



**FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
KOSOVSKA MITROVICA**

MIG MAG POSTUPCI ZAVARIVANJA

**Dr Ivica Čamagić, vanredni profesor
Dr Živče Šarkoćević, vanredni profesor**

Kosovska Mitrovica, mart 2022

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 (CO₂) – REAGUJU SA RASTOPOM

- POSTUPCI ZAVARIVANJA U ZAŠTITNOM GASU:

1) MIG-METAL INERT GAS

2) MAG-METAL ACTIVE GAS

3) PUNJENA ŽICA



Zavarivanje topljivom
elektrodom

4) TIG-TUNGSTEN INERT GAS



Zavarivanje netopljivom
elektrodom

ZAVARIVANJE U INERTNOM GASU SA TOPLJIVOM ELEKTRODOM (MIG)

- ELEKTRODNA ŽICA SE NALAZI NA KOTURU I DODAJE SE KONTINUALNO.
- OKO ELEKTRODNE ŽICE SE DOVODI INERTNI GAS (ARGON – AR, HE ILI KOMBINACIJE).
- INERTNI GAS ŠTITI

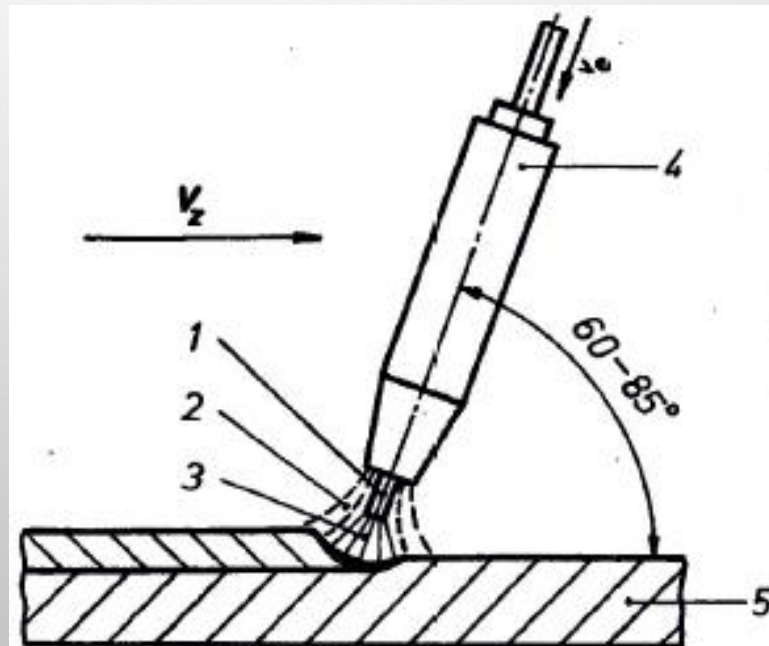
ZONU

ZAVARIVANJA I

SPREČAVA PRODOR

ATMOSFERSKIH

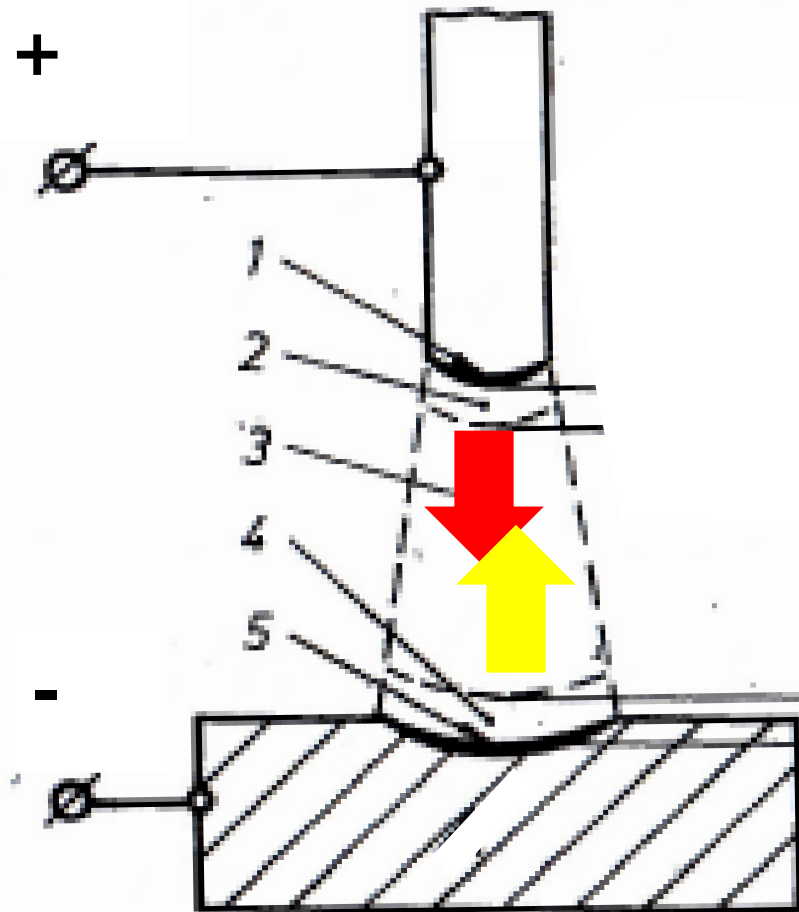
GASOVA.



Slika VII.1. Zavarivanje topljivom elektrodom u zaštitnom gasu

- 1 - elektrodna žica;
- 2 - zaštitni gas;
- 3 - električni luk;
- 4 - držač elektrode;
- 5 - osnovni materijal.

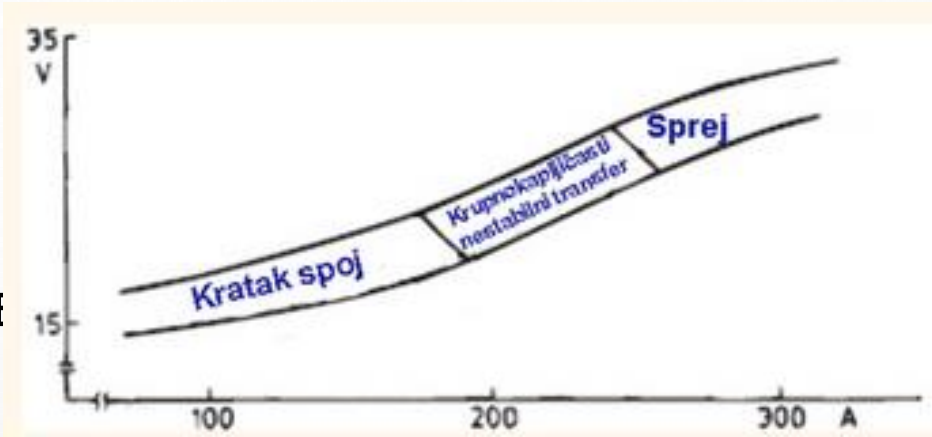
- OBIČNO JEDNOSMERNNA STRUJA OBRNUTE POLARNOSTI, DIREKTNA POLARNOST AKO JE MALA DEBLJINA OSN.MAT.
- NAIZMENIČNA STRUJA SE NE KORISTI ZBOG SMANJENE STABILNOSTI EL.LUKA (UPOTREBA GASA)!



- PRENOS MATERIJALA U KRATKOM SPOJU, SITNIM KAPIMA (SPREJ) I PULSNO:



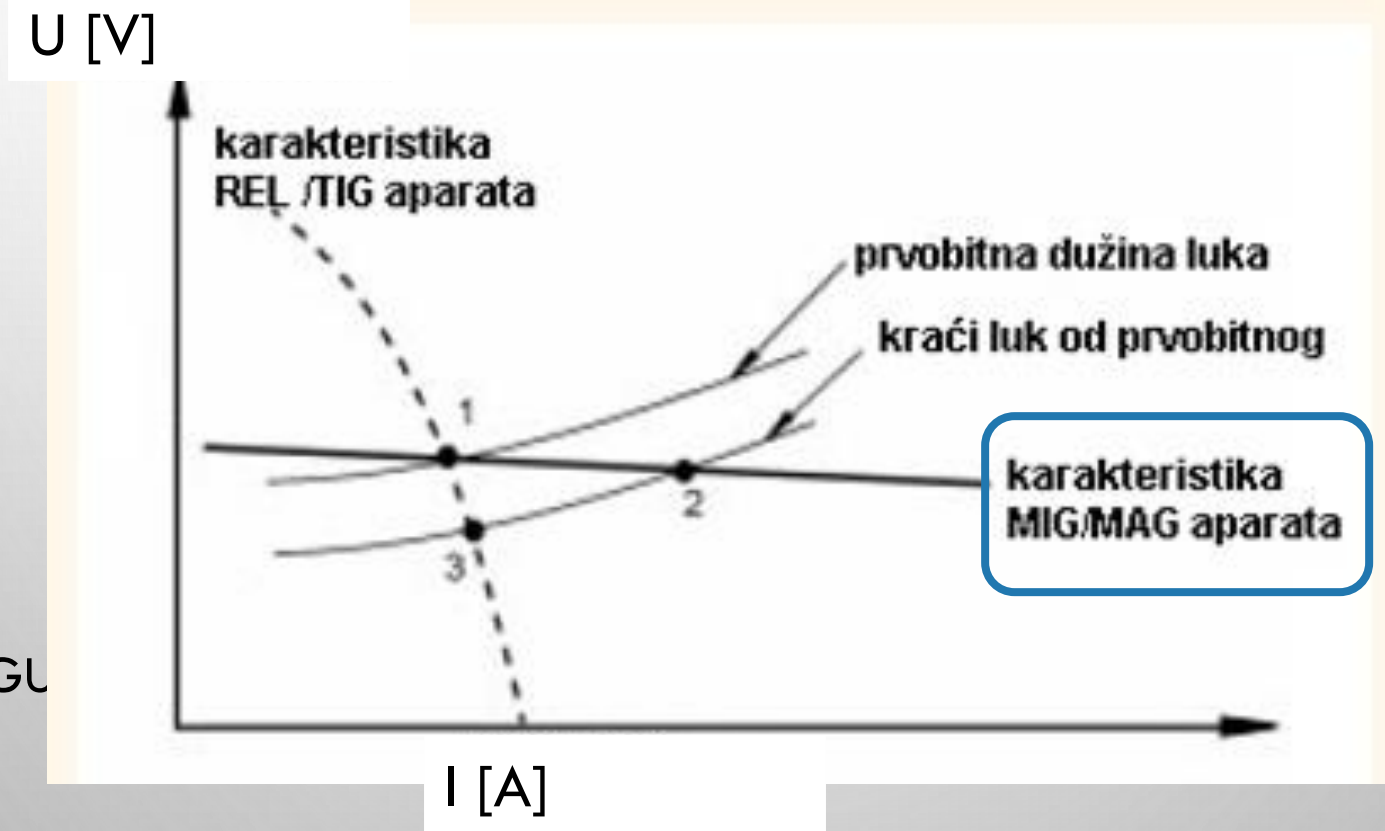
ZIVA PRE



- PRENOS
PREPORU



- IZVOR STRUJE JE SA KONSTANTNIM NAPONOM (CV-CONSTANT VOLTAGE):



- REGUL

- ZAŠTITNI GASOVI I SVOJSTVA:

gas	simbol	ponašanje	primena	karakteristika luka
Ar (99,998%)	I1	inertno	svi metali, osim čelika	najveća stabilnost
He (99,99%)	I2	inertno	Al, Mg, Cu	povećana toplotna moć
Ar+(25+75%)He	I3	inertno	Al, Mg, Cu	između I1 i I2
Ar+(25+30%)N ₂		inertno	Al, Mg, Cu	povećana toplotna moć
Ar+2,5% CO ₂	M1-1	prakt. inertno	visokolegirani Cr-Ni čelici	prenos u mlazu
Ar+(1+3%)O ₂	M1-2	prakt. inertno	visokolegirani Cr-Ni čelici	prenos u mlazu

PREDNOSTI:

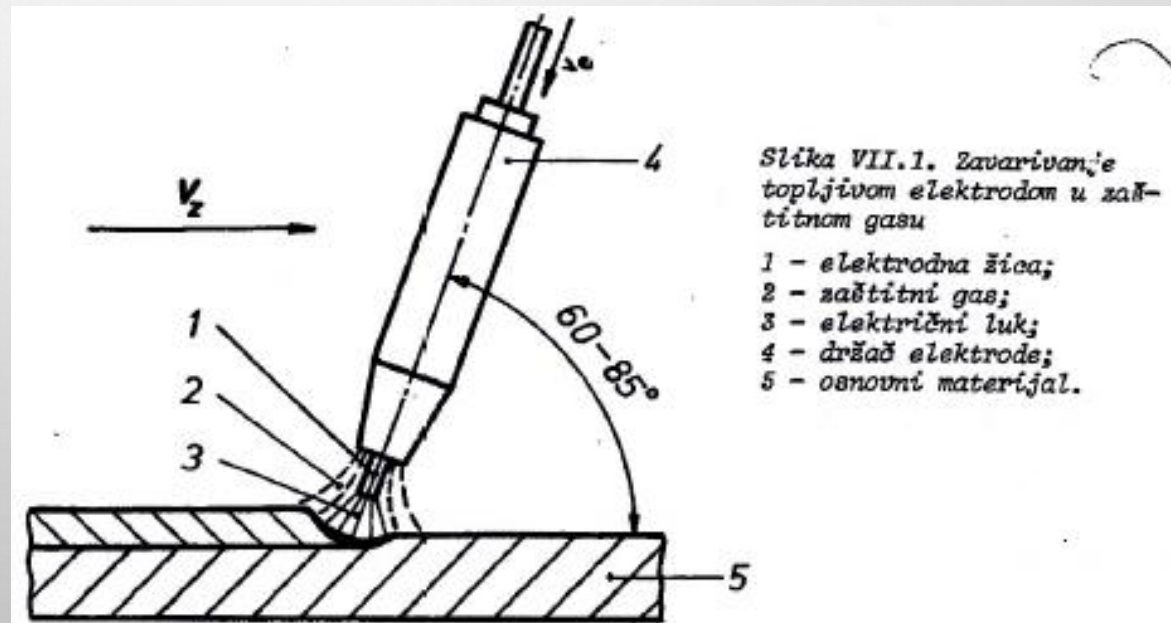
- ❑ VISOKOPRODUKTIVAN POSTUPAK (VELIKA BRZINA ZAVARIVANJA, PO PRAVILU IZ JEDNOG PROLAZA DO 8 MM)
- ❑ NAROČITO POGODAN POSTUPAK ZA OBOJENE METALE (LEG.AL, CU, MG), ALI I VISOKOLEGIRANI ČELICI
- ❑ ZAŠTITNI GAS NE MORA DA SE MEHANIČKI ČISTI
- ❑ ISTI UREĐAJ ZA MIG I MAG, UZ ZAMENU GASA, DODATNOG MATERIJALA I KOTUROVA (NARECKANI; DEBLJA ŽICA KOD MIG): MIG/MAG UNIVERZALAN POSTUPAK!!!

NEDOSTACI:

- ❑ AR JE RELATIVNO SKUP GAS (HE JOŠ SKUPLJI) – ZA ZAVARIVANJE NISKOUGLJENIČNIH I NISKOLEGIRANIH ČELIKA JE ADEKVATAN JEFTINIJI AKTIVNI GAS CO₂ (MAG POSTUPAK).
- ❑ SLOŽENA OBUKA ZAVARIVAČA
- ❑ 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 ILI NAJČEŠĆE KOMBINACIJA GASOVA).



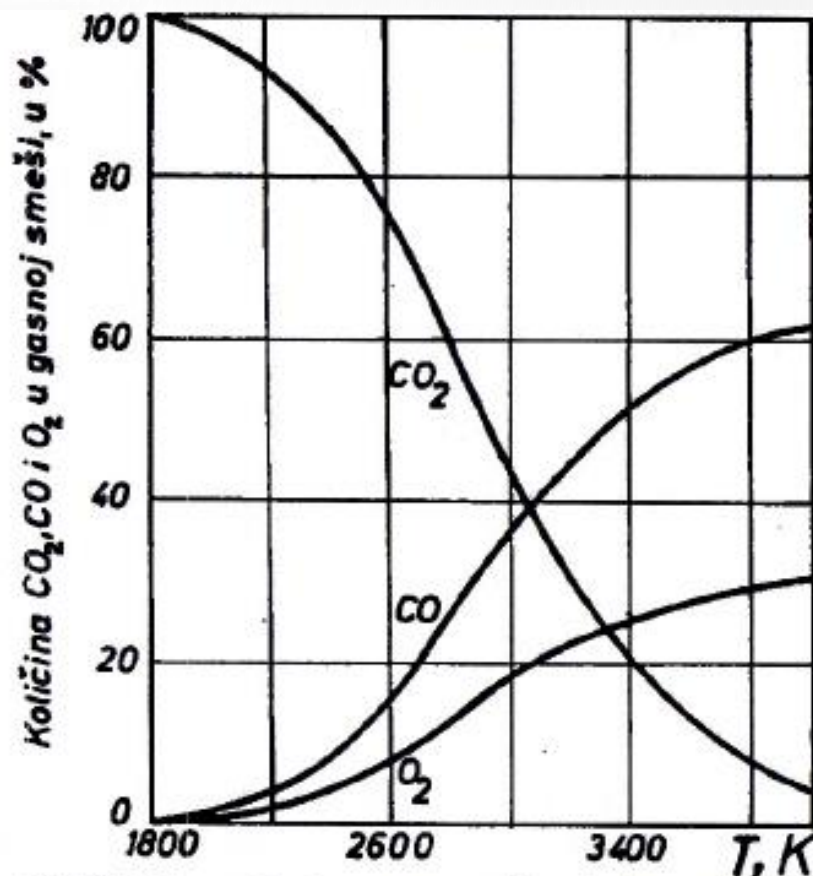
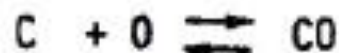
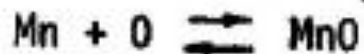
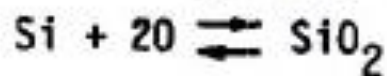
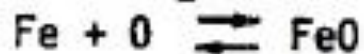
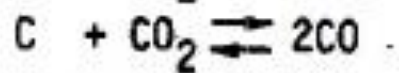
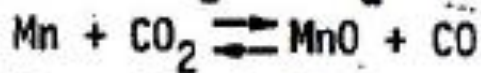
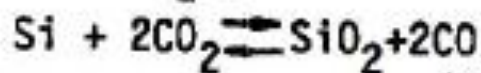
• DISOCIJACIJA, OKSIDACIJA, DEZOKSIDACIJA I LEGIRANJE RASTOPA:

-DISOCIJACIJA CO₂:

-DISOCIJACIJA CO I O₂:



-OKSIDACIJA



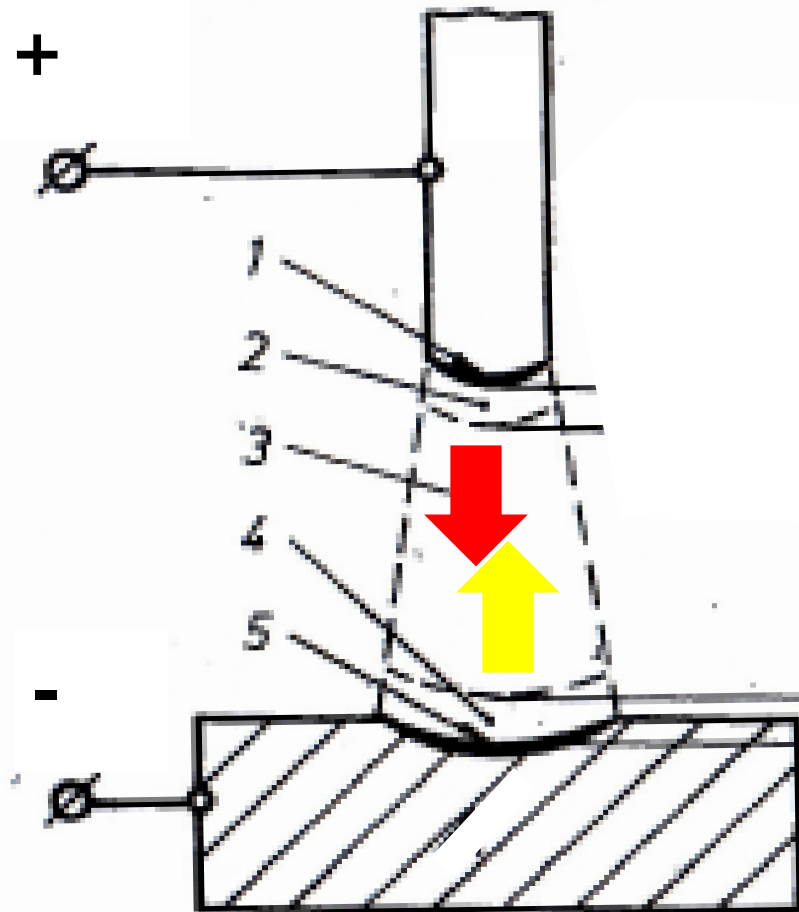
VII.8. Zavisnost sastava gasne smeše od temperature u zoni zavarivanja u zaštiti CO₂

- DEZOKSIDACIJA – VRŠI SE DODAVANJEM SI I MN U ELEKTRODNOJ ŽICI (SI $\geq 0,6$ %, MN $\geq 0,9$ %):



- CO NIJE RASTVORLJIV U ČELIKU I IZDVAJA SE U OBLIKU MEHURIĆA.

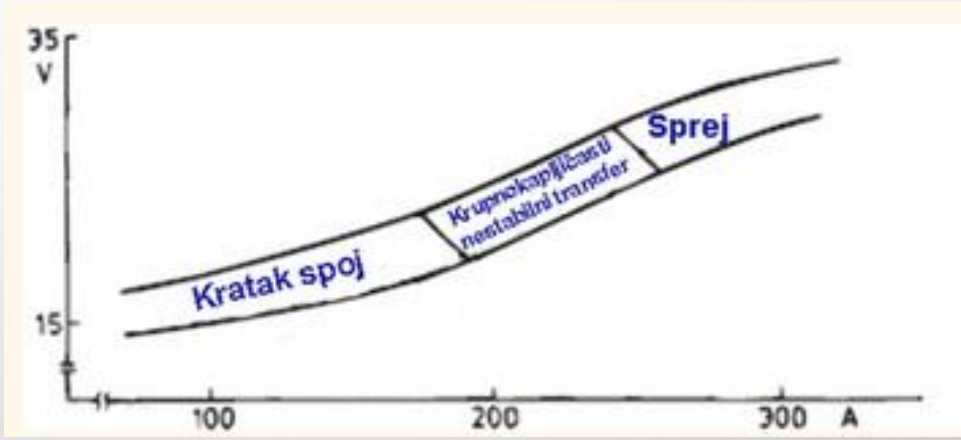
- OBIČNO JEDNOSMERNNA STRUJA OBRNUTE POLARNOSTI, DIREKTNA POLARNOST AKO JE MALA DEBLJINA OSN.MAT.
- NAIZMENIČNA STRUJA SE NE KORISTI ZBOG SMANJENE STABILNOSTI EL.LUKA (UPOTREBA GASA)!
- PRENOS MATERIJALA U KRATKOM SPOJU, KRUPNIM I SITNIM KAPIMA, IMPULSNO.



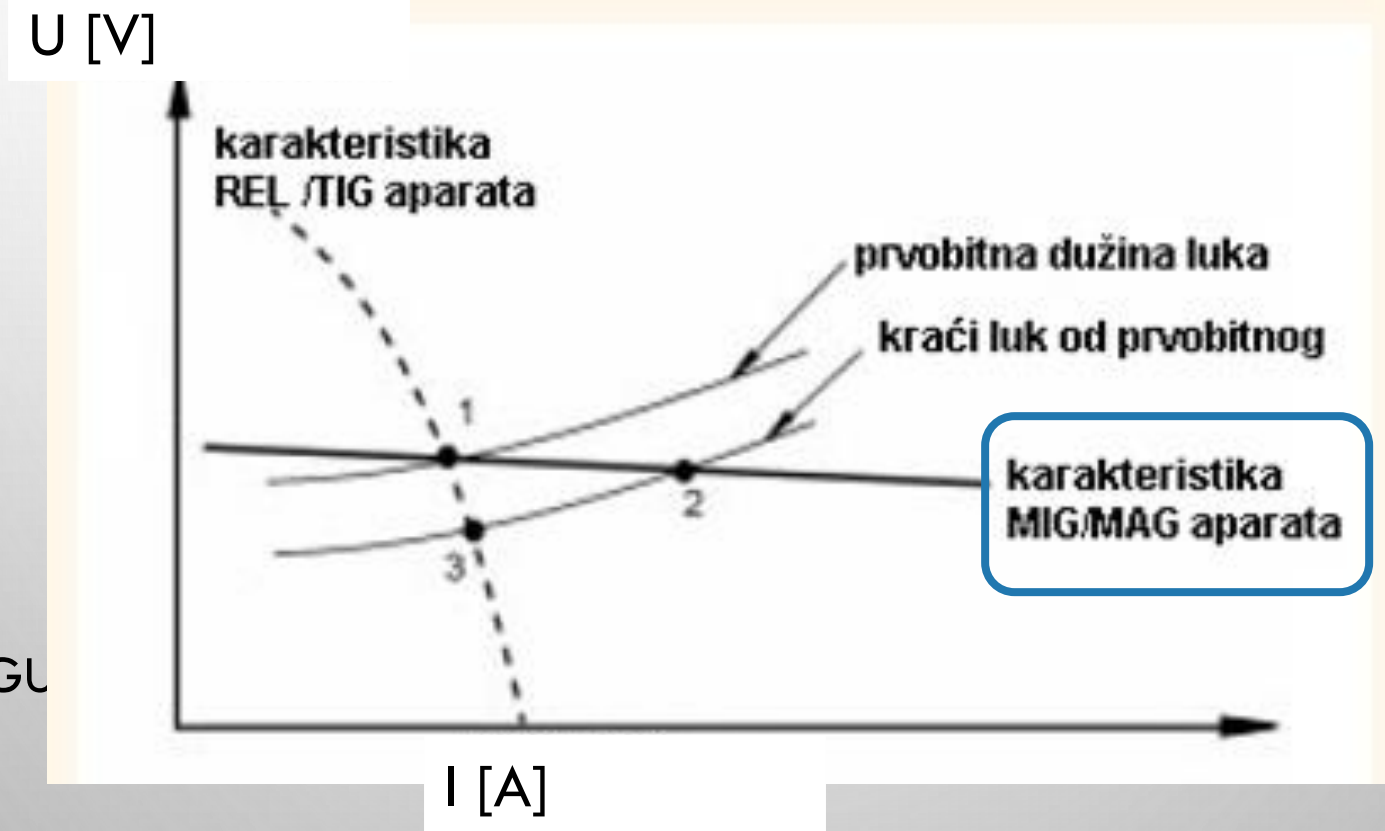
- PRENOS MATERIJALA U KRATKOM SPOJU I SITNIM KAPIMA (SPREJ), IMPULSNO:



- PRENOS U KRUPNIM KAPIMA IZAZIVA PREKOMERNO PRŠTANJE METALA I NE PREPORUČUJE SE:



- IZVOR STRUJE JE SA KONSTANTNIM NAPONOM (CV-CONSTANT VOLTAGE):



- REGUL

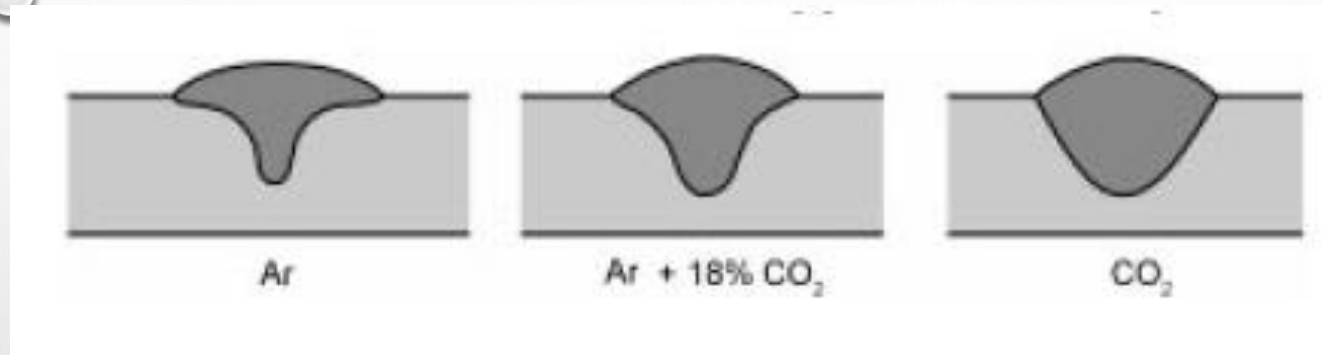
Zaštitni gasovi i svojstva:

- ❑ **CO₂ (C)** – tradicionalan, zav.niskouglij.čelika, jeftiniji od Ar, loše za zav.u kratkom spoju – prštanje materijala
- ❑ **Ar+18%CO₂ (C18)** – univerzalan za niskouglij.čelike (kr.spoj, sprej i puls), manji uk.troškovi u odnosu na CO₂ (nema čišćenja od prskanja materijala)
- ❑ **Ar+8%CO₂ (C8)** – specijalizovan za sprej i puls: veća stabilnost luka i postizanje spreja na nižim strujama
- ❑ **Ar+2,5%CO₂ (C2.5)** – za nerđajuće čelike: potreban nizak nivo C zbog opasnosti od interkristalne korozije
- ❑ **Ar+2%O₂ (O2)** – za nerđajuće čelike malih debljina, u spreju i pulsu, velike brzine zavarivanja

gas	simbol	ponašanje	primena	karakteristika luka
Ar+(4+8%)O ₂	M2-3	oksidirajuće	ugljenični i niskoleg. čelici	prenos u mlazu
Ar+(1+15%)H ₂	R2	redukujuće	visokolegirani čelici, Ni	velika dubina uvarivanja
CO ₂ (99,9%)	C	oksidirajuće	ugljenični i niskoleg. čelici	moгуće rasprskavanje
Ar+(26+40%)CO ₂	M3-1	oksidirajuće	ugljenični i niskoleg. čelici	moгуće rasprskavanje
Ar+6+13%CO ₂ +3+5%O ₂	M3-2	oksidirajuće	ugljenični i niskoleg. čelici	malo rasprskavanje
CO ₂ +20%O ₂		oksidirajuće	ugljenični čelici	moгуće rasprskavanje

Poređenja raznih gasova

Profili gusenica u raznim gasovima:



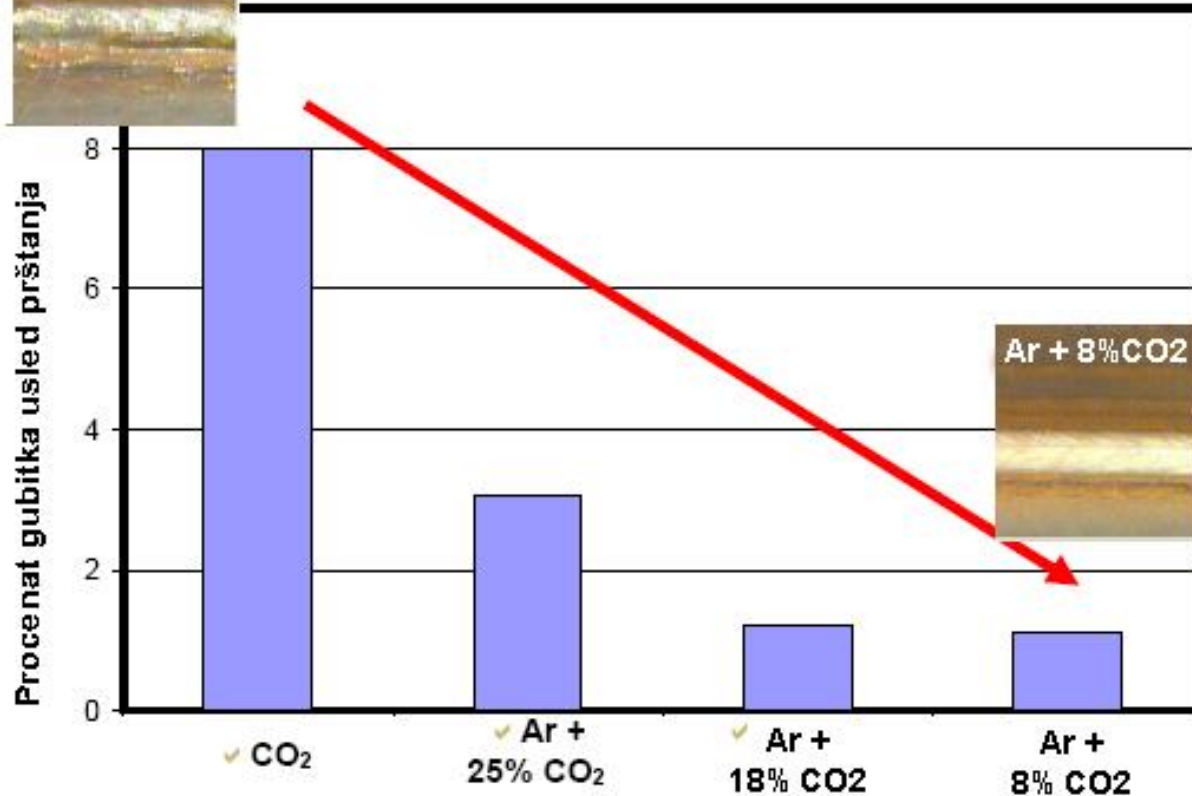
Profil kod argona je u stvari sa velikim nadvišenjem i lošim uvarivanjem u ivice gusenice. Sa druge strane uvarivanje u ivice je odlično kod Ar+18%CO₂ i čistog CO₂. Nadvišenje kod Ar+18%CO₂ i čistog CO₂ je ispupčeno, ali prihvatljivo.

Prštanje tj pucne posle zavarivanja su trošak!



CO₂

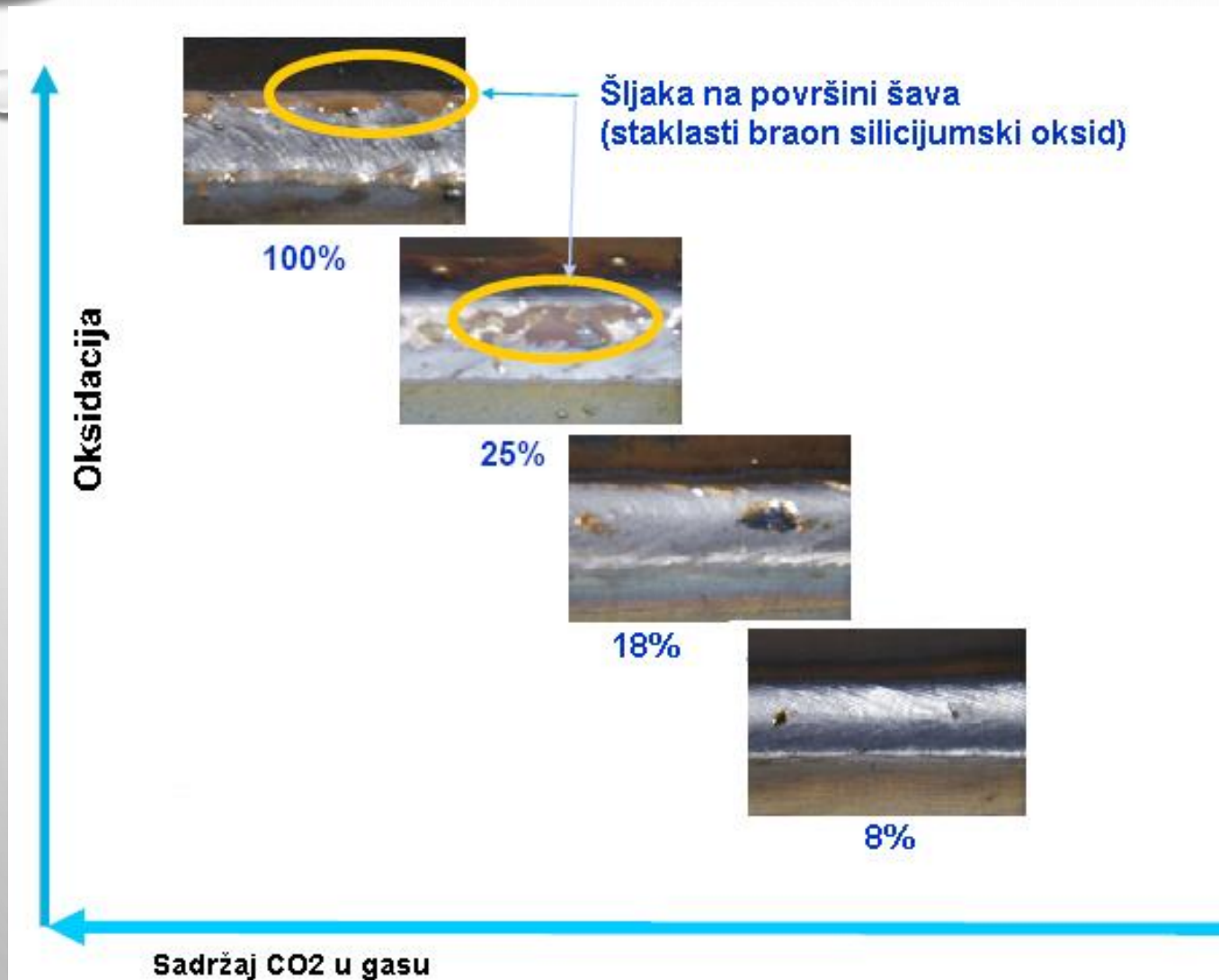
Procenat gubitka metala usled prštanju u zavisnosti od sadržaja CO₂ u gasu (eksperiment na čeličnoj ploči debeloj 8 mm)



Ar + 8% CO₂

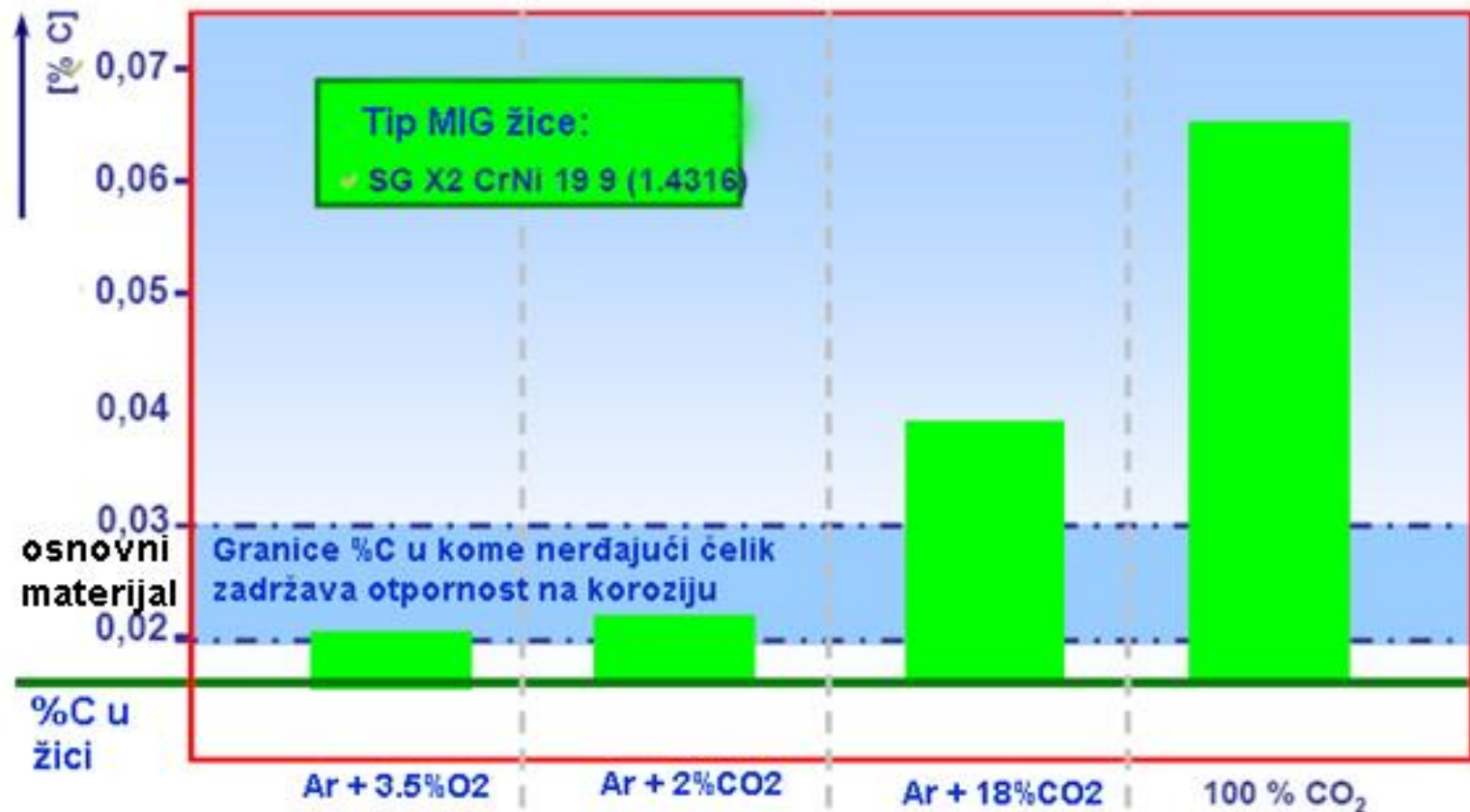
Istraživanje Air Liquid-a, najveće svetske firme u industriji tehničkih gasova.

Izgled lica šava u zavisnosti od sadržaja CO2 u gasu.



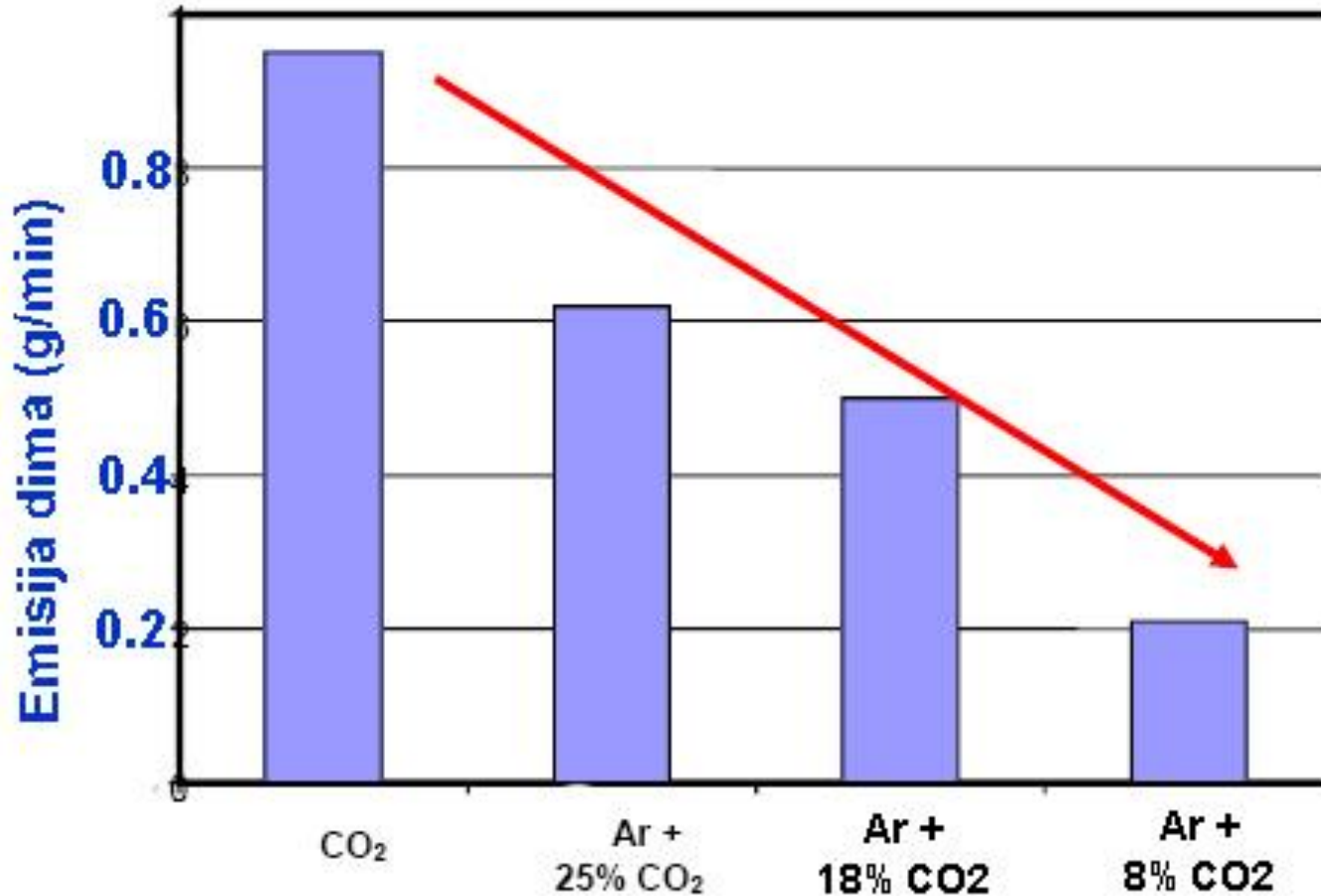
Istraživanje Air Liquid-a, najveće svetske firme u industriji tehničkih gasova.

Procenat ugljenika koji iz CO₂ iz mešavine ulazi u metal šava
(zbir %C iz gasa, žice i osnovnog materijala)



Istraživanje Air Liquid-a, najveće svetske firme u industriji tehničkih gasova.

Emisija dima u zavisnosti od %CO₂ u gasu (parametri: brzina žice 13.5 m/min, 285A, 33-39V, žica SG2, fi 1.2 mm)



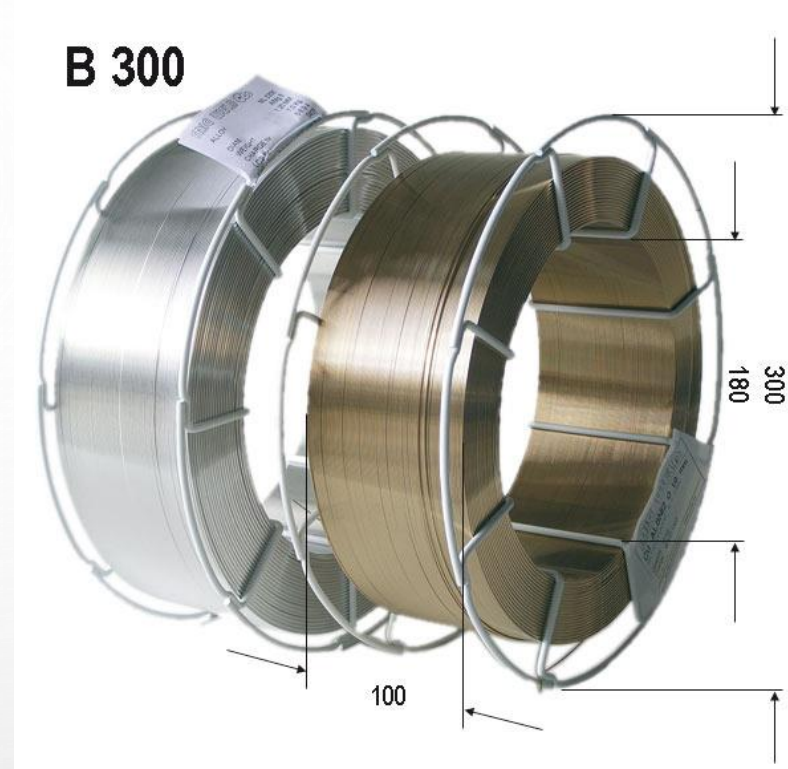
Istraživanje Air Liquid-a, najveće svetske firme u industriji tehničkih gasova.

Elektrodna žica:

- Koturovi mase 1-100 kg
- Prečnici od 0,8 do 1,6 mm (izuzetno 2,4 i 3,2 mm): do 1,2 mm kratki spoj/krupne kapi, preko mlaz i pulsno
- Sadržaj elemenata:
 - $C \leq 0,12 \%$ zbog sprečavanja zakaljenja u ZUT-u i poroznosti u metalu šava;
 - $Si \geq 0,6 \%$
 - $Mn \geq 0,9 \%$



Najtraženija vrsta kotura u Srbiji (plastični)



Za ovaj tip kotura su potrebni adapteri da bi mogli da se montiraju u aparat

Ovaj kotur se preko telefona opisuje kao „Žičani kotur sa rupom u sredini“

- Prednosti:

- Jeftiniji postupak od REL i EPP (jeftin gas)
- Visoka produktivnost (ne skida se troska)
- Jednostavna obuka zavarivača

- 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.