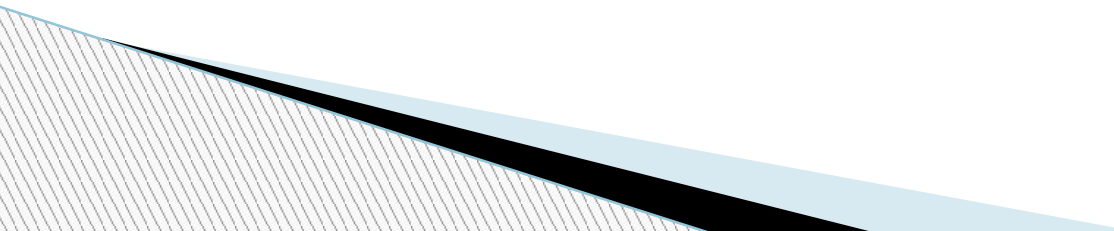


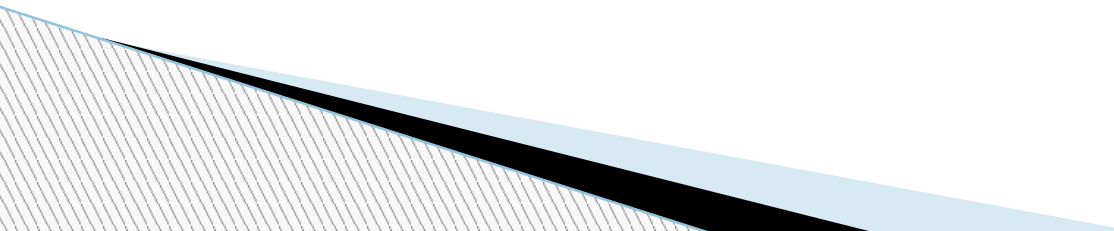
# SPAWANIE

Spawanie jako dział technologii łączenia materiałów obejmuje procesy trwałego łączenia metali oraz procesy pokrewne, wykorzystujące urządzenia spawalnicze do innych celów.

# SPAWANIE

- Jako ogólne spawalnicze procesy łączenia wyróżnia się podział na:
    - - spawanie
    - - zgrzewanie
    - - lutowanie
- 

# SPAWANIE

- W wyniku spawalniczych metod łączenia tworzyw konstrukcyjnych uzyskuje się połączenie o fizycznej ciągłości.
  - Dotyczy to zarówno łączenia metali w stanie ciekłym jak i w stanie stałym, a także spawania i zgrzewania tworzyw niemetalicznych.
  - Charakterystyczną cechą procesu spawania jest topienie metalu, tj. spawanie polega na stopieniu brzegów materiału rodzimego w miejscu łączenia, przeważnie z podaniem materiału dodatkowego.
- 

# OZNACZENIA METOD SPAWANIA

111 - spawanie łukowe ręczne elektrodą otuloną

ang. *shielded metal arc welding* - **SMAW**

*manual metal arc welding* - **MMA**

121 - spawanie łukiem krytym drutem elektrodowym **SAW**

311 - spawanie acetylenowo-tlenowe

# OZNACZENIA METOD SPAWANIA

- 131 - **spawanie metodą MIG** (GMA) ang. (*Metal Inert Gas*)  
spawanie elektrodą topliwą w osłonie gazów obojętnych  
gazy obojętne argon i hel
- 135 - spawanie metodą **MAG** (GMA) ang. (*Metal Active Gas*)  
spawanie elektrodą topliwą w osłonie gazów aktywnych  
gazy osłonowe aktywne – dwutlenek węgla lub jego mieszaninę z argonem.
- 141 - **spawanie metodą TIG** (GTAW)  
(ang. *tungsten inert gas*)  
spawanie nietopliwą elektrodą wolframową w osłonie gazów obojętnych

# SPAWANIE

- ▣ **Przykładowe oznaczenia niektórych metod są następujące:**
- ▣ 111 - spawanie łukowe ręczne elektrodą otuloną
- ▣ 121 - spawanie łukiem krytym drutem elektrodowym
- ▣ 131 - **spawanie metodą MIG** (GMA)
- ▣ 135 - spawanie metodą MAG (GMA)
- ▣ 141 - **spawanie metodą TIG** (GTA)
- ▣ 311 - spawanie acetylenowo - tlenowe
- ▣ 21 - zgrzewanie punktowe
- ▣ 221 - zgrzewanie liniowe za zakładkę
- ▣ 912 - lutowanie twarde płomieniowe
- ▣ 943 - lutowanie miękkie piecowe

# SPAWANIE

## □ MIG/MAG

- Podczas spawania metodami MIG / MAG, łuk elektryczny jarzy się między elektrodą, mającą postać ciągłego drutu, a spawanym materiałem. Łuk stapia materiał podstawowy ze spoiwem tworząc spoinę.
- Podczas całego procesu spawalniczego drut jest nieprzerwanie transportowany z podajnika przez uchwyt spawalniczy, podobnie jak gaz ochronny.
- **Metody spawalnicze MIG oraz MAG różnią się** pomiędzy sobą tym, że w **metodzie MIG (spawanie elektrodą topliwą w osłonie atmosfery gazu obojętnego)** wykorzystywany jest obojętny gaz ochronny, który nie uczestniczy w procesie spawalniczym, **natomiast w MAG (spawanie elektrodą topliwą w osłonie gazu aktywnego), jako osłonę wykorzystuje się gazy aktywne biorące udział w procesie spawania**

# SPAWANIE

- ▣ Zazwyczaj gaz ochronny zawiera aktywny chemicznie dwutlenek węgla lub tlen i dlatego spawanie metodą **MAG** jest daleko bardziej rozpowszechnione aniżeli metoda MIG.
- ▣ W rzeczywistości termin **MIG** często stosowany jest zupełnie przypadkowo w powiązaniu ze spawaniem metodą MAG.



# SPAWANIE

- Nowoczesną odmianą jest synergiczne spawanie metodami MIG/MAG. Regulacja synergiczna lub regulacja jednym pokrętelem oznacza, że prędkość posuwu drutu spawalniczego jest związana z wielkością napięcia oraz innymi parametrami. Ułatwia to odnalezienie wartości parametrów spawalniczych, ponieważ tylko jedno pokrętko jest używane do wyregulowania mocy. Regulacja jest prosta dzięki **zadany** krzywym synergicznym, które są zapisane w pamięci panela kontrolnego. Do krzywych synergicznych może być również wprowadzona grubość spawanego materiału, co dodatkowo ułatwia dobór oraz regulację parametrów spawalniczych.

# SPAWANIE

## ▣ Synergiczne spawanie metodami MIG/MAG

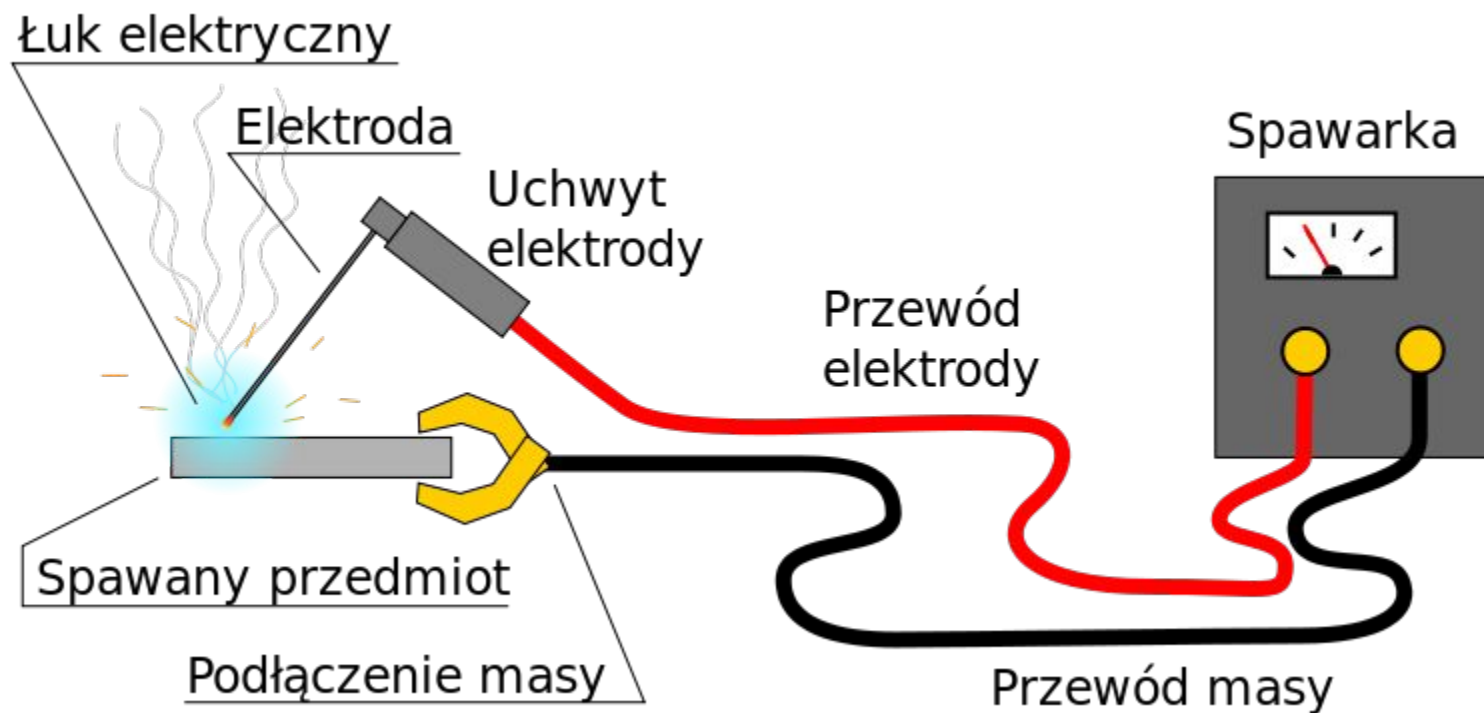
▣

- ▣ Regulacja synergiczna lub regulacja pokrętłem oznacza, że prędkość posuwu drutu spawalniczego jest związana z wielkością napięcia oraz innymi parametrami.
- ▣ Ułatwia to odnalezienie wartości parametrów spawalniczych, ponieważ tylko jedno pokrętło jest używane do wyregulowania mocy.
- ▣ Regulacja jest prosta dzięki zadany krzywym synergicznym, które są zapisane w pamięci panela kontrolnego. Do krzywych synergicznych może być również wprowadzona grubość spawanego materiału, co dodatkowo ułatwia dobór oraz regulację parametrów spawalniczych.

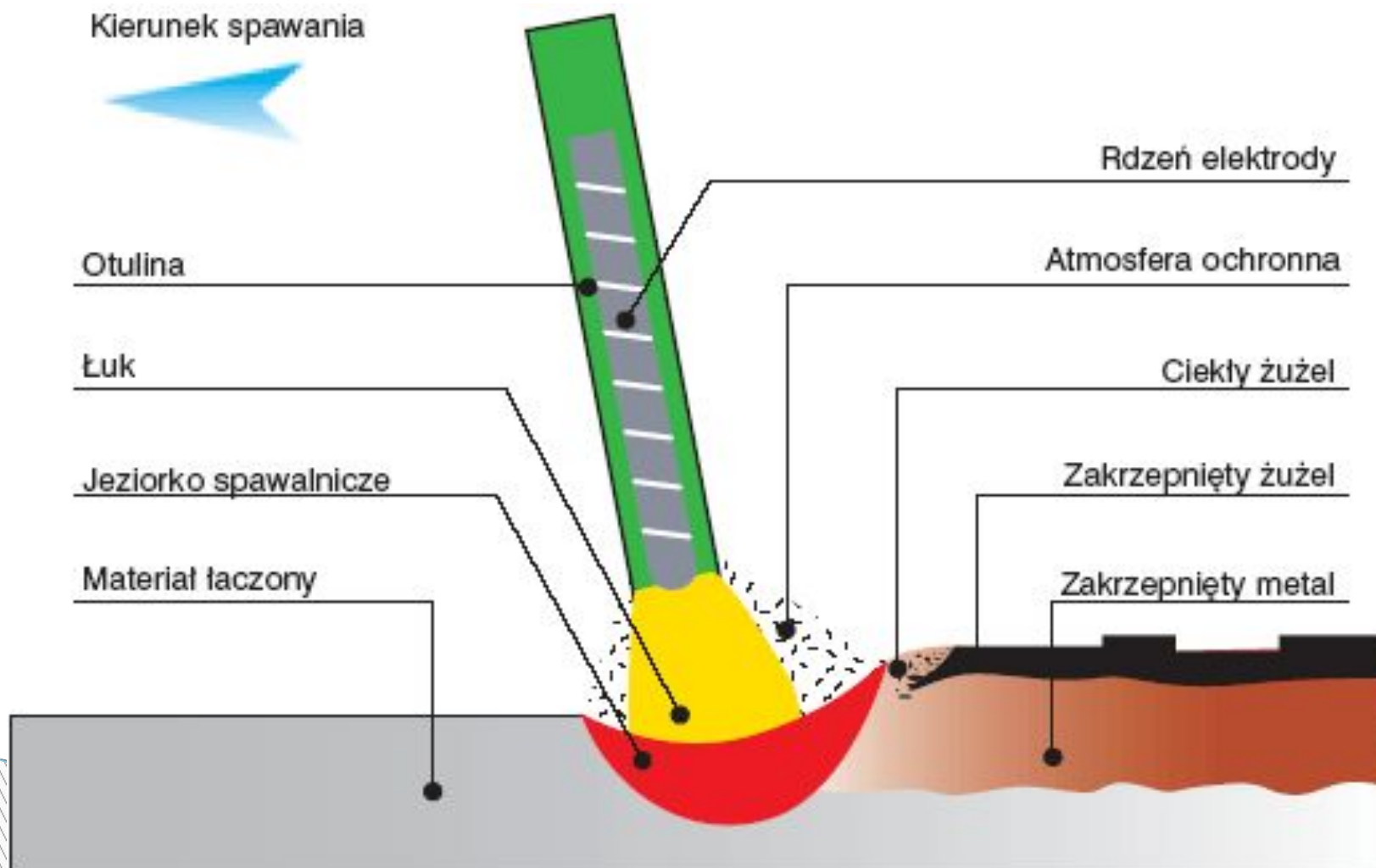
# **METODA 111 MMA**

Metoda Spawania Łukowego przy pomocy topliwej elektrody metalowej pokrytej otuliną topnika

# METODA 111 MMA



# METODA 111 MMA



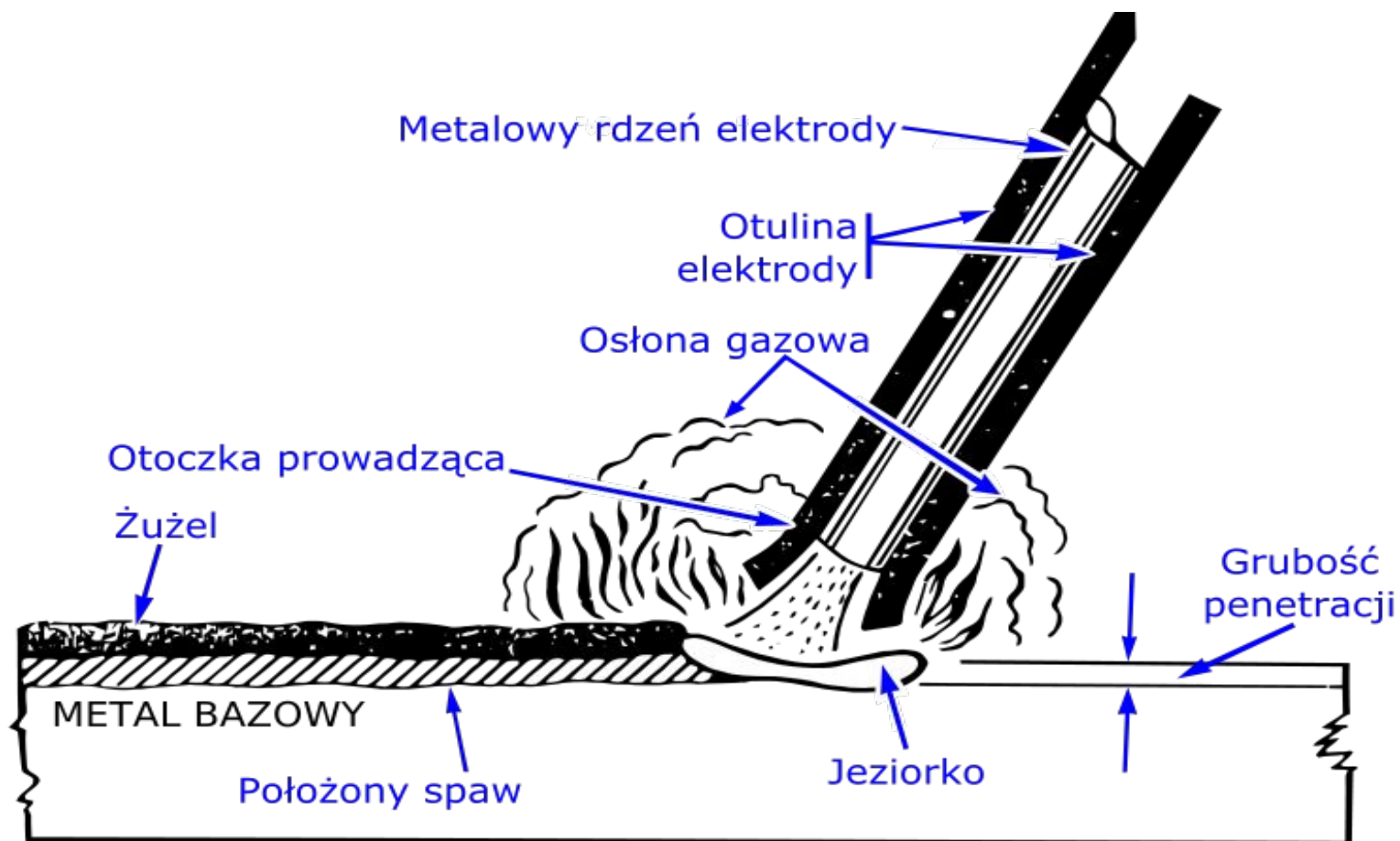
# METODA 111 MMA

- ▣ **Metoda Spawania Łukowego przy pomocy topliwej elektrody metalowej pokrytej otuliną topnika.** . . Prąd elektryczny (stały lub przemienny, stosownie do potrzeb) wytwarza łuk elektryczny pomiędzy elektrodą i łączonymi metalami.
- ▣ W czasie spawania otulina rozkłada się pod wpływem wysokiej temperatury dając substancje gazowe, które służą za gaz osłonowy oraz żużel.

# METODA 111 MMA

- Obydwa z powyższych chronią spoinę przed wpływem powietrza atmosferycznego.
- Żużel dodatkowo pokrywa spoinę zmniejszając szybkość jej stygnięcia. Ze względu na uniwersalność metody i prostotę użytego sprzętu oraz prowadzenia procesu, spawanie elektrodami otulonymi jest jedną z najpopularniejszych metod spawalniczych.
- Jest dominującą metodą w przemyśle konserwacyjnym i naprawczym. pozostaje szeroko wykorzystywaną metodą w budowie konstrukcji stalowych i produkcji przemysłowej, stosowana głównie do spawania stali i żelaza.

# METODA 111 MMA





# METODA 111 MMA

- ▣ Aby zajarzyć łuk elektryczny należy zetknąć elektrodę z przedmiotem i szybko ją cofnąć, aby uniknąć jej przyklejenia. Inną znaną techniką jest pocieranie elektrody o spawany metal w sposób podobny do zapalania zapalniczki. Łuk elektryczny powoduje topienie metalu podłoża oraz elektrody, której krople wpadają do jeziora spawalniczego - małego obszaru stopionego metalu podłoża.

# METODA 111 MMA



# METODA 111 MMA

- W czasie topnienia elektrody rozkładają się związki chemiczne zawarte w otulinie elektrody tworząc gazowe produkty, których obłok chroni stopiony metal przed utlenianiem i zanieczyszczeniem spowodowanym składnikami atmosfery.
- Dodatkowo część składników otuliny stapia się tworząc płynny żużel, pokrywający krople metalu wędrujące z elektrody.

# METODA 111 MMA

- ▣ Żużel następnie wypływa na powierzchnię stopionego metalu i krzepnie tworząc na jego powierzchni płaszcz chroniący przed dalszym utlenianiem podczas chłodzenia spoiny.
- ▣ Żużel należy następnie usunąć z ostygłej spoiny przez ostukiwanie go specjalnym młotkiem. W czasie spawania należy sukcesywnie wymieniać końcówki elektrod na nowe elektrody i usuwać żużel.

# METODA 111 MMA

- Właściwa technika spawania zależy od elektrody, składu metalu spawanego oraz pozycji i rodzaju kładzionego spawu. Wybór elektrody i pozycji spawania determinuje prędkość spawania. Spoiny w pozycji podolnej wymagają najmniej umiejętności i mogą być wykonywane przy pomocy elektrod, które szybko się topią lecz powoli krzepną.

# METODA 111 MMA

- ❑ To umożliwia zwiększenie szybkości spawania. Spoiny nachylone, pionowe lub w pozycji pułapowej wymagają większych umiejętności spawacza oraz często wymuszają stosowanie specjalnych elektrod (szybciej krzepnących), aby uniknąć wylewania się metalu z jeziora spawalniczego.
- ❑ Jednakże elektrody takie zwykle topią się wolniej, co wydłuża czas konieczny do położenia spoiny.

# Do podstawowych parametrów spawania elektrodą otuloną należą

- ▣ **Natężenie prądu** spawania dobiera się zazwyczaj na podstawie danych katalogowych producenta. Parametr ten w największym stopniu decyduje o energii cieplnej łuku, a więc głębokości wtopienia i prędkości stapiania.
- ▣ Przy stałej średnicy elektrody, **ze wzrostem natężenia prądu, wzrasta temperatura plazmy łuku, wzrasta wydajność stapiania i ilość stapianego metalu spawanego oraz głębokość, szerokość i długość jeziorka spoiny.**
- ▣ Dobór natężenia prądu spawania zależy od rodzaju spawanego materiału, rodzaju elektrody, jej średnicy, rodzaju prądu, pozycji spawania oraz techniki układania poszczególnych ściegów spoiny.

# METODA 111 MMA

- **NAPIĘCIE ŁUKU** proporcjonalne jest do długości łuku i wywiera wyraźny wpływ na charakter przenoszenia metalu w łuku, prędkość spawania i efektywność układania stopiwa.
- Ze wzrostem napięcia łuku wzrasta jego energia i w efekcie objętość jeziora spoiny. Szczególnie wyraźnie zwiększa się szerokość i długość jeziora. Przy stałym natężeniu prądu podwyższenie napięcia łuku nieznacznie wpływa na głębokość wtopienia. Długość łuku regulowana jest przez operatora i zależy od jego umiejętności manualnych i percepcji wizualnej.
- Dobór napięcia łuku zależy od rodzaju elektrody, pozycji spawania, rodzaju i natężenia prądu oraz techniki układania ściegów spoiny.



# METODA 111 MMA

- ▣ **PREDKOŚĆ SPAWANIA** jest prędkością, z jaką elektroda przesuwana jest wzdłuż złącza spawanego.
- ▣ Prędkość spawania rozpatrywana może być jako prędkość przemieszczania się końca elektrody, ale również jako prędkość wykonania jednego metra złącza i wtedy uwzględnione są wszystkie czasy pomocnicze, np. czas wymiany elektrody, oczyszczania poprzedniego ściegu itd.

# METODA 111 MMA

- ▣ **ŚREDNICA ELEKTRODY OTULONEJ** decyduje o gęstości prądu spawania, a przez to o kształcie ściegu spoiny, głębokości wtopienia i możliwości spawania w pozycjach przymusowych.
- ▣ Zwiększenie średnicy elektrody, przy stałym natężeniu prądu, prowadzi do obniżenia głębokości wtopienia i zwiększenia szerokości spoiny.
- ▣ Prawidłowo dobrana średnica elektrody to ta, przy której dla prawidłowego natężenia prądu i prędkości spawania uzyskuje się spoinę o wymaganym kształcie i wymiarach, w możliwie najkrótszym czasie.

# METODA 111 MMA

- **POCHYLENIE ELEKTRODY** względem złącza pozwala na regulację kształtu spoiny, głębokości wtopienia, szerokości lica i wysokości nadlewu.
- Pochylenie elektrody w kierunku przeciwnym do kierunku spawania powoduje, że siła dynamiczna łuku wciska ciekły metal jeziora do przodu i maleje głębokość wtopienia, a wzrasta wysokość i szerokość lica.
- Pochylenie elektrody w kierunku spawania powoduje, że ciekły metal wciskany jest do tylnej części jeziora, wzrasta głębokość wtopienia, a maleje szerokość i wysokość lica.

# METODA 111 MMA

## PRAWIDŁOWE WYKONANIE SPAWU



# METODA 111 MMA

**Najczęstszymi wadami spawalniczymi** ujawniającymi się w spoinach wykonanych metodą SMAW są rozpryski, porowatość spoiny, wady przetopu i pęknięcia.

Rozpryski, choć nie osłabiają połączenia, wpływają negatywnie na jego wygląd i zwiększają koszt czyszczenia.

Mogą być spowodowane przez nadmierny prąd, zbyt długi łuk lub ugięcie łuku **(występujących dla dużych prądów spawania)**.

# METODA 111 MMA

## Ilustracja 7:

Przykłady dobrych i złych spawów

dobry  
spaw



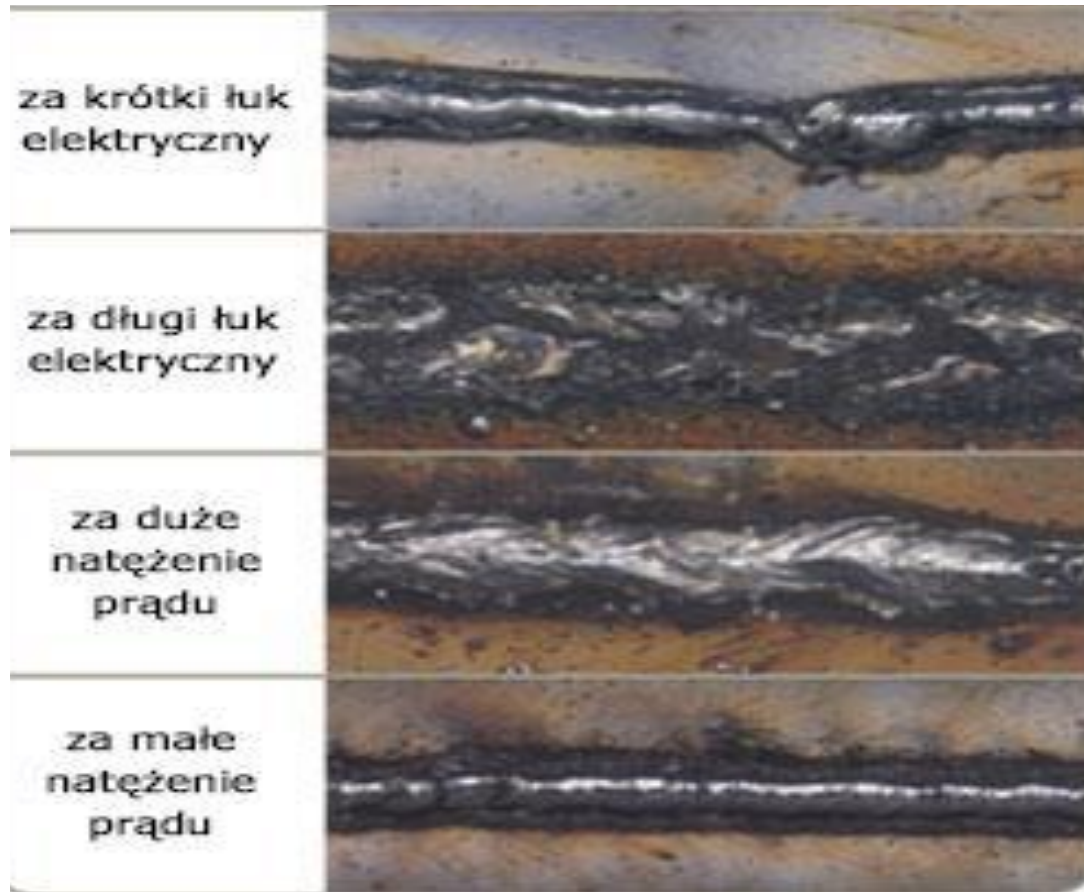
wykonany  
za szybko



wykonany  
za wolno



# METODA 111 MMA



# METODA 111 MMA

- Ugięcie łuku może również powodować porowatość spoiny, podobnie jak uczynić może zanieczyszczenie spawu, **duża prędkość spawania i zbyt długi łuk**, zwłaszcza dla elektrod niskowodorowych. Porowatość, często niewidoczna bez stosowania zaawansowanych metod badań jest poważnym problemem, gdyż może osłabiać spoinę. Kolejnym defektem gotowego złącza jest słabe stopienie, które jest zwykle dobrze widoczne. Może być powodowane przez niski prąd, zanieczyszczenie spawanych powierzchni, lub użycie nieprawidłowej elektrody.



# METODA 111 MMA

- Spawanie elektrodami otulonymi, jak każda metoda spawania, może być niebezpieczna, jeśli nie zostaną podjęte odpowiednie czynności zapobiegawcze.
- W metodzie tej stosuje się nieosłonięty łuk elektryczny, stwarzający ryzyko oparzeń.
- Aby temu zapobiec stosuje się środki ochrony osobistej w postaci skórzanych rękawic i koszuli z długim rękawem.

# METODA 111 MMA

- Płytkiej penetracji, kolejnemu zagrożeniu dla własności mechanicznych złącza, można zaradzić przez zmniejszenie prędkości spawania, **zwiększenie prądu lub zastosowanie cieńszej elektrody**. Wszystkie z powyższych defektów mogą przyczyniać się do zwiększenia podatności spawu na pękanie, lecz liczą się też inne czynniki. Wysoka zawartość węgla, składników stopowych lub siarki może prowadzić do pękania, zwłaszcza, jeśli nie są stosowane podgrzewanie przed spawaniem i elektrody o obniżonej zawartości wodoru.
- Co więcej, spawane przedmioty nie powinny być zbyt mocno umocowane przed odkształceniami w czasie spawania, gdyż wprowadza to naprężenia szczytkowe do złącza i może powodować pękanie w czasie chłodzenia i kurczenia spawu.

# METODA 111 MMA



# METODA 111 MMA



# METODA 111 MMA

- Silne promieniowanie widzialne w okolicy łuku elektrycznego i stygnącej spoiny może powodować **ślepotę śnieżną!** Jest to oparzenie rogówki oka spowodowane promieniowaniem nadfioletowym występujące również wraz z poparzeniem siatkówki.
- **Aby zapobiec ekspozycji oczu na szkodliwe promieniowanie używa się tarcz ochronnych lub hełmów ze szklanym filtrem osłabiającym intensywność światła i blokującym ultrafiolet.**
- W ostatnich czasach zaczęto produkować hełmy z filtrem samoczynnie ściemniającym się pod wpływem dużych ilości promieniowania UV.

# METODA 111 MMA



*Automatyczna przyłbica spawalnicza jest produktem najnowszej generacji przeznaczonym do ochrony osobistej.*

*W przyłbicy tej zastosowano najnowszą technologię, taką jak: detektory optoelektroniczne, zasilanie solarne, mikroelektronikę, ekran LCD itp. Automatyczna przyłbica spawalnicza nie tylko efektywnie chroni oczy operatora przed szkodliwym działaniem promieniowania łuku elektrycznego, lecz również „uwalnia” jego obie ręce.*

*W wyniku tego możliwe jest uzyskanie znacznie wyższej jakości, oraz efektywności wykonywanej pracy.*

*Przyłbica wyposażona jest w filtr spawalniczy mający możliwość zmiany stopnia zaciemnienia. Filtr przed spawaniem jest transparentny, więc spawacz ma możliwość dokładnej obserwacji obszaru roboczego*

# METODA 111 MMA

- ▣ Parujące metale i substancje zawarte w otulinie elektrody narażają spawaczy na niebezpieczne gazy i aerozole lub dymy. Wytwarzane na miejscu spawania dymy zawierają cząsteczki różnych tlenków.
- ▣ Rozmiar cząsteczek ma wpływ na ich toksyczność - mniejsze stwarzają większe zagrożenie. Dodatkowo w okolicy łuku elektrycznego mogą tworzyć się gazy, takie jak dwutlenek węgla lub ozon, będące gazami toksycznymi - należy więc stosować wentylację o odpowiedniej wydajności.
- ▣ Niektóre nowoczesne maski i hełmy spawalnicze posiadają elektryczny wentylator pomagający rozwiewać szkodliwe opary.

# METODA 111 MMA

- ❑ Spawanie elektrodą otuloną jest często stosowane do łączenia stali węglowych oraz nisko- i wysokostopowych, stali nierdzewnych, żeliwa i żeliwa sferoidalnego. Metale nieżelazne takie jak miedź, nikiel i ich stopy i w rzadkich przypadkach aluminium są spawane tą metodą rzadziej.
- ❑ Minimalna grubość spawanego materiału jest zależna głównie od umiejętności spawacza, lecz rzadko schodzi poniżej 1,5 mm. Górna granica grubości nie istnieje.
- ❑ Dzięki odpowiedniemu przygotowaniu złącza i wielu przebiegom można spawać materiały o praktycznie nieograniczonej grubości. Co więcej, metodę w zależności od używanej elektrody i umiejętności spawacza można stosować w każdej pozycji.



# METODA 111 MMA

- **Prostownik spawalniczy do spawania elektrodami otulonymi.**
- Preferowana polaryzacja systemu zależy głównie od używanej elektrody i pożądanych właściwości gotowego złącza.
- **Prąd stały z ujemnie** naładowaną elektrodą, powoduje powstawanie większości ciepła na elektrodzie, zwiększając tempo jej topnienia i zmniejszając głębokość spoiny.
- **Odwrócenie polaryzacji**, zwiększa penetrację spoiny, jako że większość ciepła wydzielą się na spawanym przedmiocie. Spawanie prądem zmiennym, gdzie polaryzacja zmienia się 100 razy w ciągu sekundy, daje równy rozkład ciepła i zapewnia kompromis pomiędzy topnieniem elektrody i penetracją spoiny.

# METODA 111 MMA

- ❑ Spawarki posiadają stały prąd na wyjściu, zapewniający względnie stałe ciepło spawania, nawet przy zmiennej długości łuku i napięcia.
- ❑ To ważne, ponieważ większość zastosowań metody to spawanie ręczne, wymagające od spawacza trzymania uchwytu.
- ❑ Utrzymanie odpowiednio stabilnego łuku jest trudne jeśli stosuje się stałonapięciową spawarkę, ponieważ powoduje ona duże wahania ciepła i czyni spawanie trudniejszym.
- ❑ Doświadczeni spawacze wykonujący skomplikowane spoiny mogą regulować natężenie prądu przez skracanie i wydłużanie łuku, ponieważ prąd nie utrzymuje zupełnie stałej wartości.

# METODA 111 MMA

- Typowy sprzęt do spawania elektrodami otulonymi składa się z transformatora obniżającego napięcie oraz prostownika (w modelach stałoprądowych). Spawarki zwykle obniżają napięcie zasilania na stronie wtórnej zwiększając natężenie prądu. W rezultacie zamiast przykładowo 230 V przy 50 A uzyskuje się napięcie rzędu 17-45 V przy natężeniach dochodzących do 600 A.

# METODA 111 MMA - spawarka



# METODA 111 MMA - uchwyt spawalniczy, elektrody



# METODA 111 MMA

- Ten sam efekt mogą dawać różne typy transformatorów, w tym wielocewkowe i falowniki, każdy używający innej metody do sterowania prądem spawania.
- Wielocewkowe dostosowują prąd przez zmianę liczby zwojów uzwojenia lub przez zróżnicowanie odległości pomiędzy uzwojeniem pierwotnym i wtórnym (w transformatorach z ruchomym uzwojeniem lub ruchomym rdzeniem). Falowniki, mniejsze i łatwiej przenośne, stosują komponenty elektroniczne do zmiany charakterystyki prądu.

# ELEKTRODY

- ▣ Wybór elektrody do spawania zależy od szeregu czynników, w tym od rodzaju spawanego materiału, pozycji spawania i pożądanych właściwości spawu.
- ▣ Elektroda jest pokryta otuliną, która rozkłada się dając topniki, gazy osłaniające rejon spawania od wpływu atmosfery, odtleniacze oczyszczające spaw, żużel ochraniający spoinę i spowalniający jej stygnięcie, związki zwiększające stabilność łuku i ułatwiające jego zajarzenie oraz wzbogacające spoinę w dodatki stopów.

# METODA 111 MMA

- Elektrody można podzielić na trzy grupy -  
szybkotopniejące
- szybkokrzepnące , dostarczają  
szybkokrzepnącego metalu, który umożliwia  
spawanie w różnych pozycjach, zapobiegając  
wypływaniu stopionego metalu z jeziora  
spawalniczego
- pośrednia kategoria to elektrody, które  
zapewniają kompromis pomiędzy szybkością  
topnienia oraz krzepnięcia, topią się szybko,  
umożliwiając zwiększenie prędkości spawania,



# METODA 111 MMA

- ▣ Otulina elektrody składa się z różnych związków, w tym **rutylu, fluorku wapnia, celulozy i pyłu żelaza**.
- ▣ **Elektrody rutyłowe**, pokryte otuliną z 25-45%  $\text{TiO}_2$  charakteryzują się łatwością spawania i dobrym wyglądem gotowej spoiny. Jednakże spoiny powstałe przy ich pomocy zawierają dużo wodoru, co zwiększa kruchość i podatność na pękanie - z tego powodu można nimi spawać tylko dobrze spawalne stale. Można nimi spawać we wszystkich pozycjach, prądem stałym lub przemiennym.

# METODA 111 MMA

- ▣ **Elektrody zawierające fluorek wapnia**, czasem zwane zasadowymi lub niskowodorowymi są higroskopijne i wymagają przechowywania w suchych warunkach oraz suszenia przed użyciem. Mogą być stosowane we wszystkich pozycjach, przeważnie z użyciem prądu stałego (plus na elektrodzie). Spoiny wykonane tymi elektrodami są bardzo mocne, dlatego są stosowane do spawania grubych przekrojów w sztywnych konstrukcjach. Powierzchnia spoiny jest wypukła i szorstka.

# METODA 111 MMA

- **Elektrody celulozowe** ; zawierają duże ilości palnych związków organicznych, dają duże ilości gazów i cienką warstwę żużla.
- Nie należy ich stosować w słabo wentylowanych przestrzeniach. Zapewniają one głębokie wtopienie, lecz wytrzymałość spoiny nie jest duża. Można nimi spawać zarówno prądem stałym jak i prądem przemiennym.
- Proszek żelaza jest częstym dodatkiem do wszystkich rodzajów elektrod zwiększającym wydajność spawania, czasem nawet aż dwukrotnie.

# Oznaczenie elektrod według norm

- ▣ **PN EN 499** :Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego stali niestopowych i drobnoziarnistych
- ▣ **PN-EN 757** : Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego stali o wysokiej wytrzymałości
- ▣ **PN-EN 1599** : Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego stali żarowytrzymałych
- ▣ **PN-EN 1600** : Elektrody otulone do ręcznego spawania łukowego stali nierdzewnych i żaroodpornych

**METODA 111**

**MMA**

# **SYMBOL RODZAJU OTULINY**

**□ E 46 6 (2Ni) B 3 2 H5**

**E** : symbol elektrody otulonej do  
ręcznego  
spawania łukowego

# SYMBOL RODZAJU OTULINY

## □ **E 46 6 (2Ni) B 3 2 H5**

**46** : wytrzymałość i wydłużenie stopiwa.

□ Symbol, 35. 38. 42. 46. 50.

□ Minimalna granica plastyczności (N/mm<sup>2</sup>) 355. 380. 420.  
460. 500

□ Wytrzymałość na rozciąganie(N/mm<sup>2</sup>)

440 do 570 , 470 do 600, 500 do 640 , 530 do 650 , 560  
do 720

□ Minimalne wydłużenie(%) 22, 20, 18

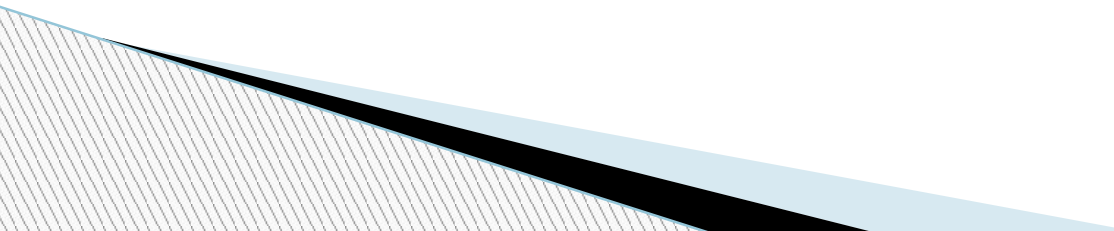
# SYMBOL RODZAJU OTULINY

## □ E 46 6 (2Ni) B 3 2 H5

**2Ni** : symbol składu chemicznego stopiwa

- Bez oznaczenia 2,0 Mo 1,4 Mn Mo > 1,4 - 2,0 0,3 - 0,6
- 1Ni 1.4 0,6 - 1,2
- 2Ni 1.4 1,8 - 2,6
- 3Ni 1.4 >2,6 - 3,8
- Mn1Ni >1,4 - 2,0 0,6 - 1,2
- 1NiMo 1,4 0,3 - 0,6 0,6 - 1,2
- Z każdy inny uzgodniony skład chemiczny

# SYMBOL RODZAJU OTULINY

- **E 46 6 (2Ni) B 3 2 H5**
  - **B** : Symbol rodzaju otuliny
  - A otulina kwaśna
  - B otulina zasadowa
  - C otulina celulozowa
  - R otulina rutyłowa
  - RA otulina rutyłowo-kwaśna
  - RB otulina rutyłowo-zasadowa
  - RC otulina rutyłowo-celulozowa
  - RR otulina rutyłowo-gruba
- 



# SYMBOL RODZAJU OTULINY

**E 46 6 (2Ni) B 3 2 H5**

**3** : Symbole uzysku stopiwa i rodzaju prądu spawania

## WYDAJNOŚĆ

- 1 -  $\leq 105$  %
- 2 -  $\leq 105$  %
- 3 -  $> 105$  ;  $\leq 125$  %
- 4 -  $> 105$  ;  $\leq 125$  %
- 5  $> 125$  ;  $\leq 160$  %
- 6  $> 125$  ;  $\leq 180$  %
- 7  $> 160$  %
- 8  $> 160$  %

## PRĄD

- przemienny i stały
- stały
- przemienny i stały
- stały
- przemienny i stały
- stały
- przemienny i stały
- stały

# SYMBOL RODZAJU OTULINY

□ **E 46 6 (2Ni) B 3 2 H5**

□ **2** : symbol charakteryzujący pozycje spawania

Symbol

Pozycja

1 wszystkie pozycje

2 wszystkie pozycje z wyjątkiem pionowej z góry na dół.

3 pozycja podolna w przypadku dla spoiny czołowej, podolna i naboczna w przyp. dla spoiny pachwinowej

4 pozycja podolna w przypadku dla spoiny czołowej, pozycja podolna w przypadku spoiny pachwinowej

5 pozycja pionowa z góry na dół

# SYMBOL RODZAJU OTULINY

- ▣ **E 46 6 (2Ni) B 3 2 H5**
- ▣ **H5** : Symbol zawartości wodoru w stopiwie





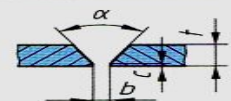
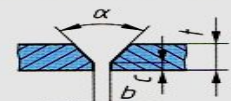
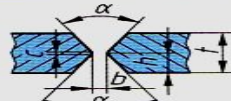

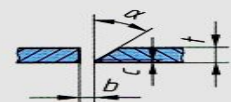
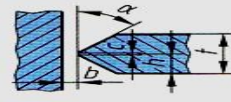

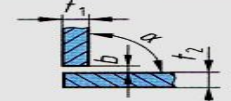
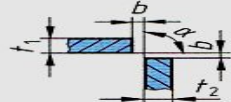
Zawartości wodoru w ml/100 g stopiwa max

H5	5
H10	10
H15	15

# PRZYGOTOWANIE SPOIN

## Przygotowanie złącza

PN-EN 23832 (1997-07)

Nazwa i symbol spoiny	Grubość części $t$ mm	A <sup>1)</sup>	Przygotowanie złącza			Zalecana metoda spawania <sup>2)</sup>	Uwagi	
			Kształt spoiny	Szczelina $b$ mm	Próg $c$ mm			Kąt $\alpha$ in°
Spoina brzeżna 	0 ... 2	e		—	—	—	3, 111, 141, 131, 135	spawanie cienkich blach, najczęściej, bez dodatkowego materiału
Spoina I II	0 ... 4	e		$\approx t$	—	—	3, 111, 141	niewiele materiału dodatkowego, żadnego przygotowania złącza
	0 ... 8	b		$\approx t/2$	—	—	111, 141	
				$\leq t/2$	—	—	131, 135	
Spoina V 	3 ... 10	e		$\leq 4$	$c \leq 2$	$40^\circ \dots 60^\circ$	3	—
	3 ... 40	b		$\leq 3$	$c \leq 2$	$\approx 60^\circ$	111, 141	
						$40^\circ \dots 60^\circ$	131, 135	
Spoina Y Y	5 ... 40	e		1 ... 4	2 ... 4	$\approx 60^\circ$	111, 131, 135, 141	—
	> 10	b		1 ... 3	2 ... 4	$\approx 60^\circ$	111, 141	
						$40^\circ \dots 60^\circ$	131, 135	
Spoina X X	> 10	b		1 ... 3	$c \leq 2$	$\approx 60^\circ$	111, 141	symetryczny kształt szczeliny, $h = t/2$
						$40^\circ \dots 60^\circ$	131, 135	
Spoina 1/2 V 	3 ... 10	e		2 ... 4	1 ... 2	$35^\circ \dots 60^\circ$	111, 131, 135, 141	—
	3 ... 30	b		1 ... 4	$c \leq 2$	$35^\circ \dots 60^\circ$	111, 131, 135, 141	
Spoina K K	> 10	b		1 ... 4	$c \leq 2$	$35^\circ \dots 60^\circ$	111, 131, 135, 141	symetryczny kształt szczeliny, $h = t/2$
Spoina pachwinowa 	> 2	e		$\leq 2$	—	$70^\circ \dots 100^\circ$	3, 111, 131, 135, 141	teowa
	> 3	b		$\leq 2$	—	$70^\circ \dots 110^\circ$	3, 111, 131, 135, 141	obustronna, złącze kątowe

# Oznaczenia egzaminu spawacza wg . PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606

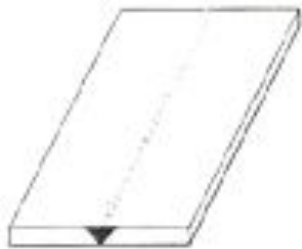
Pozytywny wynik z egzaminu weryfikacyjnego uprawnia spawacza do uzyskania przedłużenia ważności posiadanego świadectwa na kolejne dwa lata otrzymania nowego świadectwa.

## Oznaczenia egzaminu spawacza wg PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606

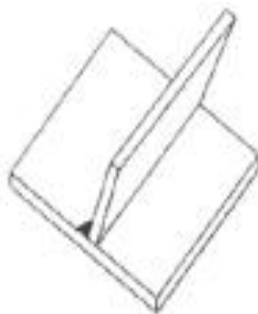
<u>EN 287-1</u>	<u>111</u>	<u>T</u>	<u>BW</u>	<u>1.3</u>	<u>B</u>	<u>t08</u>	<u>D150</u>	<u>H-L045</u>	<u>ss nb</u>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

# Pozycje spawania wg PN-EN ISO 6947

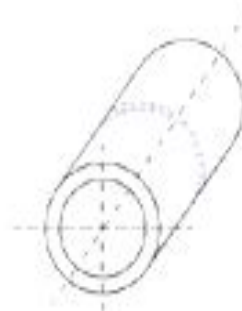
Pozycja spawania: podolna: PA



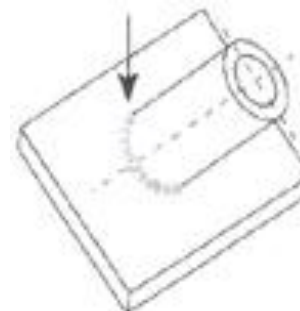
**Złącze  
doczołowe  
spoina  
czołowa**



**Złącze teowe  
spoina  
pachwinowa**



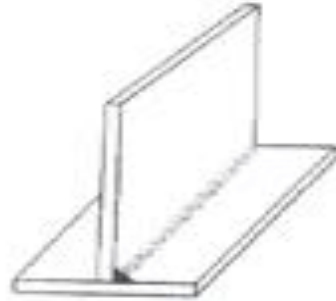
**Rura:  
obrotowa  
Oś: pozioma  
spoina  
czołowa**



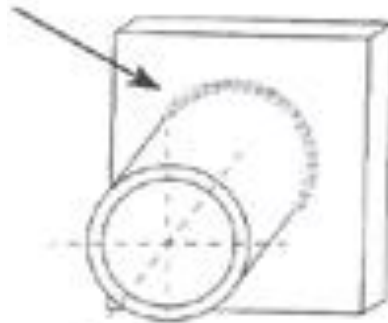
**Rura:  
obrotowa  
Oś: pochylona  
spoina  
pachwinowa**

# Pozycje spawania wg PN-EN ISO 6947

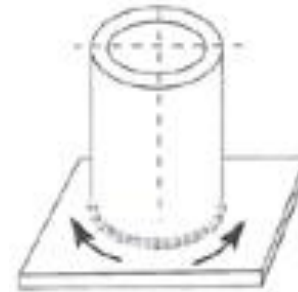
## Pozycja spawania: naboczna: PB



Złącze teowe  
spoina pachwinowa



Rura: obrotowa  
Oś: pozioma  
spoina pachwinowa



Rura: stała  
Oś: pionowa  
spoina pachwinowa

# Pozycje spawania wg PN-EN ISO 6947

Pozycja spawania: naścienna: PC



Złącze doczołowe  
spoina czołowa



Rura: stała  
Oś: pionowa  
spoina czołowa

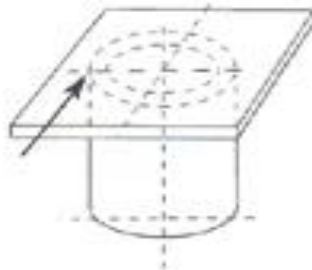


# Pozycje spawania wg PN-EN ISO 6947

**Pozycja spawania: okapowa:  
PD**



Złącze teowe  
spoina  
pachwinowa



Rura: stała  
Oś: pionowa

**Pozycja spawania: pułapowa: PE**



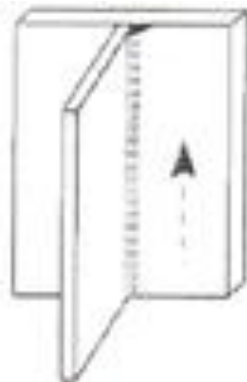
Złącze doczołowe  
spoina czołowa

# Pozycje spawania wg PN-EN ISO 6947

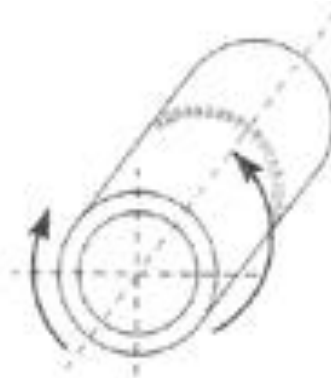
Pozycja spawania: pionowa z dołu do góry: PF



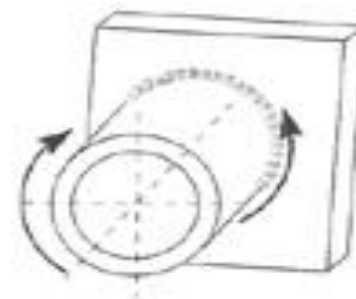
Złącze doczołowe  
spoina czołowa



Złącze teowe  
spoina pachwinowa



Rura: stała  
Oś: pozioma  
spoina czołowa



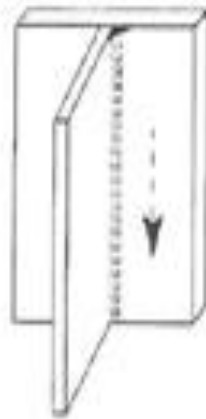
Rura: stała  
Oś: pozioma  
spoina pachwinowa

# Pozycje spawania wg PN-EN ISO 6947

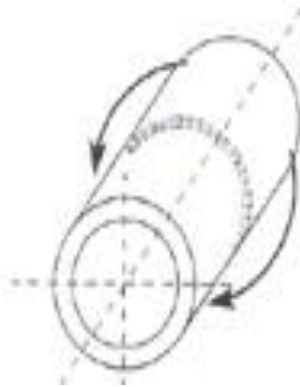
Pozycja spawania: pionowa z góry na dół: PG



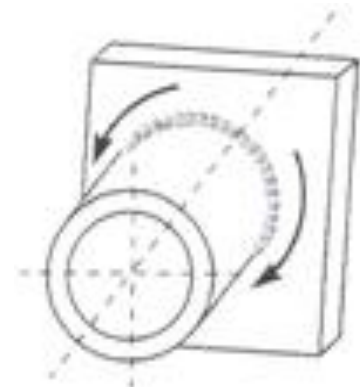
Złącze doczołowe  
spoina czołowa



Złącze teowe  
spoina pachwinowa



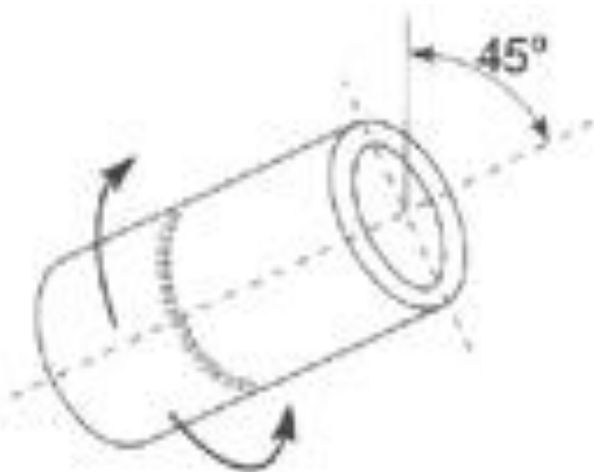
Rura: stała  
Oś: pozioma  
spoina czołowa



Rura: stała  
Oś: pozioma  
spoina pachwinowa

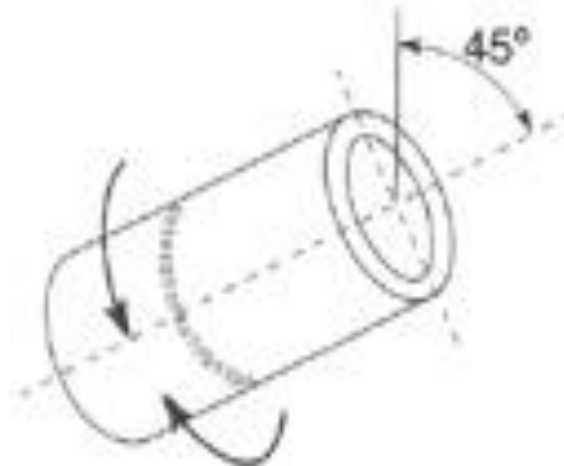
# Pozycje spawania wg PN-EN ISO 6947

**Pozycja spawania:  
z dołu do góry: H-LO45**



Rura: stała  
Oś: poczyłona  
Spoina czołowa

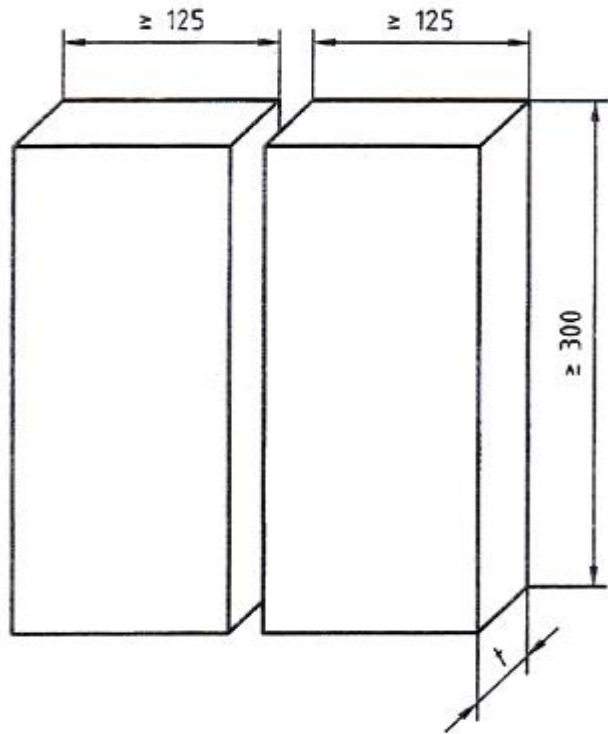
**Pozycja spawania:  
z góry na dół: J-LO45**



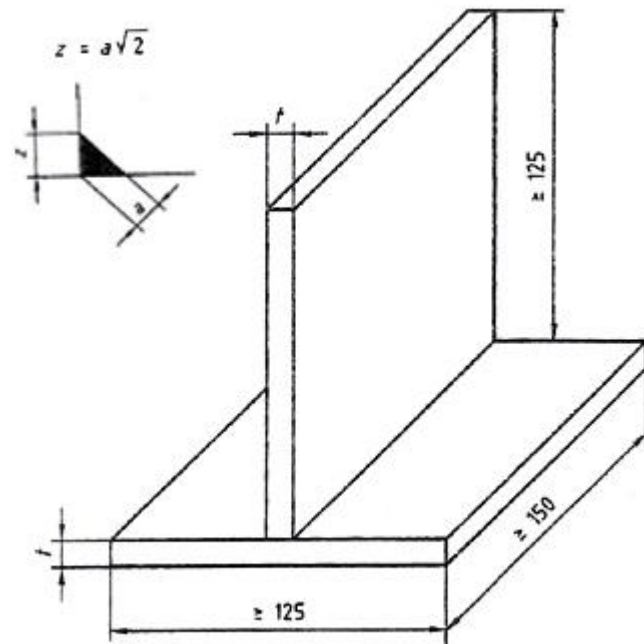
Rura: stała  
Oś: poczyłona  
Spoina czołowa

# Pozycje spawania wg PN-EN ISO 6947

## 1. Wymiary złącza próbnego dla spoin czołowych blach



## Wymiary złącza próbnego dla spoin pachwinowych blach



- a** grubość nominalna spoiny pachwinowej
- t** grubość materiału złącza próbnego
- z** długość przyprostokątnej spoiny pachwinowej

# Oznaczenia egzaminu spawacza wg PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606

- Przykład oznaczenia:
- Wyjaśnienie oznaczeń:
- **1.Norma według której odbył się egzamin:**
  - 
  - PN-EN 287-1:2007 Stal
  - PN-EN 9606-2 Aluminium i stopy aluminium
  - PN-EN 9606-3 Miedź i stopy miedzi
  - PN-EN 9606-4 Nikiel i stopy niklu
  - PN-EN 9606-5 Tytan i stopy tytanu, cyrkon i stopy cyrkonu

# Oznaczenia egzaminu spawacza wg PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606

- **2. Numery odniesienia procesów spawania**
- **wg PN-EN ISO 4063**
- **(najbardziej popularne metody spawania)**
- 111 spawanie łukowe elektrodą otuloną MMA
- 114 spawanie łukowe samoosłonowym drutem proszkowym
- 121 spawanie łukiem krytym drutem elektrodowym
- 131 spawanie metodą MIG
- 135 spawanie metodą MAG
- 136 spawanie w osłonie gazu aktywnego drutem proszkowym
- 137 spawanie w osłonie gazu obojętnego drutem proszkowym
- 141 spawanie metodą TIG
- 15 spawanie plazmowe
- 311 spawanie acetylenowo-tlenowe
- **3. Rodzaje złącza egzaminacyjne**
- P blacha
- T rura
- **4. Rodzaj spoiny**
- BW spoina czołowa
- FW spoina pachwinowa
-

# Oznaczenia egzaminu spawacza wg PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606

## ▣ 5. Grupy materiałowe wg. ISO/TR 15608

### ▣ Grupa 1

1.1 Stale o minimalnej granicy plastyczności  $ReH \leq 275 \text{ N/mm}^2$

1.2 Stale o minimalnej granicy plastyczności  $275 \text{ N/mm}^2 < ReH \leq 360 \text{ N/mm}^2$

1.3 Droбноziarniste stale normalizowane o  $ReH > 360 \text{ N/mm}^2$

1.4 Stale o podwyższonej odporności na korozję

**2. Droбноziarniste stale** przerobione termo-mechanicznie i staliwa o minimalnej granicy plastyczności  $ReH > 360 \text{ N/mm}^2$

**3. Stale ulepszone cieplnie i utwardzane** dyspersyjnie za wyjątkiem stali nierdzewiejących o  $ReH > 360 \text{ N/mm}^2$

**4. Stale Cr-Mo-(Ni) z niską zawartością wanadu**, o zawartości  $Mo \leq 0,7\%$  i  $V \leq 0,1\%$

**5. Stale Cr-Mo bez zawartości wanadu** i o zawartości  $C \leq 0,35\%$

**6. Stale Cr-Mo-(Ni) z dużą zawartością wanadu**

**7. Stale ferrytyczne**, martenzytyczne lub utwardzane dyspersyjnie stale nierdzewiejące

o zawartości  $C \leq 0,35\%$  i  $10,5\% \leq Cr \leq 30\%$

**8. Stale austenityczne**

◦ **Stale niklowe** o zawartości  $Ni \leq 3,0\%$

◦ **Stale niklowe** o zawartości  $3,0\% < Ni \leq 8,0\%$

▣ 9.3 **Stale niklowe** o zawartości  $8,0\% < Ni \leq 10,0\%$

▣ 10 **Nierdzewne stale** austenityczno-ferrytyczne (stale Duplex)

▣ 11 **Stale objęte grupą 1** oprócz zawartości  $0,25\% < C \leq 0,5\%$



# Oznaczenia egzaminu spawacza wg PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606

## 6. Materiał dodatkowy

nm bez materiału dodatkowego

A otulina kwaśna

B otul. zasadowa lub drut proszkowy zasadowy

C otulina celulozowa

M drut proszkowy z proszkiem metalicznym

P drut proszkowy rutyłowy - z szybko krzepnącym żużlem

R otul. rutyłowa lub drut proszkowy rutyłowy - z wolno krzepnącym żużlem

RA otulina rutyłowo-kwaśna

RB otulina rutyłowo-zasadowa

RC otulina rutyłowo-celulozowa

RR otulina rutyłowa (grubootulona)

**S drut lity lub pręt**

V drut proszkowy rutyłowy lub zasadowo/fluorkowy

W drut proszkowy zasadowo/fluorkowy, z wolno krzepnącym żużlem

Z druty proszkowe innego typu

Y drut proszkowy zasadowo/fluorkowy, z szybko krzepnącym żużlem

# Oznaczenia egzaminu spawacza wg PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606

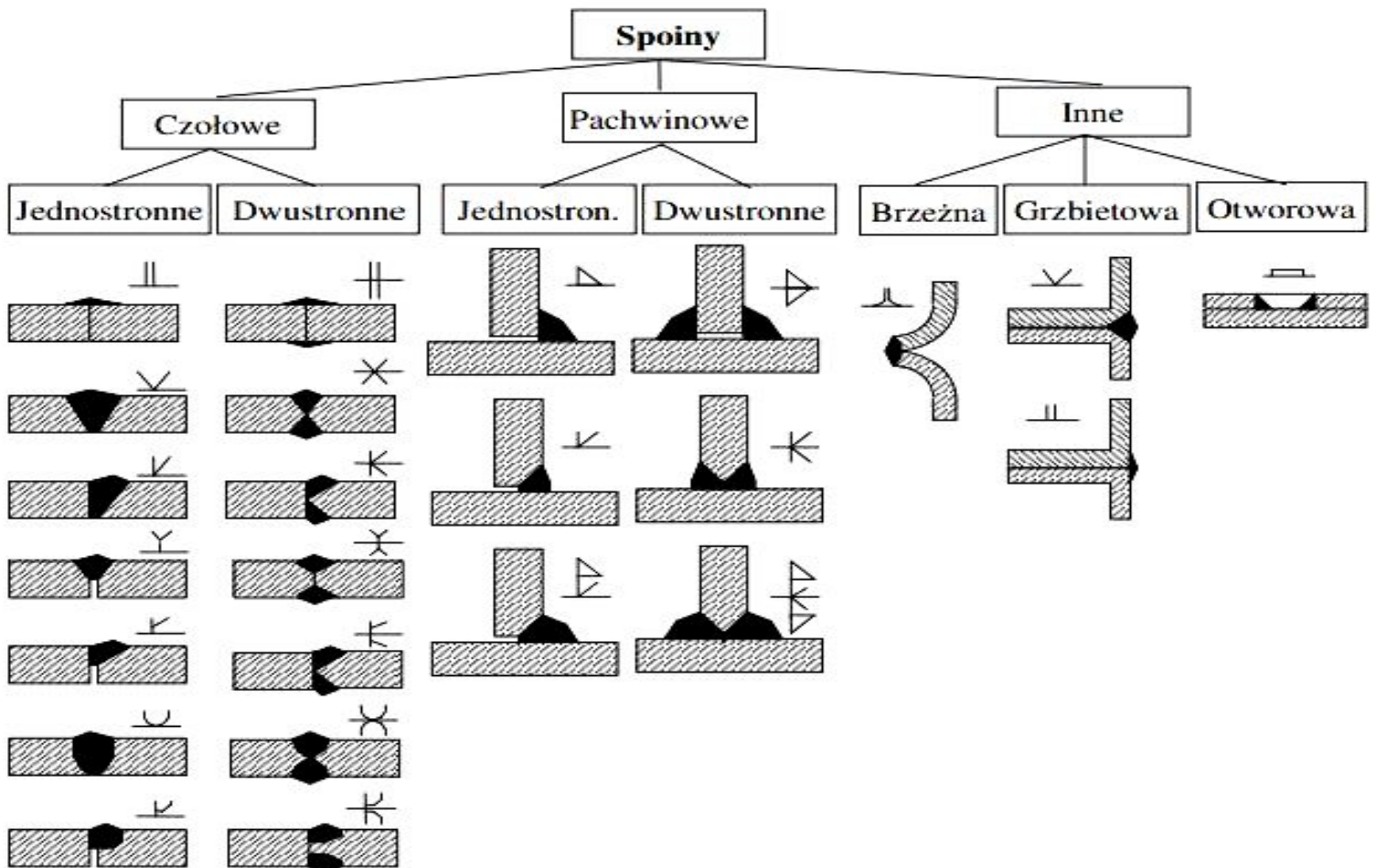
- **7. Grubość złącza egzaminacyjnego blachy lub ścianki rury** t [mm]  
t - 8mm
  
- **8. Średnica zewnętrzna rury** złącza egzaminacyjnego D [mm]  
D - 150mm 9.
  
- **9. Pozycje spawania wg PN-EN ISO 6947**
  - **PA** podolna
  - **PB** poboczna
  - **PC** naścienna
  - **PD** okapowa
  - **PF** pionowa, z dołu do góry
  - **PG** pionowa, z góry na dół
  - **H-L045** Rura, Oś: pochylona; Spoina: z dołu do góry
  - **J-L045** Rura, Oś: pochylona; Spoina: z góry na dół

# Oznaczenia egzaminu spawacza wg PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606

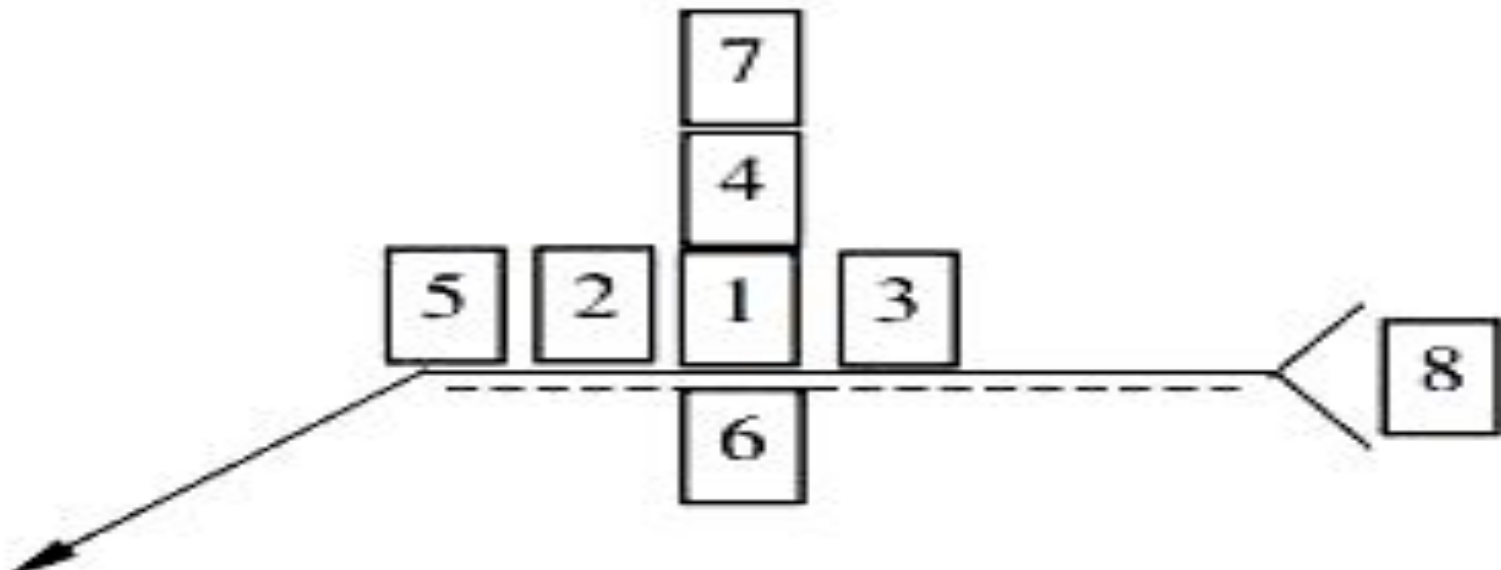
## ▣ 10. Sposób wykonania złącza egzaminacyjnego

- ▣ **Bs** spawanie dwustronne
- ▣ **ss** spawanie jednostronne
- ▣ **nb** spawanie bez podkładki
- ▣ **mb** spawanie na podkładce
- ▣ **sl** spawanie jednościgowe  
(tylko dla spoin pachwinowych)
- ▣ **ml** spawanie wielościgowe  
(tylko dla spoin pachwinowych)
- ▣ **rw** spawanie techniką w prawo  
(tylko dla metody 311)
- ▣ **lw** spawanie techniką w lewo  
(tylko dla spoin pachwinowych)



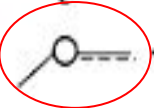
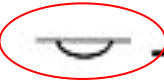

# Oznaczenia egzaminu spawacza wg PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606



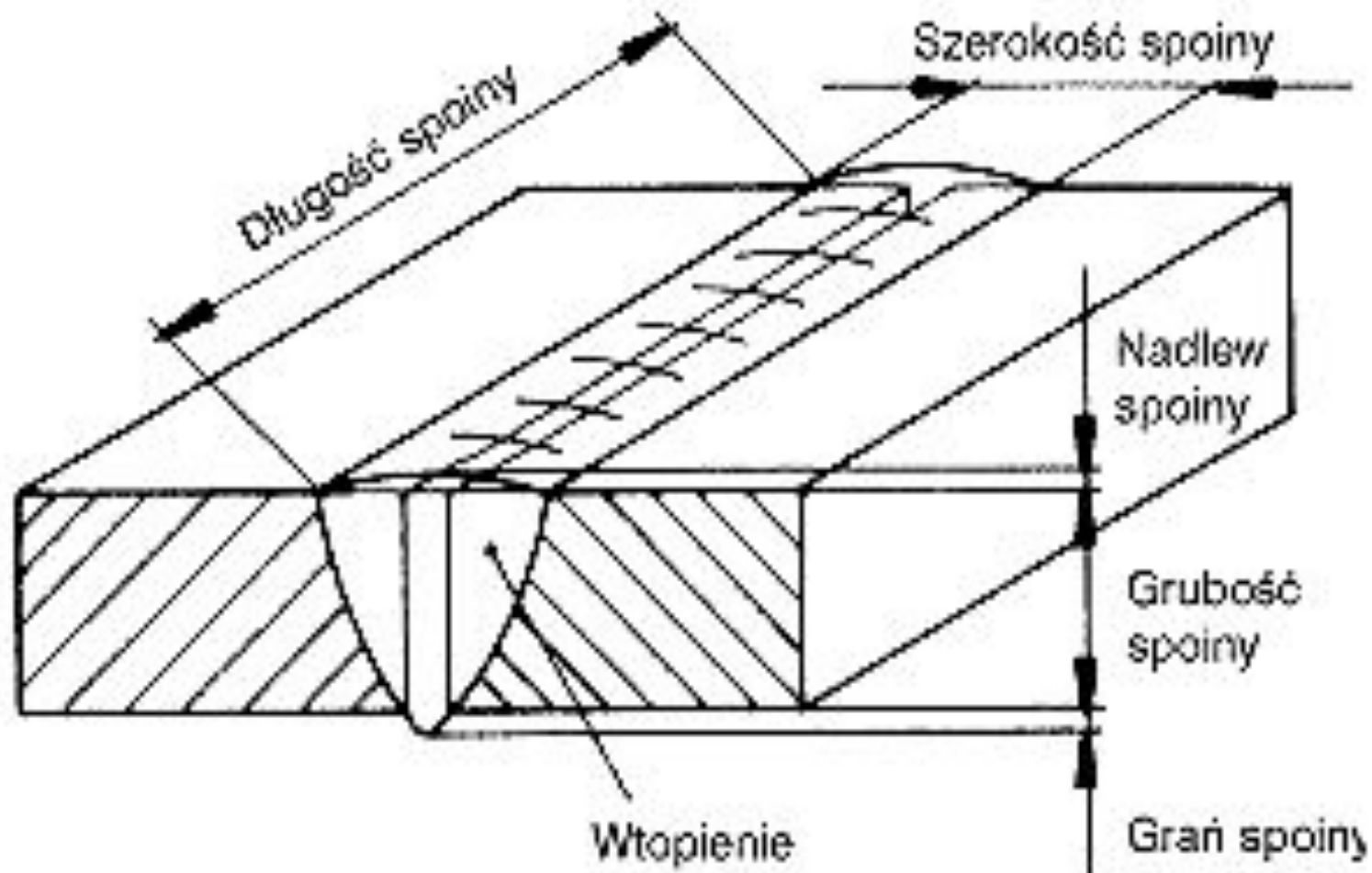
# Oznaczenia egzaminu spawacza wg PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606



# Oznaczenia egzaminu spawacza wg PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606

1. Symbol spoiny.
2. Wymiar – przekrój poprzeczny (grubość).
3. Wymiar – przekrój wzdłużnego (długość spoiny).
4. Znaki dodatkowe: — spoina z licem płaskim  - lico wypukłe  - lico wklęsłe.
5. Znaki dodatkowe:  - spoina wykonana po zamkniętym obwodzie .
6. Znaki dodatkowe:  - spoina podpawana,  - spawana z podkładką.
7. Wymiary brzegów spoiny (kąt pochylenia, odstęp między prefabrykatami itp.)
8. Symbol przedstawiające: nr spoiny, metoda spawania, jakość spoiny, metoda kontroli, nr instrukcji spawania itp..

# Oznaczenia egzaminu spawacza wg PN-EN 287 lub PN-EN ISO 9606





INSTYTUT SPAWALNICTWA - POLSKA  
INSTITUTE OF WELDING - POLAND  
OŚRODEK CERTYFIKACJI  
CERTIFICATION CENTRE - ANB

Jednostka akredytowana przez Polskie Centrum Akredytacji według wymagań normy PN-EN ISO/IEC 17024  
Uznana organizacja trzeciej strony zgodnie z Artykułem 13 Dyrektywy Europejskiej 97/23/WE, Nr 1405

1 **Welder Approval Test Certificate**  
Świadcstwo Egzaminu Spawacza

2 **Designation(s):** EN 287-1 111 T BW 1.2 B t10 D88,9 H-L045 ss nb  
*Oznaczenie(s)*

4 **WPS** **WPS**

*Instrukcja technologiczna spawania*

5 **Reference N°:** 02/111/R

*Nr instrukcji*

6 **Welder's Name:**

*Nazwisko spawacza*

7 **Identification:**

*Nr dokumentu tożsamości*

8 **Method of identification:** Welders Passport

*Rodzaj dokumentu tożsamości*

9 **Date and place of birth:**

*Data i miejsce urodzenia*

10 **Employer:**

*Miejscę pracy*

11 **Code/Testing Standard:** PN-EN 287-1:2007/ Pressure Equipment Directive 97/23/EC

*Nr normy / przepisy*

12 **Job knowledge:** acceptable

*Egzamin teoretyczny*

13

	<i>Weld test details</i> <i>Ziętyz egzaminacyjnej</i>	<i>Range of qualification</i> <i>Zakres uprawnień</i>
14 <b>Welding process(es)</b> <i>Metoda(y) spawania</i>	111	111
15 <b>Plate or pipe</b> <i>Blacha lub rura</i>	T	T, P
16 <b>Type of weld</b> <i>Rodzaj spoiny</i>	BW	BW, FW
17 <b>Material group(s)</b> <i>Grupa(y) materiałowa(y)</i>	1.2	1.1, 1.2, 1.4
18 <b>Welding consumables/Design.</b> <i>Spawo / oznaczenie</i>	B	A, RA, RB, RC, RR, R, B
19 <b>Shielding gas</b> <i>Gaz osłonowy</i>	-	-
20 <b>Auxiliaries</b> <i>Materiały pomocnicze</i>	-	-
21 <b>Material thickness (mm)</b> <i>Groskość materiału (mm)</i>	10	3 to 20
22 <b>Outside pipe diameter (mm)</b> <i>Srednica zewnętrznego rury (mm)</i>	88,9	>= 44,45
23 <b>Welding position</b> <i>Pozycja spawania</i>	H-L045	PA, PB, PC, PD, PE, PF(P), PF(T), H-L045
24 <b>Weld details</b> <i>Szczegóły wykonania spoiny</i>	ss nb	ss nb; ss mb; bs; for FW: sl, ml

25 <b>Type of qualification tests</b> <i>Rodzaj badań</i>	26 <b>Performed and accepted</b> <i>Wykonane i zaakceptowane</i>	27 <b>Not tested</b> <i>Nie wymagane</i>
28 <b>Visual testing</b> <i>Badania wzrokowe</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29 <b>Radiographic testing</b> <i>Badania radiograficzne</i>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30 <b>Fracture test</b> <i>Próba łamania</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31 <b>Bend test</b> <i>Próba zginania</i>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32 <b>Notch tensile test</b> <i>Próba rozciągania z krawędzią</i>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33 <b>Macroscopic examination</b> <i>Badania makroskopowe</i>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

34 **Name and signature of examiner:**

*Nazwisko i podpis egzaminatora*

**Examining body:**  
Jednostka egzaminująca  
Instytut Spawalnictwa, Gliwice

**Date of welding:**  
Data egzaminu  
22.08.2007

**Validity of approval until:**  
Egzaminacja ważna do dnia  
21.08.2009



AC 054





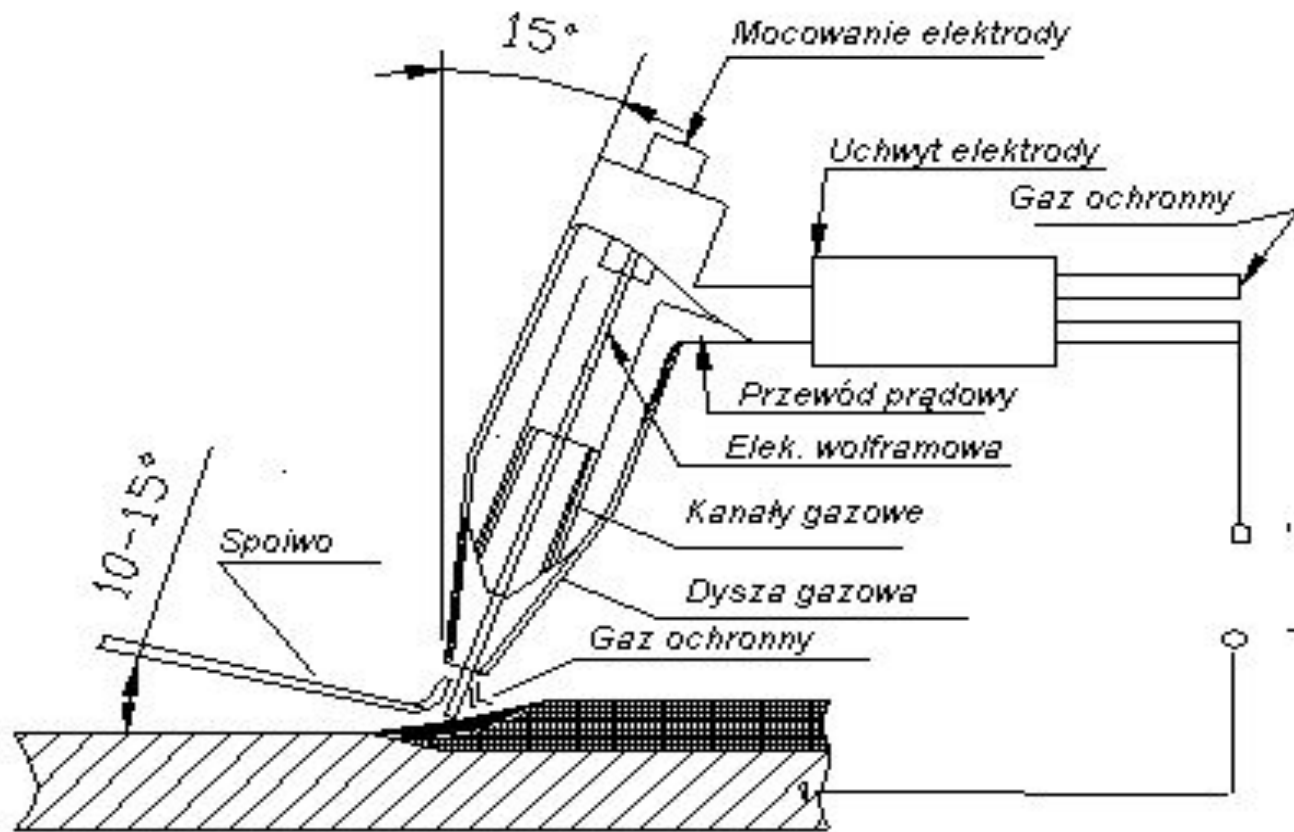
# METODA SPAWANIA TIG 141



# TIG 141

- ▣ **Spawanie metoda TIG (Tungsten Inert Gas)** jest metodą spawania nietopliwą elektrodą wolframową w osłonie gazów obojętnych np. argon lub hel.
- ▣ TIG to technika zapewniająca wysoką jakość, ale kosztem niewielkiej prędkości spawania.

# TIG



# TIG 141



# TIG 141

**Dysza ceramiczna  
standardowa,  
rozmiar 4, L=63mm, Ø6,3mm**



**Dysza ceramiczna  
standardowa,  
rozmiar 4, L=16,5mm, Ø6,3mm**



# TIG 141

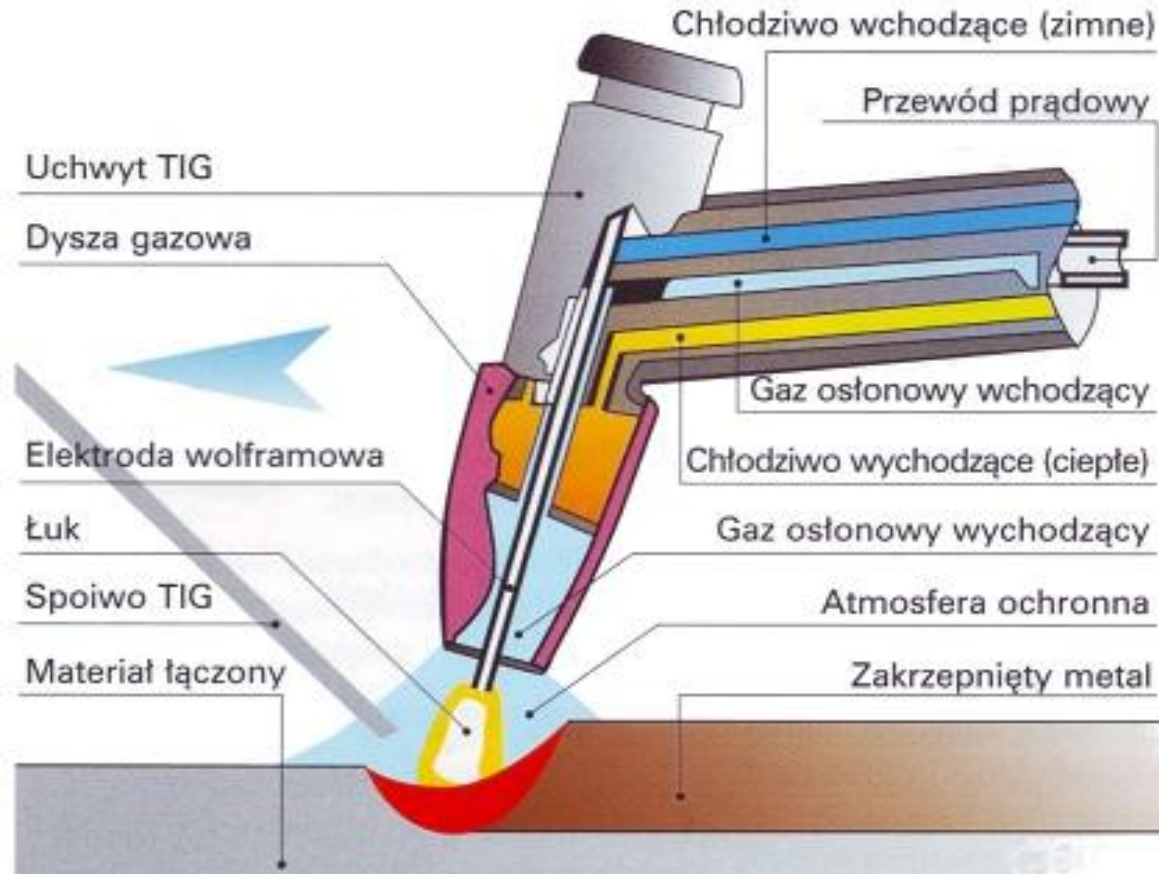
- Podczas spawania metodą TIG –elektroda nie topi się, a jedynie działa jako przewodnik prądu i podtrzymuje łuk.

Rozgrzana elektroda wolframowa i stopiona końcówka metalu wypełniającego są chronione przed atmosferą przez strumień gazu obojętnego. Zazwyczaj używany jest argon, ale zastosowanie mieszaniny argonu z helem, lub argonu z wodorem przynosi korzyści produkcyjne.

# TIG 141

- ❑ Elektroda nie stapia się, a spawacz utrzymuje stałą długość łuku. Wartość natężenia prądu jest nastawiana na źródle prądu. Spoiwo zwykle jest dostępne w postaci drutu o długości 1 m. Doprowadza się je w miarę potrzeby do przedniego brzegu jeziorka. Jeziorko jest osłaniane przez gaz obojętny wypierający powietrze z obszaru łuku.
- ❑ Jako gaz ochronny najczęściej stosowany jest argon.

# □ METODA SPAWANIA TIG 141



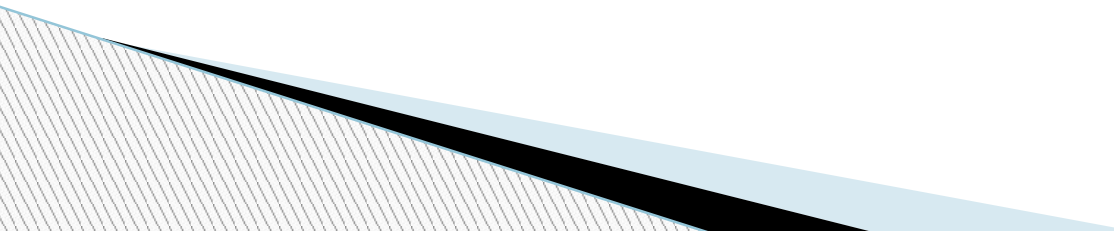
Metoda TIG polecana jest szczególnie, jeżeli chce się uzyskać dobrze wyglądającą spoinę bez pracochłonnej obróbki mechanicznej po spawaniu (brak rozprysków), do spawania stali nierdzewnych, aluminium oraz cienkich blach (nawet poniżej 1 mm). Wymaga jednak większej koncentracji uwagi oraz koordynacji ruchów spawacza w porównaniu ze spawaniem innymi metodami łukowymi.



# TIG 141

- Gazy osłonowe chronią obszar spawania przed gazami atmosferycznymi, takimi jak tlen, azot i para wodna.
- W zależności od rodzaju spawanych materiałów, gazy atmosferyczne mogą obniżać jakość spoiny lub utrudniać proces spawania.

# TIG 141

- W przypadku spawania cienkiej blachy można stosować spawanie metodą TIG bez metalu wypełniającego.
  - W przypadku grubszych elementów lub łączenia różnych materiałów używany jest metal wypełniający w formie pręta, lub drutu podawanego przez osobne urządzenie.
  - Normalnie podczas spawania metodą TIG łuk jest swobodny, aczkolwiek wariant znany jako spawanie plazmowe wykorzystuje dyszę pomocniczą, która zwęża łuk.
- 

# Podstawowe parametry spawania TIG

rodzaj i natężenie prądu

napięcie łuku

prędkość spawania

rodzaj i natężenie przepływu gazu ochronnego

rodzaj materiału i średnica elektrody nietopliwej

średnica (wymiary) materiału dodatkowego

# Stosowane parametry technologiczne

- ▣ natężenie: 5–600 A w trybie ciągłym lub impulsowym
- ▣ napięcie: 10–30 V
- ▣ prędkość spawania: 0,04–0,4 m/min
- ▣ średnica elektrody: 0,5–8,0 mm
- ▣ natężenie przepływu gazu ochronnego: 5–20 l/min
- ▣ dla TIG AC: częstotliwość prądu przemiennego: 60–200 Hz
- ▣ dla TIG AC: balans prądu przemiennego skala europejska –45% do + 45%

# Zalety TIG 141

- ▣ najlepsza ze wszystkich metod spawania jakość połączeń
- ▣ możliwość zrobotyzowania
- ▣ spawanie elementów o szerokim zakresie grubości (**jedyna metoda do napawania i spawania artystycznego detali poniżej 1 mm grubości; tylko w trybie impulsowym z łukiem prowadzącym służącym do lepszego celowania w miejsce wykonania spoiny**)
- ▣ możliwość spawania we wszystkich pozycjach

# TIG 141

- W niektórych typach spoin szczególnie pachwinowych oraz przy spawaniu rur pod kątem może się okazać że standardowa dysza gazowa i maksymalna długość wysunięcia elektrody wolframowej może uniemożliwić poprawne prowadzenie łuku spawalniczego, rozwiązaniem tego problemu jest zastosowanie soczewki gazowej która umożliwia takie formowanie gazu osłonowego że możliwe jest nawet dwukrotne wysunięcie elektrody wolframowej i tym samym dostęp do wcześniej niedostępnego obszaru.

# TIG 141

Standardowy korpus tulejki ma 3 otwory gazowe na obwodzie przez które doprowadzany jest gaz osłonowy do wnętrza osłony porcelanowej powoduje to wprowadzenie turbulencji gazu oraz szybszy zanik właściwości osłonowych

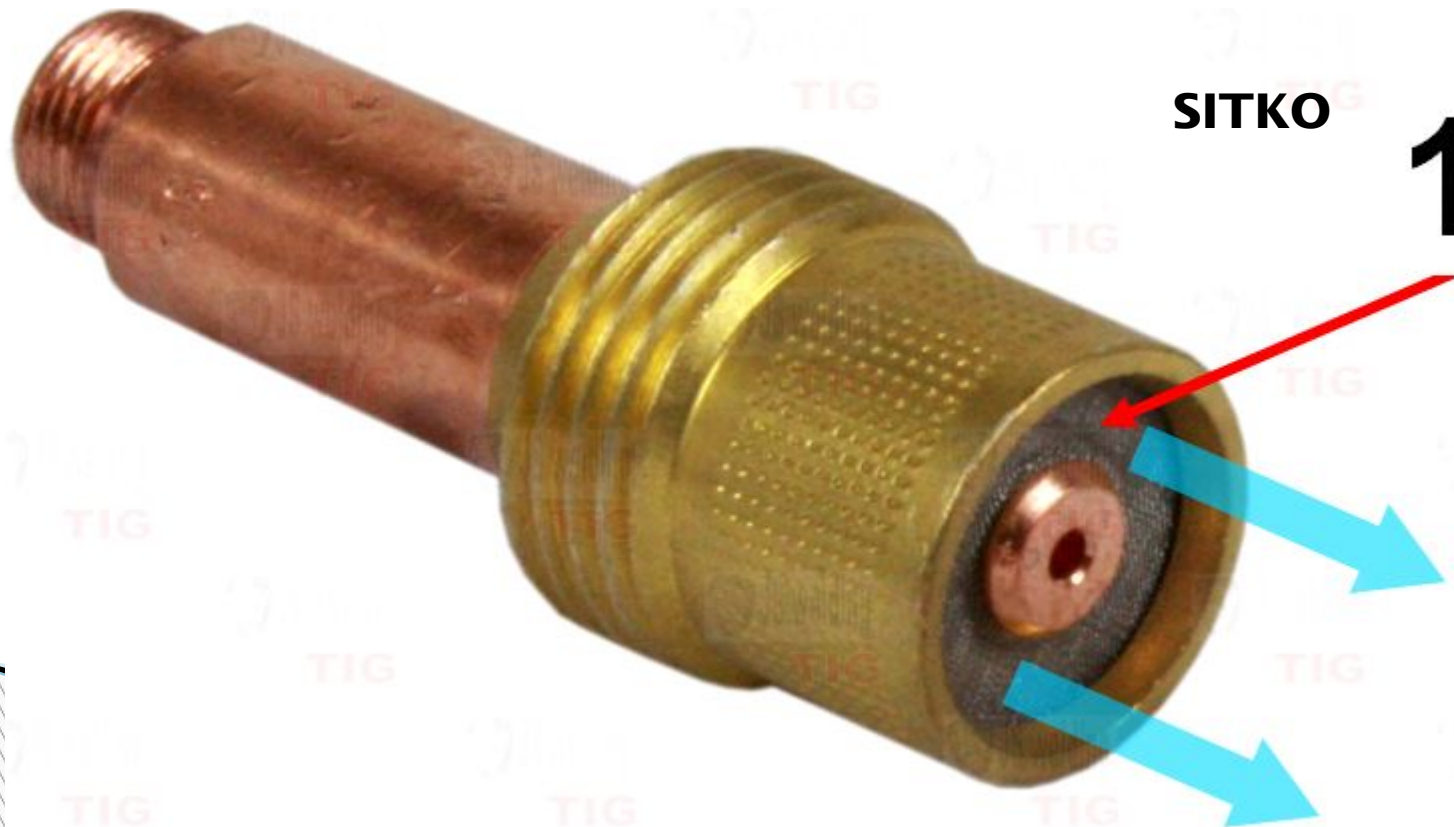
Soczewka gazowa umożliwia wytworzenie laminarnego przepływu wzdłuż elektrody, wzmacniając efekt osłonowy oraz wydłużając jego działanie ( X2)



# TIG 141

## Zasada działania SOCZEWKI GAZOWEJ

Przepływ gazu równoległy do osi elektrody jest formowany poprzez element 1. Gaz przepuszczany jest przez element w postaci sitka o otworach o małej średnicy powoduje to rozbitcie strumienia gazu na wiele mniejszych płynących w jednym kierunku i powtórne ich zformowanie w jeden równoległy na wylocie z soczewki.





# TIG 141



# Wady TIG 141

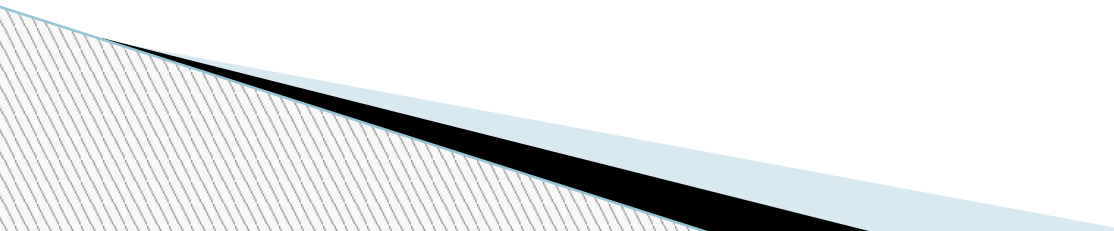
- ❑ mała wydajność w przypadku spawania ręcznego (w praktyce rekompensowana jakością spoin)
- ❑ konieczność stosowania dodatkowej osłony przed wiatrem przy spawaniu w przestrzeni otwartej

# TIG 141



# TIG 141

## Oznaczenie elektrod nietopliwych

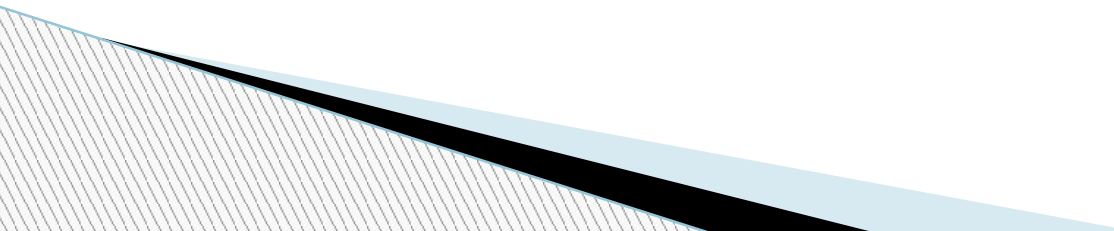
- Elektroda czerwona: torowana.
  - Elektroda złota: lantanowana.
  - Elektroda biała: cyrkonowa.
  - Elektroda szara: cerowa.
  - Elektroda zielona: czysty wolfram.
- 

# TIG 141



# TIG 141

## Spawanie metodą TIG

- Przed przystąpieniem do spawania należy dobrać podstawowe parametry spawania opisane niżej.
  - Łuk elektryczny zostaje zainicjowany albo poprzez potarcie elektrodą wolframową w materiał spawany albo bezdotykowo dzięki działaniu układu jonizatora.
  - W spawaniu TIG uchwyt spawalniczy jest pchany jedną ręką, podczas gdy druga podaje materiał dodatkowy w postaci pręta.
  - Ręczne podawanie spoiwa ma charakter przerywany i wymaga pewnej wprawy.
  - Po wstępnym nagrzeniu materiału nieruchomym uchwytem spawacz dosuwa pręt w jeziorko a następnie odsuwa pręt i przesuwa łuk w kierunku spawania.
- 

# TIG 141

## Podstawowe parametry procesu spawania metodą TIG

- ▣ **Rodzaj i biegunowość prądu spawania** - proces spawania metodą TIG może odbywać się;
- ▣ **prądem stałym (TIG-DC)**
- ▣ **prądem przemiennym (TIG-AC).**
- ▣ Przy spawaniu prądem stałym ilość ciepła na biegunie dodatnim stanowi około 70% całkowitego ciepła wydzielanego w łuku. Z tego względu aby uniknąć nadmiernego rozgrzewania się uchwyty i wydłużyć żywotność elektrody wolframowej przy spawaniu prądem stałym stosuje się biegunowość ujemną na elektrodzie

- Urządzenia do ręcznego spawania elektrodami nietopliwymi (urządzenia TIG) są oferowane jako źródła prądu stałego lub pulsującego (**TIG-DC**) o biegunowości ujemnej lub prądu przemiennego (**TIG-AC**). Praktycznie źródła prądu przemiennego mają również opcję prądu stałego/pulsującego a więc są oznaczane jako **TIG-AC/DC**.

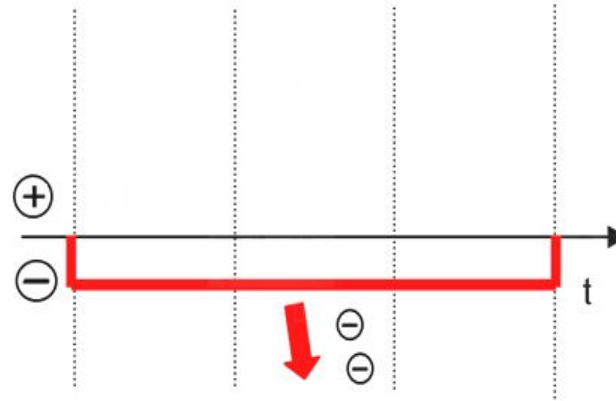
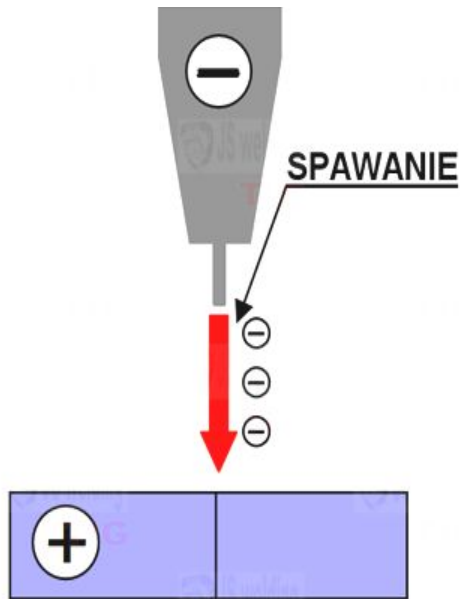


- ▣ Spotyka się poniższe **rodzaje spawarek TIG**:  
**prostowniki spawalnicze** - są źródłem prądu stałego - TIG DC. Urządzenia te są coraz rzadziej stosowane w spawaniu TIG.
- ▣ **spawarki inwertorowe (prostowniki inwertorowe, inwertory spawalnicze)** - urządzenia te pracują jako TIG-DC oraz TIG-AC. Inwertor przekształca prąd o częstotliwości sieciowej 50Hz na prąd o wysokiej częstotliwości. Dzięki temu przemiana napięcia odbywa się w transformatorze o wysokiej częstotliwości i lekkiej konstrukcji. Spawarki inwertorowe są urządzeniami kosztownymi, ale dzięki swoim zaletom wyparły inne rodzaje źródeł prądu.

# TIG 141

- Spawanie prądem stałym z biegunowością ujemną na elektrodzie nie nadaje się do łączenia aluminium i magnezu oraz ich stopów - używany jest wówczas prąd przemienny. **Obecnie w metodzie TIG-DC** szeroko stosuje się jednokierunkowy **prąd pulsujący** z możliwością regulacji jego parametrów, dzięki czemu mamy wpływ na kształt spoiny i możliwość spawania cienkich blach.
- Natomiast w metodzie TIG-AC w miejsce prądu przemiennego sinusoidalnego 50Hz stosowany jest prąd przemienny prostokątny, dający większą stabilność i kontrolę nad procesem spawania.

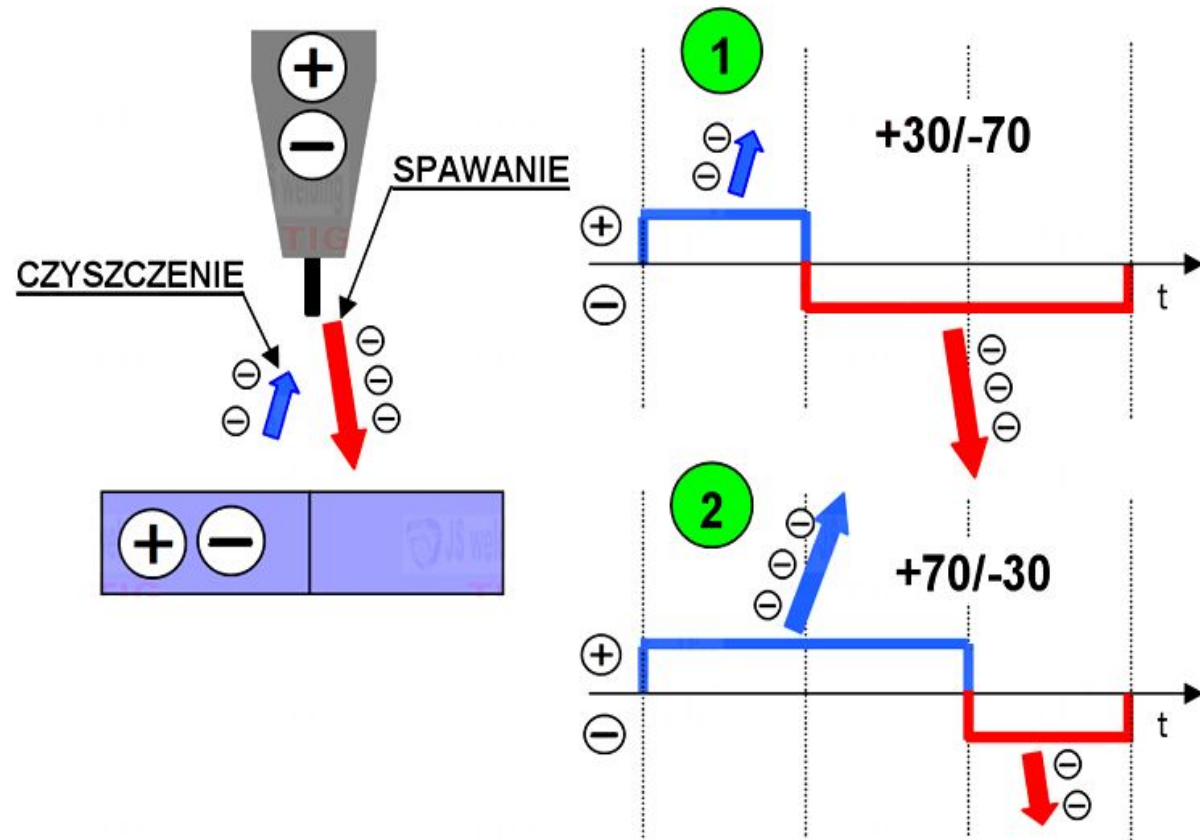
# TIG 141



## ***SPAWANIE DC***

Prąd spawania płynie od elektrody wolframowej do materiału spawanego (strzałka czerwona), zwiększając strefę wpływu ciepła w materiale (głębokość) i zmniejszając obciążenie cieplne elektrody, Należy pamiętać że odwrócenie polaryzacji spowoduje że kierunek prądu zmieni się w kierunku „do elektrody” doprowadzając do jej uszkodzenia w krótkim okresie czasu.

# TIG 141



Prąd spawania płynie w części okresu od elektrody do materiału spawanego nagrzewając go (strzałka czerwona), w drugiej części okresu płynie od materiału spawanego do elektrody co umożliwia rozbitcie warstwy tlenków i umożliwienie spawania (strzałka niebieska). Stosunek prądów w okresie sterowany jest funkcja **AC BALANS** - umożliwia ona płynną zmianę kierunku przepływu prądu w funkcji czasu trwania 1 impulsu.

## SPAWANIE AC

# TIG 141

- ▣ **Natężenie prądu spawania** - jest parametrem bezpośrednio regulowanym w spawarce. **Wartość natężenia prądu spawania** dobierana jest w zależności od rodzaju i grubości spawanego materiału, średnicy i rodzaju elektrody nietopliwej, biegunowości prądu, rodzaju gazu osłonowego i pozycji spawania

# TIG 141

**Przewód spawalniczy OS o przekroju 35mm<sup>2</sup> służący do łączenia uchwytych elektrodowych bądź zacisków masowych z wtykami do urządzenia spawalniczego**

[Przewód OS-25mm<sup>2</sup>](#)

[Przewód OS-35mm<sup>2</sup>](#)

[Przewód OS-70mm<sup>2</sup>](#)

[Przewód OS-95mm<sup>2</sup>](#)



**Przewód spawalniczy masowy 200A - 35mm<sup>2</sup>**



# TIG 141

- Natężenie prądu decyduje o głębokości wtopienia i szerokości spoiny, ale z drugiej strony oddziałuje na temperaturę końca elektrody nietopliwej.
- **Wzrost natężenia prądu spawania** zwiększa głębokość wtopienia i umożliwia zwiększenie prędkości spawania.
- **Nadmierne natężenie prądu** powoduje, że koniec elektrody wolframowej ulega nadtopieniu i pojawia się niebezpieczeństwo powstania wtrąceń metalicznych w spoinie.

# TIG 141

**Orientacyjny prąd spawania w zależności od średnicy elektrody i grubości materiału:**

• Prąd spawania [A]	Średnica elektrody [mm]	Grubość materiału [mm]
10÷50	0,5	0,5÷1,0
20÷80	1,0	1,0÷1,5
50÷160	1,6	1,5÷3,0
110÷250	2,4	3,0÷5,5
200÷350	3,2	5,5÷8,0
20÷75	1,0	0,5÷1,0
25÷110	1,6	1,0÷2,0
60÷160	2,4	2,0÷3,0
110÷225	3,2	3,0÷5,0
160÷310	4,0	5,0÷8,0
240÷370	4,8	8,0÷10,0



# TIG 141

- ▣ **Rodzaj i średnica elektrody nietopliwej** - podstawowym materiałem elektrod jest wolfram, jednak w celu zwiększenia trwałości elektrod, łatwości zajarzenia łuku i zwiększenia stabilności jarzenia się łuku stosuje się dodatki: toru, cyrkonu, ceru. Dobór średnicy elektrody uwzględnia rodzaj, biegunowość i natężenie prądu spawania

Typ elektrody	Średnice	Rodzaj prądu	Typowy zakres Zastosowań	Charakterystyka elektrod
<b>Elektroda GOLD plus WLG 15</b> (1,5 % lantanu) "złota"	1,6 2,4 3,2	AC/DC	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐- stale nisko i</li> <li>☐ wysokostopowe</li> <li>- stopy aluminium</li> <li>- stopy magnezu</li> <li>- stopy tytanu</li> <li>- stopy niklu</li> <li>- stopy miedzi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wysoka trwałość znakomita w zakresie prądu</li> <li>    wysokiego wysoka stabilność łuku elektrycznego</li> <li>- wysoka jakość spawu zastępuje z powodzeniem WT</li> <li>- bardzo dobre właściwości zapłonu i ponownego zapłonu</li> </ul>
<b>Elektroda WC20</b> (2,0 % ceru) "szara"	1,0 1,6 2,0 2,4	AC/DC	- jak GOLD plus	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐- znakomita w zakresie prądu niskiego</li> <li>- wysoka trwałość</li> <li>- wysoka stabilność łuku elektrycznego</li> <li>- zastępuje z powodzeniem WT</li> <li>- bardzo dobre właściwości zapłonu i ponownego zapłonu</li> </ul>
<b>Elektroda W</b> (100 % wolframu) "zielona"	3,0 3,2	AC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stopy aluminium</li> <li>- stopy magnezu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐- stabilny łuk elektryczny przy AC</li> <li>- nie nadaje się do DC</li> </ul>
<b>Elektroda WT 20</b> (2,0 % toru) "czerwona"	4,0 4,8	DC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- stale nisko i</li> <li>    wysokostopowe</li> <li>- stopy tytanu</li> <li>- stopy niklu</li> <li>- stopy miedzi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐- dobre właściwości zapłonu i ponownego zapłonu</li> <li>- może być zastąpiona przez WC 20 i GOLD plus</li> </ul>

# CHARAKTERYSTYKA ELEKTROD

Różne rodzaje elektrod wolframowych		
Rodzaje wolframu (stop)	Kod koloru	Opis
<b>Czysty</b>	<b>Zielony</b>	Daje dobrą stabilność łuku przy spawaniu AC. Odporny na zabrudzenia, mniejsza obciążalność, korzystny kosztowo. Posiada zaokrąglony koniec.
<b>Tlenek ceru</b> CeO <sub>2</sub> 1,8 % do 2,2 %	<b>Szara</b>	Podobne działanie jak wolfram torowany. Łatwe uzyskanie łuku elektrycznego, dobra stabilność łuku, duża żywotność. Możliwe zastępstwo dla torowanego wolframu.
<b>Dwutlenek toru</b> ThO <sub>2</sub> 1,7 % do 2,2 %	<b>Czerwony</b>	Łatwe uzyskanie łuku elektrycznego. Większa obciążalność, większa stabilność łuku, zwiększona odporność na zabrudzenia jeziorka spawalniczego, przy spawaniu AC trudno uzyskać zaokrąglony koniec.
<b>Tlenek lantanu</b> La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 1,3 % do 1,7 %	<b>Złoty</b>	Podobne działanie jako wolfram torowany. Łatwe uzyskanie łuku, dobra stabilność łuku, duża wytrzymałość, duża obciążalność. Możliwe zastępstwo dla wolframu torowanego.
<b>Dwutlenek cyrkonu</b> ZrO <sub>2</sub> 0,15 % do 0,4 %	<b>Zielony</b>	Doskonały do spawania AC dzięki korzystnemu zachowywaniu okrągłego końca, wysoka odporność na zabrudzenia, łatwe uzyskanie łuku

# TIG 141

- ▣ **Rodzaj i natężenie przepływu gazu osłonowego** - najczęściej stosowanym gazem osłonowym jest argon lub mieszanka argon-hel, rzadziej sam hel, który podnosi energię cieplną łuku i szybkość spawania, ale pogarsza stabilność łuku.  
Natężenie przepływu gazu jest związane z jego rodzajem i natężeniem prądu.
- ▣ W typowych warunkach natężenie przepływu argonu wynosi 8÷16 litrów/min.

# TIG 141

- ▣ **Prędkość spawania** - to szybkość przemieszczania końca elektrody z jarzącym się łukiem.
- ▣ Prędkość zależy od wielu czynników i prawidłowy jej dobór zależy od umiejętności spawacza.
- ▣ Prędkość spawania wpływa na głębokość przetopienia i szerokość spoiny.
- ▣ Zmieści się w zakresie  $0,1 \div 0,3$  m/min.

# TIG 141

- ▣ **Rodzaj i wymiary materiału dodatkowego (spoiwa)** - spoiwo do spawania TIG może mieć postać drutu, pałeczki, taśmy lub wkładki stapianej bezpośrednio w złączu.
- ▣ Do spawania ręcznego stosowane są druty lub pręty proste o średnicy 0,5÷8,0 mm i o długości 500÷1000mm.
- ▣ Jako materiały dodatkowe do spawania TIG w większości przypadków stosowane są materiały o tym samym składzie chemicznym, co spawany materiał.

# TIG 141

- W niektórych przypadkach konieczne jest zastosowanie materiału dodatkowego o innym składzie chemicznym niż spawany materiał, np. do spawania stali odpornych na korozję typu 9% Ni stosuje się stopy niklu; mosiądze spawa się brązami aluminiowymi, fosforowymi lub krzemowymi.
- Zazwyczaj dąży się jednak do tego, aby materiał dodatkowy miał lepsze własności niż materiał spawany.  
W metodzie TIG nie zawsze wymagane jest podawanie spoiwa - możliwe jest spajanie materiału tylko za pomocą stopienia samych krawędzi spawanych przedmiotów

# TIG 141

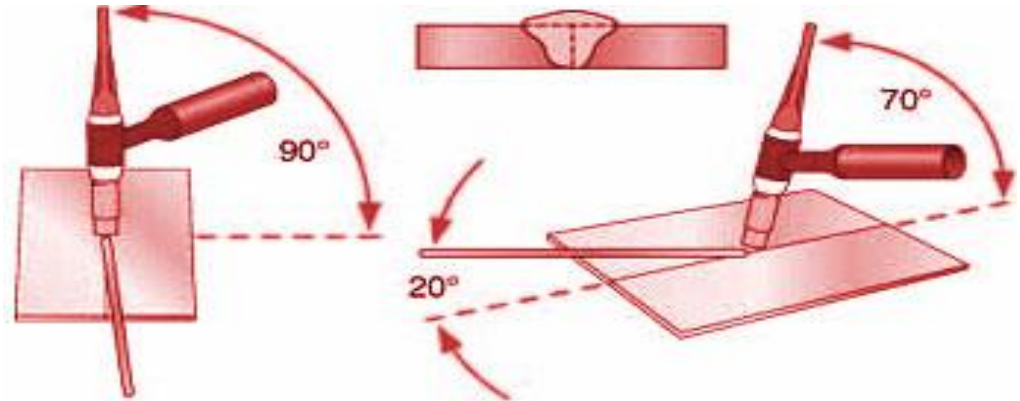
## ▣ **Pochylenie elektrody i spoiwa**

- pochylenie elektrody i dodatkowego spoiwa w stosunku do wykonywanego złącza zależy m.in. od rodzaju złącza i spoiny oraz pozycji spawania.

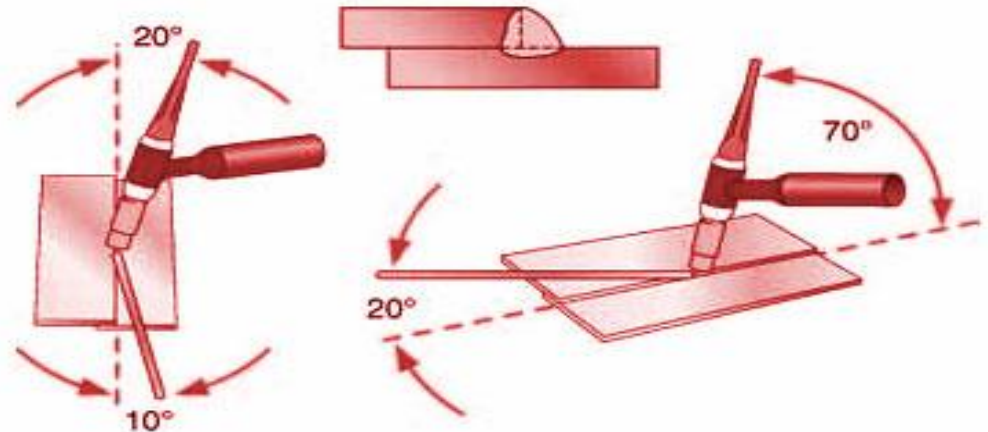
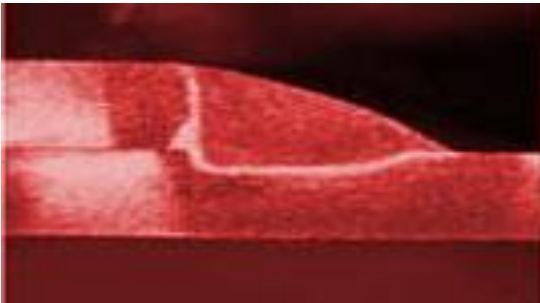


# TIG 141

## Spoina czołowa TIG



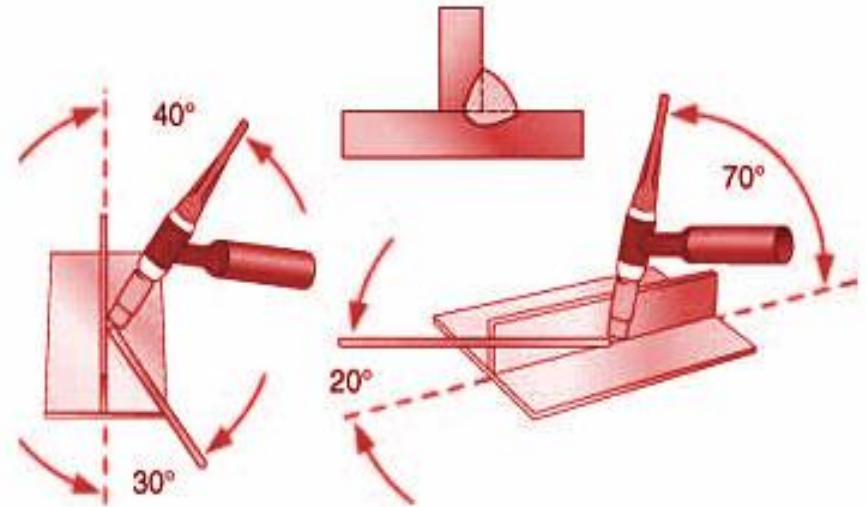
## Styk zachodzący



Aby wykonać styk zachodzący, uformuj jeziorko spawalnicze tak, żeby krawędź zachodzącej części i płaska powierzchnia drugiego elementu obrabianego zbiegały się.

Ponieważ krawędź stopi się szybciej, trzymaj drut obok krawędzi i upewnij się, że używasz wystarczającej ilości spoiwa, żeby wykonać połączenie.

# TIG 141



## Połączenie T, spawanie WIG

Przy spawaniu połączenia T krawędź i płaska powierzchnia muszą zostać ze sobą stopione, przy czym krawędź topi się szybciej. Ustaw pistolet pod takim kątem, żeby uzyskać więcej ciepła na płaską powierzchnię i pracuj z daleko wysuniętą elektrodą, żeby utrzymywać krótki łuk. Spoiwo umieść tam, gdzie topi się krawędź

# TIG 141



# TIG 141

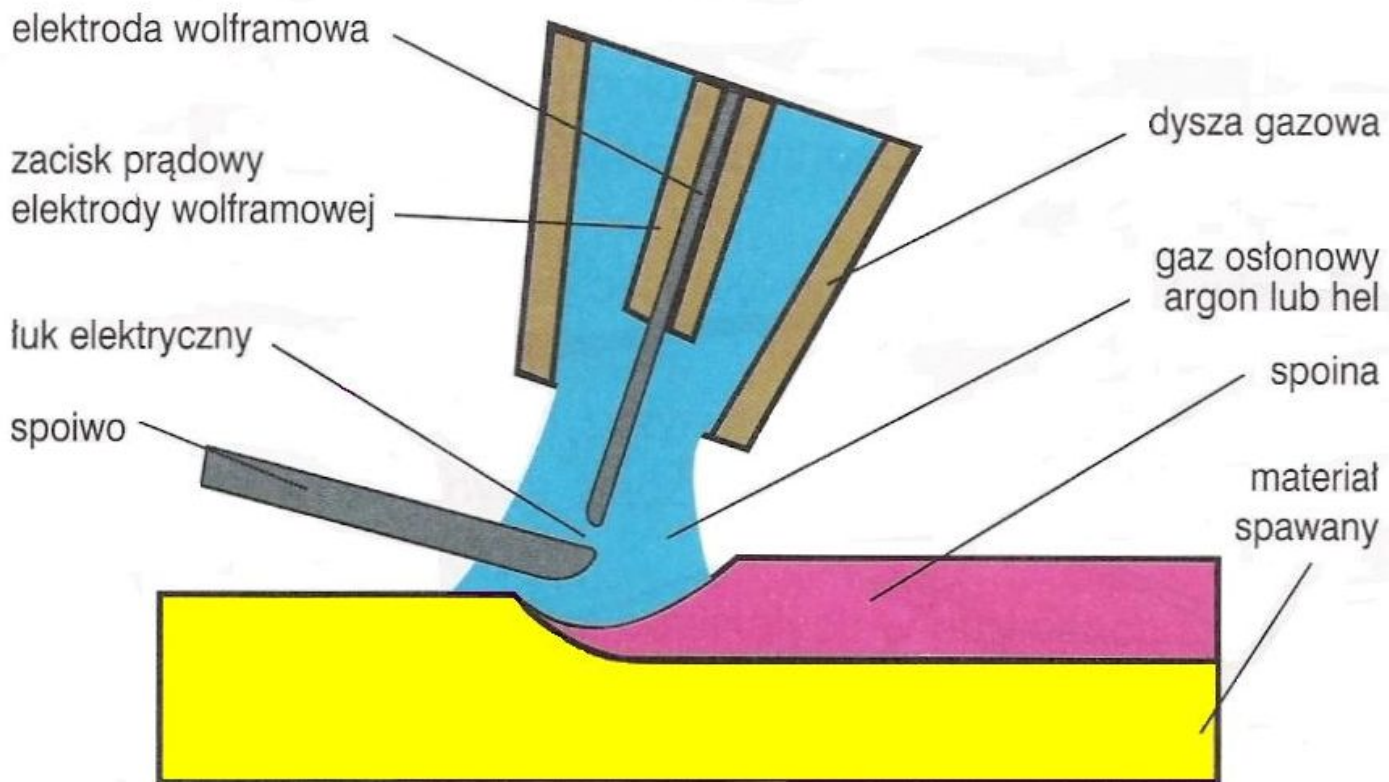
## ▣ **Wskazówki technologiczne**

Spawanie TIG wymaga szczególnie dokładnego oczyszczenia brzegów spawanych przedmiotów z wszelkich zanieczyszczeń, jak tlenki, rdza, zgorzelina, smary, farby itd. **Stosuje się w tym celu czyszczenie mechaniczne, chemiczne i fizyczne.** Spawanie TIG prowadzone może być we wszystkich pozycjach, ręcznie, półautomatycznie lub automatycznie. Spawane brzegi przedmiotów muszą być dokładnie przygotowane, tak aby nie ulegały odkształceniu w czasie spawania, zmieniając przez to np. odstęp i kąt ukosowania rowka spawalniczego.

# TIG 141



# TIG



# TIG

# Gazy osłonowe

- ▣ Firmy dystrybucji gazów dysponują pełną ofertą standardowych mieszanin gazów osłonowych do spawania różnymi metodami wszystkich typowych materiałów.

Standardowe gazy są dostępne w butlach tradycyjnego rozmiaru z ciśnieniem 200 bar i 300 bar

# TIG Gazy osłonowe

## Argon

- ▣ Podstawową funkcją gazu osłonowego podczas spawania łukiem jest zabezpieczenie roztopionego i rozgrzanego metalu przed niszczącym działaniem otaczającego powietrza oraz zapewnienie odpowiednich warunków dla łuku. Jeżeli powietrze wejdzie w kontakt z roztopionym lub rozgrzanym metalem, zawarty w nim tlen spowoduje utlenianie metalu, a wilgoć może spowodować także porowatość.



# TIG

# Gazy osłonowe

- ▣ Argon (Ar) jest gazem obojętnym.

Oznacza to, że nie ulega utlenianiu i nie ma wpływu na skład chemiczny spawanego metalu.

Argon to główny składnik większości gazów osłonowych do spawania metodą GMA i GTA.

# Gazy osłonowe

## Hel

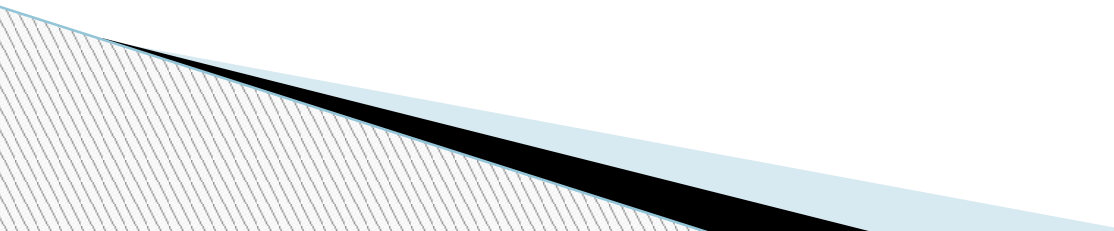
- ▣ Hel (He) jest, podobnie jak argon, gazem obojętnym. Hel jest używany w połączeniu z argonem i/lub kilkuprocentowymi domieszkami CO<sub>2</sub>/ dwutlenek węgla/
- ▣ albo O<sub>2</sub> /tlen/do spawania stali nierdzewnej metodą GMA.

# Gazy osłonowe

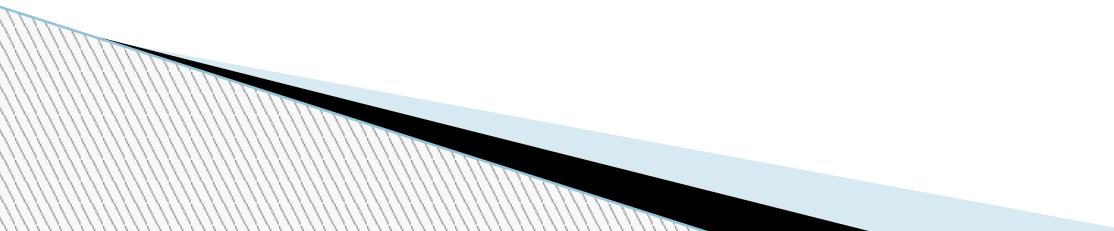
## Hel

- ▣ . Czysty lub zmieszany z argonem hel jest używany jako gaz osłonowy do spawania metodą GTA i MIG. W porównaniu z argonem hel zapewnia lepsze przenikanie ściany bocznej oraz większą prędkość spawania, ponieważ wytwarza łuk o większej energii.
- ▣ Hel ma wiele wyjątkowych cech, które stanowią o jego przydatności w zastosowaniach w dziedzinie spawania.

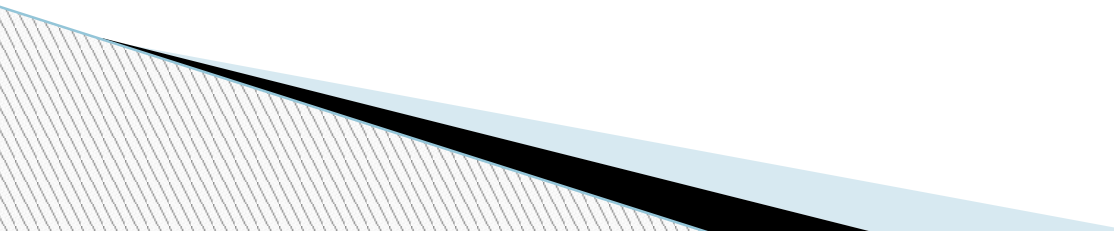
# Gazy osłonowe

- ▣ Wysoki potencjał jonizacji i wysokie przewodnictwo cieplne oraz obojętny charakter zapewniają korzyści takie, jak wyższe prędkości przenoszenia i lepsza jakość spoin, które mogą przełożyć się na wyższą wydajność i obniżenie kosztów pracy.
- 

# Gazy osłonowe

- Gazy osłonowe powszechnie stosowane w wielu procesach spawania, przede wszystkim w spawaniu metodami MIG/MAG i TIG.
  - Chronią obszar spawania przed gazami atmosferycznymi, takimi jak tlen, azot i para wodna. W zależności od rodzaju spawanych materiałów, gazy atmosferyczne mogą obniżać jakość spoiny lub utrudniać proces spawania.
- 






# Gazy osłonowe

- ▣ **Zastosowanie do :**
  - ▣ spawania stali nierdzewnej oraz pozostałych stali wysokostopowych
  - ▣ spawania tytanu, miedzi, aluminium, niklu oraz innych stopów
  - ▣ spawania rur oraz cienkich blach
  - ▣ spawania artystycznego detali poniżej 1 mm grubości
- 

# Gazy osłonowe

- Powłoka gazu ochronnego, podawana przez dyszę palnika wokół elektrody nietopliwej, chłodzi elektrodę i chroni ciekły metal spoiny i nagrzaną strefę spawania łączonych przedmiotów przed dostępem gazów z atmosfery.
- Spawanie prowadzone może być prądem stałym lub przemienny

# Gazy osłonowe

Zagrożenie ze strony gazu lub mieszaniny gazowej	Romby ostrzegające o niebezpieczeństwie	
	Kolor tła	Symbol
Trujący	Biały	
Palny	Czerwony	
Żrący	Górna połowa rombu: Biała Dolna połowa rombu: Czarna	
Utleniający	Żółty	
Gaz sprężony (Niepalny – Nietrujący)	Zielony	



# Gazy osłonowe

Stopień zagrożenia wynikający z własności gazów klasyfikuje się w następującym malejącym porządku:

- a) trujący i / lub żrący - **ŻÓŁTY**
- b) palny - **CZERWONY**
- c) utleniający - **JASNONIEBIESKI**
- d) obojętny - **JASNOZIELONY**

**UWAGA:** barwy „JASNOZIELONEJ” nie należy stosować na butlach z powietrzem w aparatach do oddychania.

# Gazy osłonowe

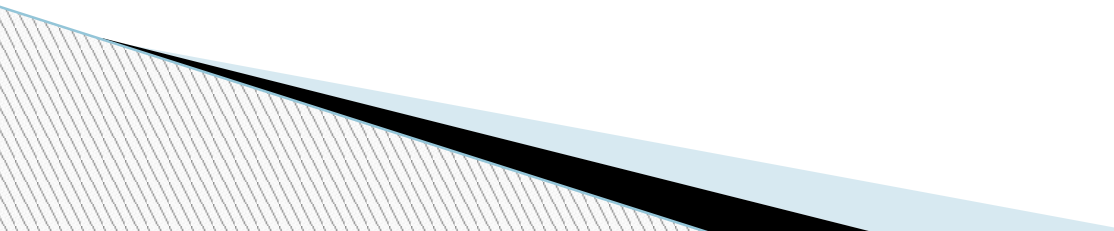
1. Poniższe gazy powinny być oznaczone przypisanymi im indywidualnie odrębnymi barwami:

- acetylen - KASZTANOWATA
- tlen - BIAŁA
- podtlenek azotu - NIEBIESKA

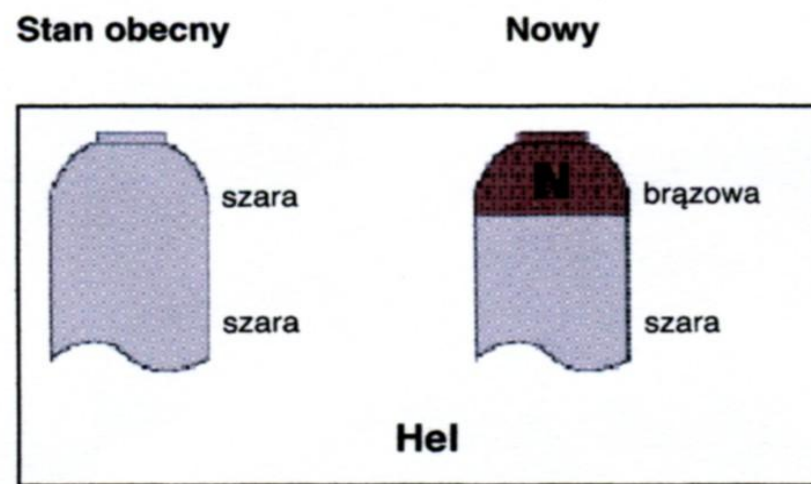
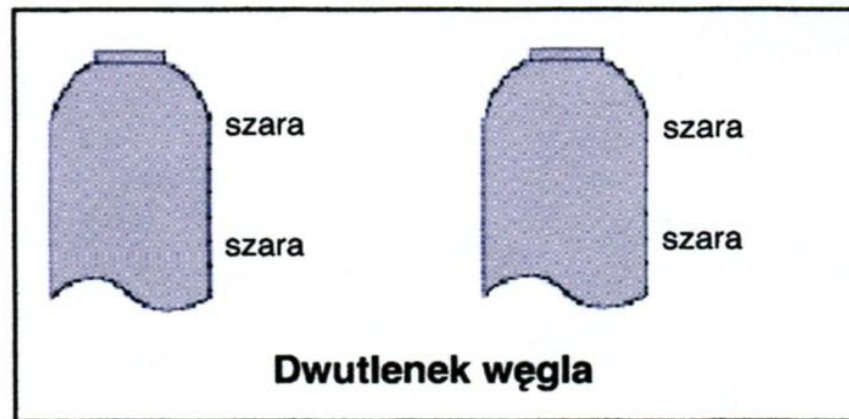
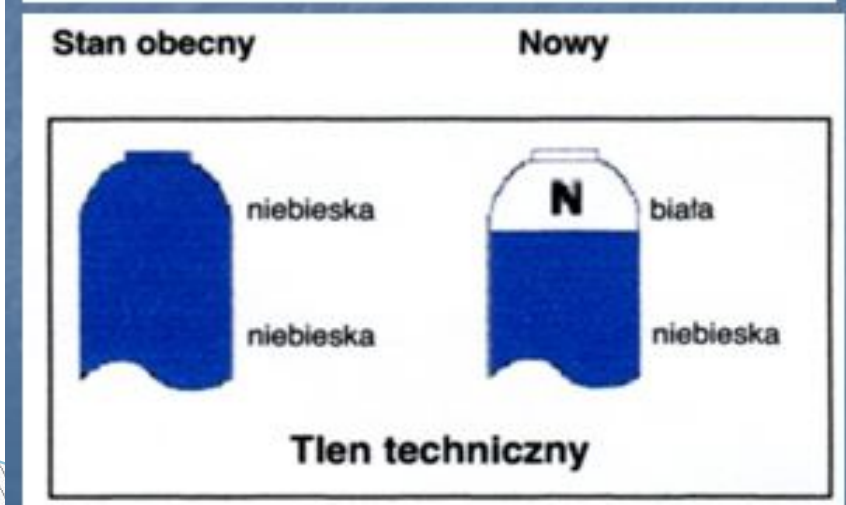
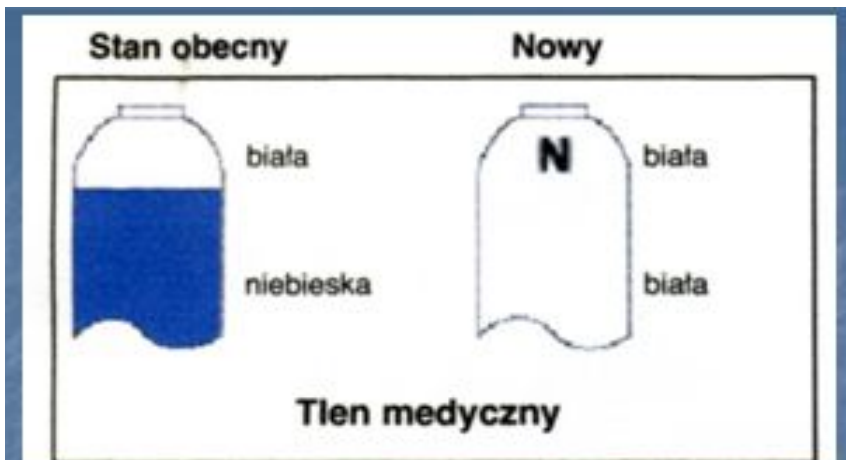
2. Gazy obojętne mające dopuszczenie stosowania do celów medycznych powinny być oznaczone barwami:

- argon - CIEMNOZIELONY
- azot - CZARNY
- dwutlenek węgla - SZARY
- hel - BRĄZOWY

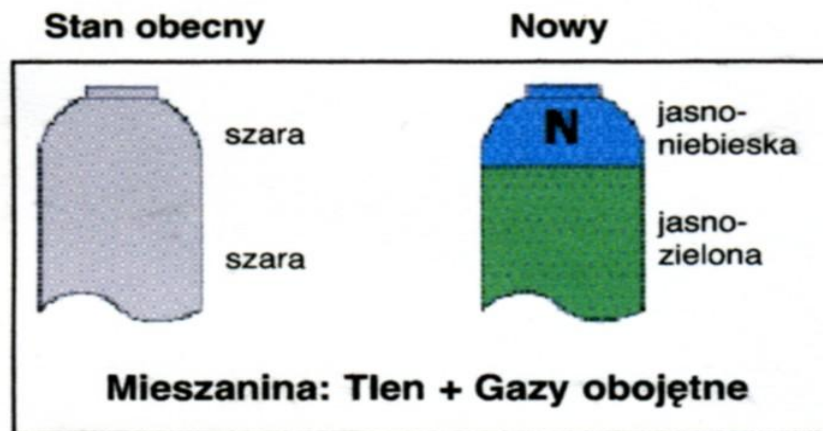
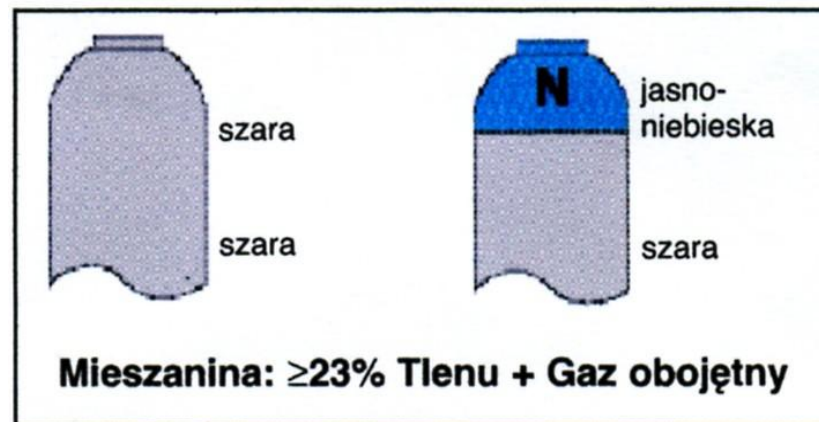
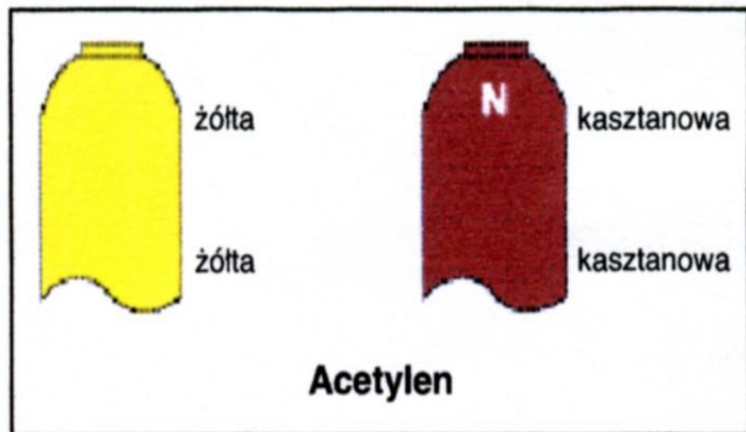
Dopuszcza się zastosowanie w/w oznakowanych gazów do celów innych niż medyczne.



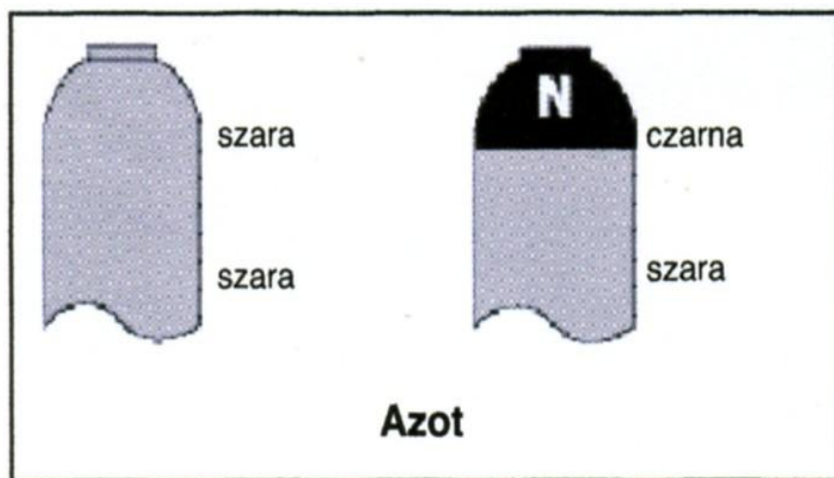
# Gazy osłonowe



# Gazy osłonowe



# Gazy osłonowe

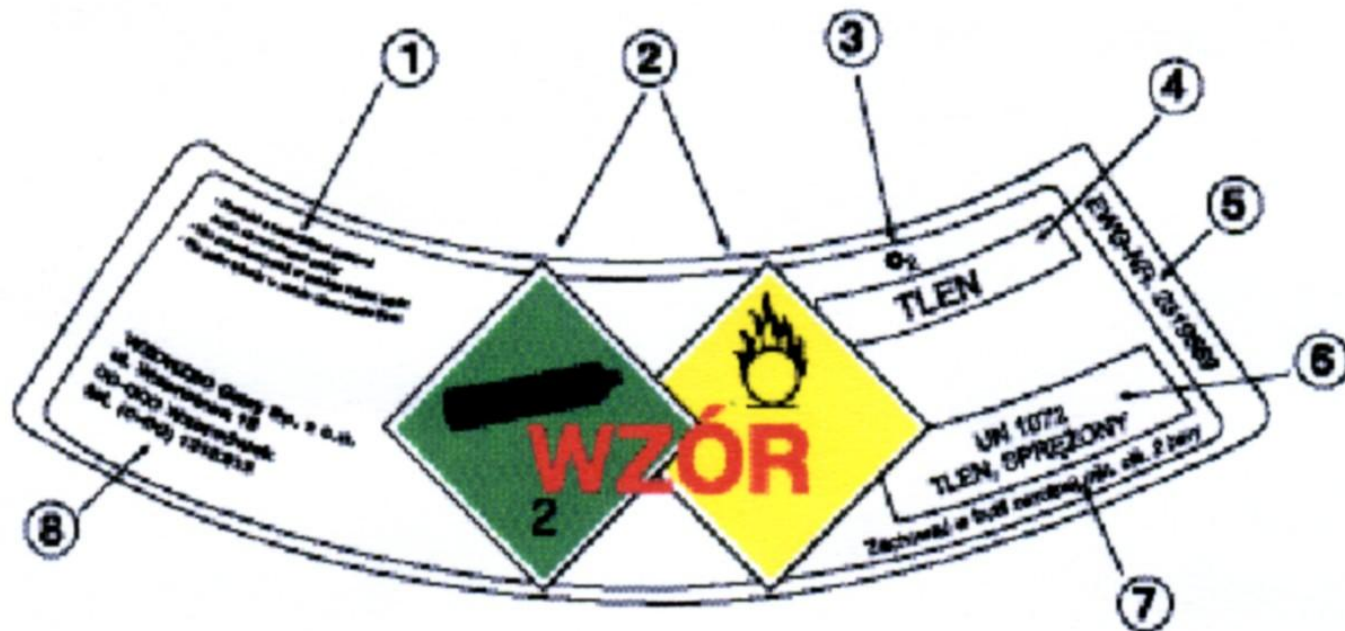


W przypadku gazu lub mieszaniny gazowej, których właściwości mogą powodować podwójne zagrożenie, oznaczenie barwą powinno być naniesione zgodnie z zagrożeniem podstawowym.

**Na kielichu butli dopuszcza się naniesienie barwy oznaczającej zagrożenie drugiego rzędu.**

W przypadku, gdy na kielichu butli nanoszone są dwie barwy, zaleca się aby naniesiono je w sposób przedstawiony w załączniku B normatywnym w/w normy (paski lub ćwiartki koła).

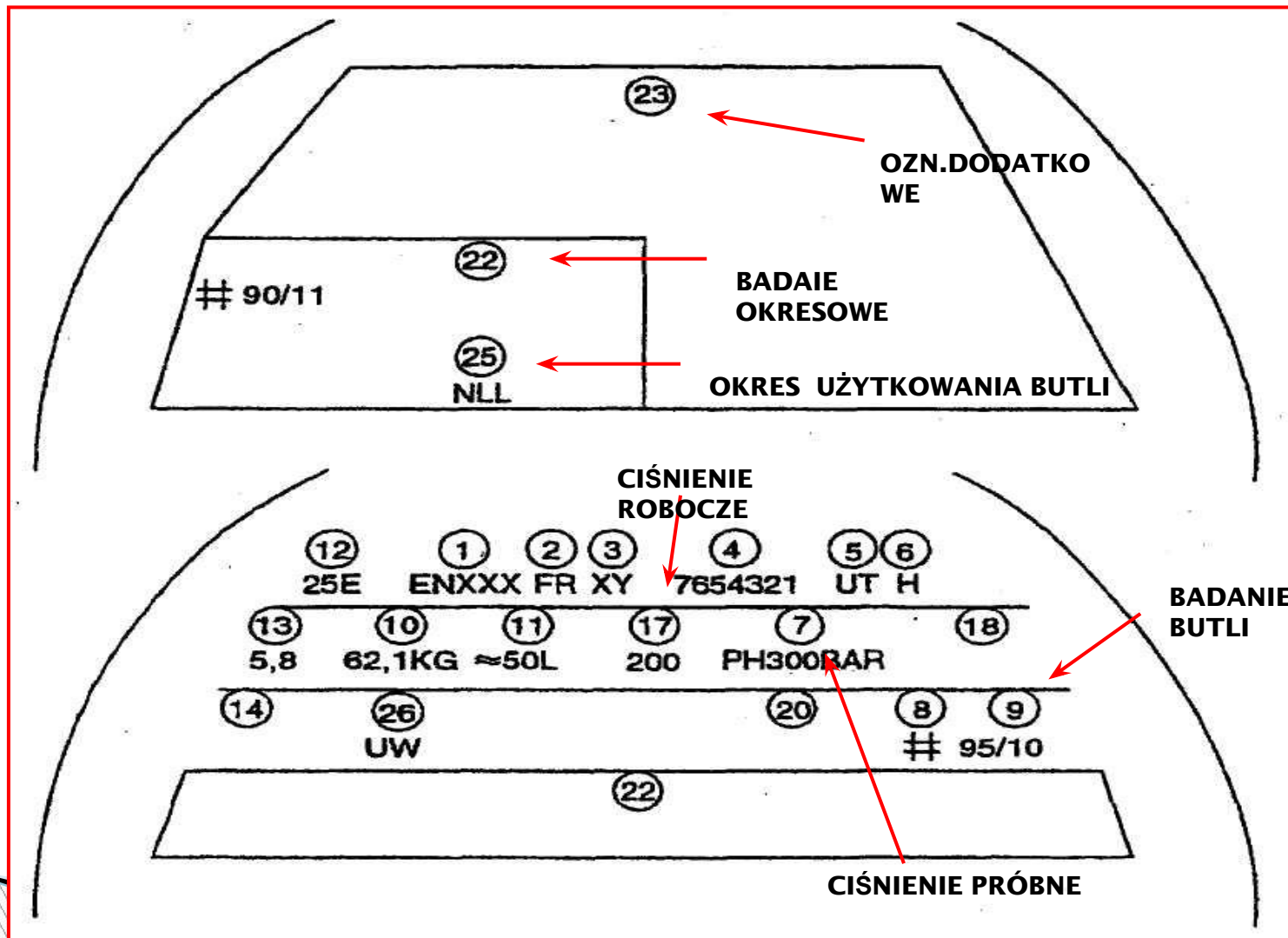
# Gazy osłonowe

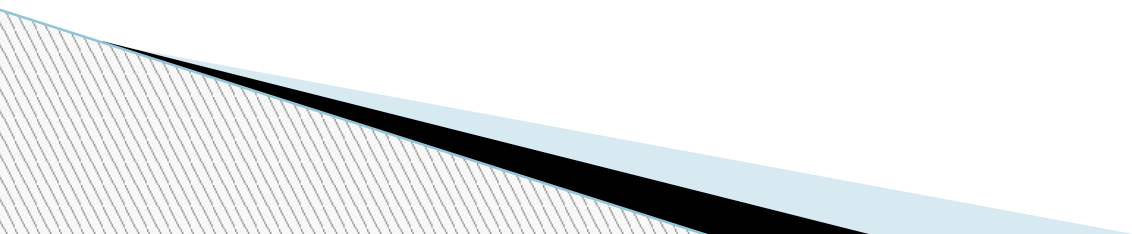


## Objaśnienia:

- |  |  |
|--|--|
| (1) Zwroty R i S - ostrzeżenia przed ryzykiem i zalecenia bezpieczeństwa | (5) Opcja: numer EWG dla gazów jednoskładnikowych lub sformułowanie „Mieszanka gazowa” |
| (2) Nalepki ostrzegawcze (zgodnie z ADR)                                 | (6) Pełne określenie gazu - zgodnie z ADR  |
| (3) Wzory chemiczne gazów lub mieszanin gazowych                         | (7) Wskazówki producenta   |
| (4) Nazwa handlowa produktu  | (8) Nazwa, adres i numer telefonu producenta   |

# Gazy osłonowe





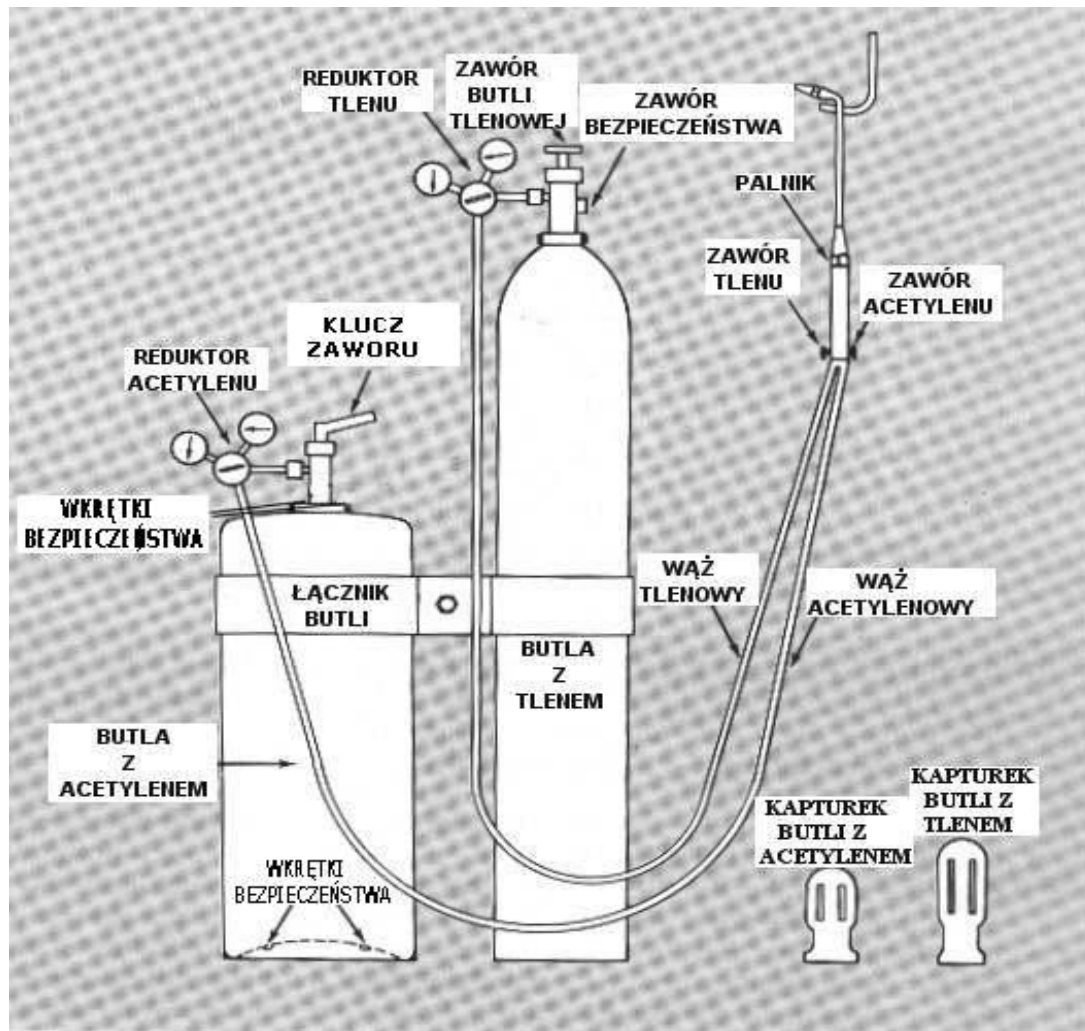


# METODA 311

## SPAWANIE ACETYLOTLENOWO- TLENOWE



# METODA 311



# METODA 311



REDUKTOR  
JEDNOSTOPNIOWY

REDUKTOR  
DWUSTOPNIOWY

## Rodzaje reduktorów:

Zadaniem reduktora jest zmniejszanie ciśnienia z butli odpowiedniego ciśnienia roboczego. Dzielimy je ze względu na zastosowanie na reduktory butlowe i sieciowe. **Reduktor butlowy** znajduje się bezpośrednio na butli, natomiast **Reduktor sieciowy** na rurach instalacji doprowadzania gazu.

# METODA 311

- ▣ Drugi podział butli dokonuje się przez różnice w budowie i wyróżnia się tu reduktory jednostopniowe oraz dwustopniowe.
- ▣ **Reduktor jednostopniowy** posiada komorę wysokiego ciśnienia oraz komorę niskiego ciśnienia, pomiędzy nimi znajdują się membrana, która nagina się przez obroty pokrętła reduktora.
- ▣ **Reduktor dwustopniowy** składa się z dwóch połączonych ze sobą reduktorów jednostopniowych i takie rozwiązanie pozwala na dokładniejszą regulację i lepsze utrzymywanie stałego ciśnienia. Reduktory są dobierane do konkretnego rodzaju używanego gazu.

# METODA 311

## □ **Bezpieczniki gazowe:**

- Bezpieczniki gazowe mają za zadanie ochronę przed cofnięciem gazu lub płomienia.
- Sytuacja taka jest możliwa w kilku sytuacjach, np. gdy: dysza palnika zostanie zalana ciekłym metalem, zostanie zbyt mocno zbliżona do spawanego materiału, prędkość wylotu gazu będzie mniejsza od jego spalania, jeden z zaworów będzie zakręcony lub niedostatecznie odkręcony.

Bezpieczniki występują jako przypalnikowe oraz przyreduktorowe i jak wskazują nazwy różnica polega na miejscu stosowania bezpiecznika.



# METODA 311

- ▣ **Węże do gazu**
- ▣ Węże używane przy spawaniu i cięciu gazowym mają różne kolory w zależności od rodzaju stosowanego gazu:
- ▣ Tlen - **niebieski**
- ▣ Acetylen - **czzerwony**
- ▣ Propan - **pomarańczowy**
- ▣ Węże muszą spełniać wymagania określone w przepisach BHP. Mówią one między innymi o dopuszczalnym zastosowaniu i minimalnych długościach przewodów.
- ▣ *"ROZPORZĄDZENIE MINISTRA GOSPODARKI z dnia 27 kwietnia 2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy pracach spawalniczych -stan prawny: listopad 2005 r. § 22.*
- ▣ *1. Węże do gazów powinny być stosowane zgodnie z ich przeznaczeniem, rodzajem gazu i ciśnieniem znamionowym. W przypadku mieszanek gazowych należy stosować wąż odpowiedni do gazu dominującego w mieszance.*
- ▣ *2. Minimalna długość węża spawalniczych powinna wynosić co najmniej 5 m, a maksymalna, mierzona od punktu pomiaru ciśnienia do punktu odbioru gazu (palnika), nie powinna przekraczać 20 m. W razie potrzeby zastosowania*

# METODA 311



# METODA 311

- Istotą metody spawania gazowego jest nadtopienie brzegów spawanego materiału stosując palnik. Płomień palnika powstaje w wyniku spalania gazów palnych oraz tlenu. Jako gaz palny używa się acetylen, a w bardzo sporadycznych przypadkach wodór bądź propan.
- Acetylen charakteryzuje się nieprzyjemnym zapachem, nie posiada on barwy oraz nie wykazuje własności trujących. Płomień acetylenu osiąga maksymalną temperaturę **3160°C**, oprócz tego posiada dużą gęstość mocy. Spalanie gazowe odbywa się w dwóch etapach. Pierwszy etap zachodzi w strefie redukcyjnej, inaczej odtleniającej gdzie płomień uzyskuje najwyższą temperaturę, natomiast II etap zachodzi w strefie tzw. kity płomienia, oprócz tych 2 stref wyróżnia się jeszcze jądro płomienia. Odpowiednia regulacja zaworów tlenu i acetylenu na palniku gazowym wpływa na ustawienie rozmiarów opisanych stref i tym samym pozwala na dostosowanie płomienia do różnych zastosowań.



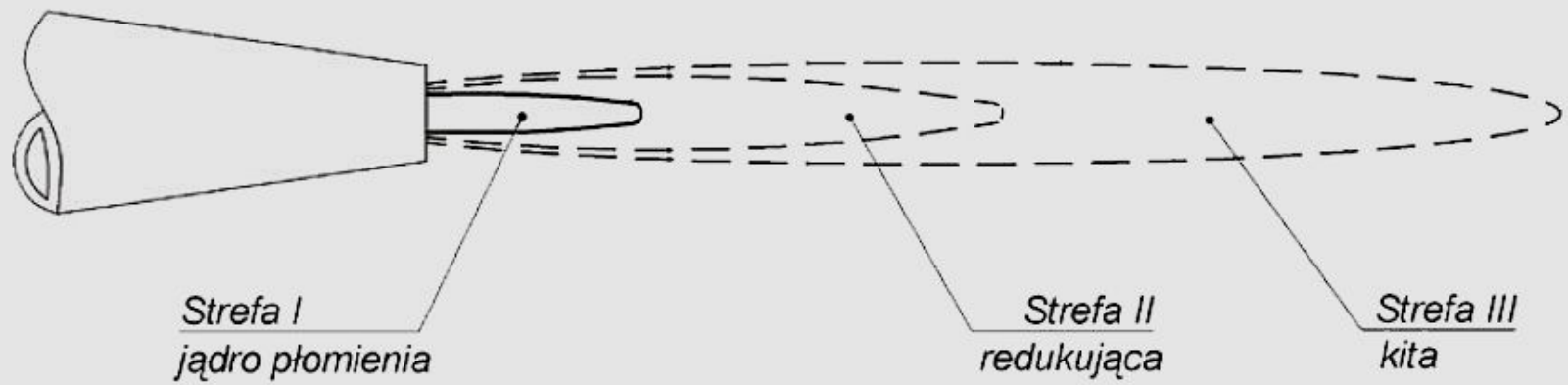
# METODA 311

- W metodzie spawania acetylenowo-tlenowego analiza jest stosunkowo prosta. Ciepło wykorzystywane do stapiania jest wytworzone przez spalanie acetylenu u wylotu otworu dyszy. **Im więcej acetylenu dostarczamy, tym więcej będzie ciepła, czyli należy sterować dopływem acetylenu.** Jeżeli płomień acetylenowo-tlenowy jest używany do spawania, to dopływ ciepła do złącza zależy też od sprawności spalania. Maksimum ciepła uzyskuje się wtedy, gdy następuje całkowite spalanie acetylenu w utleniającym płomieniu, tj. w płomieniu zawierającym więcej tlenu niż jest to niezbędne do związania z acetylenem

# METODA 311

- ▣ Jednak takie spalanie nie jest zalecane, gdyż nie tworzy płomienia o najwyższej temperaturze a może spowodować utlenianie się spoiny. Zwykle wybiera się taki stosunek acetylenu do tlenu, aby otrzymany płomień był neutralny tj. bez nadmiaru żadnego z gazów. Odpowiednie ilości acetylenu i tlenu nastawia się za pomocą zaworów wbudowanych w palnik. Wskutek tego gaz dochodzący do dyszy jest kontrolowaną mieszaniną tlenu i acetylenu

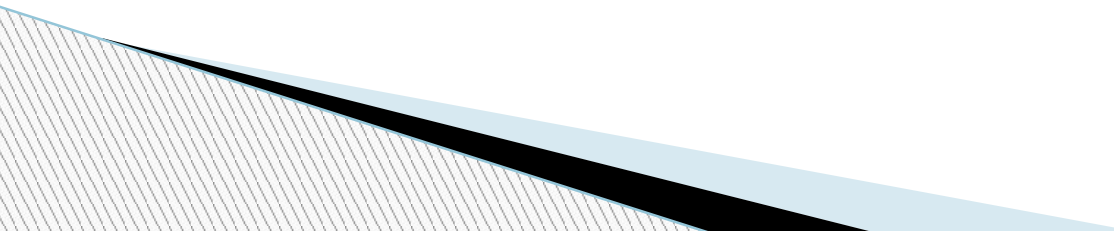
# METODA 311



# METODA 311

- ▣ **Cechy użytkowe metody spawania gazowego**
- ▣ **Zalety:**
  - wysoka wydajność i szybkość spawania
  - duży zakres spawanych grubości
  - niskie koszty urządzeń w porównaniu do spawania elektrycznego
  - stosunkowo prosta technika spawania
  - możliwość zautomatyzowania

# METODA 311

- ❑ Wady duże koszty gazów eksploatacyjnych
  - ❑ mniejsza estetyka spoin
  - ❑ możliwość spawania stali jedynie o niższych zawartościach węgla
  - ❑ utrudnione spawanie aluminium i stali odpornych na korozję
- 

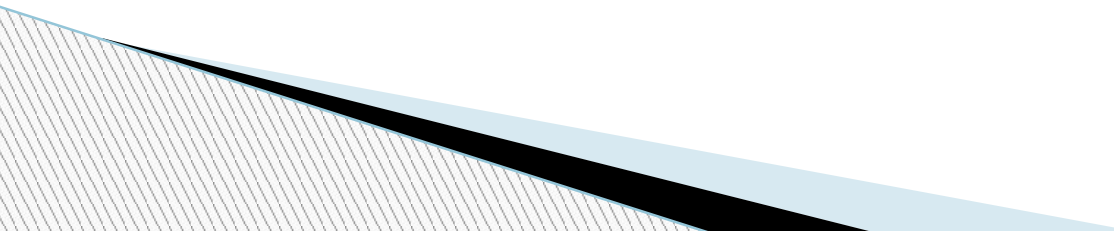
# METODA 311

- ▣ **Zastosowanie metody spawania gazowego**
- ▣ Spawanie gazowe stosowane jest przede wszystkim przy pracach naprawczych oraz remontowych. Jest często stosowane przy spawaniu cienkich rur, takich jak instalacje gazowe, wodne czy ciepłownicze. Spawanie gazowe jest również wykorzystywane ze względu na brak możliwości stosowania innych metod. Należy pamiętać, że nie stosuje się tu żadnego zasilania i tym samym nie ma ograniczenia przewodami, dlatego metoda dobrze sprawdza się w warunkach terenowych i na dużych powierzchniach.

▣



# METODA 311

- **stanowiska do spawania gazowego :**
  - palnik acetylenowo-tlenowy uniwersalny lub do spawania
  - butle z gazami: butla z tlenem technicznym oraz butla acetylenowa
  - reduktory butlowe
  - wąż tlenowy (niebieski)
  - acetylenowy (czerwony)
  - zestaw części do palnika
- 

# METODA 311

- ▣ Pierwszą czynnością przy przystąpieniu do spawania gazowego jest dokładne oczyszczenie materiału spawanego z farb, korozji, smarów i innych zanieczyszczeń. Przed rozpoczęciem spawania należy również upewnić się o szczelności złączy i węży.



# METODA 311

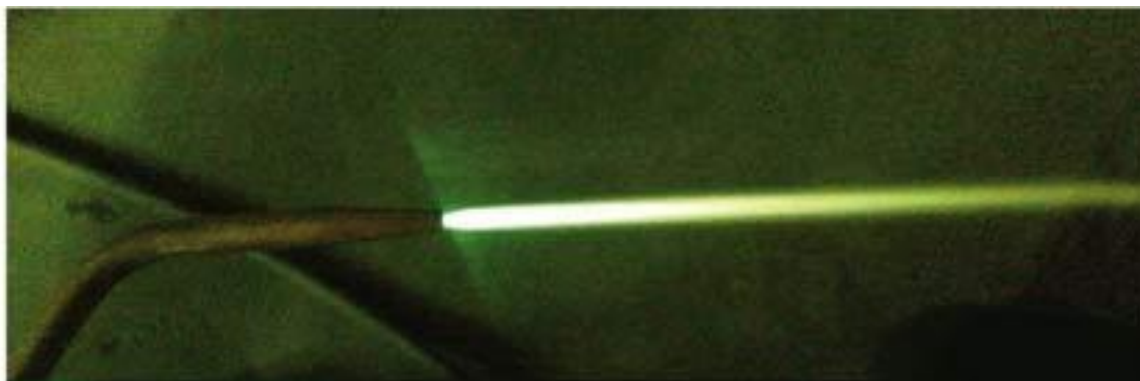
- Kolejnym krokiem jest odkręcenie butli z gazami i **ustawienie na reduktorach odpowiedniego ciśnienia roboczego**, który dla tlenu mieści się w zakresie 0,25-0,45 MPa, natomiast dla acetylenu 0,01-0,08 MPa.
- Ciśnienie tlenu należy wyregulować przy odkręconym zaworze na palniku. Przy rozpoczynaniu pracy palnika zawsze najpierw odkręcamy zawór tlenu, a dopiero po nim zawór acetylenu, a następnie zapalamy palnik. Płomień regulujemy zaworem tlenowym przez powolne otwieranie, aż uzyskamy satysfakcjonujący nas typ płomienia.

# METODA 311

- Wyróżnia się 3 typy płomienia:
- **płomień normalny**,  
zwany również neutralnym lub redukującym, który charakteryzuje się stosunkiem tlenu do acetylenu od 1:1 do maksymalnie 1,3:1.  
Jest to najczęściej pożądaný rodzaj płomienia, gdyż pozwala on na spawanie stali węglowej, miedzi i żeliwa.  
Prawidłowy płomień redukujący posiada jasno świecący stożek z lekko migoczącym wierzchołkiem.

# METODA 311

plomień nawęglający



plomień normalny  
(redukujący)



plomień utleniający



# METODA 311

## ▣ **płomień utleniający,**

występuje gdy stosunek tlenu do acetylenu jest większy niż 1,3:1.

Płomień jest smukły, niebieski i posiada krótkie jądro.

Stosuje się go przy spawaniu mosiądzów.

# METODA 311

- ▣ **płomień nawęglający,**

tworzy się przy nadmiarze acetylenu, w stosunku ponad 1:1.

Posiada czerwony kolor oraz wydłużone jądro i jest przeznaczony do spawania aluminium i jego stopów.

# METODA 311



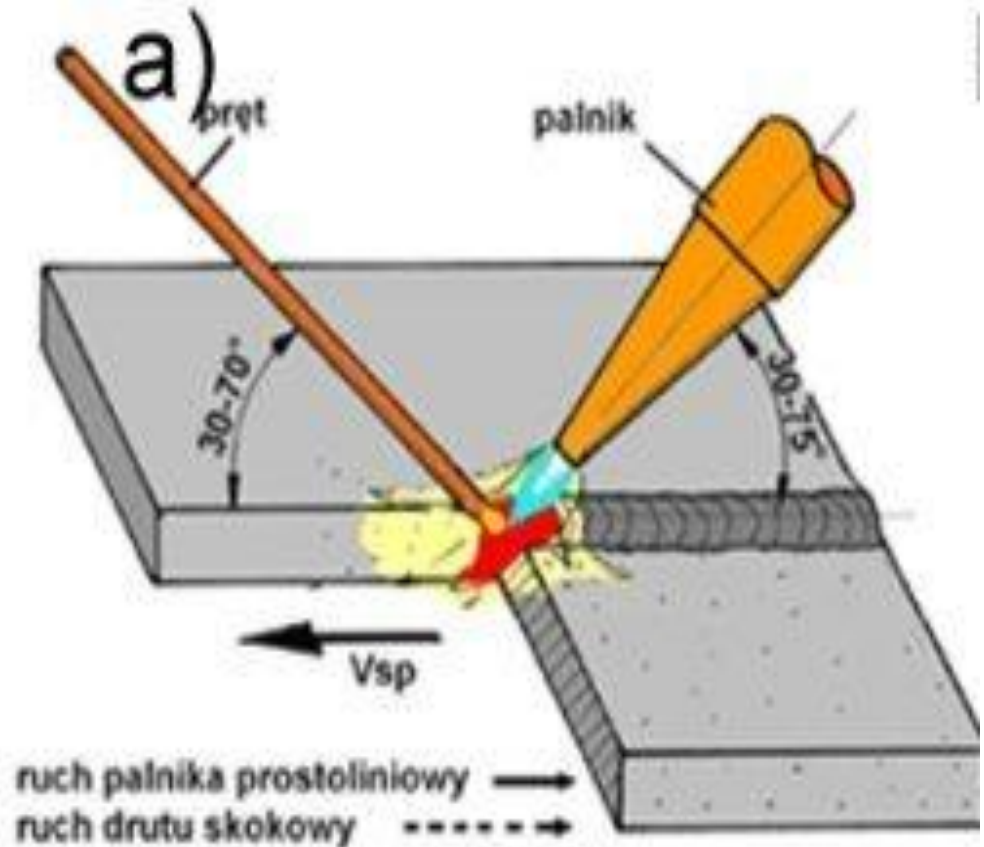
Po ustawieniu satysfakcjonującego rodzaju płomienia, można przystąpić do spawania według jednej z trzech zasadniczych metod prowadzenia palnika: w lewo, w prawo lub w górę.

# METODA 311

- a) **Spawanie w lewo** - palnik prowadzi się od strony prawej do lewej i nachyla się w stronę kierunku spawania, pod kątem od  $30^\circ$  do  $75^\circ$ . Podczas równego stapiania brzegów ustawiony prostopadle do palnika drut, powinien wykonywać ruch w górę i w dół, zanurzając się w jeziorce spawalniczym przez co reguluje się ilość dostarczanego spoiwa.
- Należy uważać, aby końcówka spoiwa nie opuszczała obszaru kity płomienia gdyż stanowi to ochronę przed powietrzem

# METODA 311

- Metoda jest stosunkowo prosta do opanowania, a stworzona spoina estetyczna. Stosuje się ją przy spawaniu materiałów o grubościach nie przekraczających 4mm. Ze względu na to, że spoina wykonywana spawaniem w lewo szybko stygnie, mogą pojawiać się w niej porowatości oraz pęcherze, dlatego nie zaleca się jej stosowania przy odpowiedzialnych konstrukcjach

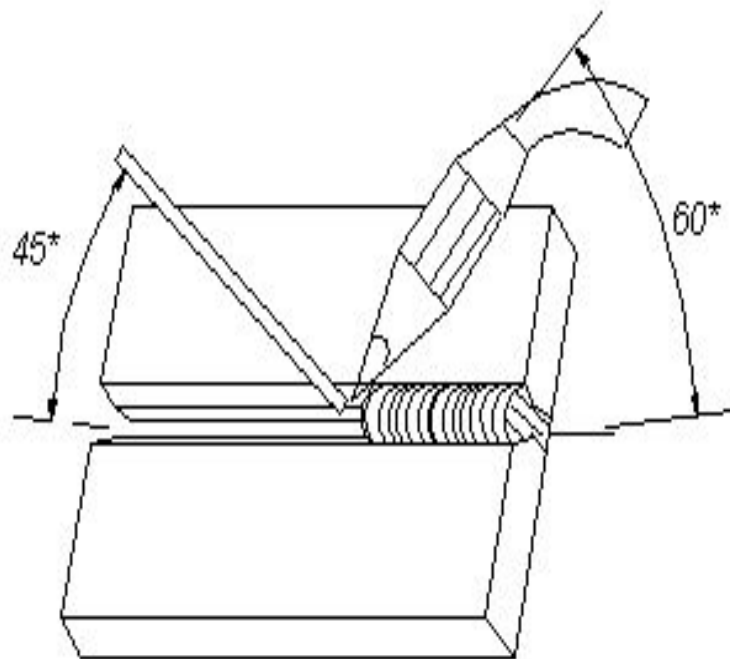




# METODA 311

Płomień palnika roztapia brzegi metalu, tworząc otworek w dolnej części spawanego materiału. Spawacz prowadzi palnik prawą ręką, postępowym ruchem w lewo nie czyniąc nim żadnych ruchów bocznych.

Bardzo ważne jest aby spoiwo cały czas było w obrębie płomienia, gdyż rozgrzany jego koniec w zetknięciu z powietrzem szybko się utlenia i spawacz wprowadza do spoiny tlenki.



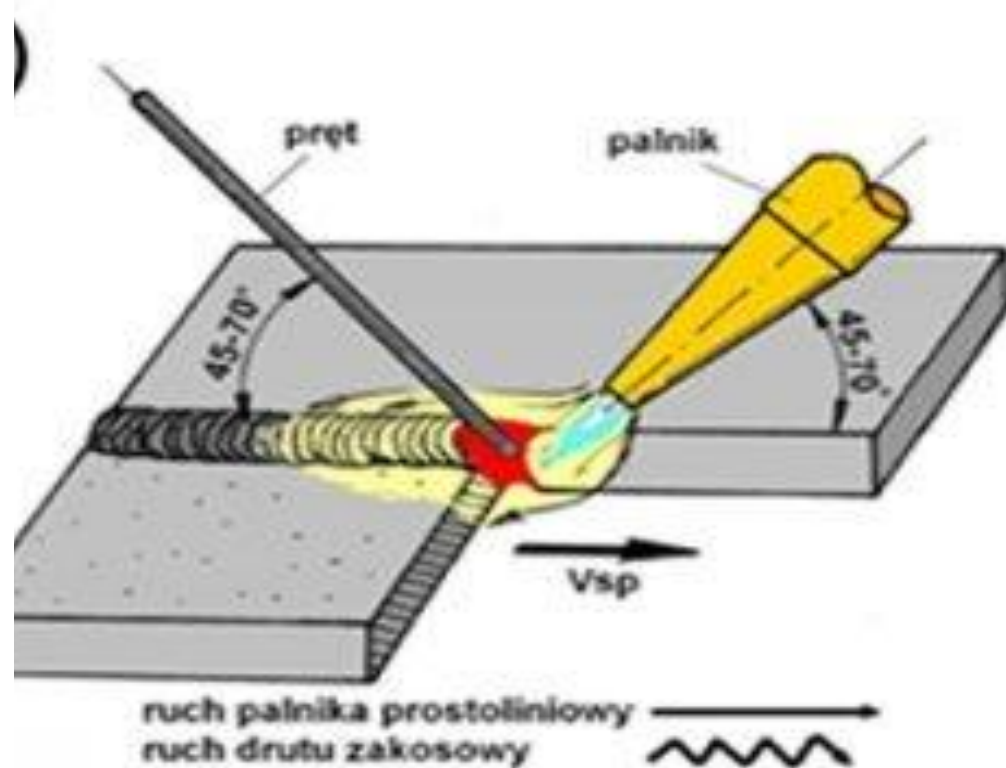
# METODA 311

- ▣ **Spawanie w prawo** - palnik zwraca się w kierunku przeciwnym do kierunku spawania i prowadzi prostoliniowo od lewej do prawej . Stworzone jeziorko spawalnicze powinno posiadać charakterystyczne "oczko".
- ▣ Palnik powinien być trzymany w takiej odległości, aby jądro płomienia znajdowało się w spawanym rowku, natomiast spoiwo podawane ruchem zakosowym.

# METODA 311

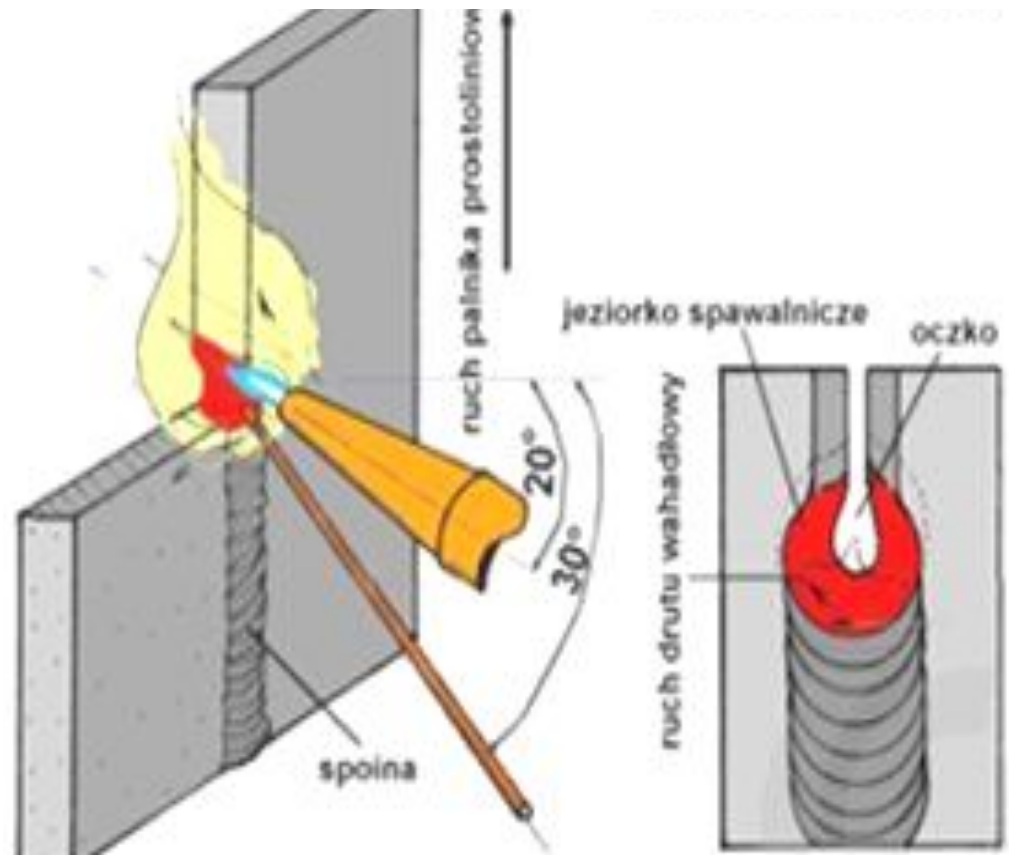
Stosowanie tej metody sprawdza się w przypadku materiałów o grubości ponad 4mm, a także, ze względu na lepszą wytrzymałość, przy odpowiedzialniejszych konstrukcjach.

Problem, przy metodzie spawania w prawo, może stanowić utrzymanie gładkiego lica spoiny



# METODA 311

- **Spawanie w górę** - spawanie przebiega w pionowym położeniu spawanego rowka, a palnik prowadzi się od dołu do góry delikatnie skierowany  $20^\circ$  od poziomu w kierunku spawania.
- Dostarczane spoiwo powinno wykonywać ruch wahadłowy i podążać za palnikiem pod kątem  $30^\circ$  od poziomu.



# METODA 311

- ▣ **Wskazówki technologiczne**
- ▣ Zasadniczo spawanie acetylenowe-tlenowe jest przeznaczone do spawania stali niskostopowych i niskowęglowych oraz żeliwa i mosiądzu.
- ▣ Unika się raczej spawania gazowo aluminium, miedzi czy stali wysokostopowych gdyż wykonane złącza mają mniejszą wytrzymałość. Spawanie tych materiałów jest jednak możliwe po zastosowaniu odpowiednich topników pomagających w usuwaniu utrudniających spawanie warstw tlenków

# METODA 311

- W metodzie spawania acetylenowo-tlenowego analiza jest stosunkowo prosta. Ciepło wykorzystywane do stapiania jest wytworzone przez spalanie acetylenu u wylotu otworu dyszy. Im więcej acetylenu dostarczamy, tym więcej będzie ciepła, czyli należy sterować dopływem acetyleny. Jeżeli płomień acetylenowo-tlenowy jest używany do spawania, to dopływ ciepła do złącza zależy też od sprawności spalania. Maksimum ciepła uzyskuje się wtedy, gdy następuje całkowite spalanie acetyleny w utleniającym płomieniu, tj. w płomieniu zawierającym więcej tlenu niż jest to niezbędne do związania z acetylenem

