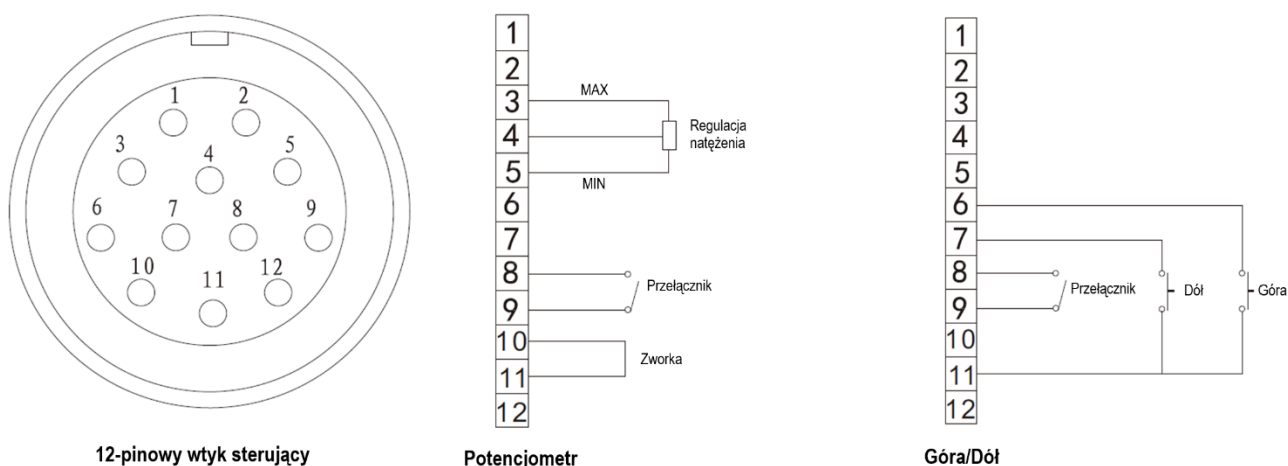
Rozwinięcie pkt. 13 dotyczącego inicjacji łuku



Rys. 20. Schemat podglądowy inicjacji łuku

- a) Położyć końcówkę uchwytu TIG na powierzchni roboczej (kontakt z powierzchnią ma tylko dysza osłona, elektroda TIG jest w niewielkiej odległości)
- b) Przechylić końcówkę w stronę powierzchni roboczej (następuje kontakt elektrody TIG z powierzchnią)
- c) Odchylić końcówkę od powierzchni (start inicjacji łuku spawalniczego)
- d) Po zainicjowanym łuku ustawić pochylenie końcówki wg potrzeb (najczęściej jest to kąt z zakresu $70^{\circ} \div 80^{\circ}$)

3.4.3 Zdalna regulacja prądu spawania



Rys. 21. Schemat opisujący podłączenie wtyku sterującego TIG

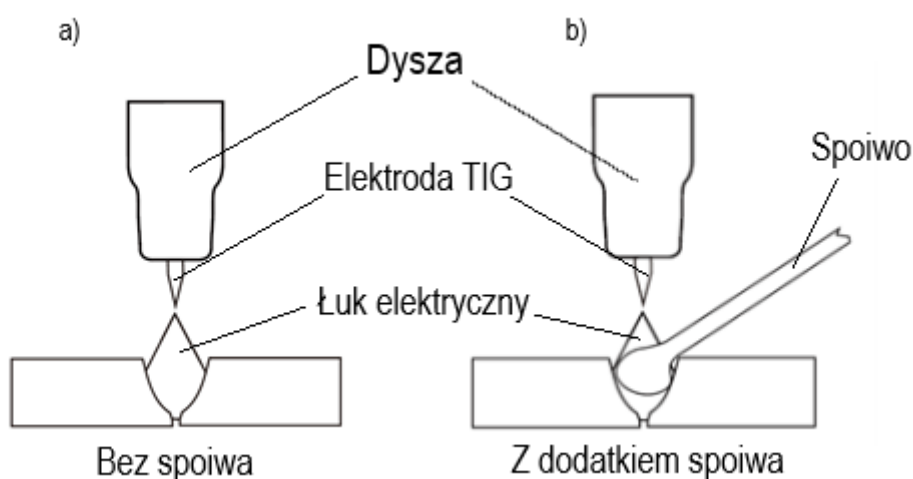
W przypadku niektórych urządzeń MIG z serii expert możliwa jest regulacja natężenia za pomocą potencjometru lub przycisków typu „góra/dół”. Przy pierwszej opcji zakres regulacji natężenia startuje od 5A aż do wartości maksymalnej danej maszyny natomiast w przypadku przycisków regulacja następuje co 1A.

Tab. 6. Wyszczególnienie pinów we wtyku sterującym

Nr pinu	Funkcja	
	Potencjometr	Góra/Dół
1	Niepodłączone	Niepodłączone
2	Niepodłączone	Niepodłączone
3	Maksimum potencjometru (10kΩ)	Niepodłączone
4	Środek potencjometru (suwak)	Niepodłączone
5	Minimum potencjometru (0kΩ)	Niepodłączone
6	Niepodłączone	Wejście przycisku „Góra”
7	Niepodłączone	Wejście przycisku „Dół”
8	Wejście przełącznika	Wejście przełącznika
9	Wejście przełącznika	Wejście przełącznika
10	Zwarte z pinem 11	Niepodłączone
11	Zwarte z pinem 10	Wejście przycisku „Góra/Dół”
12	Niepodłączone	Niepodłączone

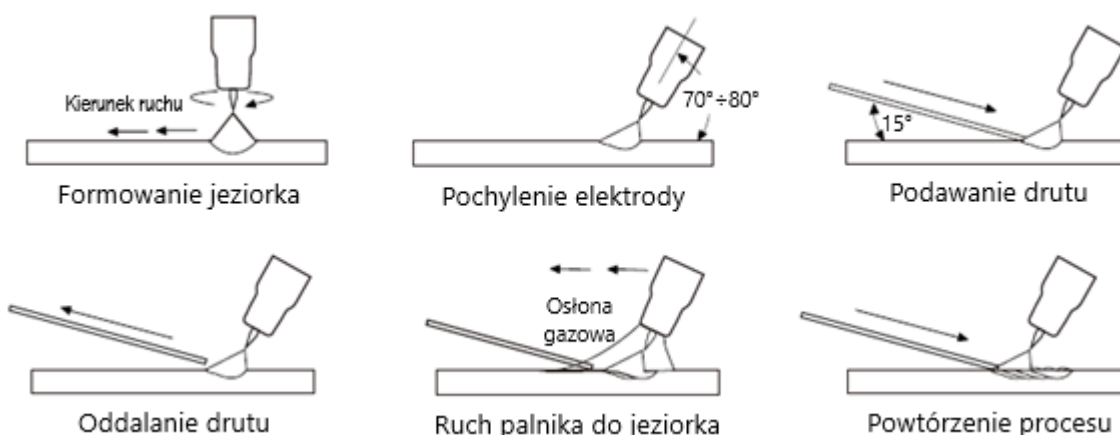
3.4.4 Przewodnik spawania metodą TIG

Spoiny wykonane w metodzie TIG gwarantują wysoką jakość pod względem właściwości mechanicznych oraz estetyki wykonania. Stosowana jest przede wszystkim do wykonywania złączy metali nieżelaznych takich jak aluminium czy miedź oraz stali wysokostopowych. W praktyce w większości przypadków podczas operacji spawania wykorzystuje się obydwie ręce, gdzie w jednej trzymany jest uchwyt spawalniczy natomiast w drugiej spoiwo. Jednakże występują skrajne przypadki, kiedy to nie ma potrzeby użycia drutu spawalniczego (przykładowo do niektórych cienkich blach przy łączeniu doczołowym).



Rys. 22. Uproszczony schemat przedstawiający spawanie: a) bez drutu, b) z drutem

Technika spawania zależy w dużej mierze od rodzaju a przede wszystkim od grubości materiału, który będzie łączony. Przykładowo blachy aluminiowe do grubości 6mm zaleca się spawać jednowarstwowo przy pochyleniu uchwytu z elektrodą z zakresu $70^{\circ} \div 80^{\circ}$ a spoiwo w okolicach 30° . Przykładowa infografika przedstawiona jest na rys. 13.



Rys. 23. Przykładowe spawanie z dodatkiem spoiwa

Inaczej ma się sytuacja, w której grubość materiału przekracza 6mm. Wówczas technika spawania jest zdecydowanie trudniejsza, spoiny wykonuje się z reguły wielowarstwowo przy pochyleniu drutu spawalniczego w zakresie 10° ÷ 15° . W przypadku spawania stali chromowo-niklowych o grubości przekraczającej 8mm kolejne warstwy spoiny układa się dopiero po wystygnięciu uprzednio wykonanej spoiny.

3.4.5 Elektrody wolframowe

W metodzie TIG wykorzystywane są elektrody nietopliwe, których głównym składnikiem jest wolfram. W zależności od przeznaczenia elektrody wolframowe można podzielić na kilka rodzajów, zaczynając od zawierających tylko wolfram elektrod zielonych (indeks WP) a kończąc na białych z dodatkiem tlenku cyrkonu (indeks WZ8). Dokładniejsze przedstawienie elektrod TIG w tabeli 7.

Tab. 7. Podział elektrod ze względu na skład i zastosowanie

Kolor	Indeks	Skład	Rodzaj prądu	Przeznaczone do spawania
Zielony	WP	100% Wolfram	AC	Aluminium, magnez oraz ich stopy
Niebieski	WL20	98% Wolfram 2% Tlenek lantanu	AC/DC	Stale niskostopowe/wysokostopowe Stopy niklu, miedzi, tytanu Stopy aluminium
Złoty	WL15	98,5% Wolfram 1,5% Tlenek lantanu	AC/DC	Stale niskostopowe/wysokostopowe Stopy niklu, miedzi, tytanu Stopy aluminium, magnezu
Czarny	WL10	99% Wolfram 1% Tlenek lantanu	AC/DC	Stale niskostopowe/wysokostopowe Stopy niklu, miedzi, tytanu Stopy aluminium
Pomarańczowy	WT40	96% Wolfram 4% Tlenek toru	DC	Stale niskostopowe/wysokostopowe Stopy niklu, miedzi, tytanu
Czerwony	WT20	98% Wolfram 2% Tlenek toru	DC	Stale niskostopowe/wysokostopowe Stopy niklu, miedzi, tytanu
Żółty	WT10	99% Wolfram 1% Tlenek toru	DC	Stale niskostopowe/wysokostopowe Stopy niklu, miedzi, tytanu
Szary	WC20	98% Wolfram 2% Tlenek ceru	AC/DC	Stale niskostopowe/wysokostopowe Stopy niklu, miedzi, tytanu Stopy aluminium, magnezu
Turkusowy	WR2	98% Wolfram 2% Tlenki ziem rzadkich	AC/DC	Stale wysokostopowe Stopy aluminium
Biały	WZ8	99% Wolfram ok. 0,4% Tlenek cyrkonu	AC	Aluminium, magnez oraz ich stopy

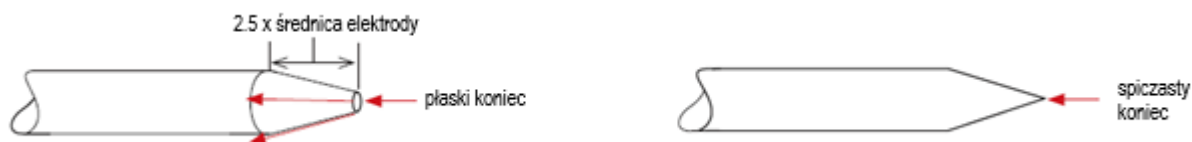
Przygotowanie elektrod

Do ostrzenia elektrod wolframowych należy używać tarcz diamentowych ze względu na wysoką twardość takich elektrod. Szlifowanie innymi tarczami może powodować wyszczerbienie krawędzi, niedoskonałości lub nieprawidłowe, niewidoczne dla oka wykończenie powierzchni elektrody co może przyczynić się do nieprawidłowego spawania i wady spoiny. Należy zawsze upewnić się, że szlifowanie przebiega wzdłuż elektrody na tarczy diamentowej. Elektrody wolframowe są wykonane z molekularnej struktury z ziarnem w kierunku wzdłużnym i z tego powodu szlifowanie w poprzek elektrody odbywa się w poprzek ziarna. Jeśli elektrody szlifowane są w poprzek, wówczas elektrony muszą przeskakiwać przez ziarna i łuk może zapalać się na końcówce elektrody lub wędrować dalej. Po szlifowaniu wzdłużnym elektrony przepływają z łatwością do końcówki elektrody, łuk spawalniczy jest skoncentrowany i stabilny.



Rys. 24. Szlifowanie elektrody wolframowej

Właśnie na łuk spawalniczy kształt elektrody ma największy wpływ. W przypadku dłuższego szlifowania, gdzie czubek elektrody będzie najbardziej płaski (największa powierzchnia poprzeczna) jest większe prawdopodobieństwo wystąpienia tzw. "bocznikowania prądu" (uciekanie prądu) a także trudniejsza inicjacja łuku. Jednakże ma to swoje zalety w postaci lepszego przetopu materiału oraz wydłużenia żywotności elektrody. Przy ostrym czubku rozpoczęcie łuku jest znacznie łatwiejsze ale wiąże się z nagrzewaniem się końcówki elektrody co może w skrajnych przypadkach doprowadzić do oderwania się samego wierzchołka wprost do jeziora spawalniczego.



Rys. 25. Kształt elektrody wolframowej

Tab. 8. Przygotowanie odpowiedniej elektrody pod konkretne natężenia prądu

Średnica elektrody [mm]	Kąt ostrzenia/szlifowania elektrody [°]	Zakres prądu spawania [A]
1.0	20	5÷30
1.6	25	8÷50
1.6	30	10÷70
2.4	35	12÷90
2.4	45	15÷150
3.2	60	20÷200
3.2	90	25÷250

3.4.6 Podstawowe problemy

W przypadku niepoprawnego działania źródła w trybie TIG zaleca się dokładne sprawdzenie poszczególnych elementów. Poniżej wykaz standardowych problemów w formie tabeli.

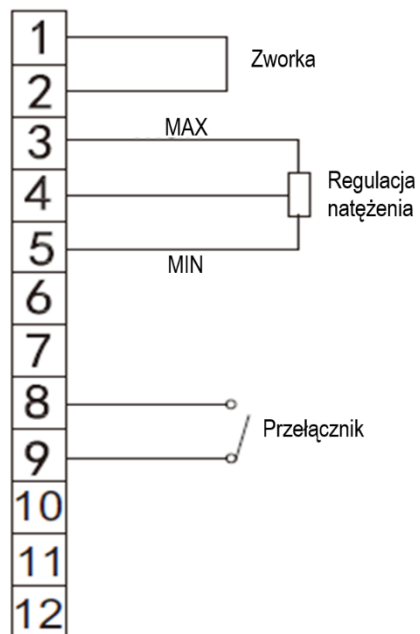
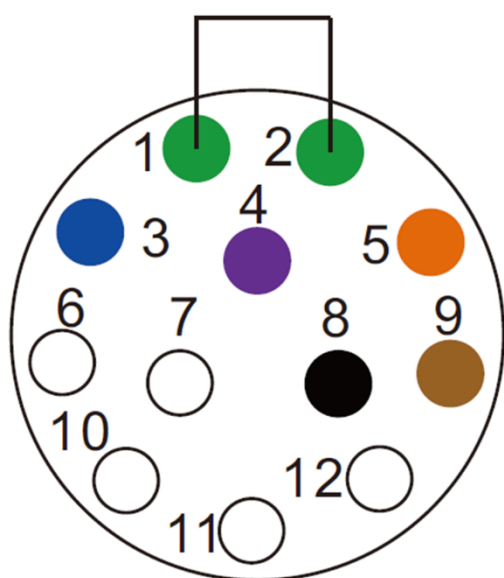
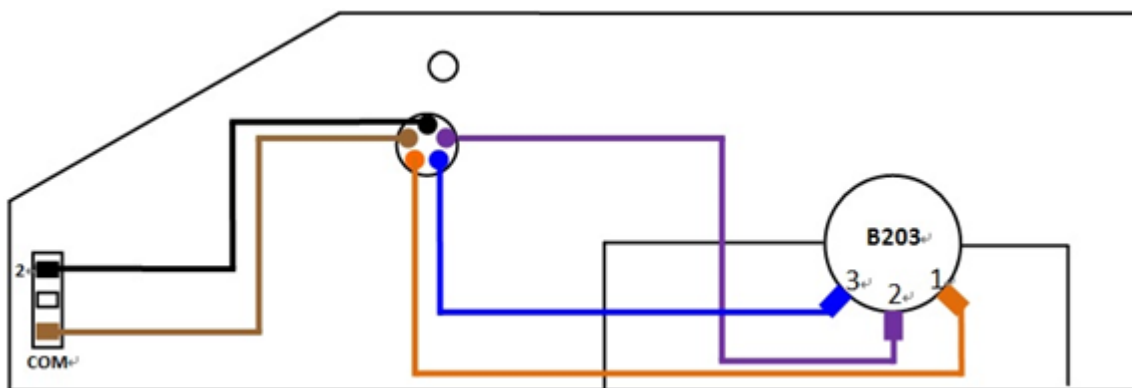
Tab. 9. Standardowe problemy przy metodzie TIG

NR	Problem	Przyczyna	Proponowane rozwiązanie
1	Wypalanie się elektrody	Zły gaz / brak gazu	Użyć czystego argonu / sprawdzić podłączenie butli z gazem, odkręcić zawory
		Niepoprawny przepływ gazu	Sprawdzić podłączenie butli z gazem, uchwytu oraz wężyk przy króćcu
		Ośłona elektrody źle zamocowana	Sprawdzić, czy korek jest dobrze zakręcony
		Uchwyt TIG podłączony do gniazda „+”	Podłączyć uchwyt TIG do gniazda „-”
		Źle dobrana elektroda	Wymienić elektrodę na inną
	Utlenienie elektrody po spawaniu	Wydłużyć czas osłony gazowej po zakończeniu spawania, czas trwania uzależnić od użytego prądu (1s na każde 10A)	
2	Zanieczyszczona elektroda	Stykanie elektrody z jeziorkiem spawalniczym	Utrzymywać dystans między elektrodą a jeziorkiem spawalniczym w zakresie 2÷5mm
		Stykanie elektrody z drutem spawalniczym	Utrzymywać dystans między elektrodą a drutem
		Odlamywanie się fragmentu elektrody wprost do jeziorka spawalniczego	Sprawdzić, czy została użyta dobra elektroda Sprawdzić, czy zostało dobrane poprawne natężenie w stosunku do średnicy użytej elektrody
3	Porowatość – brzydka spoina	Zły gaz / słaby przepływ gazu / brak szczelności	Użyć czystego argonu Sprawdzić podłączenie butli z gazem, uchwytu oraz wężyk przy króćcu, odkręcić zawory
		Zanieczyszczony materiał spawany	Wyczyścić przestrzeń roboczą z wszelkiej maści substancji takich jak smary, oleje, farby, opiłki metali itp.
		Zanieczyszczony drut spawalniczy	Oczyścić drut spawalniczy
		Zły drut spawalniczy	Zmienić drut na inny
4	Żółty nalot / zacerniona dysza / bezbarwna elektroda	Zły gaz	Użyć czystego argonu
		Słaby przepływ gazu	Ustawić przepływ gazu na poziomie 10÷15l/min
		Słaby wypływ gazu	Wydłużyć czas osłony gazowej po spawaniu
		Zbyt mała dysza gazowa	Wymienić dysze gazową na większą

5	Niestabilny łuk podczas spawania	Uchwyt TIG podłączony do gniazda „+”	Podłączyć uchwyt TIG do gniazda „-”
		Zanieczyszczony materiał spawany	Wyczyścić przestrzeń roboczą z wszelkiej maści substancji takich jak smary, oleje, farby, opiłki metali itp.
		Zanieczyszczona elektroda	Usunąć ok. 10mm końcówki elektrody i ponownie oszlifować
		Za długi łuk spawalniczy	Skrócić łuk spawalniczy
6	Bocznikowanie prądu podczas spawania	Słaby przepływ gazu	Ustawić przepływ gazu na poziomie 10÷15l/min
		Nieprawidłowa długość łuku	Dostosować długość łuku poprzez oddalenie bądź przybliżenie końcówki elektrody
		Zła elektroda lub zbyt zużyta	Wymienić na inną elektrodę lub usunąć ok. 10mm końcówki elektrody i ponownie oszlifować
		Źle przygotowana elektroda	Ponownie oszlifować elektrodę Upewnić się, iż ostrzona jest wzdłuż nie w poprzek
		Zanieczyszczony materiał spawany i/lub drut	Wyczyścić przestrzeń roboczą oraz drut z wszelkiej maści substancji takich jak smary, oleje, farby, opiłki metali itp.
7	Trudność w zajarzeniu łuku lub jego brak	Niepoprawnie dobrane parametry spawalnicze	Sprawdzić poprawność wszystkich parametrów i dokonać odpowiednich zmian
		Zły gaz / brak gazu	Sprawdzić podłączenie butli z gazem, odkręcić zawory, ustawić przepływ gazu na poziomie 10÷15l/min
		Źle dobrana elektroda	Wymienić elektrodę na inną
		Zanieczyszczona elektroda	Usunąć ok. 10mm końcówki elektrody i ponownie oszlifować
		Luźne podłączenie przewodów	Sprawdzić i ewentualnie dokręcić mocniej
		Brak podłączonej masy	Podłączyć uchwyt masowy

3.4.7 Zdalne sterowanie nożne

Zdalne sterowanie nożne może być wykorzystywane do regulacji prądu spawania. Regulacja tego prądu przełączy się automatycznie na zdalne sterowanie po podpięciu wtyczki sterowania do gniazda sterującego źródła. Gdy pedał nożny jest wciśnięty źródło zajarza łuk o wartości prądu odpowiadającemu stopniu wciśnięcia pedału. Prąd maksymalny jest ograniczony poprzez regulację potencjometrem znajdującym się na bocznym panelu zdalnego sterowania. Działa tylko w trybie 2T.



Rys. 26. Schemat opisujący podłączenie sterowania nożnego

Tab. 10. Wyszczególnienie pinów przy podłączeniu sterowania nożnego

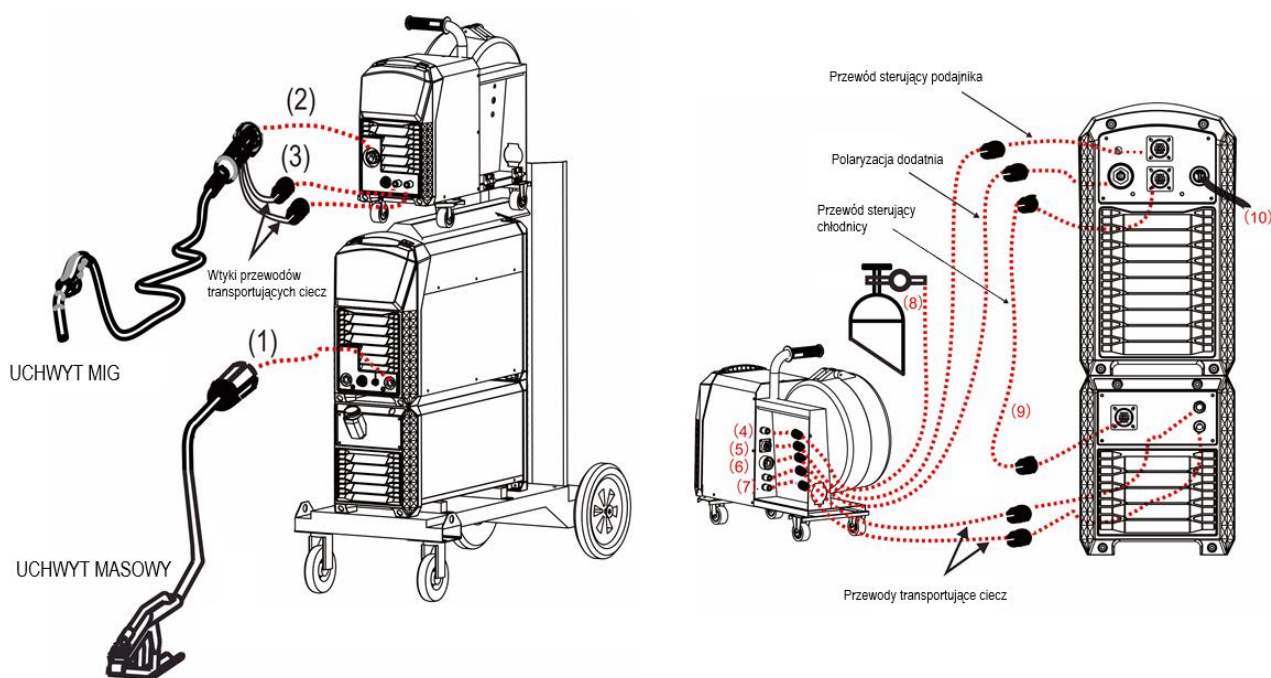
Nr pinu	Funkcja
1	Zwarte z pinem 2
2	Zwarte z pinem 1
3	Maksimum potencjometru (20kΩ)
4	Środek potencjometru (suwak)
5	Minimum potencjometru (0kΩ)
6	Niepodłączone
7	Niepodłączone
8	Wejście przełącznika
9	Wejście przełącznika
10	Niepodłączone
11	Niepodłączone
12	Niepodłączone

3.5 Metoda MIG/MAG

Spawanie metodą MIG/MAG należy do rodzaju spawania elektrodą topliwą w osłonie gazu. Różnica występuje jednak podczas doboru gazu. W pierwszym przypadku (MIG) gazem osłonowym jest argon lub hel natomiast w drugim (MAG) to dwutlenek węgla, mieszanka dwutlenku węgla i argonu/helu oraz rzadko argonu z tlenem. Wspomnianą elektrodą topliwą jest w tym przypadku drut spawalniczy nawinięty na szpulę znajdującą się wewnątrz maszyny. W tym procesie ciepło zostaje wytworzone w łuku elektrycznym powstającym pomiędzy końcówką wysuwającego się z uchwytu drutu a materiałem spawanym. Spawanie odbywa się przy prądzie stałym DC. Umożliwia łączenie prawie wszystkich metali oraz ich stopów.

3.5.1 Przygotowanie do pracy

Przed podłączeniem źródła należy w pierwszym kroku upewnić się, iż mamy prawidłowo podłączony uchwyt spawalniczy, uchwyt masowy, przewód pod butlę z gazem oraz podajnik drutu. Należy pamiętać także o podłączeniu chłodnicy, jeśli została wybrana opcja chłodzenia cieczą. Przykład prawidłowego podłączenia osprzętu spawalniczego dla MIG/MAG przy wybranej opcji chłodzenia cieczą został pokazany na rys. 27.

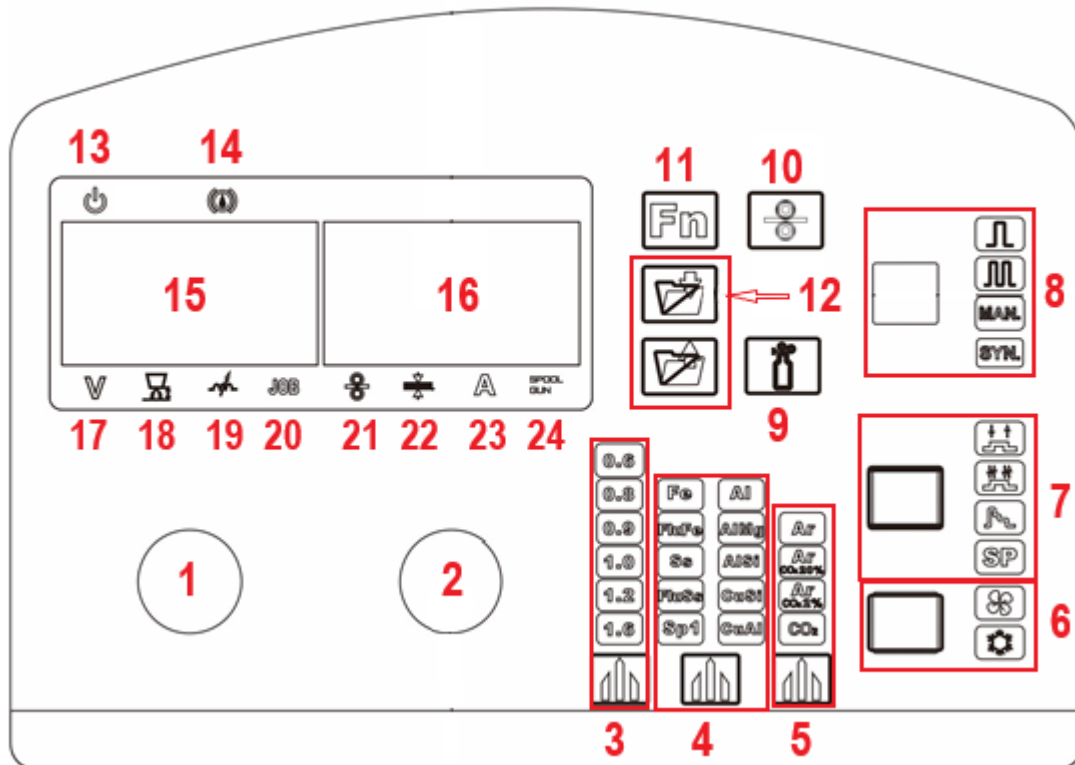


Rys. 27. Schemat podłączenia przy metodzie MIG DC+ z chłodzeniem wodnym:

1 – wtyk masowy, 2 – wtyk spawalniczy MIG, 3 – wtyki przewodów wodnych, 4 – króciec gazu, 5 – wtyk sterujący podajnika, 6 – przewód łączący podajnik ze źródłem (DC+), 7 – przewody wodne, 8 – wężyk gazu spawalniczego, 9 – przewód sterujący chłodnicy

⚠ UWAGA! W przypadku spawania tą metodą do rozpoczęcia pracy musi być zawsze podłączony podajnik drutu.

3.5.2 Proces spawania




Rys. 28. Schemat panelu podajnika


Spawanie MIG/MAG krok po kroku (DC+, chłodzenie wodne):

1. Postawić źródło na płaskiej, stabilnej powierzchni
2. Podłączyć podajnik drutu oraz chłodnicę wg schematu (rys. 27)
3. Podłączyć uchwyt spawalniczy i masowy wg schematu (rys. 27)
4. Przyłączyć butle z gazem roboczym do źródła za pomocą wężyka (rys. 27)
5. Zamontować odpowiednią szpulę z drutem w komorze podajnika
6. Wyposażyć uchwyt MIG w odpowiednie elementy eksploatacyjne, w zależności od użytego drutu
7. Przeciągnąć drut przez rolki podajnika oraz przewód w uchwycie MIG
8. Upewnić się, iż butla z gazem jest dobrze zabezpieczona przed niepożądanym przemieszczaniem się, obracaniem lub upadkiem

9. Upewnić się, że nie ma przecieków gazu na wylotach maszyny lub reduktora
10. Upewnić się, że nie ma przecieków cieczy przy przewodach od chłodnicy/uchwytu
11. Gaz uwalniać za pomocą zaworu w butli i regulować ostrożnie poprzez reduktor, dostosowując przepływ (wyrażony w l/min) do własnych potrzeb
12. Podłączyć źródło do sieci zasilającej (400V, 50/60Hz)
13. Po włączeniu źródła (przycisk ON/OFF na front panelu) przełączyć na metodę MIG (rys. 19 pkt 4)
14. Przełączyć na chłodnicę (rys. 28 pkt 6)
15. Sprawdzić poprawność zamontowania drutu (rys. 28 pkt 10) oraz przepływu gazu (rys. 28 pkt 9)
16. Dostosować parametry spawalnicze wedle własnych potrzeb (**pełna rozpiska funkcji w roz. 3.2.4 oraz 3.2.5**)
17. Opcjonalnie podczas wykonywania spoiny dostosowywać natężenie prądu/napięcie spawania wg uznania
18. Opcjonalnie po zakończonej pracy zapisać program za pomocą funkcji JOB (rys. 28 pkt 12)
19. Po zakończeniu pracy pozostawić jeszcze włączone urządzenie na kilka minut w celu schłodzenia
20. Wyłączyć źródło (przycisk ON/OFF na front panelu)

 **UWAGA!** Do prawidłowego działania maszyny należy upewnić się, że drut spawalniczy jest prawidłowo przeciągnięty przez podajnik oraz uchwyt spawalniczy.

 **UWAGA!** Należy dobrze dokręcić złącza uchwyty MIG oraz uchwyty masowego!

 **WAŻNE!** Należy zawsze upewnić się, iż zostały użyte poprawne elementy eksploatacyjne w uchwycie spawalniczym oraz podajniku w zależności od spawanego materiału. Może to spowodować bocznikowanie drutu, zawijanie się drutu bądź też przepalenia końcówek spawalniczych! Prawidłowe przygotowanie uchwyty i podajnika na przykładzie aluminium w **roz. 3.5.3**.

3.5.3 Przygotowanie uchwytu i podajnika

Przed przystąpieniem do pracy spawania metodą MIG/MAG należy odpowiednio przygotować uchwyt spawalniczy oraz podajnik. Poniżej opisane czynności krok po kroku na przykładzie przystosowania pod spawanie **aluminium**.



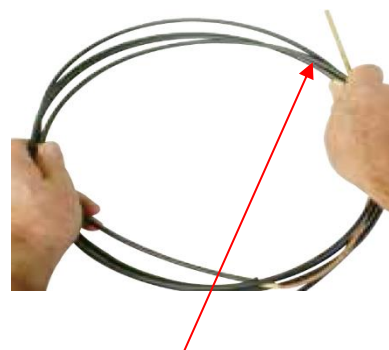
1. Odkręcić dyszę i końcówkę prądową od fajki uchwytu MIG.



2. Odkręcić nakrętkę od wkładu stalowego (spirali) od strony przyłączeniowej uchwytu MIG.



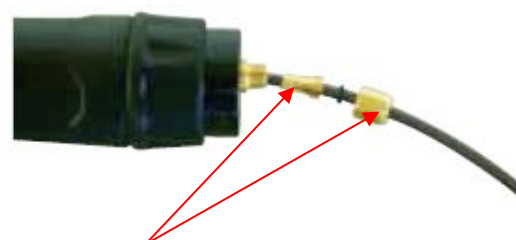
3. Ostrożnie usunąć wkład stalowy z uchwytu.



4. Przygotować wkład pod aluminium (teflonowy) o odpowiedniej średnicy dostosowanej do użytego drutu spawalniczego.



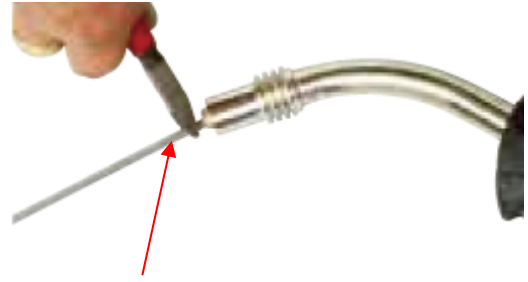
5. Ostrożnie wsuwać wkład teflonowy do uchwytu spawalniczego. Należy także pamiętać, aby przewód uchwytu MIG był możliwie jak najbardziej ułożony w pozycji prostej (nieposkręcanej!).



6. Dosunąć pierścien oraz nakrętkę po wsunięciu teflonie jak na rysunku powyżej.



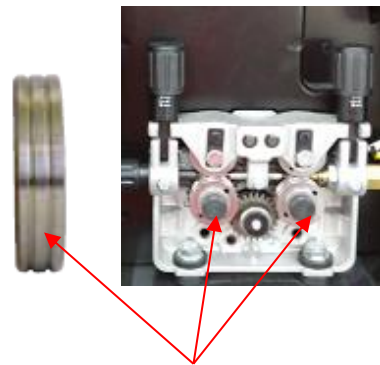
7. Z wycuciem dosunąć teflon, jeśli część została i dokręcić nakrętkę.



8. Od strony roboczej uchwytu należy odciąć nadmiar wkładu teflonowego zostawiając 3÷5mm. Pamiętać, aby teflon uciąć nożem a nie kombinerkami/nożyczkami!



9. Włożyć odpowiednią końcówkę prądową do gniazda.



10. W podajniku wymienić dwie rolki prowadzące drut na odpowiednią do pracy z aluminium. Powinna być to rolka z rowkiem naciętym w kształcie litery „U” oraz odpowiedniej średnicy w zależności od użytego drutu. Podajnik oraz przykładowa rolka na rysunku powyżej.



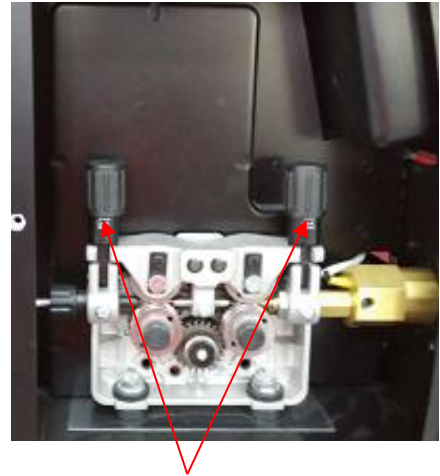
11. Odkręcić nakrętkę wspornika szpuli.



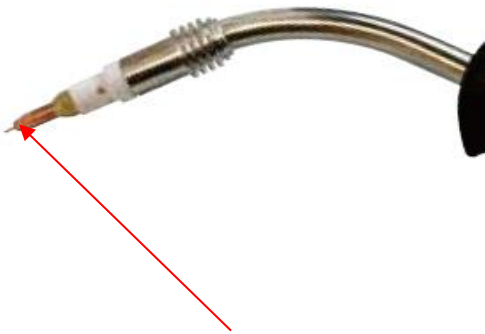
12. Zwrócić uwagę na pin określający położenie i docisk nakrętki. Założyć odpowiednią szpulę z drutem i dokręcić nakrętkę



13. Ostrożnie przeciągnąć drut przez podajnik, przewód uchwytu MIG i na fajce uchwytu kończąc. Podobnie jak w pkt 5 należy pamiętać o nieposkręcanym położeniu przewodu!



14. Dostosować według uznania nacisk rolek górnych na drut za pomocą dwóch nakrętek pokazanych na rysunku powyżej. Dla aluminium zaleca się mniejszy docisk niż dla stali.



15. Sprawdzić poprawność wysuwania drutu przez skorzystanie z funkcji pracy podajnika (rys. 28 pkt 10).

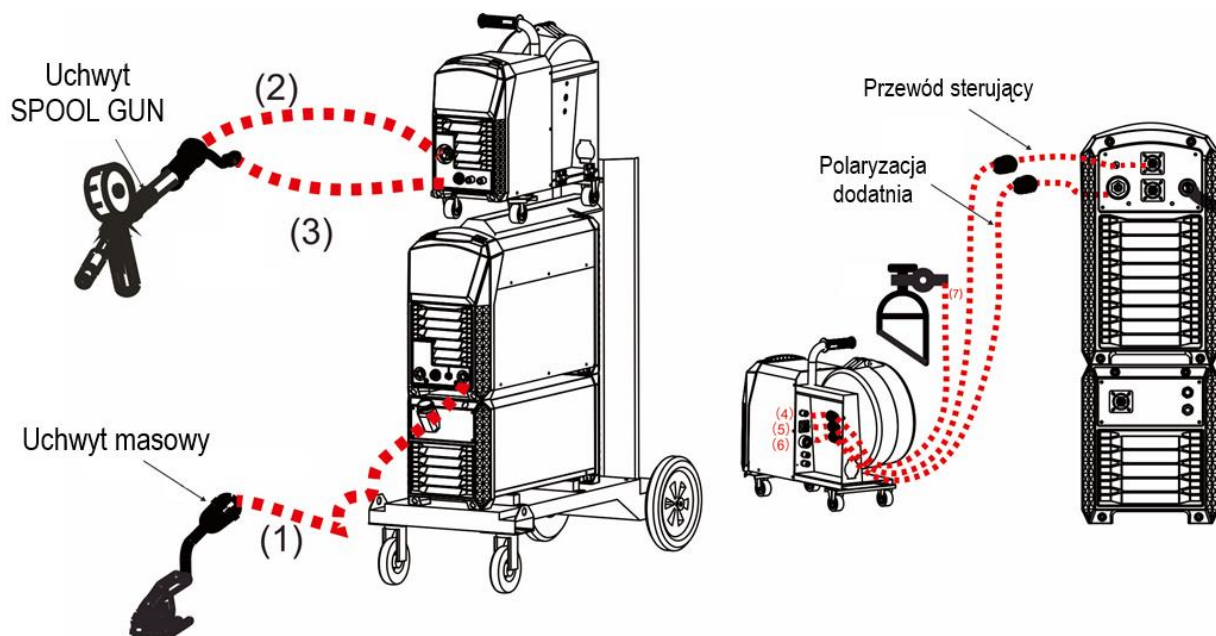


16. Na końcu nakręcić dyszę gazową, jeśli wszystko zostało poprawnie przeprowadzone.

! **WAŻNE!** Podobna procedura występuje podczas przygotowania pracy spawania innych materiałów (np. stali). Różnica występuje jednak w częściach eksploatacyjnych oraz użytym drucie. Do **stali** stosowany jest wkład stalowy (spirala stalowa), końcówki prądowe bez indeksu AL, rolki prowadzące drut z rowkiem naciętym w kształcie litery „V” oraz drut stalowy w komorze podajnika.

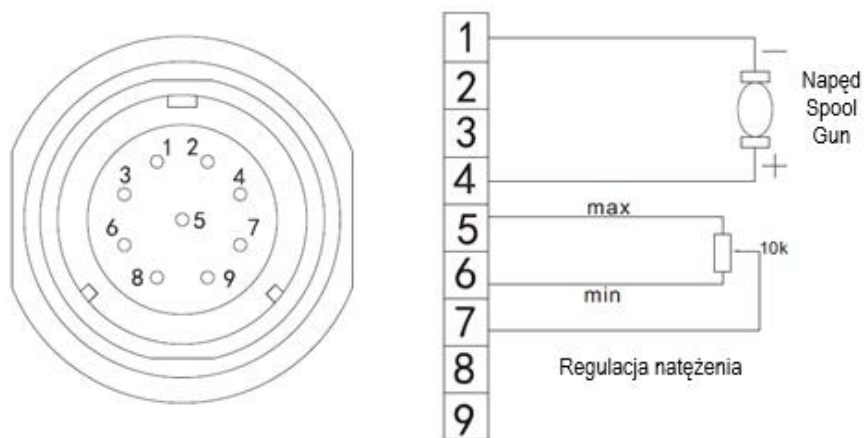
3.5.4 Konfiguracja uchwyty typu Spool Gun

Uchwyty Spool Gun jest oddzielnym uchwytem spawalniczym zawierającym wewnątrz korpusu małą komorę na drut spawalniczy, bez konieczności instalowania go w komorze podajnika źródła. Expert Mig 540W został wyposażony w gniazdo sterujące do takiego uchwyty. Schemat podłączenia został pokazany na rys. 29.



Rys. 29. Schemat podłączenia uchwyty typu Spool Gun:




1 – wtyk masowy, 2 – wtyk spawalniczy Spool Gun, 3 – wtyk sterujący Spool Gun, 4 – króciec gazu, 5 – wtyk sterujący podajnika, 6 – przewód łączący podajnik ze źródłem (DC+), 7 – wężyk gazu spawalniczego



Rys. 30. Schemat opisujący podłączenie wtyku sterującego uchwyty typu Spool Gun

Tab. 11. Wyszczególnienie pinów przy podłączeniu uchwyty typu Spool Gun

Nr pinu	Funkcja
1	Napęd Spool Gun (-)
2	Niepodłączone
3	Niepodłączone
4	Napęd Spool Gun (+)
5	Maksimum potencjometru (10k Ω)
6	Minimum potencjometru (0k Ω)
7	Podłączenie przycisku regulacji uchwyty Spool Gun
8	Niepodłączone
9	Niepodłączone

-  **UWAGA!** By móc pracować z uchwytem Spool Gun należy włączyć w podajniku funkcję aktywującą ten uchwyt! Znajduje się ona w menu funkcji dodatkowych FN (rys. 28 pkt 11).
-  **UWAGA!** W przypadku korzystania z uchwyty Spool Gun nie podłączamy chłodnicy. Dostępne tylko chłodzenie gazem.
-  **WAŻNE!** Podobnie jak przy standardowym uchwycie MIG, należy upewnić się, iż zostały dobrze dokręcone uchwyty (Spool Gun oraz masowy).

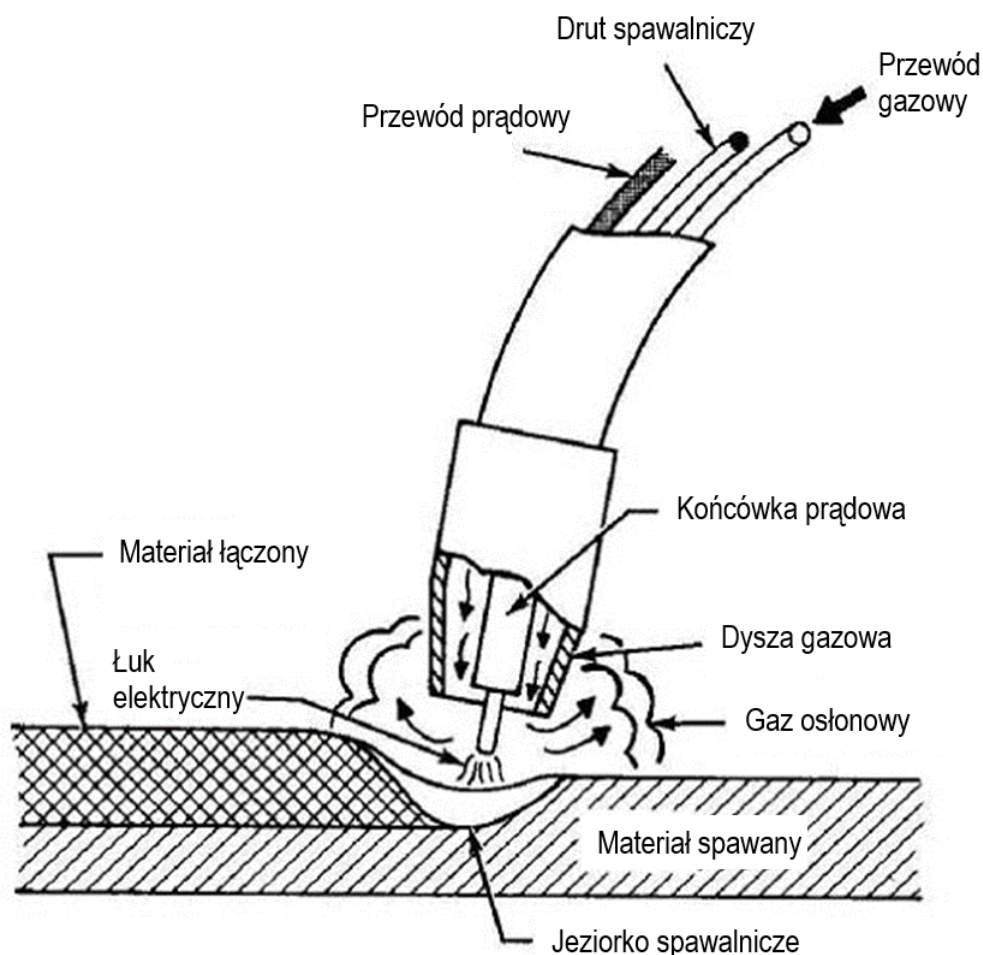
3.5.5 Standardowe programy MIG/MAG

Tab. 12. Programy spawalnicze MIG/MAG w trybie synergicznym i DP

Synergia			
NR PROGRAMU	MATERIAŁ	DRUT Φ (mm)	GAZ
P1	Solid Fe	0.8	CO ₂
P2	Solid Fe	0.8	80%Ar+20%CO ₂
P3	Solid Fe	0.9	CO ₂
P4	Solid Fe	0.9	80%Ar+20%CO ₂
P5	Solid Fe	1.0	80%Ar+20%CO ₂
P6	Solid Fe	1.0	CO ₂
P7	Solid Fe	1.2	CO ₂
P8	Solid Fe	1.2	80%Ar+20%CO ₂
P9	Solid Fe	1.6	80%Ar+20%CO ₂
P10	Solid Fe	1.6	CO ₂
P11	Flux.c.w Fe	1.0	CO ₂
P12	Flux.c.w Fe	1.2	CO ₂
P13	Flux.c.w Fe	1.6	CO ₂
P14	SS ER316	1.0	98%Ar+2%CO ₂
P15	SS ER316	1.2	98%Ar+2%CO ₂
P16	SS ER316	1.6	98%Ar+2%CO ₂
P17	Flux.c.w SS	1.2	CO ₂
P18	Cu Si	1.0	Ar100%
P19	Cu Si	1.2	Ar100%
P20	Cu Si	1.6	Ar100%
Podwójny Puls			
NR PROGRAMU	MATERIAŁ	DRUT Φ (mm)	GAZ
P1	AlMg5	1.0	Ar
P2	AlMg5	1.2	Ar
P3	AlMg5	1.6	Ar
P4	AlSi5	1.0	Ar
P5	AlSi5	1.2	Ar
P6	AlSi5	1.6	Ar
P7	Al99.5	1.2	Ar
P8	Al99.5	1.6	Ar
P9	Fe	0.8	80%Ar+20%CO ₂
P10	Fe	0.9	80%Ar+20%CO ₂
P11	Fe	1.0	80%Ar+20%CO ₂
P12	Fe	1.2	80%Ar+20%CO ₂
P13	Fe	1.6	80%Ar+20%CO ₂
P14	SS ER316	1.0	98%Ar+2%CO ₂
P15	SS ER316	1.2	98%Ar+2%CO ₂
P16	SS ER316	1.6	98%Ar+2%CO ₂
P17	Flux.c.w Fe	1.2	80%Ar+20%CO ₂
P18	Flux.c.w Fe	1.6	80%Ar+20%CO ₂
P19	Flux.c.w SS	1.2	80%Ar+20%CO ₂
P20	CuSi3	1.0	Ar
P21	CuSi3	1.2	Ar
P22	CuAl8	1.2	Ar
P23	CuAl8	1.6	Ar

3.5.6 Przewodnik spawania metodą MIG/MAG

Metoda spawania łukowego w osłonie gazu z wykorzystaniem elektrody topliwej (drułu spawalniczego) jest jedną z najpopularniejszych form łączenia konstrukcji stalowych i nie tylko. Należy do grupy GMA (Gas Metal Arc) i różni się dwa typy – w osłonie gazów obojętnych MIG (Metal Inert Gas) oraz gazów aktywnych MAG (Metal Active Gas). W praktyce stosuje się przede wszystkim do stali węglowych i niskostopowych, stali odpornych na korozję (tzw. „nierdzewki”) oraz stopów aluminium. Przy zastosowaniu odpowiedniego spoiwa oraz dobranych parametrów spawalniczych możliwe jest także wykonywanie połączeń blach ocynkowanych przy wykorzystaniu tzw. lutospawania.



Rys. 31. Schemat spawania metodą MIG/MAG

W tej metodzie rozróżnia się kilka istotnych parametrów spawalniczych, od których zależą wytrzymałość stawianych spoin, jakość powierzchni czy estetyka ich wykonania. Rozróżnia się tutaj następujące czynniki:

natężenie prądu, napięcie łuku, prędkość podawania drutu, rodzaj oraz średnica drutu, rodzaj i natężenie przepływu gazu czy technika prowadzenia uchwyty spawalniczego wraz z odpowiednim pochyleniem

W zależności od warunków roboczych oraz technicznych część parametrów jest w pewnym stopniu współzależna, gdzie dla przykładu zwiększenie natężenia prądu wymaga zastosowania większego wydatku gazu czy przy zwiększonej prędkości podawania drutu analogicznie wzrasta prąd spawania.

NAJWAŻNIEJSZE PARAMETRY METODY MIG/MAG

Natężenie prądu

Decyduje o wydajności stapienia drutu spawalniczego oraz o kształcie i głębokości wtopienia. W zależności od rodzaju spawanego materiału czy grubości drutu biegunowość prądu stałego może być dodatnia lub ujemna, z czego tę drugą stosuje się w rzadkich przypadkach, kiedy potrzeba „grubokropłowego” przenoszenia ciekłego metalu podczas pracy. Dla niskiej wartości prądu spawania przetopienie ma najczęściej kształt owalny i przetopienie jest mniejsze. Dla wysokich wartości prądu przetopienie jest większe oraz lico spoiny jest wyższe.

- kształt bardziej zaokrąglony
- węższe lico
- mniejsze wtopienie

- wyższa spoina
- szersze lico
- większe wtopienie



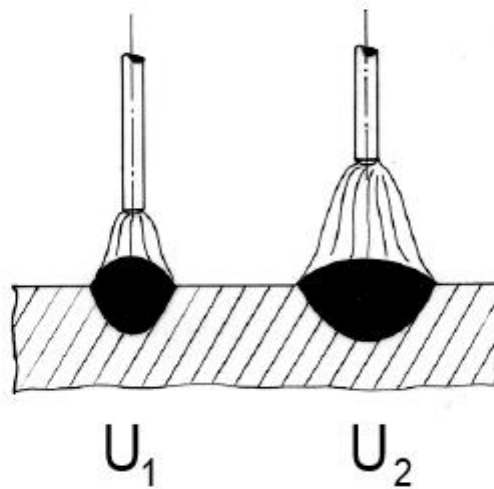
Rys. 32. Różnica spoin przy skrajnie różnych wartościach prądu, gdzie $I_2 > I_1$

Napięcie łuku spawalniczego

Podobnie jak prąd spawania tak i napięcie spawania ma istotny wpływ na wygląd i właściwości wytrzymałościowe spoiny. Zbyt duże napięcie doprowadzi do powstania w spoinie porów, podtopień lica czy sporej ilości odprysków podczas pracy spawania. Zbyt małe napięcie natomiast również prowadzi do pojawiania się porów a także nacieków na licu. Poprawną wartość napięcia powinno dobierać się i ewentualnie regulować podczas spawania, w miarę ostrożnie.

- węższe lico
- mniejszy rozprysk

- szersze lico
- większy rozprysk



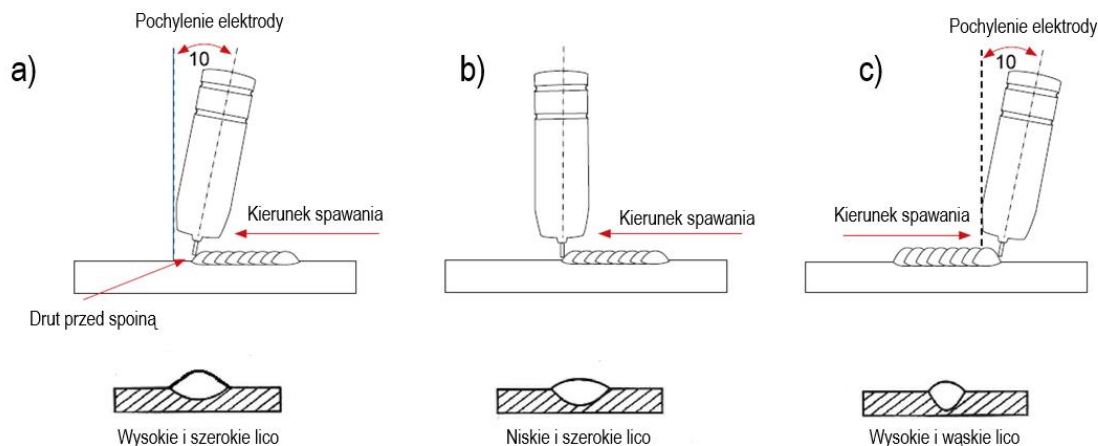
Rys. 33. Różnica spoin przy skrajnie różnych wartościach napięcia, gdzie $U_2 > U_1$

Kąt pochylenia oraz prowadzenie elektrody

Praca spawania w przypadku metody MIG/MAG wymaga podstawowych umiejętności prowadzenia drutu oraz trzymania uchwytu. Podstawowymi technikami są:

- prowadzenie drutu po materiale w ruchu popychającym, kąt ostry między drutem a spoiną
- prowadzenie drutu prostopadłe do spawanego materiału
- prowadzenie drutu po materiale w ruchu ciągnącym, kąt ostry między drutem a materiałem spawanym

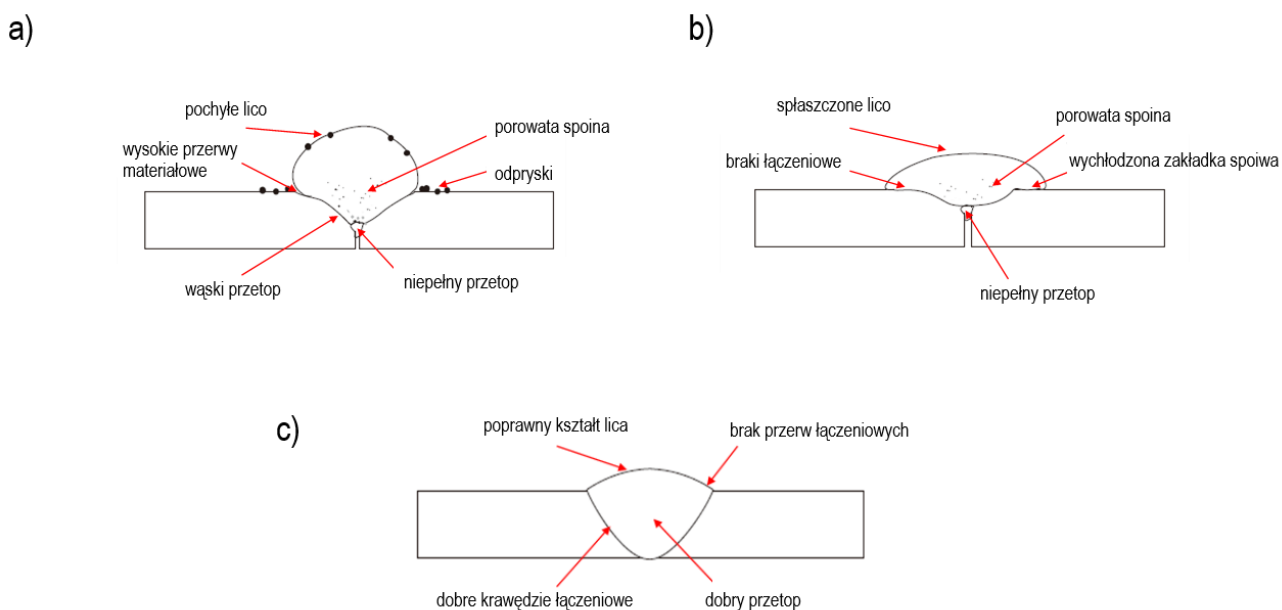
Dodatkowo należy pamiętać o zachowaniu odpowiedniego pochylenia elektrody. Istnieje jednak szereg zmiennych wpływających na dobór odpowiedniego kąta, takich jak prędkość podawania drutu oraz jego prowadzenie, grubość łączonych materiałów czy przede wszystkim jaki obszar jest łączony (doczołowo, pachwinowo, z ukosowanymi krawędziami).



Rys. 34. Kształt spoiny w zależności od pochylenia i prowadzenia elektrody

Prędkość prowadzenia elektrody

Podobnie jak wymienione wcześniej parametry tak i ten ma istotny wpływ na jakość i wygląd spoiny. Orientacyjne schematy podglądowe w zależności od szybkości spawania zostały ukazane na rys. 35.

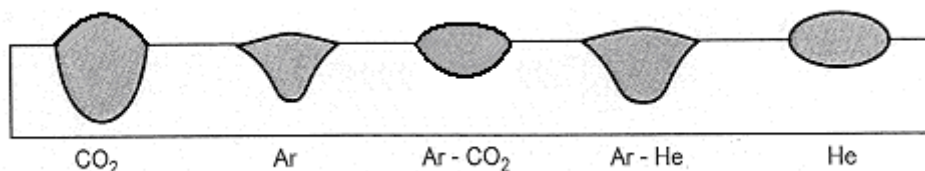


Rys. 35. Jakość spoiny w zależności od szybkości prowadzenia elektrody:
a) za szybko, b) za wolno, c) prawidłowo

Gaz osłonowy

Dobór odpowiedniego gazu osłonowego warunkuje przede wszystkim ochronę wykonywanej spoiny przed niechcianymi czynnikami takimi jak utlenianie spoiny i związaną z tym porowatością, poprawnym przewodnictwem cieplnym czy zapobieganiu niechcianych reakcji chemicznych między drutem a materiałem spawanym.

Gazy osłonowe wpływają zarówno na skład chemiczny, strukturę, jak i właściwości mechaniczne i korozyjne stopiwa oraz spoiny. Tylko osłony gazów całkowicie obojętnych (argon czy hel) nie oddziałują na skład i strukturę topionego metalu oraz lepiej chronią jeziorko spawalnicze. Z drugiej strony łatwiej spawa się przy użyciu gazów aktywnych chemicznie (lub z dodatkiem), ułatwiają one bowiem zajarzenie łuku czy przetopienie materiału spawanego.



Rys. 36. Wygląd spoiny w zależności od użytej osłony gazowej

Drut spawalniczy

W metodzie MIG/MAG drut nazwany inaczej elektrodą topliwą jest niezbędnym elementem podczas pracy spawania. W przeciwieństwie do metody TIG elektroda, którą wykonujemy pracę spawania pełni funkcję spoiwa dla łączonych materiałów. Dobór odpowiedniego drutu jest niezbędny do wykonania spoiny łączeniowej. Istnieje kilka rodzajów drutów jeśli chodzi o budowę, jednak najpopularniejszymi są druty pełne. Przykładowa rozpiska drutów w odniesieniu do ich grubości została przedstawiona w tabeli 13. Należy również pamiętać, że drut należy dobierać zawsze pod rodzaj materiału, jaki będzie łączony!

Tab. 13. Dobór średnicy drutu w zależności od grubości materiału spawanego

DRUT SPAWALNICZY					
GRUBOŚĆ MATERIAŁU [mm]	ZALECANA ŚREDNICA DRUTU [mm]				
	0.8	0.9	1.0	1.2	1.6
0.8					
0.9					
1.0					
1.2					
1.6					
2.0					
2.5					
3.0					
4.0					
5.0					
6.0					
8.0					
10					
14					
18					
22					
>22					

Dla materiałów powyżej 5mm istnieje możliwość położenia spoin wielowarstwowych czy fazowanych w zależności od prądu spawania.

3.5.7 Podstawowe problemy

W przypadku niepoprawnego działania źródła w trybie MIG/MAG zaleca się dokładne sprawdzenie poszczególnych elementów. Poniżej wykaz standardowych problemów w formie tabeli.

ŹRÓDŁO SPAWALNICZE

Tab. 14. Standardowe problemy dotyczące źródła przy metodzie MIG/MAG

NR	Problem	Przyczyna	Proponowane rozwiązanie
1	Nadmierne odpryski	Zbyt duża prędkość podawania drutu	Zmniejszyć prędkość podawania drutu
		Zbyt wysokie napięcie	Zmniejszyć wartość napięcia
		Zła polaryzacja	Zmienić polaryzację, ale przy podajniku drutu (tam, gdzie podpięty jest uchwyt)
		Za długa końcówka drutu	Skrócić dystans między końcówką drutu a powierzchnią roboczą
		Zabrudzony materiał spawany	Wyczyścić przestrzeń roboczą z wszelkiej maści substancji takich jak smary, oleje, farby, opiłki metali itp.
		Zabrudzony drut	Użyć suchego drutu przystosowanego do pracy, nie pokrywać smarami/olejami
		Nieprawidłowy przepływ gazu (zbyt szybki)	Sprawdzić podłączenie gazu, wszelkie nieszczelności przy uchwycie, reduktorze gazu, króćce, wężyku. Ustawić przepływ gazu na poziomie 6-12 l/min. Zabezpieczyć przestrzeń roboczą przed niepożądanymi czynnikami zewnętrznymi (jeśli spawanie odbywa się na zewnątrz, uważać na podmuchy wiatru itp.)
2	Porowatość – płytki przetop lub „dziurawa” spoina	Nieprawidłowy gaz	Sprawdzić, czy użyty został dobry gaz
		Nieprawidłowy przepływ gazu (zbyt szybki)	Sprawdzić podłączenie gazu, wszelkie nieszczelności przy uchwycie, reduktorze gazu, króćce, wężyku. Ustawić przepływ gazu na poziomie 10-15 l/min. Zabezpieczyć przestrzeń roboczą przed niepożądanymi czynnikami zewnętrznymi (jeśli spawanie odbywa się na zewnątrz, uważać na podmuchy wiatru itp.)
		Wilgoć na materiale roboczym	Osuszyć/wytrzeć mokry obszar
		Zabrudzony materiał spawany	Wyczyścić przestrzeń roboczą z wszelkiej maści substancji takich jak smary, oleje, farby, opiłki metali itp.
		Zabrudzony drut	Użyć suchego drutu przystosowanego do pracy, nie pokrywać smarami/olejami
		Zatkany, zużyty lub zanieczyszczony wylot gazu w uchwycie	Sprawdzić dyszę gazową i ewentualnie wymienić na nową
		Uszkodzenie lub brak rozdzielacza gazu	Wymienić rozdzielacz gazu na nowy
3	Powstawanie zaokrąglonej końcówki drutu („kikut spawalniczy”)	Zbyt duży dystans między końcówką drutu a materiałem roboczym	Skrócić dystans do przybliżonej odległości 5÷10mm
		Zbyt niskie napięcie	Zwiększyć wartość napięcia
		Zbyt duża prędkość podawania drutu	Zmniejszyć prędkość podawania drutu

4	Braki łączeniowe – nieprawidłowy przetop i łączenie się spoiwa z materiałem spawanym	Zabrudzony materiał spawany	Wyczyścić przestrzeń roboczą z wszelkiej maści substancji takich jak smary, oleje, farby, opiłki metali itp.
		Niewystarczająca temperatura pracy	Zwiększyć napięcie i/lub dostosować prędkość podawania drutu
		Nieprawidłowa technika spawania	Sprawdzić prawidłowość prowadzenia uchwytu, czy jeziorko spawalnicze formuje się prawidłowo, zachować proponowane pochylenie uchwytu podczas spawania (w teorii 5÷15°)
5	Mocne wtopienie, nawet przelotowe	Zbyt wysoka temperatura pracy (nieprawidłowe SWC)	Zmniejszyć napięcie i/lub dostosować prędkość podawania drutu
6	Braki w przetopie – płytkie/wąskie lico spoiny	Nieprawidłowa praca spawania	Sprawdzić grubość materiału, jego przygotowanie oraz przestrzeni roboczej; utrzymywać pochylenie uchwytu z zakresu 5÷15° a odległość końcówki od materiału spawanego w odległości 5÷10mm
		Niewystarczająca temperatura pracy	Zwiększyć napięcie i/lub dostosować prędkość podawania drutu
		Zabrudzony materiał spawany	Wyczyścić przestrzeń roboczą z wszelkiej maści substancji takich jak smary, oleje, farby, opiłki metali itp.

PODAJNIK DRUTU

Tab. 15. Standardowe problemy dotyczące podajnika drutu przy metodzie MIG/MAG


NR	Problem	Przyczyna	Proponowane rozwiązanie
1	Brak podawania drutu	Urządzenie nie jest w trybie MIG	Sprawdzić wybraną metodę spawania i wybrać spawanie metodą MIG
		Wybrany nieprawidłowy rodzaj uchwytu	Sprawdzić, czy nie została włączona opcja spawania uchwytem Spool Gun
2	Brak reakcji lub nieprawidłowe działanie podajnika	Brak informacji na wyświetlaczu	Upewnić się, że została wybrana metoda MIG; dla metody MIG wszystkie parametry reguluje się na podajniku, samo źródło dotyczy tylko metod MMA/TIG
		Nieprawidłowo ustawiona polaryzacja	Ustawić polaryzację poprawnie pod spawanie MIG/MAG
		Nieprawidłowa prędkość podawania drutu	Dostosować prędkość podawania drutu
		Nieprawidłowe napięcie	Dostosować napięcie łuku
		Zbyt długi przewód uchwytu MIG	Zmienić uchwyt spawalniczy o dłuższym przewodzie na uchwyt o krótszym; materiały miękkie (np. aluminium) i o małej średnicy (0.6÷0.8mm) mogą mieć problem z poprawnym przechodzeniem przez dłuższe przewody, zalecane jest używanie najkrótszych możliwych
		Poskręcany lub powyginany przewód uchwytu MIG	Ustawić przewód w możliwie jak najprostszej pozycji, wymienić przewód na krótszy
		Nieprawidłowa końcówka prądowa	Wymienić na prawidłową końcówkę prądową
		Zużyta lub zatkana spirala/wkład teflonowy	Sprawdzić w uchwycie spiralę/wkład teflonowy, przedmuchać sprężonym powietrzem lub wymienić na nową
		Źle dobrana spirala/wkład teflonowy	Dobrać poprawną spiralę/wkład
		Zabrudzona lub zużyta kapilara	Wyczyścić lub wymienić kapilarę w podajniku
		Niepoprawnie poprowadzony drut w podajniku	Umieścić poprawnie drut spawalniczy w podajniku (w rowkach rolek itp.)
Źle dobrane rolki podajnika w stosunku do średnicy drutu	Wymienić rolki pod odpowiednią średnicę użytego drutu		

	Źle dobrane rolki podajnika w stosunku do użytego rodzaju drutu	Wymienić rolki na przeznaczone pod odpowiedni materiał (rolki stalowe mają inny kształt rowka niż rolki aluminiowe)
	Zużyte rolki podajnika	Wymienić rolki na nowe
	Zbyt duży nacisk nakrętek dociskowych w podajniku	Poluzować nacisk drutu przez pokręta nakrętek dociskowych; zbyt duży nacisk może powodować spłaszczanie drutu (np. przy aluminium)
	Zbyt duży nacisk nakrętki wspornika szpuli drutu w komorze podajnika	Poluzować nacisk nakrętką wspornika
	Zawijanie się drutu w podajniku	Usunąć drut na długości skręcenia, sprawdzić jakość drutu, prawidłowość jego poprowadzenia, rodzaj rolek oraz docisk nakrętek
	Zabrudzony drut	Użyć suchego drutu przystosowanego do pracy, nie pokrywać smarami/olejami

4. Konserwacja i rozwiązywanie problemów

4.1 Konserwacja

Prawidłowe oraz bezpieczne działanie źródła warunkują regularne przeglądy techniczne. Postępując zgodnie z poniższymi instrukcjami oraz przy zachowaniu podstawowych przepisów BHP cały proces powinien przebiec poprawnie i bezpiecznie.

 **OSTRZEŻENIE! PRZED PRZYSTĄPIENIEM DO KONSERWACJI ŹRÓDŁA NALEŻY DWUKROTNIE UPEWNIĆ SIĘ, ŻE NIE JEST PODŁĄCZONE DO SIECI ZASILAJĄCEJ!** W przypadku wyłączenia źródła zaraz po wykonanej pracy należy odczekać 5÷10min w celu ostygnięcia wnętrza maszyny.

Tab. 16. Okresowy przegląd urządzenia spawalniczego

Okres	Czynności związane z przeglądem
Codziennie	Sprawdzić dokładnie uchwyt spawalniczy oraz wszelkie łączenia (gniazda, króćce), czy przewody nie są uszkodzone. Sprawdzić poprawność mechaniczną wszystkich pokręteł i przełączników (jeśli są połamane lub stawiają zbyt duży opór należy je niezwłocznie wymienić). Dodatkowo sprawdzić, czy łopatki wentylatora nie są uszkodzone, czy wentylator nie generuje dużego hałasu, ewentualnie przedmuchać sprężonym powietrzem, w ostateczności wymienić na nowy. Sprawdzić, czy wyświetlacz poprawnie pokazuje wybierane parametry. W razie wykrytych nieprawidłowości należy niezwłocznie skontaktować się z serwisem.
Co miesiąc	Używając sprężonego powietrza pod ciśnieniem maks. 10bar oczyścić wnętrze źródła z wszelkiego kurzu czy prostych zabrudzeń, w szczególności wentylator, gniazda przewodów i płytę główną. Sprawdzić wszystkie śruby, nakrętki korpusu oraz podwozia źródła. W przypadku występujących luzów, należy dokręcić. Jeśli trzon lub główka śruby jest ułamana, należy wymienić. Dokładnie taki sam proces dotyczy elementów skorodowanych, należy je wymienić.
Co kwartał	Należy sprawdzić wartości pokazywane przez źródło na wyświetlaczu. Dotyczy to szczególnie wskazań natężenia prądu. Jeśli nawet w małym stopniu odbiegają od normy powinny zostać zmierzone i dostosowane pod prawidłowe wskazania.
Co rok	Należy zmierzyć rezystancję izolacji na całym obwodzie elektrycznym. Jeśli wartość wynosi poniżej 1MΩ wówczas izolacja może być uszkodzona i należy ją wymienić.

4.2 Rozwiązywanie problemów

Podczas dokonywania przeglądów technicznych należy uważać na podzespoły maszyny spawalniczej. Zakazane jest ingerowanie w elementy mechaniczne oraz elektroniczne źródła bez uprzedniej zgody. W przypadku nieumyślnego nawet uszkodzenia producent zastrzega sobie prawo do odrzucenia gwarancji. Unikać operacji spawania podczas gdy źródło jest otwarte. Poniżej tabela pokazująca niektóre problemy oraz sposób ich rozwiązania.

Tab. 17. Standardowe problemy przy użytkowaniu urządzenia spawalniczego

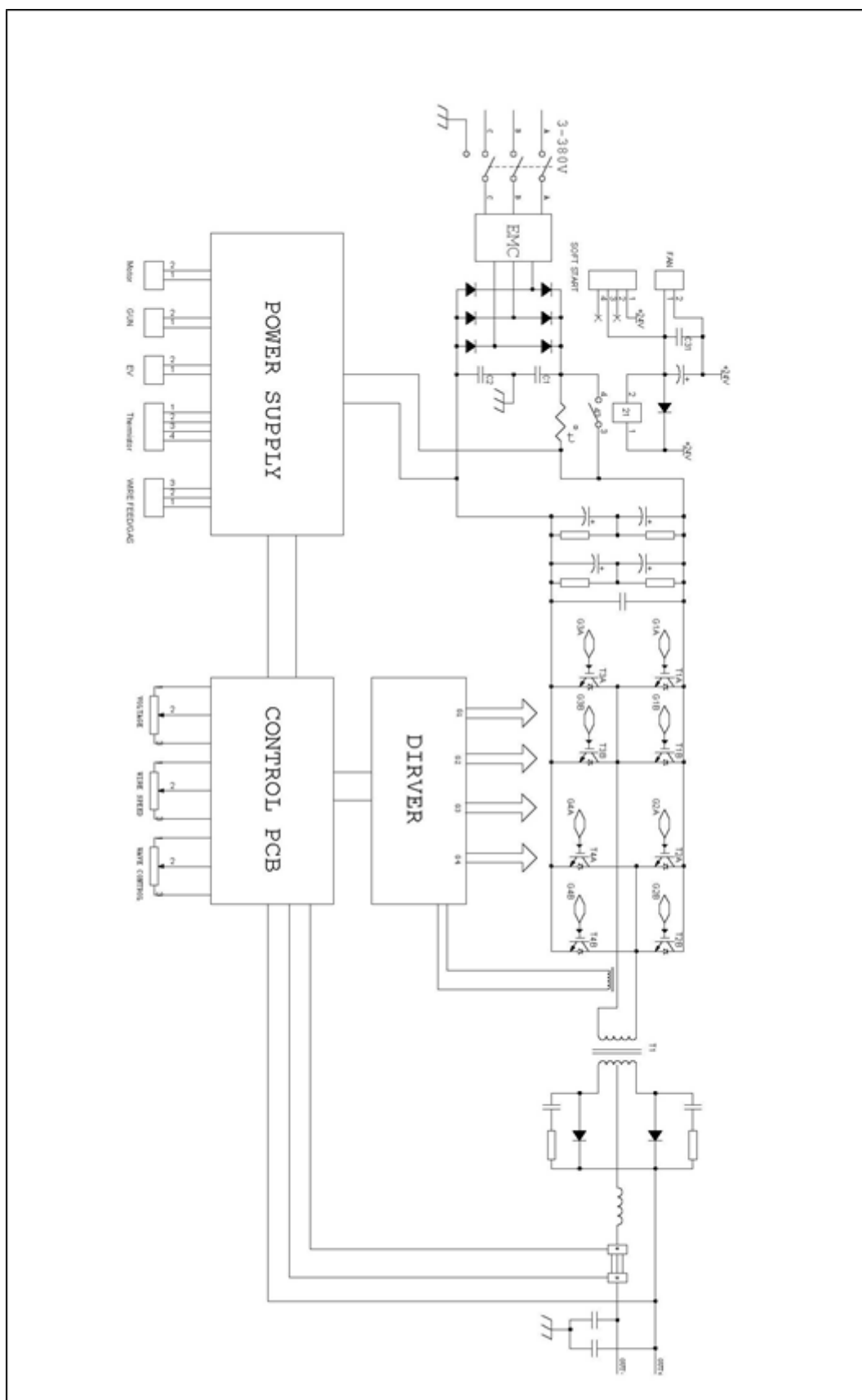
NR	Problem	Przyczyna	Proponowane rozwiązanie
1	Diody LED na panelu nie świecą się; wentylator nie działa; brak napięcia na wyjściu źródła	a) wyłącznik główny jest uszkodzony b) brak napięcia na sieci zasilającej c) przerwany przewód zasilający	a) sprawdzić wyłącznik główny b) sprawdzić obecność napięcia w sieci zasilającej c) sprawdzić przewód zasilający
2	Diody LED na panelu świecą się; brak błędu E04 na wyświetlaczu; brak napięcia na wyjściu	a) zabezpieczenie nadprądowe b) przewód wyjściowy nie jest podłączony prawidłowo c) uszkodzona płyta główna	a) wyłączyć źródło i uruchomić ponownie po 1 min b) sprawdzić podłączenie przewodu wyjściowego c) naprawić/wymienić płytę główną
3	Rozłączenie bezpiecznika sieci zasilającej podczas pracy spawania	a) uszkodzone mogą być: diody wyjściowe, tranzystory IGBT, inne b) mostek prostowniczy wejściowy jest uszkodzony	a) oraz b) należy sprawdzić i wymienić
4	Prąd spawania nie jest stabilny	a) płytka panelu jest uszkodzona b) płyta główna jest uszkodzona c) nieprawidłowe połączenie na złączach przewodów wyjściowych	a), b) oraz c) należy sprawdzić i wymienić
5	Nie ma możliwości ustawienia prądu spawania	a) płytka panelu jest uszkodzona b) płyta główna jest uszkodzona c) sterowanie nożne jest uszkodzone	a), b) oraz c) należy sprawdzić i wymienić
6	Podajnik drutu nie funkcjonuje	Podawanie drutu nie działa: a) uszkodzony napęd podajnika b) uszkodzona płyta kontrolna	a) sprawdzić i wymienić b) sprawdzić PCB, wymienić
		Podawanie drutu działa: a) występuje poślizg drutu b) uszkodzony wspornik szpuli c) uszkodzona/zablokowana kapilara lub sprężyna prowadząca drut w podajniku	a) sprawdzić poprawność działania podajnika rolkowego b) wymienić na nowy c) wyczyścić lub wymienić na nową

4.3 Kody błędów (dla wszystkich maszyn linii Ideal Expert)

Tab. 18. Kody błędów dla wszystkich źródeł z linii Ideal Expert

Typ błędu	Kod Błędu	Opis	Sygnalizacja problemu
Przełącznik zabezpieczenia termicznego	E01	Przegrzanie (1st przełącznik)	Zaświeci się żółta dioda
	E02	Przegrzanie (2nd przełącznik)	Zaświeci się żółta dioda
	E03	Przegrzanie (3rd przełącznik)	Zaświeci się żółta dioda
	E04	Przegrzanie (4th przełącznik)	Zaświeci się żółta dioda
	E09	Przegrzanie	Zaświeci się żółta dioda
Źródło	E10	Brak fazy zasilającej	Zaświeci się żółta dioda
	E11	Brak cieczy chłodzącej	Zaświeci się żółta dioda
	E12	Brak gazu osłonowego	Zaświeci się czerwona dioda
	E13	Zabezpieczenie podnapięciowe	Zaświeci się żółta dioda
	E14	Zabezpieczenie nadnapięciowe	Zaświeci się żółta dioda
	E15	Zabezpieczenie nadprądowe	Zaświeci się żółta dioda
	E16	Przeciążenie podajnika	
Przełącznik	E20	Błąd przycisku na panelu podczas włączania	Zaświeci się żółta dioda
	E21	Inny błąd panelu podczas włączania	Zaświeci się żółta dioda
	E22	Błąd uchwytu spawalniczego podczas włączania	Zaświeci się żółta dioda
	E23	Błąd uchwytu spawalniczego podczas pracy spawania	Zaświeci się żółta dioda
Akcesoria	E30	Odlączony uchwyt do cięcia	Miganie czerwonej diody
	E31	Odlączona chłodnica	Zaświeci się żółta dioda
Komunikacja	E40	Problem z połączeniem pomiędzy źródłem a podajnikiem drutu	
	E41	Błąd komunikacji	

4.4 Schemat elektryczny



Rys. 37. Schemat źródła Expert MIG 540W Dual Pulse



Siedziba firmy:

Firma wielobranżowa BADEK

ul. Parkowa 17B

55-080 Mokronos Dolny

NIP: PL 882-180-46-37

Serwis BADEK

ul. Parkowa 17B

50-080 Mokronos Dolny

Kontakt:

tel. (+48) 71 723 02 21

tel. (+48) 71 723 02 22

tel. (+48) 71 723 02 23

tel. komórkowy (+48) 796 800 056

e-mail: badek@badek.pl

strona: <https://www.badek.pl/>

Kontakt z serwisem:

tel. (+48) 71 723 02 26

e-mail: serwis@badek.pl

Gwarancja

- 1) Gwarancja na sprawne działanie urządzenia udzielana jest na okres 12 miesięcy od daty zakupu. Gwarancja nie obejmuje części eksploatacyjnych podlegających normalnemu zużyciu np. lampki, bezpieczniki, uchwyty spawalnicze i ich części.
- 2) Producent zapewnia bezpłatną naprawę, w przypadku wystąpienia w okresie gwarancyjnym, wad fabrycznych.
- 3) Producent zapewnia rozpatrzenie reklamacji i podjęcie naprawy w ciągu 14 dni od daty dostarczenia do serwisu. Czas naprawy nie może przekroczyć 30 dni.
- 4) Nabywca traci wszelkie prawa gwarancyjne w przypadku stwierdzenia samowolnych napraw, zmian konstrukcyjnych, oraz niewłaściwego użytkowania lub niezgodnej z przepisami instalacji.
- 5) Wszelkie uszkodzenia powstałe wskutek niewłaściwego transportu lub przechowywania urządzenia, jego niewłaściwej obsługi i konserwacji oraz innych przyczyn nie spowodowanych przez producenta - mogą być usunięte wyłącznie na koszt Użytkownika.
- 6) Jeżeli w/w przyczyny spowodowały trwałe zmiany jakościowe urządzenia - udzielona gwarancja traci ważność.
- 7) Naprawa urządzenia wykonana w okresie gwarancyjnym przez osoby nieuprawnione przez producenta, unieważnia gwarancję.
- 8) Gwarancja nie obejmuje strat bezpośrednich i pośrednich spowodowanych wadami urządzenia.
- 9) Karta gwarancyjna jest nieważna bez daty, pieczęci i podpisów, jak również z poprawkami i skreśleniami dokonanymi przez osoby nieupoważnione.
- 10) W sprawach nieuregulowanych niniejszymi Warunkami Gwarancji, mają zastosowanie przepisy Kodeksu Cywilnego.

Data zakupu:.....

Numer fabryczny urządzenia:.....

Pieczęć i podpis sprzedawcy:.....

Data zgłoszenia	Data wydania	Wykonane czynności	Potwierdzenie serwisu