

Współczesne metody spawania metali

Opracował:

mgr Piotr Augustynowicz

nauczyciel Zespołu Szkół Technicznych

w Łąncucie

1. Spawanie metodą TIG

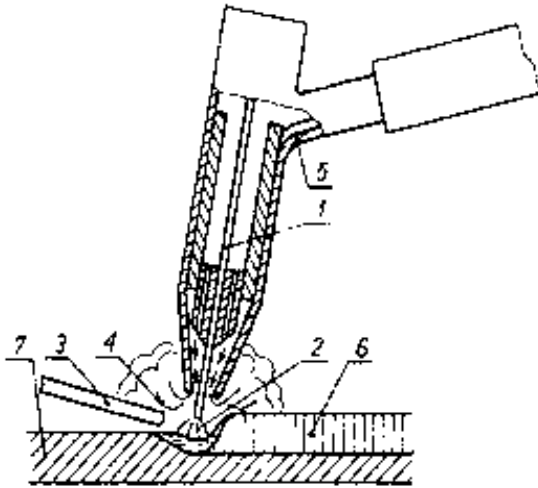
Charakterystyka metody

Źródłem ciepła w tej metodzie jest łuk elektryczny jarzący się między elektrodą wolframową a spawanym materiałem. Spoina powstaje ze stopionego pręta dodawanego spoiwa i nadtopionych brzegów spawanego materiału. Jeziorko płynnego metalu chronione jest od dostępu powietrza strumieniem gazu obojętnego wypływającego z dyszy, w której jest osadzona współśrodkowo elektroda wolframowa. Spawanie elektrodą wolframową w osłonie gazów obojętnych (argonu, helu lub mieszaniny helu z argonem) nazwano w skrócie metodą TIG (tungsten-inert gas).

Zajarzanie łuku nie może odbywać się przez chwilowe zwarcie elektrody ze spawanym materiałem, gdyż koniec elektrody wolframowej oblepia się materiałem tworząc łatwiej topliwy stop, co przyspiesza zużycie elektrody. Urządzenia do spawania metodą TIG są wyposażone w jonizatory wysokiej częstotliwości. Włączenie jonizatora po zbliżeniu końca elektrody do spawanego przedmiotu powoduje przeskok iskry, która jonizując gaz pomiędzy elektrodą i spawanym materiałem zajarza łuk elektryczny.

Do podstawowych parametrów spawania metodą TIG należy:

- średnica elektrody wolframowej (1-6 mm),
- średnica drutu spoiwa (1,5-6 mm),
- natężenie prądu (30-500 A),
- natężenie przepływu gazu ochronnego (5-20 l/min),
- prędkość spawania (4-40 cm/mm).



Rys 5.1 – elektroda wolframowa. 2 – łuk elektryczny. 3 – spoiwo, 4 – osłona gazu obojętnego, 5 – palnik łukowy. 6 – spoina, 7 – materiał spawany

Zakres zastosowania

Spawanie metodą TIG jest stosowane głównie do łączenia aluminium i jego stopów, miedzi i stali wysokostopowych, dla elementów łączonych o grubości 1 do 20 mm. Stosowane jest również do precyzyjnego układania pierwszej warstwy spoiny w złączach rur pracujących w warunkach wysokich ciśnień i temperatur.

2. Spawanie plazmowe

Charakterystyka metody

Spawanie plazmowe jest procesem łączenia metali stopów, w którym trwałe połączenie uzyskuje się dzięki stopieniu brzegów łączonych przedmiotów i materiału

dotatkowego ciepłem łuku plazmowego.

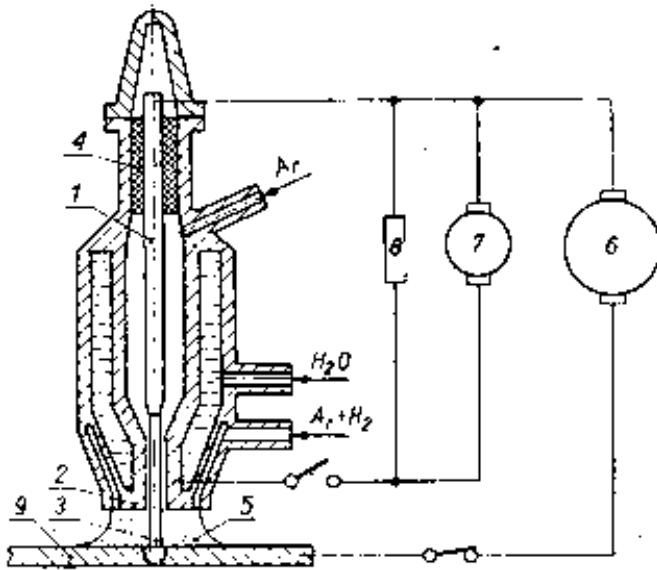
Plazma jest to gaz nagrany do stanu, w którym jest on co najmniej częściowo zjonizowany i dzięki temu zdolny do przewodzenia prądu elektrycznego. Jeśli między dwiema elektrodami jarzy się łuk elektryczny, to część cząsteczek strumienia gazu, znajdującego się między tymi elektrodami, ulega jonizacji. Przewodność elektryczna tak utworzonej plazmy gazowej (o temp. ok. 20000 K) jest zależna od stopnia jej jonizacji i np. dla argonu wynosi około 0,05 % przewodności czystej miedzi.

Podstawowym gazem plazmowym jest argon, charakteryzujący się niskim potencjałem jonizacji i niską przewodnością cieplną, co pozwala na utrzymanie łuku o małej mocy i znacznej długości. Spawanie plazmowe w pierwszych latach jego rozwoju było stosowane w postaci spawania mikroplazmowego, o natężeniach prądu nie przekraczających 25-30 A, następnie wprowadzono spawanie plazmowe TIG o natężeniach prądu do 400-600 A, a przed kilkunastu laty opracowano metodę spawania plazmowego ze stapiającą się elektrodą, na bazie spawania metody MIG.

Obecnie klasyfikuje się spawanie plazmowe i mikroplazmowe z nietopliwą elektrodą jako spawanie plazmowe TIG, natomiast z topliwą elektrodą jako spawanie plazmowe MIG.

Do podstawowych parametrów spawania plazmowego należą:

- natężenie prądu i napięcie łuku,
- prędkość spawania,
- rodzaj i natężenie przepływu gazu plazmowego,
- rodzaj i średnica elektrody wolframowej,
- kształt i wymiary dyszy plazmowej,
- odległość dyszy od spawanego przedmiotu.



Rys.17.: 1 — elektroda nie-
topliwa, 2 — dysza plazmowa, 3 —
zawężony łuk plazmowy, 4 — izo-
lacja, 5 — osłona gazowa, 6 — źró-
dło prądu zasilające łuk głów-
ny, 7 — źródło prądu zasilające
łuk pomocniczy, 8 — jonizator, 9 —
materiał spawany

Zakres stosowania

Spawanie plazmowe TIG dzięki specyficznym cechom łuku plazmowego jest stosowane do spawania konstrukcji wykonanych z materiałów o grubości od ok. 0,025 mm do ok. 50 mm.

Spawane mogą być praktycznie wszystkie metale i stopy stosowane obecnie jako materiały konstrukcyjne. Szczególnie dobre wyniki spawania uzyskuje się przy spawaniu stali węglowych, niskostopowych, wysokostopowych, stali austenitycznych, miedzi i stopów miedzi, aluminium i jego stopów, tytanu, berylu, tantalu, palladu, niklu i stopów niklu.

Spawanie plazmowe zapewnia doskonale czyszczenie katodowe blach aluminiowych, a równocześnie nie występuje czarny nalot przy brzegu spoiny. Kropelki stapiającego się drutu spawalniczego są otoczone silnym przepływem laminarnym plazmy gazowej i prze-noszone stabilnie przy stosunkowo niskiej temperaturze przez chłodny wewnętrzny łuk do jeziora spawalniczego. Doskonała osłona strumieniem plazmy i niższa temperatura kropelek metalu zapewnia całkowite wyeliminowanie porowatości spoin trudne do usunięcia przy spawaniu MIG.

Spawanie plazmowe jest stosowane obecnie z powodzeniem do wytwarzania różnorodnych konstrukcji stali niskostopowych, odpornych na korozję, aluminium i jego stopów oraz miedzi i stopów miedzi.

3. Spawanie elektronowe

Charakterystyka metody

Spawanie elektronowe polega na stopieniu obszaru styku łączonych przedmiotów ciepłem uzyskanym przez bombardowanie w próżni tego obszaru skoncentrowaną wiązką elektronów o dużej energii. Bombardowanie obszaru spawania wiązką elektronów, emitowanych z katody o regulowanym natężeniu prądu wiązki i przyspieszonym wysokim napięciem, powoduje zamianę energii kinetycznej elektronów na energię cieplną absorbowaną przez przedmiot spawany. Sprawność energetyczna procesu spawania elektronowego jest bardzo wysoka, a straty powstają jedynie w wyniku rozproszenia elektronów i promieniowania cieplnego obszaru spawania.

Zakres zastosowania

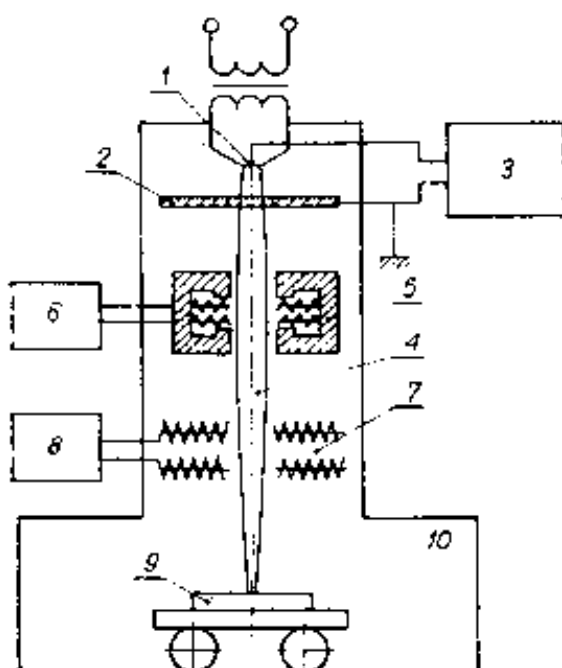
Spawanie elektronowe umożliwia łączenie z dużą wydajnością i bardzo wysoką jakością metali aktywnych, wrażliwych zwłaszcza na oddziaływanie tlenu, wodoru czy azotu, takich jak: tytan, cyrkon, tantal, beryl. Spoiny są o wyjątkowej czystości, zwykle wyższej od materiału rodzimego, gdyż pompowanie w czasie spawania odprowadza w sposób ciągły gazy wydzielające się z jeziora spawalniczego.

Metale wrażliwe na rozrost ziaren czy utwardzone za pomocą specjalnych obróbek cieplnych lub cieplno-mechanicznych są sprawne przy zachowaniu własności złączy nie niższych od materiału rodzimego, dzięki możliwości uzyskania wąskiej spoiny i praktycznie wykrywalnej tylko przy powiększeniach.

Spawanie elektronowe pozwala na wykonanie praktycznie każdego rodzaju połączenia metali i stopów o grubości od setnych części milimetra do ok. 300 mm w dowolnej pozycji spawania.

Spawanie elektronowe znajduje obecnie zastosowanie w przemyśle kosmicznym, lotniczym, motoryzacyjnym, energetyce jądrowej, elektronice.

Spawane są miniaturowe obwody elektroniczne, grubościenna zbiorniki reaktorowe, poszycie wielkiego pieca, zbiorniki paliwa reaktorowego, elementy paliwowe, podzespoły



Rys.18.: 1 — katoda, 2 — anoda otworowa, 3 — generator napięcia przyspieszającego, 4 — strumień elektronów, 5 — soczewki elektromagnetyczne, 6 — zasilacz soczewek elektromagnetycznych, 7 — układ odchylenia strumienia elektronów, 8 — zasilacz układu odchylenia, 9 — przedmiot spawany, 10 — komora próżniowa

promu kosmicznego nowego systemu transportowego NASA, zbiorniki statków transportujących ciekły gaz itp.

Możliwości zastosowania przemysłowego spawania elektronowego są jedynie ograniczone cechami metalurgicznymi łączonych materiałów oraz stosunkowo wysokim kosztem spawarek elektronowych, które jednak amortyzują się szybko przy spawaniu

seryjnym lub masowym małych konstrukcji.

4. Spawanie laserowe

Charakterystyka metody

Spawanie laserowe jest jednym z najnowocześniejszych procesów łączenia metali i stopów, konkurującym swymi cechami technologicznymi ze spawaniem elektronowym.

Proces spawania laserowego polega na stapieniu obszaru styku łączonych przedmiotów ciepłem otrzymanym w wyniku doprowadzenia do tego obszaru skoncentrowanej wiązki światła koherentnego o bardzo dużej gęstości mocy.

Nazwa LASER wywodzi się z zestawienia pierwszych liter opisu w języku angielskim zjawiska tworzenia promieniowania elektromagnetycznego koherentnego: **L**ight **A**mpli-**f**ication by **S**timulated **E**mission of **R**adiation (wzmocnienie światła za pomocą wymuszonej emisji promieniowania).

Wiązka laserowa przechodząc z lasera do przedmiotu spawanego poprzez system przesłon, zwierciadeł, elementów optycznych jest ogniskowana w obszarze spawania.

W spawaniu laserowym są stosowane dwie techniki spawania: spawanie z jeziorkiem i spawanie z oczkiem, podobnie jak przy spawaniu elektronowym. Obie techniki spawania są prowadzone bez dodatku spoiwa.

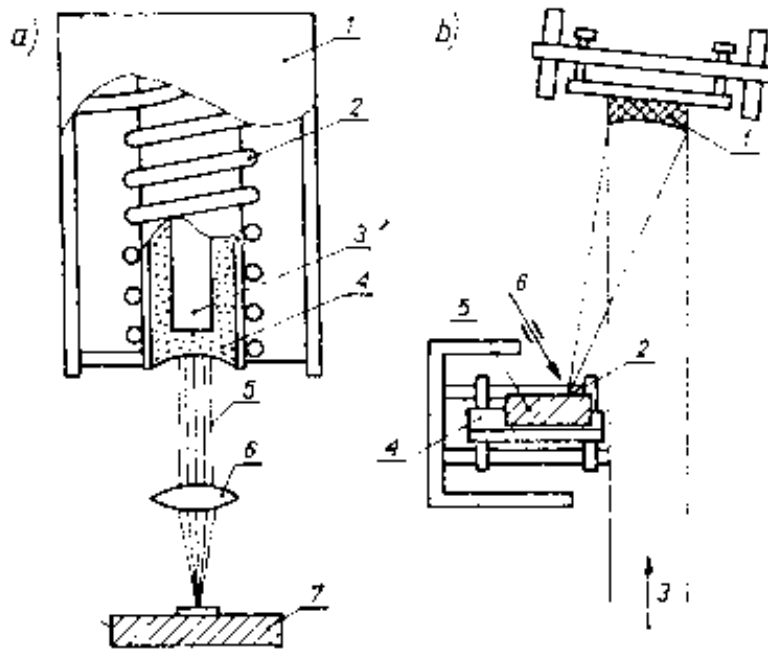
Spawanie z jeziorkiem polega na zastosowaniu wiązki laserowej o małej lub średniej mocy, która nagrzewa przez absorpcję powierzchnię obszaru spawania, a obszar podpowierzchniowy jest nagrzewany przez przewodzenie. Głębokość przetopienia zależy wtedy od własności fizycznych spawanego metalu, stanu jego powierzchni oraz gęstości mocy wiązki laserowej.

Technika spawania z oczkiem wymaga zwykle użycia laserów CO₂ o średniej lub dużej mocy. W tym przypadku własności fizyczne metalu nie odgrywają istotnej roli i nie ograniczają głębokości przetopienia. Energia wiązki laserowej jest absorbowana na całej

głębokości złącza, a nie tylko na powierzchni. Mechanizm tworzenia się oczka jest podobny, jak przy spawaniu elektronowym i nadal nie jest w pełni poznany.

Podstawowe parametry spawania laserowego, to:

- moc wiązki światła laserowego ciągłego,
- energia impulsu światła laserowego, czas jego trwania i częstotliwość powtarzania przy spawaniu impulsowym,
- prędkość spawania,
- długość ogniska wiązki laserowej względem złącza,
- rodzaj i natężenie przepływu gazu ochronnego.



Rys.19 a) Schemat spawania impulsowego laserem rubinowym; 1 — cylinder próżniowy, 2 — błyskowa lampa ksenonowa, 3 — syntetyczny kryształ rubinu, 4 — ośrodek chłodzący, 5 — skupiona wiązka promieni monochromatycznych, 6 — dodatkowa soczewka skupiająca, 7 — przedmiot spawany; b) Schemat spawania ciągłego laserem molekularnym CO₂; 1 — zwierciadło ogniskujące, 2 — punkt ogniskowania wiązki, 3 — wiązka wychodząca ze wzmacniacza laserowego, 4 — stół ruchomy, 5 — przedmiot spawany, 6 — gaz ochronny

Zakres zastosowania

Spawanie laserowe umożliwia wykonanie w dowolnej pozycji wszelkiego typu

i kształtu połączeń w zakresie grubości od najcieńszych produkowanych w przemyśle

folii

i drutów do 12,5-25 mm. Spawanie laserowe pozwala łączyć z równym lub nawet lepszym wynikiem wszystkie metale i stopy spawane elektronowo. Dodatkowo nie ma ograniczeń, jeśli chodzi o spawanie stali nieuspokojonych, staliw, materiałów porowatych, spieków itd. jak ma to miejsce przy spawaniu elektronowym. Możliwe jest spawanie poprzez izolację, np. łączenie drutów metalowych pokrytych izolacją elektryczną.

Spawanie laserowe jest szczególnie przydatne do łączenia dużej liczby małych przedmiotów o niewielkiej grubości z wydajnością przekraczającą 1200 złączy na godzinę.

Spawanie laserowe jest również stosowane do łączenia części kół zębatych, złączy doczołowych płaskich i obwodowych różnorodnych konstrukcji nośnych, spawania wzdłużnego rur szczególnie w przemyśle spożywczym, kształtowników, rur z płytami sitowymi itp. o grubościach złączy dochodzących do 25 mm. Proces spawania laserowego jest rozwijany intensywnie w krajach przewodzących w przemyśle światowym i w wielu przypadkach konkuruje z powodzeniem ze spawaniem elektronowym. Główne zastosowanie znajduje spawanie laserowe w przemyśle lotniczym, kosmicznym, elektronicznym, spożywczym, elektrotechnicznym, medycynie - zapewniając doskonałą jakość połączeń i dużą wydajność.

LITERATURA

1. Dobrowolski Zygmunt. 1978. *Podręcznik spawalnictwa*. WNT
2. Hillar Jan i Jarmoszuk Stanisław. 1983. *Technologia: Spawalnictwo*. WSiP.
3. Klimpel Andrzej. 1984. *Nowoczesne technologie spajania metali*. WNT
4. Marcolla Kazimierz. 1981. *Zarys Spawalnictwa*. PWN..
5. Praca zbiorowa. 1983. *Poradnik inżyniera: Spawalnictwo*. WNT.