



Tehnologija zavarivanja

Zavarivanje u zaštitnom gasu

Zavarivanje u zaštitnom gasu



Kod zavarivanja u zaštitnom gasu, oko šava se dovodi zaštitni gas kako bi se sprečio prodor atmosferskih gasova u zonu zavarivanja (kiseonik, azot, vodonik).

Tipovi gasova:

- a) Inertni (Ar, He) – ne reaguju sa rastopom
- b) Aktivni (CO_2) – reaguju sa rastopom

Zavarivanje u zaštitnom gasu

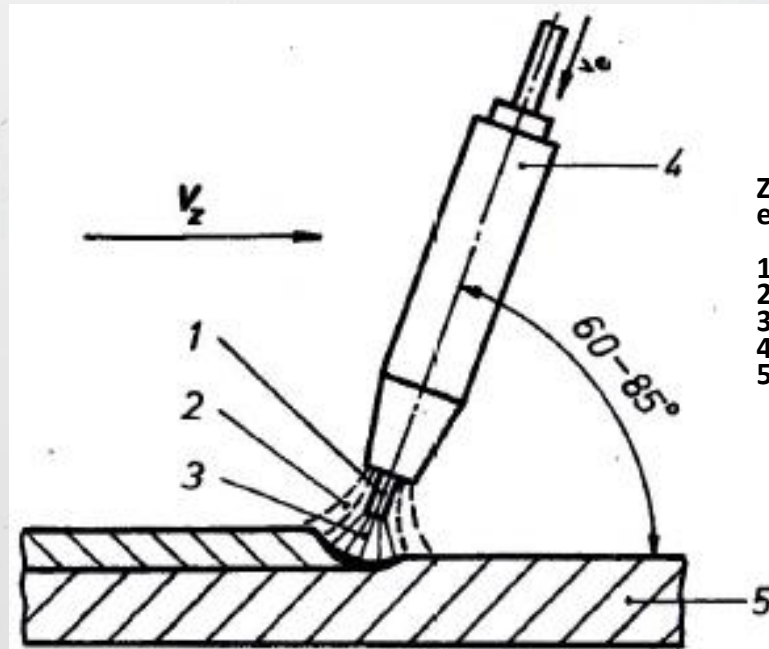


Postupci zavarivanja u zaštitnom gasu:

1. MIG-Metal Inert Gas
 2. MAG-Metal Active Gas
- } Zavarivanje topljivom elektrodom
3. TIG-Tungsten Inert Gas
 4. Plazma
- } Zavarivanje netopljivom elektrodom

Zavarivanje u inertnom gasu sa topljivom elektrodom (MIG)

- Elektrodna žica se nalazi u buntu i dodaje se kontinualno.
- Oko elektrodne žice se dovodi inertni gas (argon - Ar).
- Ar štiti zonu zavarivanja i sprečava prodor atmosferskih gasova.

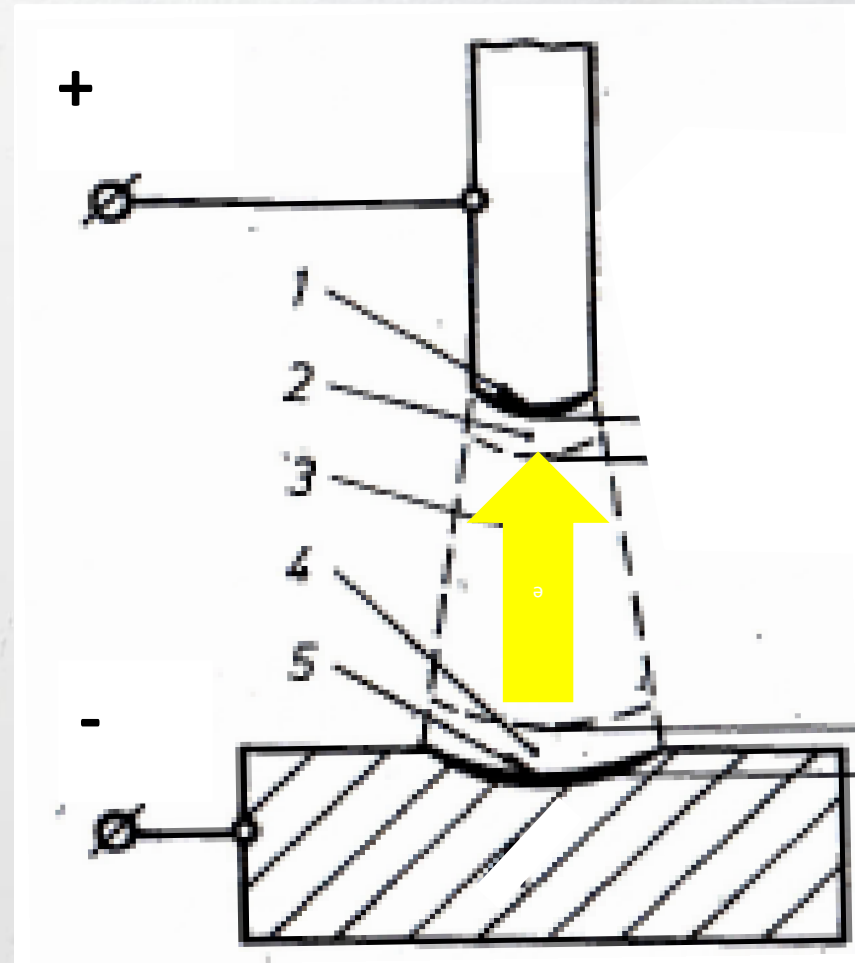


Zavarivanje topljivom elektrodom u zatitnom gasu:

- 1 – električna žica
- 2 – zaštitni gas
- 3 – električni luk
- 4 – držač elektrode
- 5 – osnovni materijal

Zavarivanje u inertnom gasu sa topljivom elektrodom (MIG)

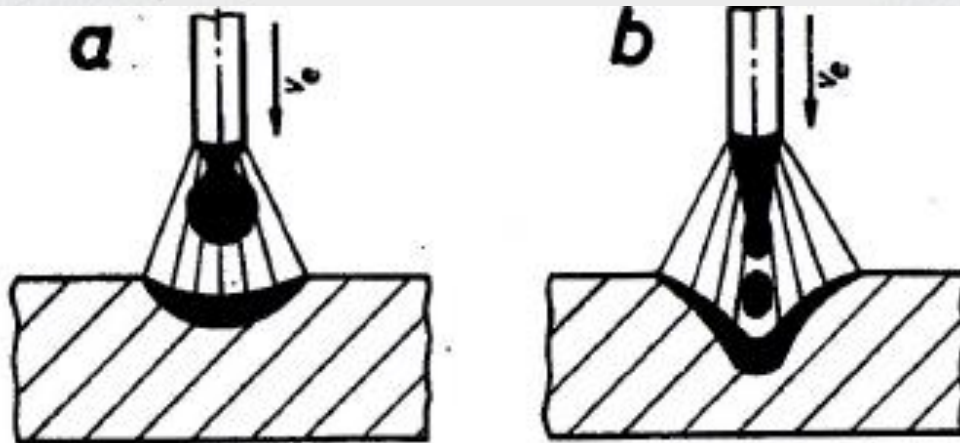
- MIG se obično koristi za zavarivanje metala koji imaju afinitet prema kiseoniku: legure Al, Cu, Ti, Mg, nerđajući čelici.
- Jednosmerna struja obrnute polarnosti zbog stabilnijeg održavanja luka:



Zavarivanje u inertnom gasu sa topljivom elektrodom (MIG)

Prenos metala sa elektrode u šav:

- Pri I_z do 100 A prenos metala je u vidu krupnih kapi
- Pri I_z preko 100 A prenos metala je u vidu mlaza sitnih kapi (veća dubina uvara, manje prštanje tečnog metala i pravilan oblik površine šava)



Šema prenosa metala pri zavarivanju topljivom elektrodom u zaštiti inertnog gasa:

- a – u vidu krupnih kapi tečnog metala
- b – u vidu mlaza sitnih kapi tečnog metala

Zavarivanje u inertnom gasu sa topljivom elektrodom (MIG)



Prednosti:

- Visokoproduktivan postupak (velika brzina zavarivanja, po pravilu iz jednog prolaza do 8 mm)
- Naročito pogodan postupak za metale koji imaju afinitet prema kiseoniku (leg. Al, Cu, Ti, Mg, nerđajući čelici)

Zavarivanje u inernom gasu sa topljivom elektrodom (MIG)



Prednosti:

- Priprema šava ili nije potrebna, ili je manje obimna nego kod REL (ugao V-šava 30-50°)
- Zaštitni gas ne mora da se mehanički čisti kao troska kod REL

Zavarivanje u inertnom gasu sa topljivom elektrodom (MIG)

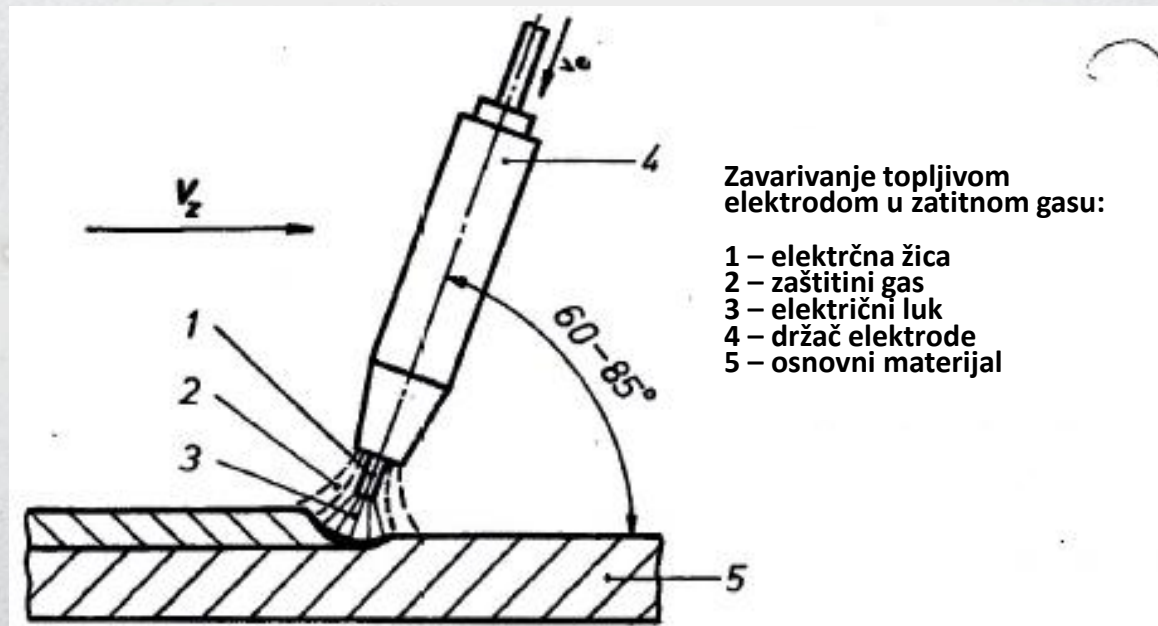


Nedostaci:

- Ar je relativno skup gas, tako da je za zavarivanje niskougljeničnih i niskolegiranih čelika sasvim adekvatno koristiti jeftiniji zaštitni gas CO_2 (MAG postupak).
- Ne koristi se za zavarivanje tanjih limova – za to se koristi TIG
- Pri zavarivanju na otvorenom, vetar može da oduva zaštitni gas.

Zavarivanje u aktivnom gasu sa topljivom elektrodom (MAG)

- Elektrodna žica se nalazi u buntu i dodaje se kontinualno.
- Oko elektrodne žice se dovodi aktivni gas (ugljen-dioksid CO_2).



Zavarivanje u aktivnom gasu sa topljivom elektrodom (MAG)

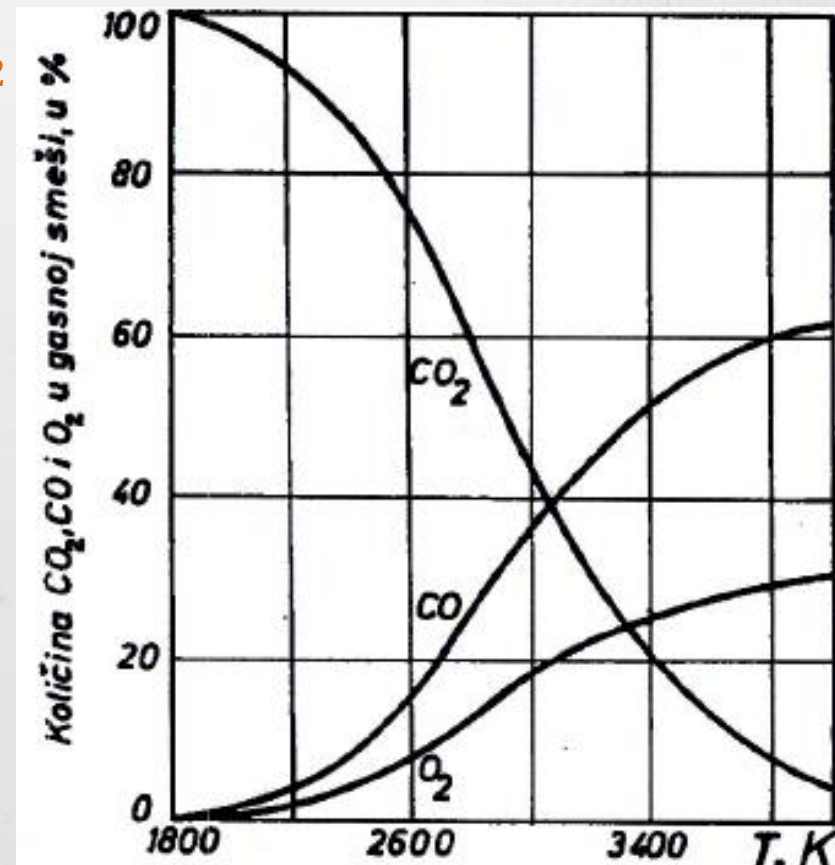
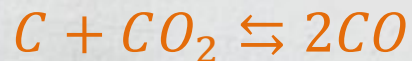
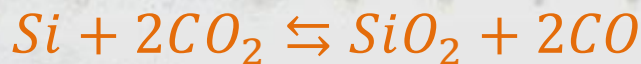
- Disocijacija, oksidacija, dezoksidacija i legiranje rastopa:

-disocijacija CO_2 : $2\text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO} + \text{O}_2$

-disocijacija CO i O_2 :



-oksidacija elemenata:



Zavisnost sastava gasne smeše od temperature u zoni zavarivanja u zaštiti CO_2

Zavarivanje u aktivnom gasu sa topljivom elektrodom (MAG)



-dezoksidacija – vrši se dodavanjem Si i Mn u elektrodnoj žici:

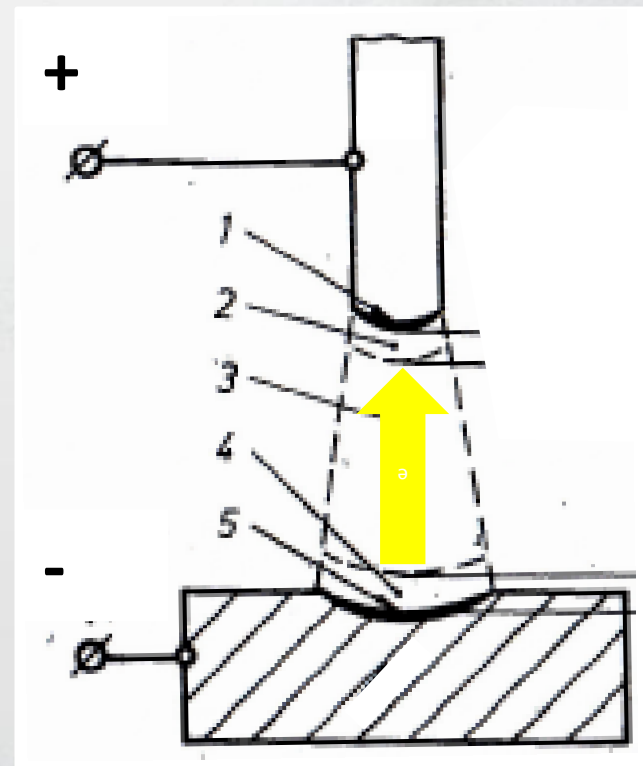


-CO nije rastvorljiv u čeliku i izdvaja se u obliku mehurića.

* Sadržaj Si ne sme biti manji od 0,6 %, a Mn od 0,9 %

Zavarivanje u aktivnom gasu sa topljivom elektrodom (MAG)

- Koristi se obično jednosmerna struja obrnute polarnosti zbog stabilnijeg održavanja luka:
- Potoji mogućnost automatizacije
- MAG se koristi za zavarivanje niskougleničnih i niskolegiranih čelika.



Zavarivanje u aktivnom gasu sa topljivom elektrodom (MAG)



Prednosti:

- Jeftiniji postupak od REL i EPP
- Visoka produktivnost (ne skida se troska)
- Proces zavarivanja se lako vizuelno prati

Zavarivanje u aktivnom gasu sa topljivom elektrodom (MAG)



Nedostaci:

- Prštanje metala i potreba za čestim čišćenjem mlaznice ako je struja zavarivanja preko 500 A
- Površina šava ima estetski manje prihvatljiv izgled u odnosu na REL i EPP
- Pri zavarivanju na otvorenom, vetar može da oduva zaštitni gas.

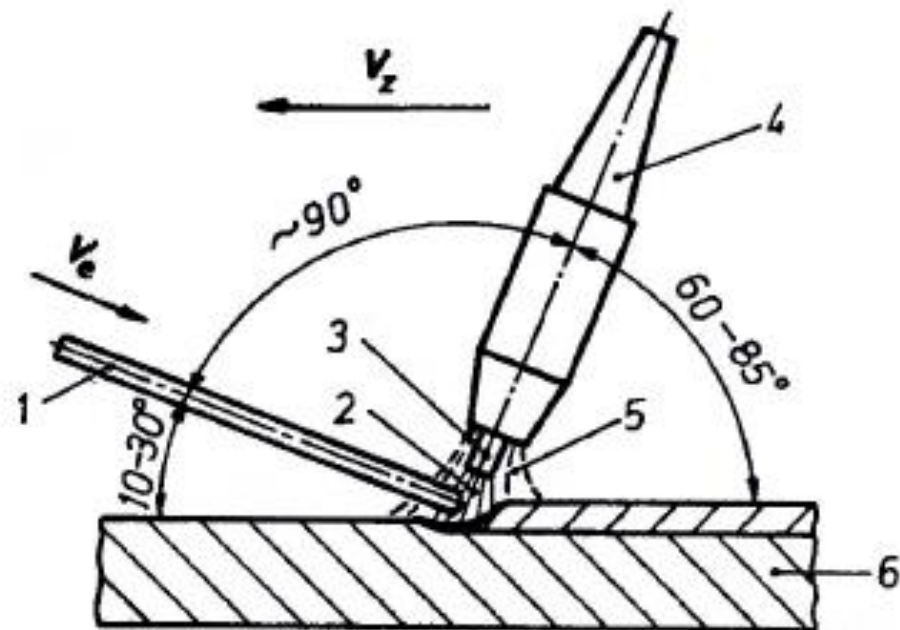
* Upotreba metode MAG je u porastu, čak i kod individualnih korisnika.

Zavarivanje u inernom gasu sa netopljivom elektrodom (TIG)

- Elektroda je netopljiva (od volframa), luk se uspostavlja između elektrode i osnovnog materijala, a dodatni materijal se dodaje u električni luk.
- Ar štiti zonu zavarivanja i sprečava prodor atmosferskih gasova.

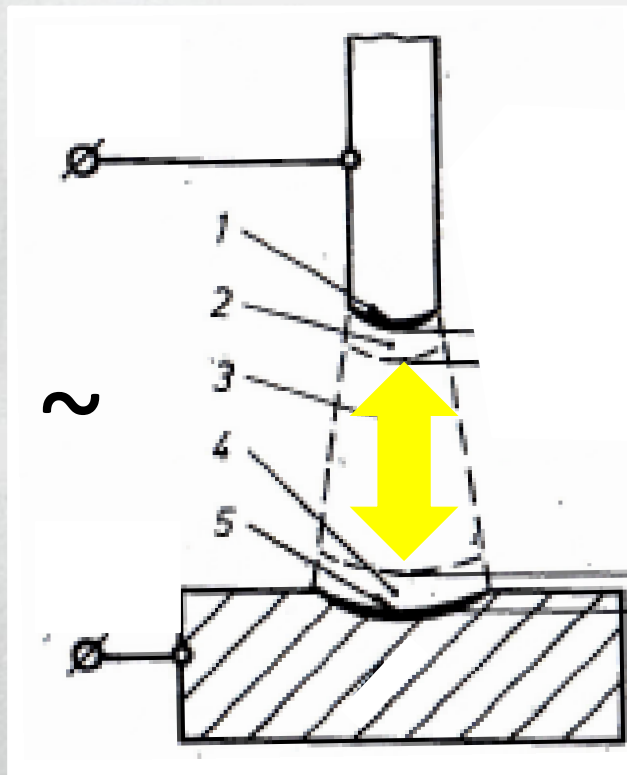
Zavarivanje netopljivom (volframovom) elektrodom u zatiti inertnog gasa:

- 1 – dodatni materijal
- 2 – električni luk
- 3 – volframova elektroda
- 4 – držač elektrode
- 5 – zaštitni gas
- 6 – osnovni materijal

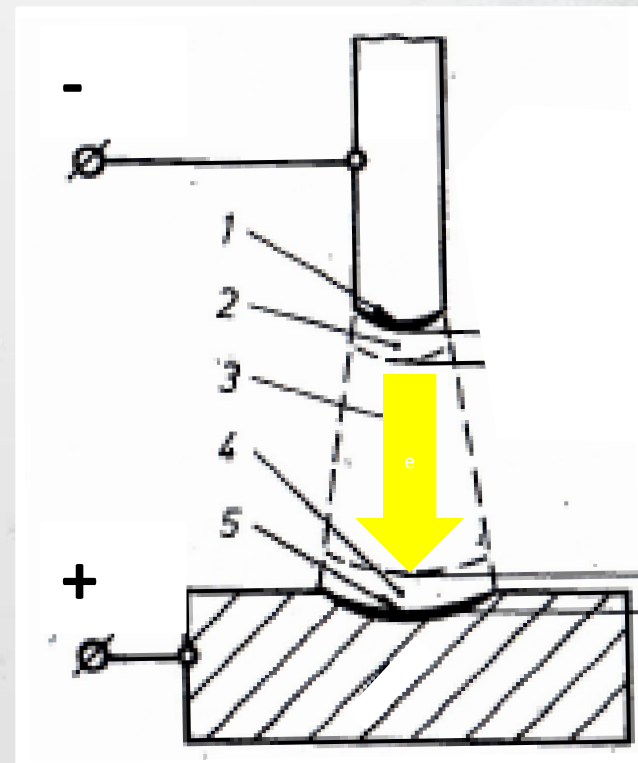


Zavarivanje u inertnom gasu sa netopljivom elektrodom (TIG)

- Koristi se ili naizmjenična struja (leg.Al, Mg) ili jednosmerna struja prave polarnosti (nerđajući čelici, leg.Ti, Cu,...):



Naizmjenična struja



Jednosmerna struja-
prava polarnost

Zavarivanje u inertnom gasu sa netopljivom elektrodom (TIG)



- * Ne sme se koristiti jednosmerna struja obrnute polarnosti zbog nanošenja osnovnog materijala na volframsku elektrodu (posle sledi obavezno čišćenje i oštrenje=skraćenje i trošenje relativno skupe elektrode).
- ** Materijali sa višom temperaturom topljenja (nerđajući čel., leg.Ti, Cu,...) se pri upotrebi naizmenične struje nedovoljno efikasno tope.

Zavarivanje u inertnom gasu sa netopljivom elektrodom (TIG)



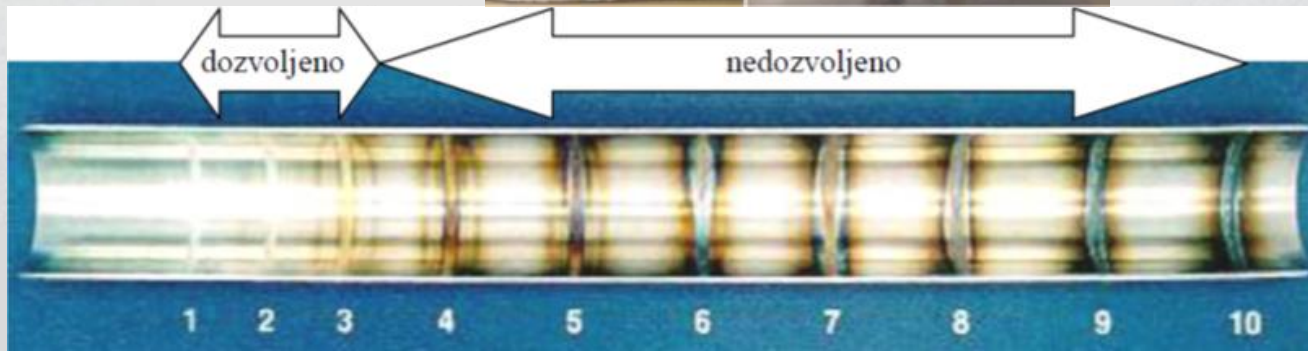
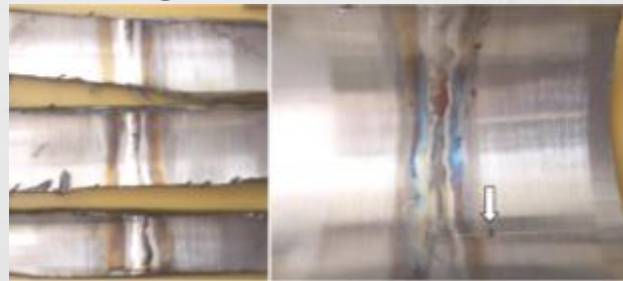
Upotreba gasova:

- Prvi izbor je Ar ili He!!!
- Pored Ar/He, koristi se smeša gasova pod nazivom “formir gas” (75-95% N, 5-25 % H) – manje kvalitetna atmosfera (aktivni gas, adekvatan za nerđajuće čelike) ali jeftiniji od Ar.

Zavarivanje u inertnom gasu sa netopljivom elektrodom (TIG)

Upotreba gasova:

- Posebna pažnja pri zavarivanju cevovoda pri niskim temperaturama – treba u potpunosti izbaciti vazduh (kiseonik) iz cevi, u suprotnom se javlja obojenje zone uticaja toplote zbog kontaminacije kiseonikom i oštećenja zaštitnog Cr_2O_3 sloja:



Zavarivanje u inertnom gasu sa netopljivom elektrodom (TIG)



Prednosti:

- Visok kvalitet zavarenog spoja
- Pogodna metoda za zavarivanje tankih limova (do 4 mm)
- Najpogodnija metoda za elektrolučno zavarivanje legura Al i Ti (teško zavarljivi materijali)

Zavarivanje u inertnom gasu sa netopljivom elektrodom (TIG)

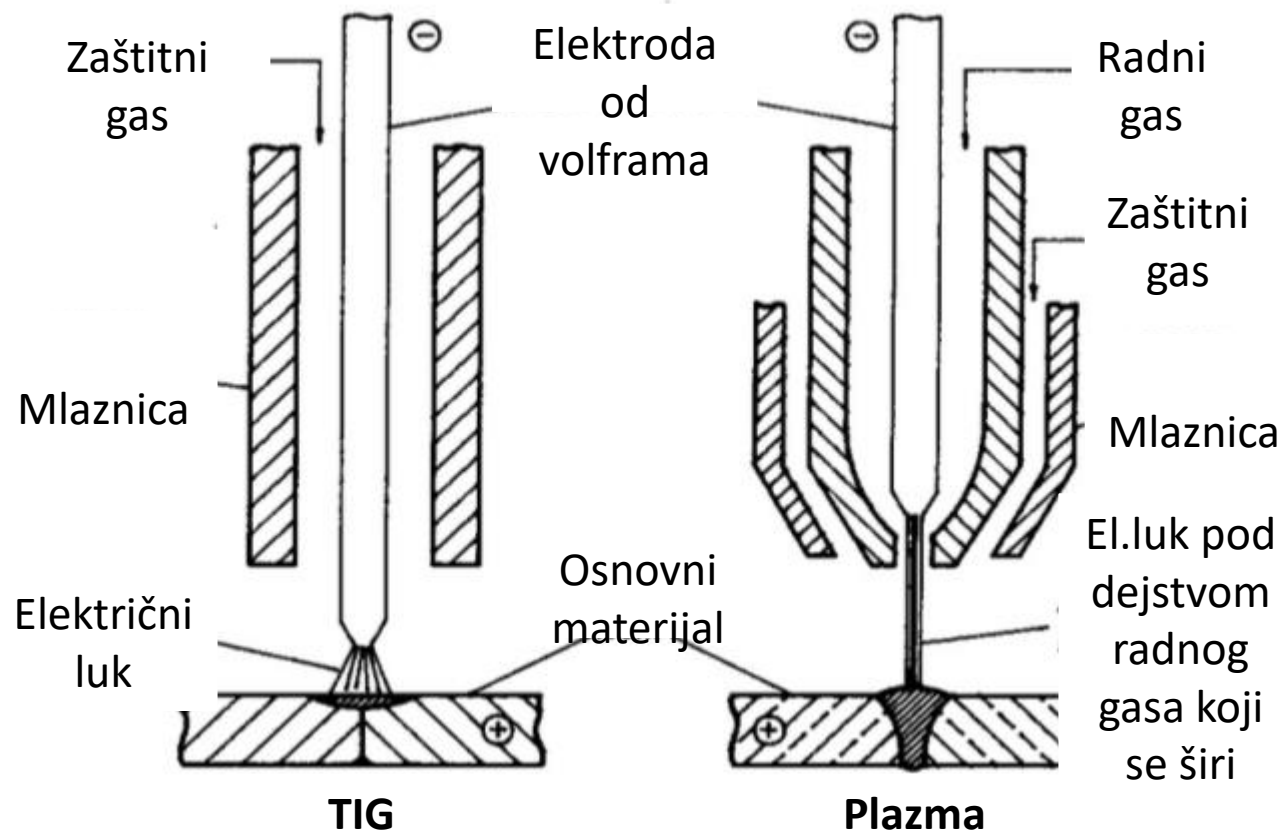


Nedostaci:

- Manja produktivnost od MIG
- Cena elektrode je visoka, kao i Ar (zato se koristi formir gas)
- Pri zavarivanju na otvorenom, vetar može da oduva zaštitni gas.

Plazma zavarivanje

- Radni gas ističe velikom brzinom kroz električni luk, stvarajući plazmu (visoko jonizovan gas)
- Temperatura električnog luka je 20000-30000°C
- Srodan postupak sa TIG.



Plazma zavarivanje



Specifičnosti:

- Koristi se prava polarnost
- Debljine materijala od malih debljina (kao TIG) do 18 mm sa I-šavom i 25 mm u jednom prolazu sa V-šavom (4 puta više od TIG-a i na nivou EPP-postupka).

Plazma zavarivanje



Specifičnosti:

- Zbog visoke temperature, postupak je namenjen za zavarivanje čelika i teško topljivih materijala (legure Ti)
- Moguća kombinacija sa TIG u jednom uređaju za proširenje dijapazona radnih predmeta koji se mogu zavarivati.

Plazma zavarivanje



Prednosti:

- Širok dijapazon uvara, bez ograničenja u položaju
- Pogodniji postupak za teško topljive materijale (leg.Ti) od MIG/TIG
- Uzana zona uticaja toplote
- Alternativa laserskom zavarivanju ili zavarivanju elektronskim snopom, pri čemu je moguća manje precizna obrada osnovnog materijala
- Pogodnost za rezanje

Plazma zavarivanje



Nedostaci:

- Visoka cena uređaja
- Velika potrošnja relativno skupog gasa (Ar)
- Potrebna preciznija obrada osnovnog materijala nego kod TIG



PITANJA