

ORIGINALNI NAUČNI RAD

Vlastimir Palić*

**UTICAJ PROMENE STRUJE ZAVARIVANJA I NAPONA
LUKA NA KOEFICIJENTE OBLIKA ŠAVA****

**THE INFLUENCE OF CHANGES IN WELDING CURRENT AND
ARC VOLTAGE ON THE COEFFICIENTS OF WELD SHAPE**

Summary

In this work, the influence of the changes in welding current, as well as the arc voltage on coefficients of penetration shape and reinforcement shape were investigated. Welds were performed with automatic submerged arc welding using the electrode wire with a diameter of 4 mm. Domestic welding materials were used.

In this work, the experiments were carried out on plates 200x150x20 mm which were connected by short welds. After welding, plates were broken at the place of connection. The dimensions of weld at the broken place were measured as shown in Figure 2. Two-factorial experiment was applied. Randomization is shown in Table 1., whereas the plan of experiment is shown in Table 2.

Table 3. shows the result of weld dimensions measuring, whereas Figure 3. shows the graphic representation of those dimensions.

Table 4. shows calculated values of penetration shape coefficient and reinforcement shape coefficient, whereas Table 5. shows average values of those coefficients.

Figure 4. shows graphic representation of penetration and reinforcement shape coefficient values based on data in Table 5.

*Dr Vlastimir Palić, red. prof., Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu
**Rad je finansirao SIZ NR Vojvodine

Rezime

U ovom radu istražen je uticaj promene struje zavarivanja i napon luka na koeficijent oblika uvara i koeficijent oblika nadvišenja šava. Šavovi su izvedeni sa automatom pod praškom uz korišćenje elektrodne žice prečnika 4 mm. Korišćeni su domaći zavarivački materijali.

U ovom radu eksperimenti su vršeni na pločama dimenzija 200x150x20 mm koje su međusobno spojene sa kratkim šavovima. Nakon zavarivanja ploče su na mestu spoja prelomljene. Na mestu preloma izmerene su dimenzije šava kako je to prikazano na slici 2. Primenjen je dvofaktorni ekstremni eksperiment. U tablici 1. prikazana je randomizacija, dok je u tablici 2. prikazan plan eksperimenta.

U tablici 3. prikazani su rezultati merenja dimenzija šava, dok je na slici 3. dat grafički prikaz tih dimenzija.

U tablici 4. prikazane su izračunate vrednosti koeficijenta oblika uvara i koeficijenta oblika nadvišenja šava, dok su u tablici 5. prikazane srednje vrednosti tih koeficijenata.

Na slici 4. dat je grafički prikaz vrednosti koeficijenta oblika uvara i koeficijenta oblika nadvišenja šava na osnovu tablice 5.

1. UVOD

U ovom radu eksperimenti su vršeni na pločama, koje su međusobno spojene sa kratkim šavovima (slika 1.). Nakon zavarivanja ploče su na mestu spoja prelomljene. Na mestu preloma izmere su dimenzije šava kako je to prikazano na slici 2. (prema /2/ i /3/).

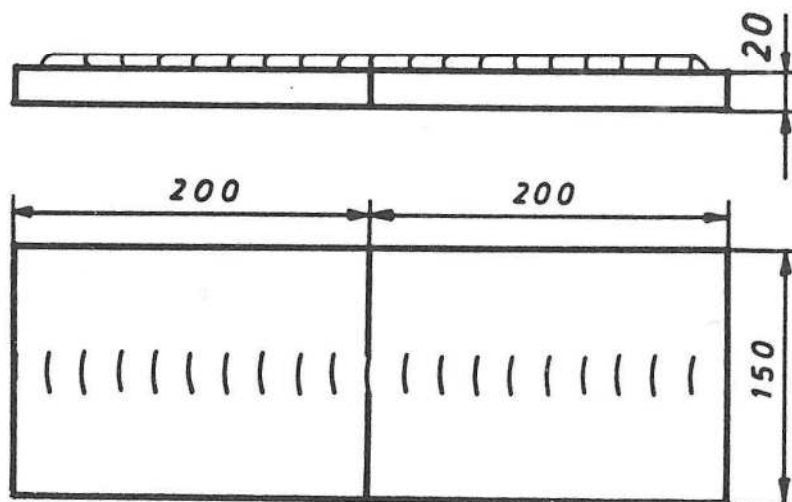
Ploče su izradjene od Č.0361. Zavarivanje ploča je izvršeno sa automatom pod praškom. Korišćen je prašak EP-20 i elektrodna žica EPP-2 prečnika 4 mm.

Usvojen je sledeći režim zavarivanja:

Struja zavarivanja: $I_z = 500 \quad 600 \quad 700 \quad A$

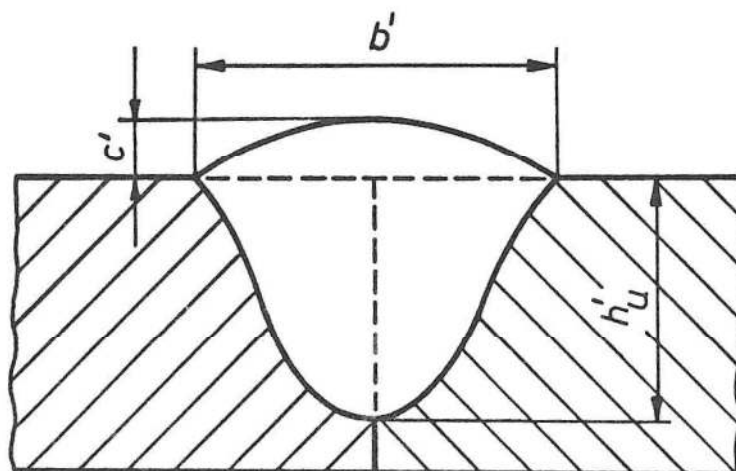
Napon luka: $U_1 = 30 \quad i \quad 40 \quad V$

Brzina zavarivanja: $v_z = 60 \text{ cm/min.}$



Slika 1. Izgled ploče

Figure 1. Experimental plates



Slika 2. Dimenzije šava

Figure 2. Weld dimensions

2. PLANIRANJE EKSPERIMENTA

Primenjen je dvofaktorni eksperiment. U tablici 1. prikazana je randomizacija, dok je u tablici 2. prikazan plan eksperimenta (prema /1/).

Broj eksperimentalnih uzoraka iznosi:

$$3 \quad \times \quad 2 \quad \times \quad 3 \quad = \quad 18$$

(I_z) (U₁) (ponavljanje)

R A N D O M I Z A C I J A

Tablica 1.

Napon luka U ₁ (V)	Broj ponavljanja eksperimenta	Struja zavarivanja I _z , u A		
		500	600	700
30	1	18	15	9
	2	16	10	1
	3	8	11	6
40	1	17	14	3
	2	7	12	5
	3	2	4	13

PLAN EKSPERIMENTA

Tablica 2.

Randomizirani redosled eksperimenta	Struja zavarivanja I _z (A)	Napon luka U ₁ (V)	Broj ponavljanja eksperimenta
1	700	30	2
2	500	40	3
3	700	40	1
4	600	40	3
5	700	40	2
6	700	30	3
7	500	40	2
8	500	30	3
9	700	30	1
10	600	30	2
11	600	30	3
12	600	40	2
13	700	40	3
14	600	40	1
15	600	30	1
16	500	30	2
17	500	40	1
18	500	30	1

3. OBRADA REZULTATA EKSPERIMENTA

U tablici 3. prikazani su rezultati merenja dimenzija šava, dok je na slici 3. dat grafički prikaz tih dimenzija.

U tablici 3. znače:

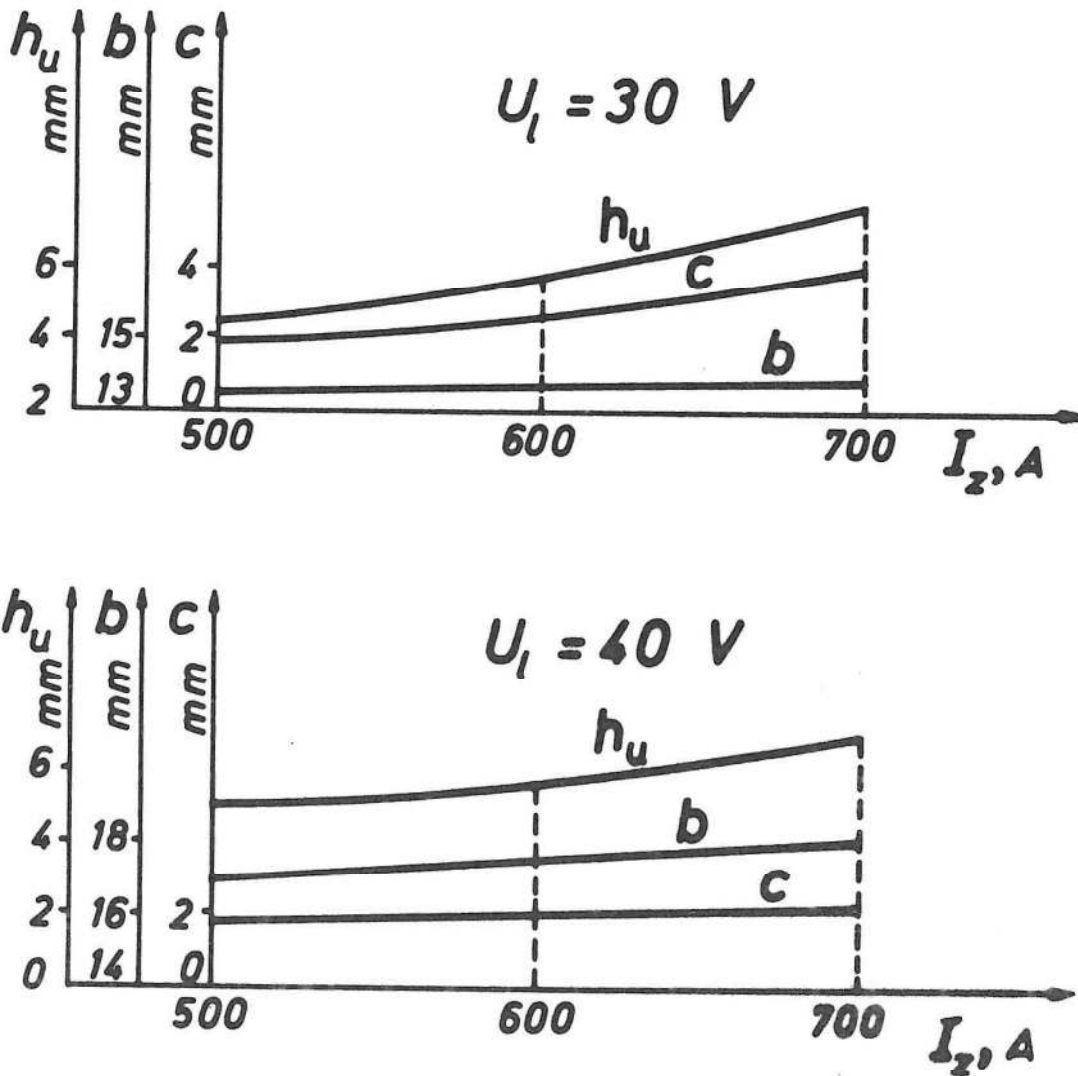
h'_u , b' , c' - dubina uvara, širina šava i nadvišenje šava za pojedinačne uzorke, u mm;

h_u , b , c - srednje vrednosti dubine uvara, širine šava i nadvišenja šava od tri ponavljanja za isti nivo faktora, u mm.

REZULTATI MERENJA (u mm)

Tablica 3.

Randomizirani redosled eksperimenta	I_z (A)	U_1 (V)	h'_u	h_u	b'	b	c'	c	
18 16 8	500	30	4,5 4,2 4,6	4,43	13,6 13,6 13,3	13,50	1,8 1,8 2,0	1,87	
15 10 11	600		5,9 5,8 5,7	5,80	13,8 13,6 13,7	13,70	2,8 2,4 2,6	2,60	
9 1 6	700		7,9 7,7 7,6	7,73	14,1 13,8 13,8	13,90	3,7 4,0 4,1	3,93	
17 7 2	500		40	4,7 5,0 5,3	5,00	17,2 16,7 17,0	16,97	1,5 1,7 1,6	1,60
14 12 4	600			5,4 5,8 6,0	5,73	17,5 17,4 17,8	17,57	1,9 2,0 2,0	1,97
3 5 13	700			6,6 6,9 7,2	6,90	18,4 18,0 17,8	18,07	2,3 2,2 2,1	2,20



Slika 3. Grafički prikaz dimenzija šava

Figure 3. Graphic representation of weld dimensions

U tablici 4. prikazane su izračunate vrednosti koeficijenta oblika uvara ψ'_u i koeficijenta oblika nadvišenja šava ψ'_c , dok su u tablici 5. prikazane srednje vrednosti tih koeficijenata.

U tablici 4. i 5. znače:

$\psi'_u = \frac{b'}{h'_u}$ - koeficijent oblika uvara za pojedinačne uzorke;

$\psi'_c = \frac{b'}{c'}$ - koeficijent oblika nadvišenja šava za pojedinačne uzorke;

ψ_u - srednja vrednost koeficijenta oblika uvara od tri ponavljanja za isti nivo faktora:

ψ_c - srednja vrednost koeficijenta oblika nadvišenja šava od tri ponavljanja za isti nivo faktora.

IZRAČUNATE VREDNOSTI ZA ψ'_u i ψ'_c

Tablica 4.

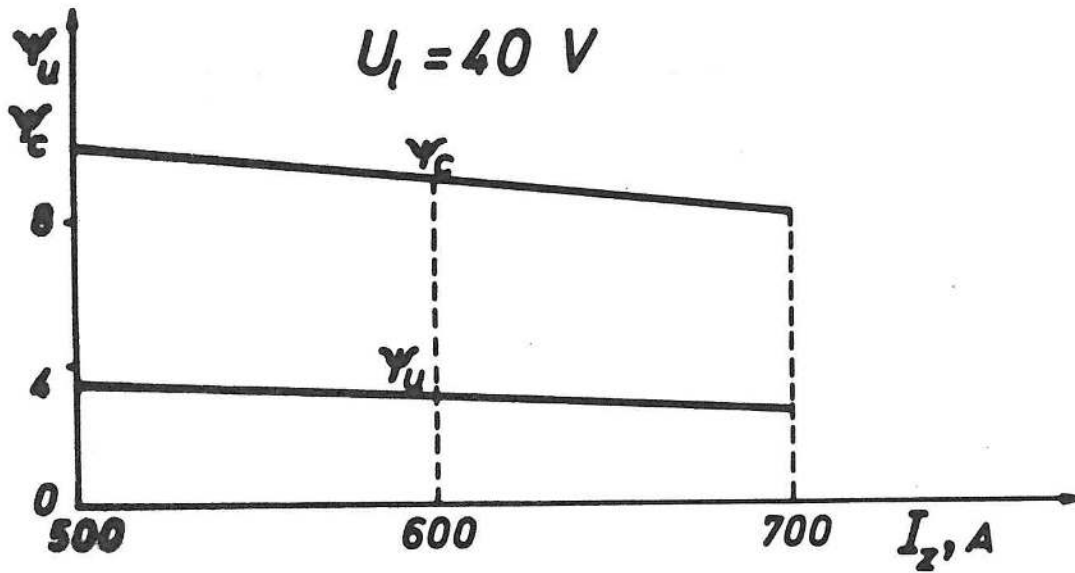
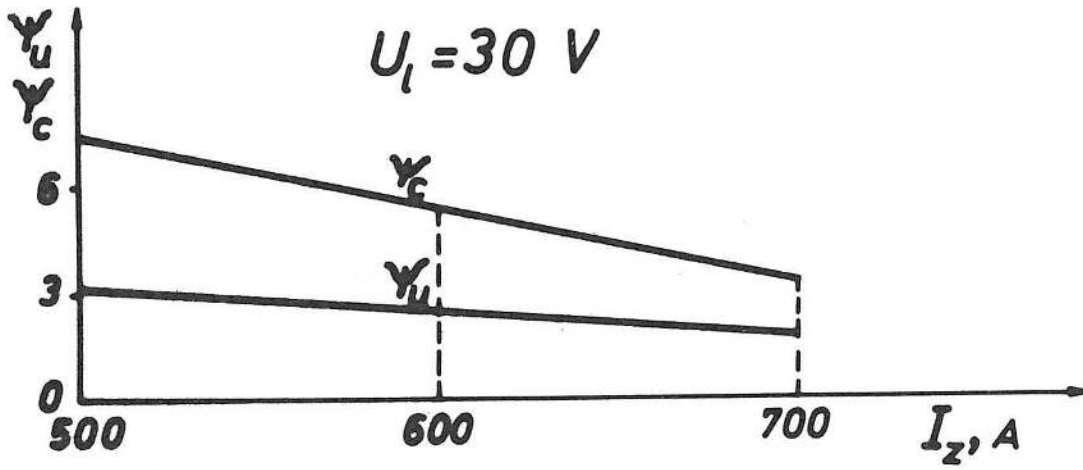
Randomizirani redosled eksperimenta	Širina šava b' (mm)	Dubina uvara h'_u (mm)	Nadvišenje šava c' (mm)	Koeficijent oblika uvara ψ'_u	Koeficijent oblika nadvišenja šava ψ'_c
1	13,8	7,7	4,0	1,792	3,450
2	17,0	5,3	1,6	3,208	10,625
3	18,4	6,6	2,3	2,788	8,000
4	17,8	6,0	2,0	2,967	8,900
5	18,0	6,9	2,2	2,609	8,182
6	13,8	7,6	4,1	1,816	3,366
7	16,7	5,0	1,7	3,340	9,824
8	13,3	4,6	2,0	2,891	6,650
9	14,1	7,9	3,7	1,785	3,811
10	13,6	5,8	2,4	2,345	5,667
11	13,7	5,7	2,6	2,404	5,269
12	17,4	5,8	2,0	3,000	8,700
13	17,8	7,2	2,1	2,472	8,476
14	17,5	5,4	1,9	3,241	9,211
15	13,8	5,9	2,8	2,339	4,929
16	13,6	4,2	1,8	3,238	7,555
17	17,2	4,7	1,5	3,660	11,467
18	13,6	4,5	1,8	3,022	7,555

SREDNJE VREDNOSTI ZA ψ_u i ψ_c

Tablica 5.

Randomizirani redosled eksperimenta	Struja zavaranja I_z (A)	Napon luka U_1 (V)	ψ_u^e	ψ_u	ψ_c^i	ψ_c		
18 16 8	500	30	3,022 3,238 2,891	3,050	7,555 7,555 6,650	7,253		
15 10 11	600		2,339 2,345 2,404		2,363		4,929 5,667 5,269	5,288
9 1 6	700		1,785 1,792 1,816				1,798	
17 7 2	500	3,660 3,340 3,208	3,403	11,467 9,824 10,625		10,639		
14 12 4	600	3,241 3,000 2,967		3,069	9,211 8,700 8,900			8,937
3 5 13	700	2,788 2,609 2,472			2,623		8,000 8,182 8,476	

Na slici 4. dat je grafički prikaz srednjih vrednosti za koeficijent oblika uvara i koeficijent oblika nadvišenja šava na osnovu tablice 5.



Sljka 4. Koficijenti ψ_u i ψ_c
 Figure 4. Coefficients ψ_u i ψ_c

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu tablice 5. i slike 4. proizilazi da se koeficijenti ψ_u i ψ_c smanjuju sa povećanjem struje zavarivanja, dok promena napona luka znatnije utiče samo na koeficijent ψ_c .

5. L I T E R A T U R A

- /1/ Pantelić I.: Uvod u teoriju inženjerskog eksperimenta. Radivoj Ćirpanov, Novi Sad, 1976.
- /2/ Okerblom N.O., Demjancevič V.P., Bajkova I.P.: Proektirovanie tehnologii izgotovlenija svarnih konstrukcij, Sudpromgiz, Leningrad, 1963.
- /3/ Palić V.: Zavarivanje. Univerzitetski udžbenik. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1987.