

## Laboratorijska vaja 1: Viri varilnega toka za ročno obločno varjenje

### 1. NALOGA

Skiciraj principielne *sheme osnovnih vrst varilnega toka*, ki jih uporabljamo pri postopkih ROV ter opiši njihove glavne varilno-tehnološke značilnosti.

Na izvorih varilnega toka za ROV, ki so na razpolago v Laboratoriju za varjenje, izvedi preizkusno navarjanje z elektrodami različnih vrst oplasčenja in *opiši način vžiga, stabilnost obloka in izgled temena zvara*.

### 2. OPREMA

Viri varilnega toka:

- × transformator: Gorenje Varstroj VARUS 600 D01 (*sv. moder*)
- × usmernik: Saf Safex c2 (*sv. moder*)
- × inverter: Fronius Magic Wave 2000 Fuzzy (*rdeč*)
- × agregat: Kjellberg KU 250 (*črn*)
- × rutilna elektroda:
- × bazična elektroda:
- × celulozna elektroda:

### 3. POSTOPEK

*Popis poteka vaje, principielne sheme osnovnih vrst varilnega toka in diagrami poteka toka ter opis glavnih tehnoloških značilnosti.*



#### **4. REZULTATI IN DISKUSIJA**

Opišete varilno-tehnološke značilnosti (vžig obloka, stabilnost obloka, izgled temena zvara) pri varjenju z različnimi vrstami izvorov toka in različno oplaščenimi elektrodami.

#### **5. ZAKLJUČKI**

Opišete vaše ugotovitve.

## Laboratorijska vaja 2: Primerjava med ROV in varjenjem EPP

### 1. NALOGA

Skiciraj principiелni shemi za postopek ROV in EPP varjenje. Izpostavi vsebinske podobnosti in razlike med tema dvema postopkoma talilnega varjenja. Pri navarjanju na isti varjenec izberi varilne parametre tako, da se bo pri obeh postopkih dobilo približno enaka navara s širino temena vara  $b = 25 \text{ mm}$  in višino temena  $h = 3 \text{ mm}$ .

Z meritvami pred, med in po varjenju ugotovi in primerjaj:

- srednje vrednosti varilne napetosti  $U_v$  [V] in jakosti varilnega toka  $I_v$  [A],
- gostoto jakosti varilnega toka  $i$  [ $\text{A}/\text{mm}^2$ ],
- povprečno hitrost pretaljevanja dodatnega materiala  $q$  [g/s],
- talilno konstanto  $\alpha$  [g/Ah],
- izkoristek pretaljevanja elektrode  $\eta_e$  [%],
- celotni izkoristek pretaljevanja  $\eta_c$  [%],
- tehnološki čas varjenja  $t_t$  [min/m],
- poraba energije na kg čistega vara  $E_M$  [Wh/kg] in na dolžinski meter vara  $E_L$  [Wh/kg].

### 2. OPREMA

ROV	EPP
- varilni usmernik: SAF Safex C2	- varilni usmernik: Iskra E450, krmilna omarica Iskra E13
- tehtnica: Mettler Toledo	- voziček avtomata: ISKRA E11
- kljunasto merilo, štoparica, meter	- voltmeter: Iskra unimer 43, milivoltmeter: Iskra Unigor 4n
	- shunt: 1000 A / 60 mV

### 3. POSTOPEK

#### 3.1. Principielne sheme

Masa jedra elektrode  $M_j$  (g):

$$M_j = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L_E \cdot \rho_{jekla}; \rho_{jekla} = 7,85 \text{ g/cm}^3$$

$$\begin{aligned} M_j &= 22.8 \text{ g } (\phi 3.25 \times 350) \\ &= 34.7 \text{ g } (\phi 4 \times 350) \\ &= 44.3 \text{ g } (\phi 4 \times 450) \end{aligned}$$

b) EPP

## 3.2. Meritve pred varjenjem

a) Elektroda: mm	$\phi$ mm x $L_E =$	b) Elektroda: <b>EPP2 <math>\phi</math> 2 mm</b>
masa elektrode $M_E =$ g	g, masa jedra el. $M_j =$	$m_{\dot{z}} = 24,6$ g/m
masa varjenca pred varjenjem $M_{p0} =$ g	g	Prašek: <b>ARD 1</b>
napetost prostega teka $U_o =$ V	V	napetost prostega teka $U_o =$ V

## 3.3. Meritve med varjenjem

a) varilna napetost $U_v =$ = A	V, varilni tok $I_v =$	b) $U_v =$ V, $I_v =$ A
čas varjenja $t_v =$ s	s	hitrost žice $v_{\dot{z}} = 1000 / t_{1m\dot{z}} =$ mm/s
		čas pomikanja 1 m žice $t_{1m\dot{z}} =$ s, $t_v =$ s

## 3.4. Meritve po varjenju

a) masa varjenca po varjenju $M_{p1} =$ g	$M_{p1} =$ g	b) masa porabljenega praška $M_{pp} =$ g
dolžina ostanka elektrode $L_{os} =$ mm	mm, $L_{zv} =$ mm	dolžina vara $L_{zv} =$ mm
širina vara $b =$ mm	mm, višina vara $h =$ mm	$b =$ mm, $h =$ mm

#### **4. REZULTATI**

## 5. ZAKLJUČKI

## Laboratorijska vaja 3: Primerjava MIG in MAG varjenja

### 1. NALOGA

Pri avtomatiziranem varjenju po postopku MIG oz. MAG z varilno žico VAC CuNi s približnim enakomernim vnosom energije na enaki dolžini navara  $(I_v, U_v, t_v)_{MAG} = (U_v, I_v, t_v)_{MIG}$  ugotovi in primerjaj:

- varilni tok  $I$  [ A ],
  - varilno napetost  $U$  [ V ],
  - stabilnost varilnega toka  $\zeta$  [ % ],
  - stabilnost varilne napetosti  $\xi$  [ % ],
  - višino temena  $h_t$  (mm),
  - širino temena  $b$  (mm),
- 
- koeficient oblike vara  $\psi$ ,
  - koeficient oblike temena vara  $\varphi$ ,
  - stopnjo razmešanja  $\gamma$ ,
  - poraba obločne energije enostransko raztaljenega zvara za enoto raztopljenega vara  $A_0$  (Wh/mm<sup>2</sup>).



## 2. OPREMA

- vir varilnega toka: Usmernik Iskra E 450
- krmilna omarica: Iskra WF 500/4
- shunt: 250 A / 60 mV (400 A / 60 mV)
- varilna žica: VAC60  $\phi$ 1,2 mm
- zaščitni plin: CO<sub>2</sub>, Ar
- osciloskop: Agilent DSOX3014A

## 3. POSTOPEK

**Shema varilnega postrojenja**

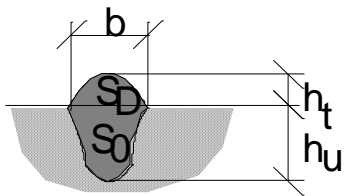
**4. REZULTATI IN DISKUSIJA**

Varjenje MAG

Merilo:  $M_t = \text{___} [\text{ms/div}]$ ;  $M_U = \text{___} [\text{V/div}]$ ;  $M_{\Delta U(t_v)} = \text{___} [\text{mV/div}]$

Varjenje MIG

Merilo:  $M_t = \_\_\_\_ [\text{ms/div}]$ ;  $M_U = \_\_\_\_ [\text{V/div}]$ ;  $M_{\Delta U(t_v)} = \_\_\_\_ [\text{mV/div}]$



Karakteristične vrednosti makroobusa:

	MAG	MIG
Širina temena $b$ (mm)		
Višina temena $h_t$ (mm)		
Višina uvara $h_u$ (mm)		
Ploščina temena $S_d$ (mm <sup>2</sup> )		
Ploščina uvara $S_o$ (mm <sup>2</sup> )		

## 5. ZAKLJUČEK

**PRILOGA**

## Laboratorijska vaja 4: Primerjava med varjenjem MAG in TIG

### 1. NALOGA

Skiciraj principiелni shemi za postopke varjenja MAG in varjenja TIG. Izpostavi vsebinske podobnosti in razlike med tema dvema postopkoma talilnega varjenja. S preizkusnim varjenjem kotnega vara višine  $a = 3 \text{ mm}$  na enak varjenec po postopku MAG in TIG izračunaj in primerjaj:

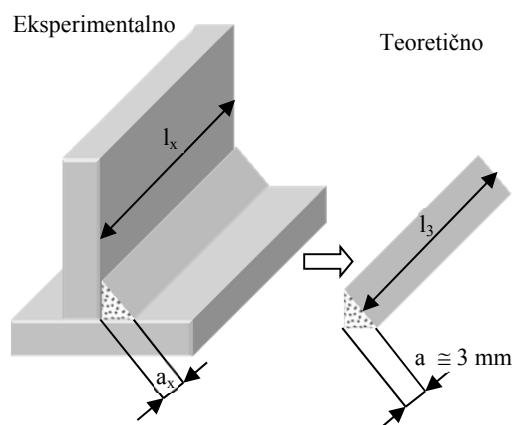
- računsko dolžino za teoretično višino kotnega zvara z izbranimi varilnimi parametri  $L_3$  [mm],
- tehnološke čase varjenja  $t_t$  [min/m],
- porabo dodatnega materiala  $q$  [g/m],
- porabo zaščitnega plina  $Q$  [g/m],
- porabo električne energije [kWh/m] in
- materialne stroške varjenja  $C_v$  [EUR/m].

### 2. OPREMA

2.1. MAG, zaščitni plin: CO <sub>2</sub>	2.2. TIG, zaščitni plin: ARGON
vir varilnega toka: usmernik ISKRA E450/1	vir toka: inverter Fronius Magic Wave 2000
krmilna omarica: ISKRA WF 500/4	dodajni material:
elektroda: VAC 60 $\phi$ 1.2 mm	tehtnica: Mettler Toledo, štoparica, meter

### 3. POSTOPEK

3.1. MAG, nastavitve:	3.2. TIG, nastavitve:
varilna napetost $U_v = \quad \text{V}$ ,	varilna napetost $U_v = \quad \text{V}$ ,
varilni tok $I_v = \quad \text{A}$	varilni tok $I_v = \quad \text{A}$
čas varjenja $t_v = \quad \text{s}$	čas varjenja $t_v = \quad \text{s}$
masa varjenca pred varjenjem $M_{p0} = \quad \text{g}$	masa varjenca pred varjenjem $M_{p0} = \quad \text{g}$
masa varjenca po varjenju $M_{p1} = \quad \text{g}$	masa varjenca po varjenju $M_{p1} = \quad \text{g}$
pretok plina $q_p = \quad \text{l/min}$	pretok plina $q_p = \quad \text{l/min}$



## 4. REZULTATI

$C_v$ ... cena varilne ure varilca = 20 €/h $C_E$ ... cena električne energije = 0,07199 €/kWh * 2 (omrežnina, trošarina, ...) $C_{DM}$ ... dodajnega materiala $C_{pp}$ ... porabljenega plina $t_N$ ... čas navarjanja $\cong 1,3 * t_t$ (MAG); $1,5 * t_t$ (TIG)			
$\rho_{jekla} = 7,85 \text{ g/cm}^3$ $l_3$ = teoretična dolžina vara $M_{pp}$ = masa porabljenega plina		MAG	TIG
	$P_{\text{prosti tek}}$	0,2 kW	0,1 kW
	$P_{\text{pogon žice}}$	0,15 kW	0
	$C_{DM}$	3 €/kg	2,5 €/kg
	$C_{pp}$	1 €/kg	5 €/kg
	$t_N$	$1,3 * t_t$	$1,5 * t_t$
	$t_z$ (čas zakasnitve)	2 s	7 s

## 5. ZAKLJUČEK



## Laboratorijska vaja 5: Uporovno točkovno varjenje

### 1. NALOGA

Za nizkoogljično dekapirano pločevino St 37 debeline 1,25 mm, ki jo variš elektro-uporovno z eno točko v prekrovnem spoju ugotovi:

- Odvisnost porušne sile od jakosti varilnega toka pri konstantnem času varjenja  $F_P=f(I_v)$ ;  $t_v=konst.$
- Odvisnost porušne sile od časa varjenja pri konstantni jakosti varilnega toka  $F_P=f(t_v)$ ;  $I_v=konst.$
- Minimalno vrednost produkta kvadrata toka in časa pri katerem pride do porušitve zvarjenega spoja v osnovnem materialu  $\min\{I_v^2 t, \text{iztrg osnovnega zvara iz osnovnega materiala}\}$ .

Preizkuse izvedi s kontinuiranim dovodom električne energije, s konstantno pritisno silo  $F_s=3$  kN in premerom konice elektrod  $d_e = 7$  mm!

### 2. OPREMA

- ✘ stroj za elektro uporovno točkovno varjenje: elektroda Zagreb, TA60
- ✘ tuljava Rogowsky 300mV=1A
- ✘ osciloskop Hameg HM 205
- ✘ silomer:
- ✘ trgalni stroj Amsler tip 690 št. 7249; območje je 30kN

### 3. POSTOPEK

Merilna veriga  
Varilni parametri

#### **4. REZULTATI IN DISKUSIJA**



## **5. ZAKLJUČEK**

## Laboratorijska vaja 6: KISIK - ACETILENSKI PLAMEN

### 1. NALOGA

Opiši vlogo in pomen kisik-acetilenskega plamena v varilni tehniki in navedi področja uporabe. Kako razdelimo vrste plamena glede na razmerje med acetilenom in kisikom, ter za varjenje katerih materialov se posamezen plamen uporablja.

Skiciraj porazdelitev temperature in opiši kemične reakcije v nevtralnem kisik-acetilenskem plamenu.

Navedi pogoje za plamensko rezanje in navedi prednosti in slabosti tega postopka varjenja v primerjavi z alternativnimi postopki toplotnega rezanja.

### 2. OPREMA

- × injektorski gorilnik TELEOPTIK,
- × rezalni gorilnik TELEOPTIK,
- × jeklenki (kisik, acetilen),
- × reducirna ventila,
- × varovalke in
- × cevi za plin

### 3. POSTOPEK

- × skica plamena za varjenje,
- × skica plamena in gorilnika za rezanje,
- × glavne prednosti in slabosti,
- × področja uporabe,

#### **4. REZULTATI IN DISKUSIJA**

#### **5. ZAKLJUČEK**