



**FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
KOSOVSKA MITROVICA**

NAVARIVANJE I METALIZACIJA

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

Kosovska Mitrovica, mart 2022

NAVARIVANJE I METALIZACIJA

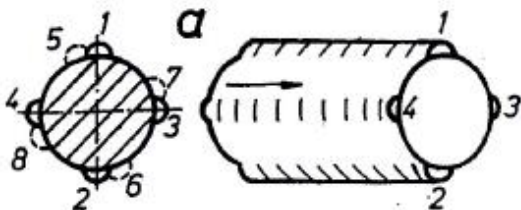
- **NAVARIVANJE** JE NANOŠENJE SLOJA MATERIJALA TEHNIKOM SRODNOM ZAVARIVANJU SA CILJEM POVEĆANJA POVEĆANJA OTPORNOSTI NA HABANJE I KOROZIJU.
 - **METALIZACIJA** JE POSUPAK NANOŠENJA RASPRŠENOG MATERIJALA U OBLIKU SITNIH ČESTICA ČIME SE DOBIJA TANAK POVRŠINSKI SLOJ.
- * KOD METALIZACIJE NEMA TOPLJENJA OSNOVNOG MATERIJALA, A DEBLJINE NANOŠENJA SU OBIČNO MANJE NEGO KOD NAVARIVANJA.
- **I NAVARIVANJE I METALIZACIJA ZA IZRADU NOVIH I REPARATURU KORIŠĆENIH ELEMENATA.

NAVARIVANJE

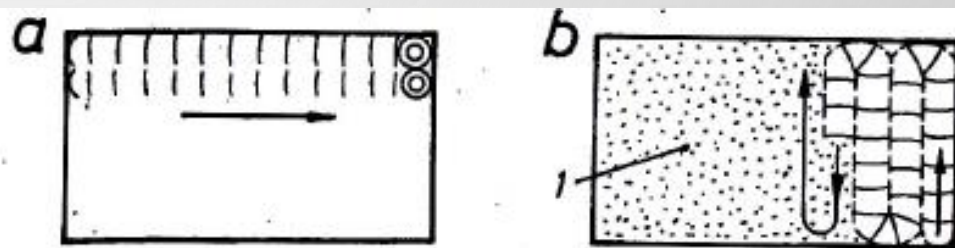
- PROBLEMI: RAZBLAŽIVANJE I TERMIČKI UTICAJ NA OSNOVNI MATERIJAL.
1. **RAZBLAŽIVANJE** SE JAVLJA ZBOG MEŠANJA DODATNOG I ISTOPLJENOG OSNOVNOG MATERIJALA.
- STEPEN MEŠANJA JE KOLIČNIK UDELA OSNOVNOG I DODATNOG MATERIJALA – ZAVISI OD OSN. I DOD.MATERIJALA!
 - KORISTI SE VIŠE PROLAZA

2. TERMIČKI UTICAJ NA OSNOVNI MATERIJAL

- PROBLEMI SU RAZLIČITI KOEFICIJENTI TOPLOTNOG ŠIRENJA I DEFORMACIJE.
- POTREBNO PREDGREVANJE AKO POSTOJI OPASNOST OD PRSLINA
- VAŽAN REDOSLED NANOŠENJA:



Slika XIII.23. Šema ručnog navarivanja obloženom elektrodom elementa kružnog poprečnog preseka
a - po dužini elementa;
b - u obliku spirale.



Slika XIII.22. Šema ručnog elektrolučnog navarivanja
a - navarivanje obloženom elektrodom;
b - navarivanje ugljenom elektrodom;
1 - nasuta legura u obliku praška.

TEHNIKE NAVARIVANJA:

- REL (E) – LAKO PRENOSAN, ZA VEĆE KONSTRUKCIJE

- GASNO

- PLAZMA

- MIG/MAG

- TIG

- EPP – AUTOMATIZACIJA VEĆE PLOŠNE PLOŠNE NANOŠENJA

- EKSPLOZIVNO

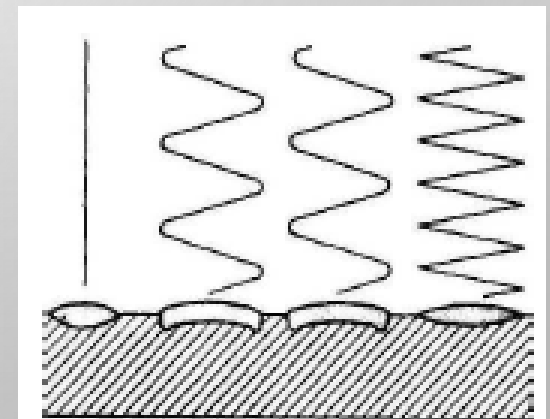
DOZVOLENO

Manje površine
nanošenja

postupak	Karakteristike postupka			
	debljina (mm)	oblik materijala za nanošenje	primena uređaja na terenu	brzina nanošenja materijala (kg/h)
E		obložena ili punjena elektroda	najraznovrsnija	1+7
gasni	1 / 0,5+3	žica (šipka) / prah	da	1 / 0,5
plazma	1,5	žica ili šipka	ne uvek	3,5
MIG	3	žica	da, prenosiv	1+10
TIG	2+4	žica ili šipka	ne uvek	2
EPP	4	žica ili traka	ne	30
eksplozivno	-	traka ili tabla	da	površina do 30 m ²

- TEHNOLOGIJA:

- KOD POSTUPAKA SA EL.LUKOM SE KORISTI PRAVA POLARNOST (MANJI UVAR, BRŽE TOPLJENJE DODATNOG MATERIJALA)
- VEĆI PREČNIK ELEKTRODE NEGO KOD EL.LUČNIH POSTUPAKA, KORISTI SE I PUNJENA ŽICA
- ZAŠTITNI GAS: HE, CO₂ (VEĆE MEŠANJE), AR (MANJE)
- UTICAJ NJIHANJA NA OBLIK NAVARA:



- Specifičnosti:

- širok dijapazon materijala za navarivanje, širi za prahove, ali i viša cena
- mogućnost upotrebe postojeće opreme za zavarivanje
- generalno niska cena
- prenosni uređaji, mogućnost terenskog rada

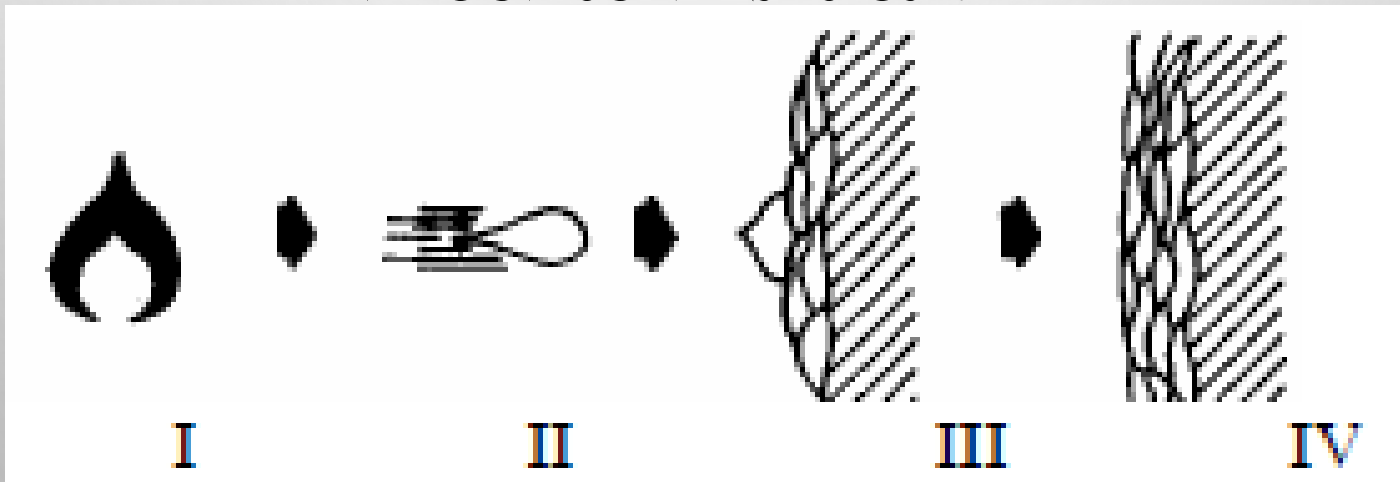
METALIZACIJA

- POSTUPAK: I – STVARANJE ISTOPLJENOG MATERIJALA

II – UBRZAVANJE KAPLJICA U STRUJI GASA

III – UDAR I TALOŽENJE NA OSN.MAT.

IV – OČVRŠĆAVANJE SLOJA:



- KORISTE SE SLEDEĆE METODE METALIZACIJE:

- GASNA (SA PRAHOM I ŽICOM)

- HVOF

- ELEKTRIČNIM LUKOM

- PLAZMOM

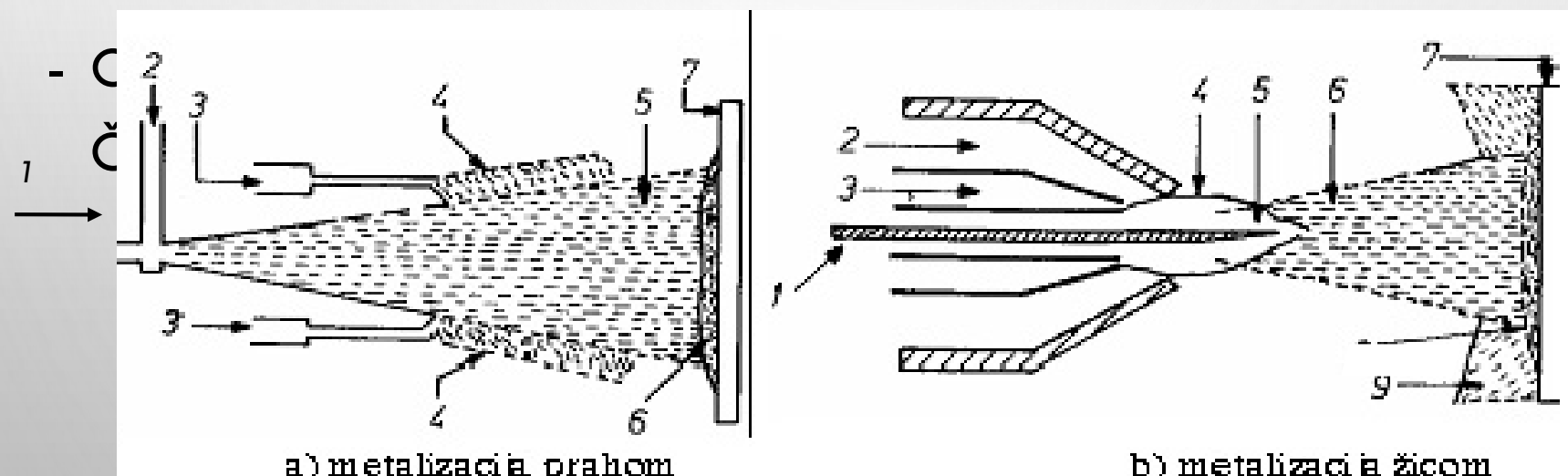
- DETONACIONO

- **GASNA METALIZACIJA:**

- GORIVI GAS (H_2 , C_2H_2 , C_3H_8 - PROPAN) TOPI DODATNI MATERIJAL (PRAH ILI ŽICA), A O_2 GA RASPRŠUJE NA OSNOVNI MATERIJAL.

- PRAH JE SKUPLJI OD ŽICE, ALI ŠIRE MOGUĆNOSTI VARIRANJA HEMIJSKOG SASTAVA.

- ŠIROK SPEKTAR MATERIJALA: METALI, KERAMIKE I POLIMERI!



a) metalizacija prahom

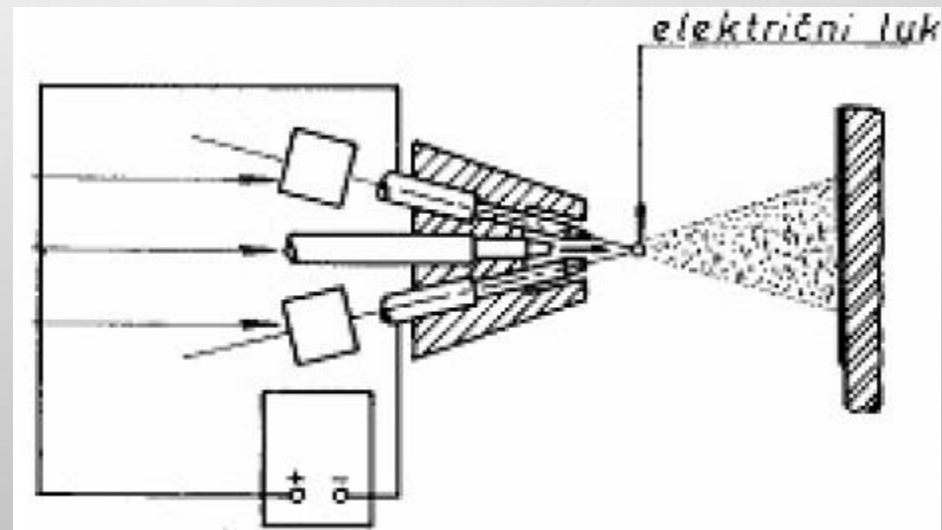
b) metalizacija žicom

- 1- O_2 pod pritiskom
- 2-Prah
- 3-Gorivi gas
- 4-Plamen
- 5-Struja kapi
- 6-Naneti sloj
- 7-Osnovni materijal

- 1-Žica
- 2-Gorivi gas
- 3- O_2 pod pritiskom
- 4-Plamen
- 5-Topljenje žice
- 6-Struja kapi
- 7-Osnovni materijal
- 8-Naneti sloj

- **METALIZACIJA ELEKTRIČNIM LUKOM:**

- TOPJENJE ŽICE JE EL.LUKOM, A VAZDUŠNOM STRUJOM SE RASPRŠUJE NA OSNOVNI MATERIJAL.
- VIŠE TEMPERATURE, NEŠTO VEĆE BRZINE ČESTICA I MANJA POROZNOST NANOSA U ODNOSU NA GASNU METALIZACIJU.
- OGRANIČENJE IZBORA MATERIJALA (ŽICE) U ODNOSU NA PRAHOVE

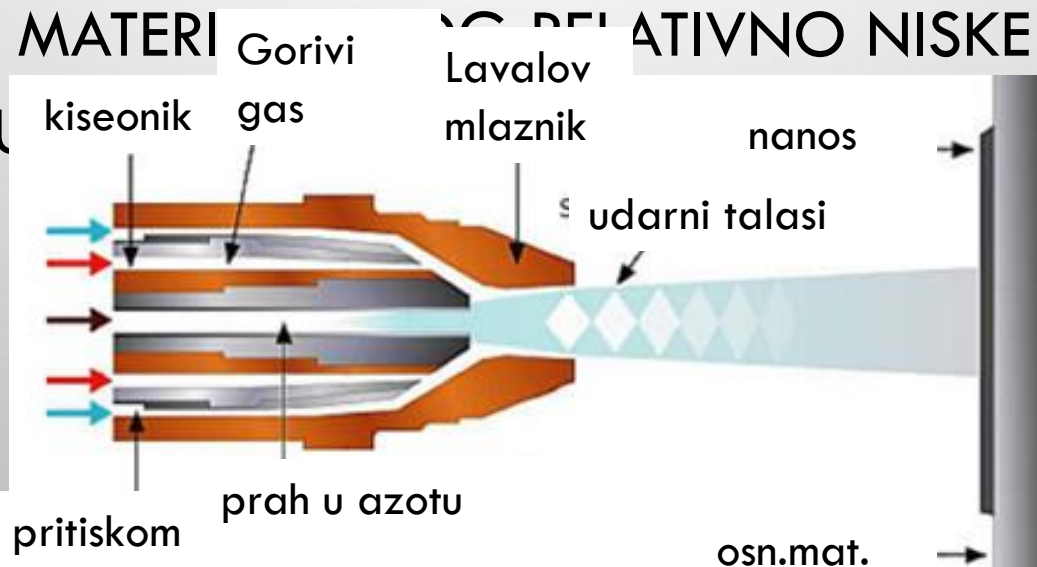


- VISOKOBRZINSKA GASNA METALIZACIJA (HIGH VELOCITY OXY-FUEL – HVOF):

- GORIVI GAS (H_2 , C_3H_8 - PROPAN, C_2H_2) SAGOREVA U KISEONIKU, JAVLJA SE VELIKA EKSPANZIJA SAGORELIH GASOVA KOJI TOPE PRAH I ZBOG OBLIKA MLAZNIKA IZLAZE NADZVUČNOM BRZINOM.

- VELIKA GUSTINA (MALA POROZNOST) I KVALITET POVRŠINE NAVARENOG SLOJA, MALI UTICAJ NA OSNOVNI MATERI

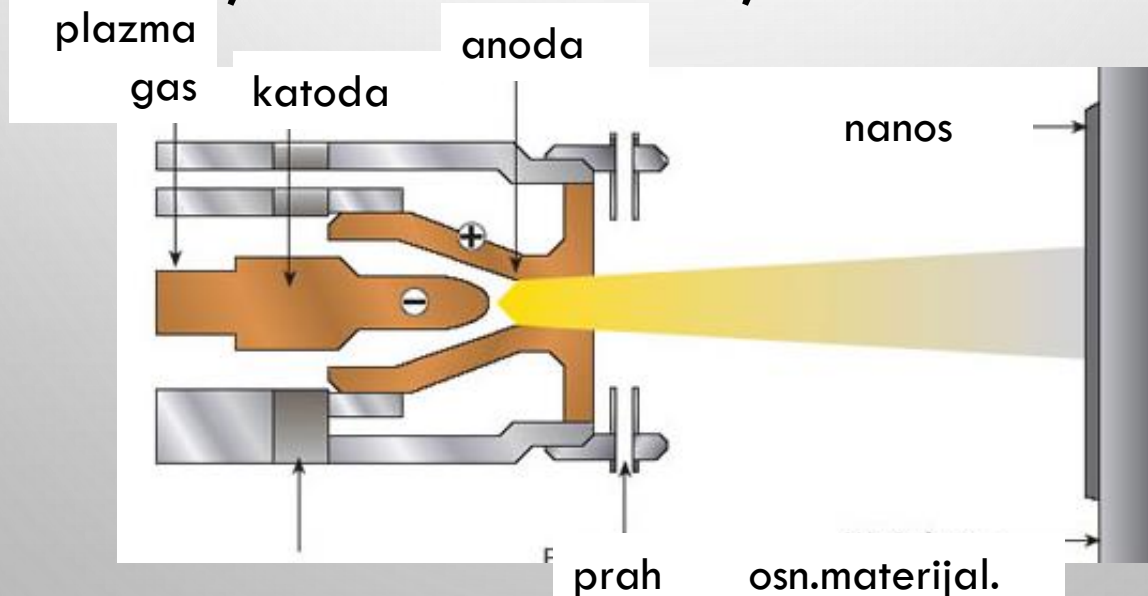
TEMPERATU



osn.mat.

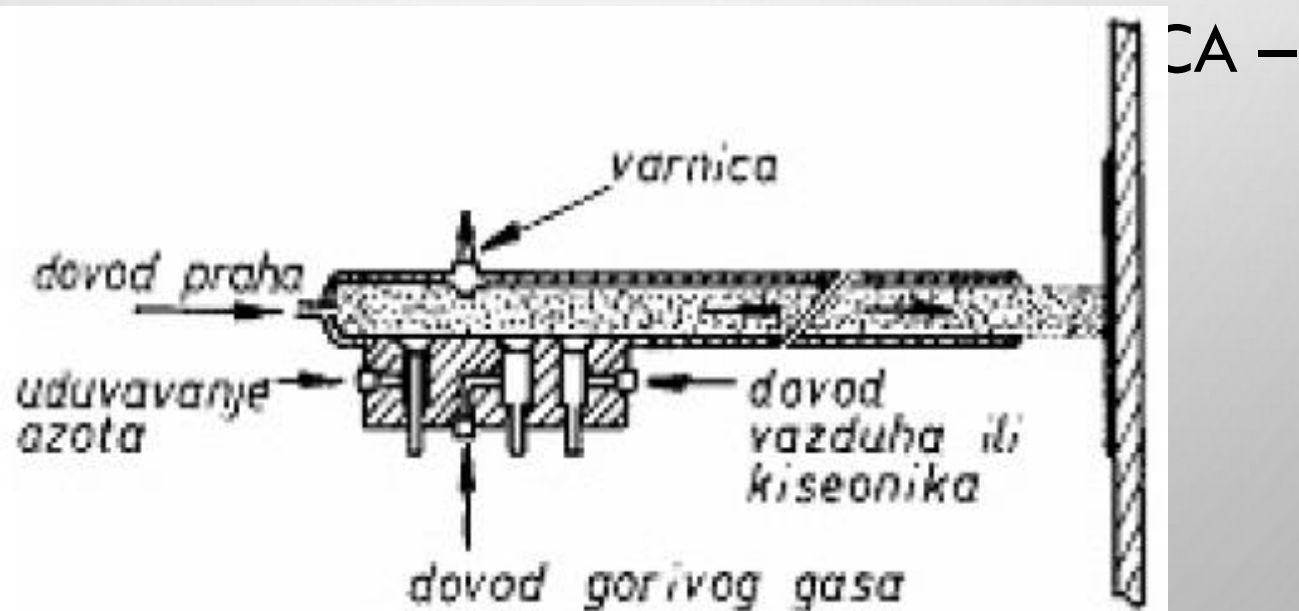
- METALIZACIJA U PLAZMI:

- INERTNI (PLAZMA) GAS PROLAZI VELIKOM BRZINOM KROZ EL.POLJE, TEMP.RASTE DO PREKO 10000°C, TOPI PRAH I NANOSI GA NA OSNOVNI MATERIJAL.
- IDEALAN POSTUPAK ZA TEŠKO TOPLJIVE PRAHOVE, ALI NEPOGODAN ZA MATERIJALE KOJI SE TOPE NA NISKIM TEMP., KAO ŠTO JE ZN, KOJI BI ISPARIO.

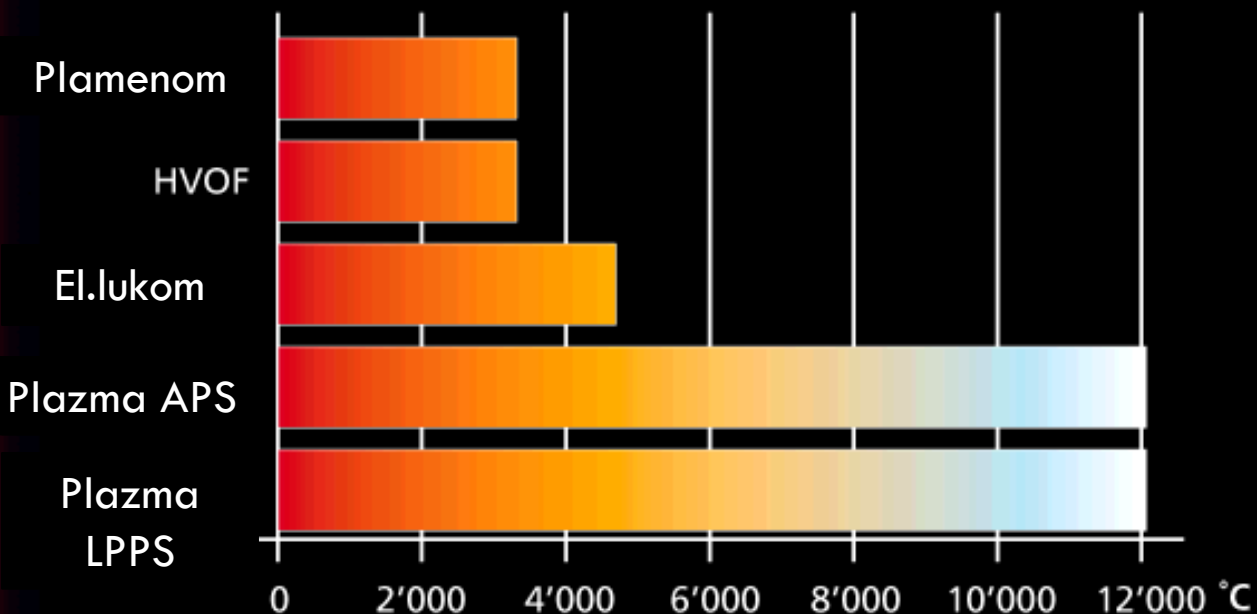


- METALIZACIJA DETONACIONIM POSTUPKOM:

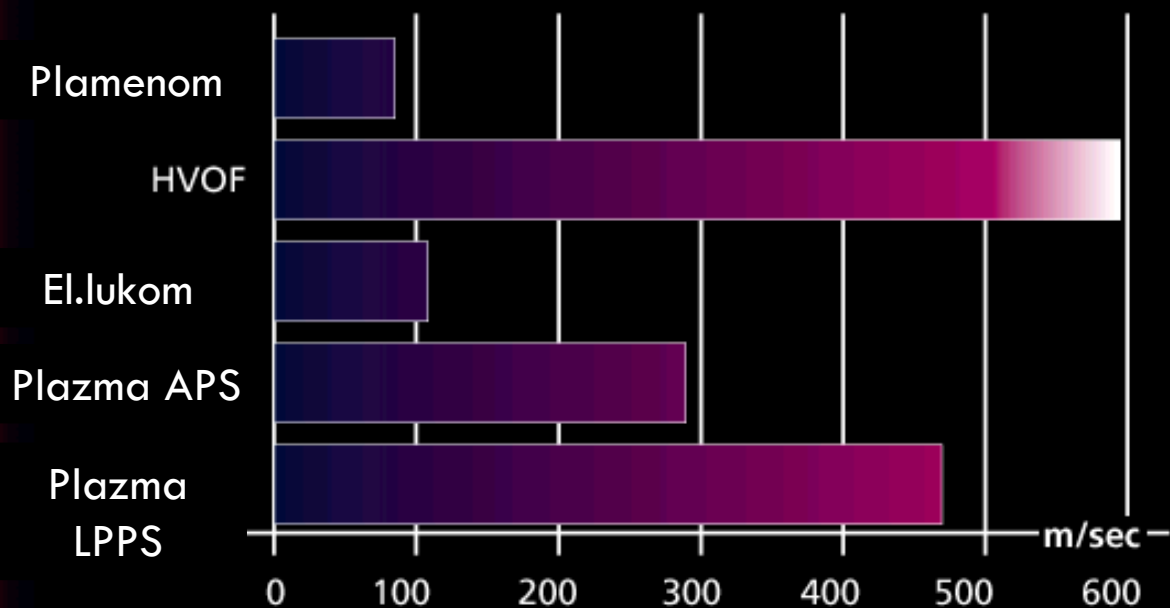
- U CEV SE UBACUJE PRAH, GORIVI GAS (C_2H_2) I KISEONIK, SMEŠA SE PALI VARNICOM, PRAH SE TOPI I NANOSI NA OSN.MAT., A AZOTOM SE CEV “PRODUVAVA” – ČISTI.
- POSTUPAK SE PONAVLJA VIŠE PUTA U SEKUNDI.
- VRLO V
NANOS



Temperatura

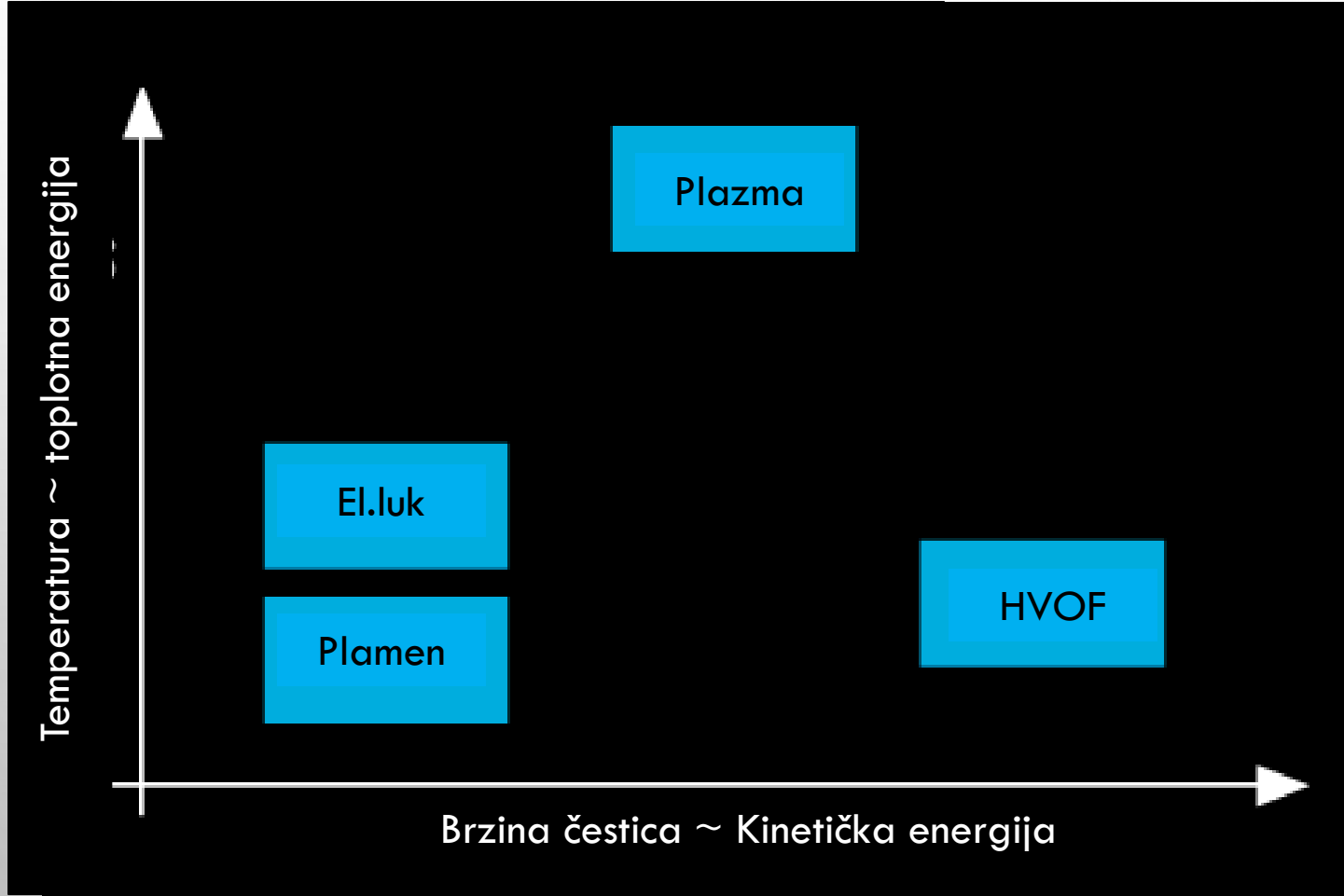


Brzina čestica



- APS-AIR PRESSURE PLASMA SPRAYING (U VAZDUHU)

- LPPS-LOW PRESSURE PLASMA SPRAYING (U VAKUUMU)



- SPECIFIČNOSTI:

- POSTIZANJE SAMOOŠTRENJA- PRIMER KOD NAVARIVANJA RAONIKA (MANJA POTROŠNJA GORIVA, DUŽI RADNI VEK).
- ČESTO NIJE POTREBNO NAKNADNO BRUŠENJE
- NEZAMENLJIV POSTUPAK ZA NANOŠENJE KERAMIČKIH SLOJEVA NA NPR. LOPATICE TURBINA ČIME IM SE PRODUŽAVA RADNI VEK I POVEĆAVA RADNA TEMPERATURA.
- ŠIROK DIJAPAZON MATERIJALA, UKLJUČUJUĆI KERAMIKE (NA METAL IDE PRVO SLOJ KERAMIKE I METALA, POTOM KERAMIKA).

Postupak metalizacije	Debljina sloja (mm)
Gasom	0,5 - 5 (0,1 - 10)
Električnim lukom	2,5 - 5
U plazmi	0,1 - 6,5
Detonaciona	5 μ m po detonaciji prečnika 25 mm