



**MEHANIZACIJA ZAVARIVANJA I REZANJA U SVJETSKI RAZVIJENOJ
INDUSTRIJI**

**WELDING AND CUTTING MECHANIZATION IN DEVELOPED WORLD
INDUSTRY**

Zorin ŠANKO ¹⁾

Ključne riječi: mehanizacija postupka zavarivanja, produktivnost, analiza troškova zavarivanja

Key words: mechanization of welding process, productivity, welding costs analysis

Sažetak: U ovom radu prikazane su prednosti primjene mehanizacije u zavarivačkoj praksi. U uvodnom dijelu rada prikazana je analiza troškova proizvodnje te produktivnost kod primjene ručnog i automatiziranih postupaka zavarivanja. U nastavku su predstavljene mogućnosti zavarivanja uz pomoć prijenosnog uređaja za zavarivanje.

Abstract: In this paper benefits of mechanization in welding practice are presented. In the first part of the paper, production costs and productivity analysis for manual and automatic welding process is shown. Then the presentation of the possibilities of welding with portable welding system follows.

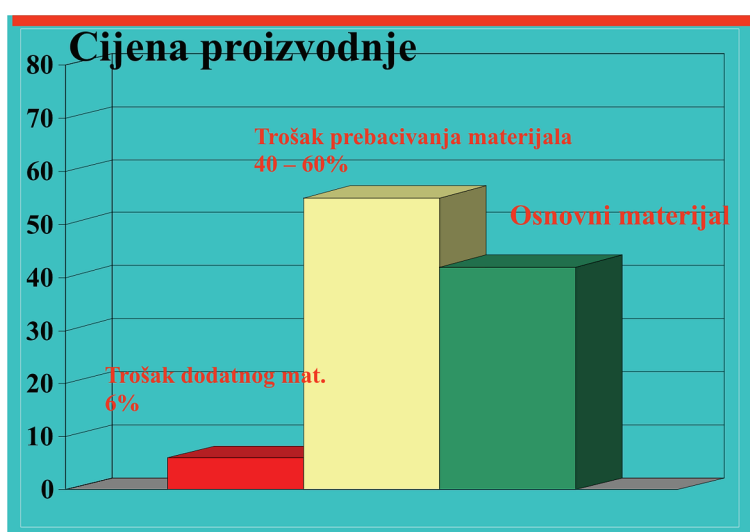
¹⁾ Trea Trade d.o.o, Blažiči 2a, 51264 Viskovo

1. UVOD

Posljednjih 30 god. primijećen je veliki porast prisustva automatiziranih zavarivačkih sustava, te automatiziranih sustava za rezanje plamenom.

Isto tako, primijećena su velika poboljšanja u povećavanju produktivnosti kod rezanja i zavarivanja, poboljšanju kvalitete pripreme žlijeba, te se znatno humanizirao rad operatera uvodeći razne sustave za automatizaciju zavarivanja i rezanja.

No s obzirom na analize rađene u Americi i Europi, veliki udio proizvođačkih troškova otpada na trošak prebacivanja materijala (ovaj trošak može biti čak i do 60 % ukupnog troška, slika 1). Drugi važan faktor je kvaliteta pripreme spoja za zavarivanje; loša priprema spoja ili kuta pripreme žlijeba za zavarivanje može znatno povećati volumen zavara i troškove zavarivanja po dužnom metru.



Slika 1. Cijena proizvodnje kod postupaka zavarivanja

Na slici 2 prikazana je razlika između REL postupka, poluautomatskog MIG-MAG postupka, te automatskog postupka zavarivanja. Prema donjoj tabeli možemo vidjeti, da jedan operater kod automatskog postupka zavarivanja povećava produktivnost zavarivanja za 5,13 ručnih zavarivača. Razlog tome je da je vrijeme gorenje električnog luka mnogo veće kod automatskog postupka zavarivanja, nego li kod REL postupka zavarivanja. Rezultati istraživanja u Europi i USA govore sljedeće [1]:

1. Vrijeme gorenja el. luka kod REL postupka iznosi oko 18-20 %
2. Vrijeme gorenja el. luka kod poluautomatskog zavarivanja MIG-MAG iznosi oko 30-35 %
3. Vrijeme gorenja el. luka kod automatskog zavarivanja iznosi oko 70 -80 %.

U tablici 1 [1] prikazana je razlika između automatske i poluautomatske aplikacije zavarivanja sa prahom punjenim žicama kod MIG-MAG zavarivanja. Može se uočiti da je depozit materijala u jedinici vremena veći za 2,28 puta kod automatskog nego li kod poluautomatskog zavarivanja.

Produktivnost PPŽ – OS 71-MH Ø 1,2 nasuprot REL zavarivanju Prisilni položaji zavarivanja	
<u>Operater sa:</u>	<u>Radi posao za:</u>
Poluautomatsko OS 71- MH 1,2	2.26 Ručnih zavarivača
Mehanizirano OS 71- MH 1,2	5.13 Ručnih zavarivača

Slika 2. Usporedba produktivnosti poluautomatskog i REL postupka zavarivanja

Tablica 1. Potrošnja materijala za zavarivanje

Depozit metala zavara Po zavarivaču za 8 sati rada		
	Kg /depozit za 170 A (2,3 kg)	Kg/depozit (8 h)
OS 71- MH Ø 1,2 Poluautomatsko (0,35)	2,3 x 8 x 0,35	6,44
OS 71- MH Ø 1,2 Mehanizirano (0,8)	2,3 x 8 x 0,8	14,72

2. PRIJENOSNI UREĐAJ ZA ZAVARIVANJE

Najjednostavniji način za proizvodnju uzdužnih kutnih spojeva je mali prijenosni uređaj na slici 3. Ovaj uređaj se oslanja, na donji lim pomoću jakog permanentnog magneta koji je postavljen sa donje strane uređaja. Uređaj se pozicionira nasuprot uzdužnom elementu.

Velika prednost ovog uređaja je ta da se gorionik brzo može premjestiti sa jedne na drugu stranu jedinice, što znači da se ukupna dužina zavara može zavariti, bez potrebe završavanja zavara poluautomatskim zavarivanjem. Masa uređaja je 7 kg, a jedinica se pogoni putem akumulatorske baterije [2].



Slika 3. Prijenosni uređaj za zavarivanje

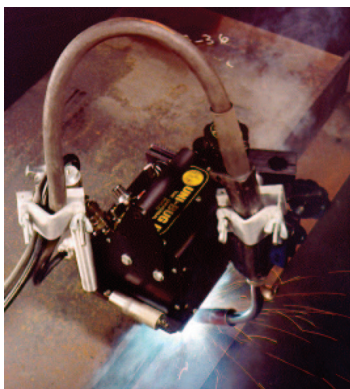


Slika 4. Zavarivanje vertikalnog kutnog zavara

Jedinica na slici 4 konstruirana je na sličnom principu, te može zavarivati isprekidano ili kontinuirano. Može se također koristiti sa zavarivanjem 2 gorionika odjednom odnosno svakim gorionikom sa jedne strane uzdužnog elementa. Ova jedinica je opskrbljena sa oscilatorom, koji se koristi kod vertikalnog kutnog zavara kada se zahtjeva velika visina zavara. Oscilator kontrolira širinu oscilacije, isto tako brzinu oscilacije, te vrijeme zaustavljanja na krajevima zavara.

Jedinica na slici 5 koristi se za sve vrste ravnih dužih uzdužnih zavara, "holand" profila itd. Može zavarivati ravno ili isprekidano, sa programskim modom dužine zavara (mm), ne vremena prekida.

Neke tvrtke za uzdužne kutne zavare koristi ovakve automatizirane robusnije jedinice gdje se zavarivanje izvodi sa dvije strane odjednom koristeći MIG-MAG postupak ili EPP postupak zavarivanja. Jedinica nosi na sebi dva dodavača žice za kontinuirano ili isprekidano zavarivanje (slika 6).

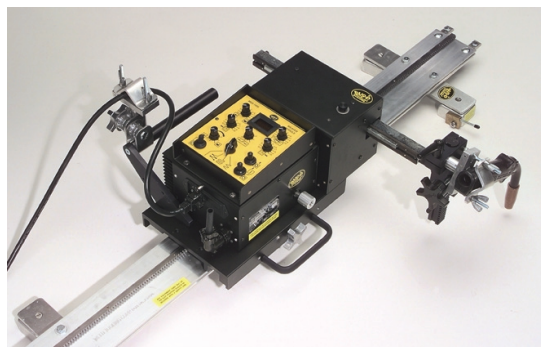


Slika 5. Zavarivanje ravnih uzdužnih zavara



Slika 6. Kutno zavarivanje sa obje strane

Ova jedinica može se koristiti i u brodogradilištima ili teškoj industriji, za zavarivanje i rezanje. U tom slučaju jedinica se kreće po tračnicama koje imaju na sebi zupčastu letvu postavljenu na aluminijskoj letvi (slika 7), koja je sa donje strane oslonjena na magnetske ili vakuumske hvatače (ako se radi o ne željeznim materijalima).



Slika 7. Uređaj za zavarivanje sa kliznim stazama

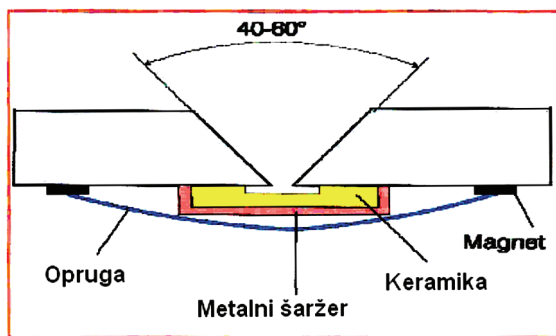


Slika 8. Vertikalno zavarivanje uz pomoć letve

Zbog svog pozitivnog zupčastog prijenosa, ova jedinica može raditi u svim položajima zavarivanja. Aluminijska letva može biti dužine 1,3 ili 2,4 m. Brzina zavarivanja može biti od 0-1,5 m/min. Na zahtjev naručioca, moguće su i druge brzine zavarivanja. Operater može kontrolirati poziciju el. luka ili gorionika za rezanje ručno preko zupčaste letve. Primjena

ovakve jedinicu za duže vertikalne zavare s oscilacijom zavarivanja može se posebice naći u velikim brodogradilištima (slika 8). Ova jedinica je vrlo kompaktna, te je kombinirana, s pogonskim motorom i oscilatorom u jednom kućištu. Može se koristiti na čvrstoj letvi, fleksibilnoj ili jako fleksibilnoj letvi (s obzirom na postavljenu letvu mijenja se donji podvoz za prihvat iste). Jedinica ima daljinsku kontrolu sa kojom može operater upravljati udaljen sa lica mjesta zavarivanja.

Kako bi se zavarivanje provelo samo sa lica zavara, mnoge tvrtke koriste privremenu keramičku podlošku za zavarivanje (slika 9). Zračnost u korijenu žlijeba priprema se od 4- 6 mm.

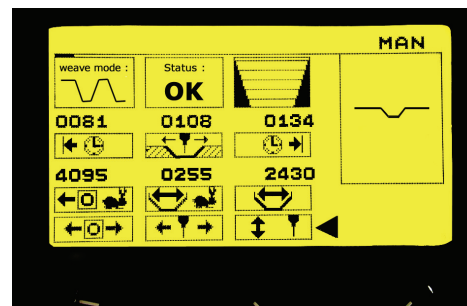


Slika 9. Primjena keramičkih podloški za zavarivanje



Slika 10. Kontrola gorionika s laserskim senzorom

Noviji razvoji ovih sistema bazirani su na kontroli vođenja gorionika sa laserskim senzorom točke ili površine zavara. Sa ovim sistemom zavarivanja moguće je voditi gorionik duž zavara koji se kontrolira sa senzorom u tijeku osciliranja jedinice. Laserski čitač pamti geometriju žlijeba kako je montiran iznad gorionika za zavarivanje, te kontrolira položaj gorionika bez obzira na postojeću dužinu spoja za zavarivanje. Isto tako, laserski čitač kontrolira širinu zavara, te namješta amplitude i brzinu posmaka u korelaciji sa zračnošću u korijenu žlijeba. Automatski se kontrolira i udaljenost gorionika od zavara.



Slika 11. Praćenje parametara zavarivanja

Tijekom zavarivanja s opisanim sistemom svi parametri zavarivanja mogu se očitavati na ekranu u realnom vremenu (slika 11). S ovom jedinicom moguće je zavarivati potpuno automatski. Isto tako, ova jedinica može se programirati kada dođe do kraja spoja da se vrati nazad i počne raditi popunu zavara nakon korijenskog prolaza.

Rezultati analize troškova pri primjeni ručnog i automatiziranog zavarivanja prikazani su u tablici 2.

Tablica 2. Analiza troškova kod primjene REL i automatskog MIG/MAG postupka zavarivanja

Analiza troškova				
	Operativni troškovi	REL postupak	Ručno poluautomatsko MIG-MAG postupak	Mehanizirani poluautomatski MIG-MAG postupak
1	Nabavna cijena opreme	€ 1 700	€ 4 800	€ 11 500
2	Bruto sat rada	20 €/ h	20 €/ h	20 €/ h
3	Održavanje opreme	€ 70	€ 420	€ 420
4	Rezervni dijelovi	€ 30	€ 400	€ 400
5	Vrijeme potrebno za taljenje 650 kg dep.	2 031 h	807 h	353 h
6	Proizvodni troškovi (2 x 5)	€ 40 620	€ 16 140	€ 7 060
7	Dodatni materijal za 650 kg dep.	€ 1 248	€ 1 358	€ 1 358
8	Ukupni troškovi (1+3+4+5+6)	€ 43 668	€ 23 118	€ 20 738
9	Ušteda u odnosu na REL postupak	—	€ 19 070	€ 22 930
10	% uštede	—	47,06 %	52,60 %

3. ZAKLJUČAK

Iako se u zavarivačkoj praksi više pažnje pridaje produktivnosti, trebalo bi se fokusirati i na troškove proizvodnje i faktore koji direktno ili indirektno utječu na njih. Tablica 2 pokazuje da čak kada je i cijena automatske opreme 7 puta veća od cijene opreme za REL zavarivanje, te i sa većom cijenom dodatnog materijala, povrat investicije kod mehanizacije postupka zavarivanja ostvaruje se nakon cca 6 mjeseci rada.

Dakle, ova analiza pokazuje da se treba "polagano ili brzo" prijeći, ovisno o organiziranosti radne sredine, na mehanizirane postupke zavarivanja i rezanja

4. LITERATURA

- [1] Prospektni materijali firme BUGO, Te: "Cost saving application ideas for cutting and welding", BUG-O Systems Inc., 2009.
- [2] "Advantages of Automating Your WELDING & CUTTING", BUG-O Systems Inc., 2009. <http://www.bugo.com/pdf/Six%20Way%20Bro.pdf>