

<https://doi.org/10.24867/JPE-1989-06-077>

ORIGINALNI NAUČNI RAD

Vlastimir Palić\*

### UTICAJ PROMENE NAPONA LUKA NA DIMENZIJE ŠAVA\*\*

#### Rezime

*U ovom radu primenjen je jednofaktorni eksperiment pri odredjivanju uticaja promene napona luka na dimenzije poprečnog preseka šava. Korišćeni su domaći zavarivački materijali sa elektrodnom žicom prečnika 5 mm.*

#### THE INFLUENCE OF ARC'S VOLTAGE ON THE WELD DIMENSIONS

#### Summary

*In this paper one-factorial experiment was applied to the determination of influence of changing the arc's voltage on the weld's cross section dimensions. The domestic welding materials were used with the electrode wire of 5 mm diameter.*

#### 1.0. UVOD

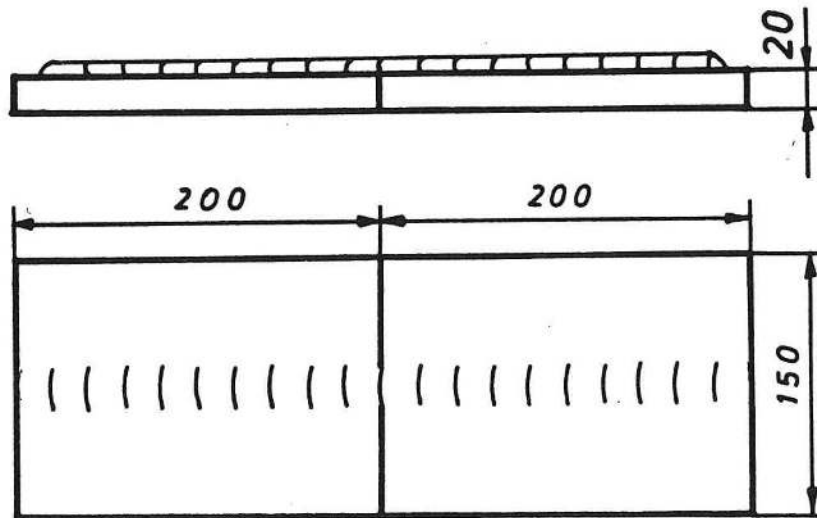
Eksperimenti su vršeni na pločama od Č.0361, čije su dimenzije prikazane na slici 1. Merene dimenzije poprečnog preseka šava prikazane su na slici 2. (prema /2/ i /3/).

Zavarivanje ploča je izvršeno sa automatom pod praškom. Korišćen je prašak EP-20 i elektrodna žica EPP-2 prečnika 5 mm. Nakon zavarivanja ploče su polomljene na mestu spoja i izmerene dimenzije poprečnog preseka šava prema slici 2.

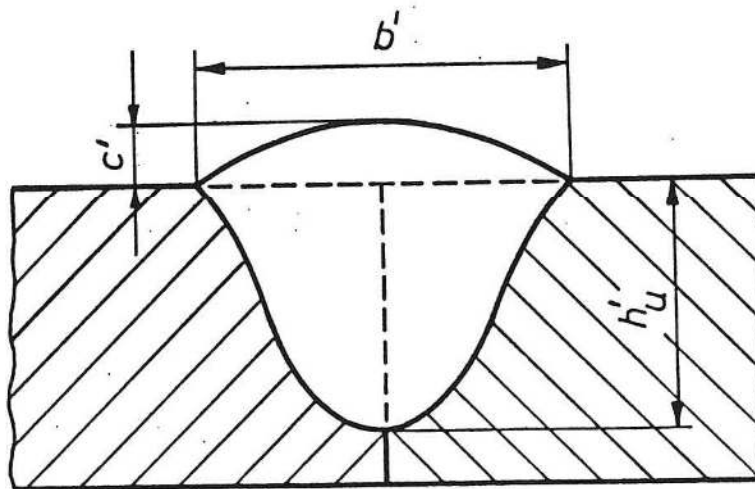
Ovde je primenjen jednofaktorni eksperiment sa pet nivoa faktora. Usvojen je sledeći režim zavarivanja:

\*Dr Vlastimir Palić, red.prof., Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu

\*\*Rad je finansirao SIZ za naučni rad Vojvodine



Slika 1. Dimenzije ploča



Slika 2. Merene dimenzije šava

Napon luka	$U_1 = 32$	34	36	38	40	V
Struja zavarivanja		$I_z = 800$ A				
Brzina zavarivanja		$v_z = 50$ cm/min				

## 2. PLANIRANJE EKSPERIMENTA

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

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

Tablica 1.

Broj ponavljanja eksperimenta	Napon luka $U_1$ , u V				
	32	34	36	38	40
1	6	7	5	11	14
2	8	1	3	15	10
3	2	4	9	13	12

PLAN EKSPERIMENTA

Tablica 2.

Randomizirani redosled eksperimenta	Napon luka $U_1$ (V)	Broj ponavljanja eksperimenta
1	34	2
2	32	3
3	36	2
4	34	3
5	36	1
6	32	1
7	34	1
8	32	2
9	36	3
10	40	2
11	38	1
12	40	3
13	38	3
14	40	1
15	38	2

3. OBRADA REZULTATA EKSPERIMENTA

U tablici 3. prikazane su izmerene dimenzije šava, dok je na slici 3. dat grafički prikaz tih veličina.

U tablici 3. znače:

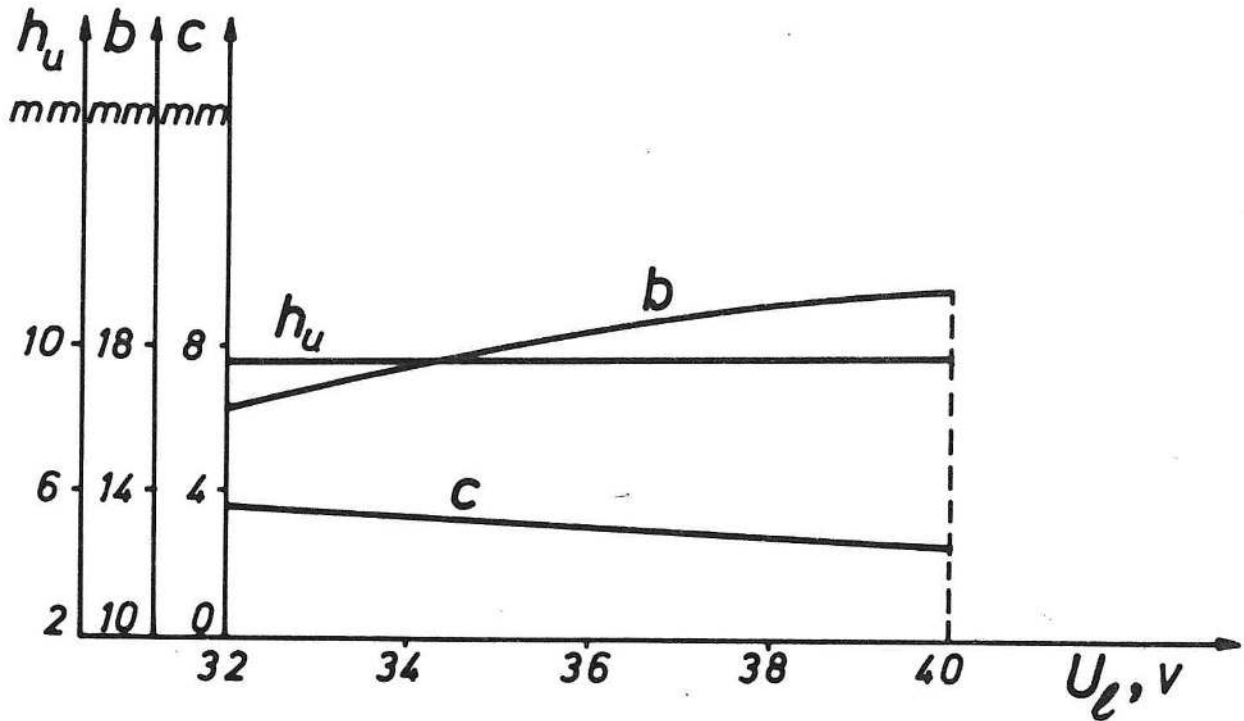
$h'_u$ ,  $b'$ ,  $c'$  - dubina uvara, širina šava i nadvišenje šava za pojedinačne uzorke, u mm;

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

IZMEREENE DIMENZIJE ŠAVA  
(u mm)

Tablica 3.

Randomizirani redosled eksperimenta	$U_1$ (V)	$h'_u$	$h_u$	$b'$	$b$	$c'$	$c$
6	32	9,9	9,63	16,4	16,27	3,9	3,70
8		9,2		16,8		3,6	
2		9,8		15,6		3,6	
7	34	9,5	9,50	17,0	17,60	3,6	3,53
1		9,1		18,0		3,6	
4		9,9		17,8		3,4	
5	36	9,4	9,77	18,6	18,43	2,8	3,00
3		10,4		18,6		2,8	
9		9,5		18,1		3,4	
11	38	9,6	9,47	18,7	19,17	2,8	2,8
15		9,3		18,8		2,6	
13		9,5		20,0		3,0	
14	40	9,4	9,87	20,0	19,80	2,8	2,67
10		10,0		19,4		2,5	
12		10,2		20,0		2,7	



Slika 3. Grafički prikaz rezultata merenja

4. ODREĐIVANJE ZNAČAJNOSTI FAKTORA DISPERZIONOM ANALIZOM

Merena veličina: dubina uvara  $h'_u$

Tablica 4.

Broj ponavljanja	Napon luka $U_l$ , u V				
	32	34	36	38	40
1	9,9	9,5	9,4	9,6	9,4
2	9,2	9,1	10,4	9,3	10,0
3	9,8	9,9	9,5	9,5	10,2
$S_j = \sum_{i=1}^n X_{ij}$	28,9	28,5	29,3	28,4	29,6
$OS = \sum_{j=1}^k S_j$	144,7				
$\bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}$	9,6333	9,5000	9,7667	9,4667	9,8667
$\bar{X} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{X}_j$	9,6467				

gde je:

$n = 3$  - broj ponavljanja;

$k = 5$  - broj nivoa faktora;

$X_{ij}$  - merena veličina;

$N=n.k$  - broj eksperimentalnih jedinica;

$S_j$  - suma merenih veličina za određeni nivo faktora;

OS - opšta suma svih merenih veličina;

$\bar{X}_j$  - srednja vrednost merenih veličina za određeni nivo faktora;

$\bar{X}$  - srednja vrednost svih merenih veličina.

Mora postojati sledeća jednakost:

$$OSK = SKF + SKG \quad (1)$$

gde je:

OSK - opšta suma kvadrata;

SKF - suma kvadrata faktora;

SKG - suma kvadrata greške.

$$OSK = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (X_{ij} - \bar{X})^2 = (9,9-9,6467)^2 + \dots + (10,2-9,6467)^2 = 1,957333$$

$$SKF = n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2 = 3[(9,6333-9,6467)^2 + \dots + (9,8667-9,6467)^2] = 0,350701$$

$$SKG = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 = (9,9-9,6333)^2 + \dots + (10,2-9,8667)^2 = 1,606667$$

Provera jednačine (1):

$$1,9577333 \approx 0,350701 + 1,606667 = 1,957368$$

Disperzija efekta faktora iznosi:

$$S_F^2 = \frac{SKF}{k-1} = \frac{0,350701}{5-1} = 0,087675$$

Disperzija ukupne greške:

$$S_G^2 = \frac{SKG}{N-k} = \frac{1,606667}{15-5} = 0,1606667$$

Fišerov kriterijum iznosi:

$$v_o = \frac{S_F^2}{S_G^2} = \frac{0,087675}{0,1606667} = 0,546$$

Za verovatnoću od 95% i stepene slobode  $k-1=4$  i  $N-k=10$  iz tablice za Fišerovu raspodelu prema /1/ ćemo imati:

$$c = 3,48$$

Pošto je  $v_0 = 0,546 < c = 3,48$  to znači da faktor eksperimenta dubina uvara  $h'_u$  u ispitivanom području nije značajna.

Merena veličina: širina šava  $b'$

Tablica 5.

Broj ponavljanja	Napon luka $U_1$ , u V				
	32	34	36	38	40
1	16,4	17,0	18,6	18,7	20,0
2	16,8	18,0	18,6	18,8	19,4
3	15,6	17,8	18,1	20,0	20,0
$S_j = \sum_{i=1}^n X_{ij}$	48,8	52,8	55,3	57,5	59,4
$OS = \sum_{j=1}^k S_j$	273,8				
$\bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}$	16,2667	17,6000	18,4333	19,1667	19,8000
$\bar{X} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{X}_j$	18,2533				

$$OSK = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (X_{ij} - \bar{X})^2 = (16,4 - 18,2533)^2 + \dots + (20 - 18,2533)^2 = 25,6573$$

$$SKF = n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2 = 3 \left[ (16,2667 - 18,2533)^2 + \dots + (19,8 - 18,2533)^2 \right] = 22,897083$$

$$SKG = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 = (16,4 - 16,2667)^2 + \dots + (20 - 19,8)^2 = 2,76$$

Provera jednačine (1):

$$25,6573 \cong 22,897083 + 2,76 = 25,657083$$

$$S_F^2 = \frac{SKF}{k-1} = \frac{22,897083}{5-1} = 5,724$$

$$S_G^2 = \frac{SKG}{N-k} = \frac{2,76}{15-5} = 0,276$$

$$v_o = \frac{S_F^2}{S_G^2} = \frac{5,724}{0,276} = 20,739$$

$$c = 3,48$$

Pošto je  $v_o = 20,739 > c = 3,48$  to znači da je faktor eksperimenta širina šava  $b'$  u ispitivanom području značajna.

Merena veličina: nadvišenje šava  $c'$

Tablica 6.

Broj ponavljanja	Napon luka $U_1$ , u V				
	32	34	36	38	40
1	3,9	3,6	2,8	2,8	2,8
2	3,6	3,6	2,8	2,6	2,5
3	3,6	3,4	3,4	3,0	2,7
$S_j = \sum_{i=1}^n X_{ij}$	11,1	10,6	9,0	8,4	8,0
$OS = \sum_{j=1}^k S_j$	47,1				
$\bar{X}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_{ij}$	3,7	3,5333	3,0	2,8	2,6667
$\bar{X} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \bar{X}_j$	3,14				

$$OSK = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (X_{ij} - \bar{X})^2 = (3,9-3,14)^2 + \dots + (2,7-3,14)^2 = 2,936$$

$$SKF = n \sum_{j=1}^k (\bar{X}_j - \bar{X})^2 = 3 [(3,7-3,14)^2 + \dots + (2,6667-3,14)^2] = 2,4825$$



$$SKG = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k (X_{ij} - \bar{X}_j)^2 = (3,9 - 3,7)^2 + \dots + (2,7 - 2,6667)^2 = 0,4533$$

Provera jednačine (1):

$$2,936 \cong 2,4825 + 0,4533 = 2,9358$$

$$S_F^2 = \frac{SKF}{k-1} = \frac{2,4825}{5-1} = 0,6206$$

$$S_G^2 = \frac{SKG}{N-k} = \frac{0,4533}{15-5} = 0,04533$$

$$v_o = \frac{S_F^2}{S_G^2} = \frac{0,6206}{0,04533} = 13,6907$$

$$c = 3,48$$

Pošto je  $v_o = 13,6907 > c = 3,48$  to znači da je faktor eksperimenta nadvišenje šava  $c'$  u ispitivanom području značajno.

## 5. Z A K L J U Č A K

Primena jednofaktornog eksperimenta omogućila je da se odredi uticaj promene napona luka na dubinu uvara, širinu šava i nadvišenje šava u ispitivanom području.

Iz dijagrama na slici 3. i rezultata disperzione analize proizilazi da je uticaj promene napona luka najveći na širinu šava.

## 6. 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.