



UMJERAVANJE UREĐAJA ZA ZAVARIVANJE I MJERNI UREĐAJI PRI ZAVARIVANJU

CALIBRATION OF WELDING DEVICES AND MEASURING EQUIPMENT FOR WELDING

Slobodan KRALJ¹, Ivica GARAŠIĆ¹, Zoran KOŽUH¹

Ključne riječi: umjeravanje, uređaji za zavarivanje

Key words: calibration, welding devices

Sažetak: Razvoj novih izvora struje i načina prijenosa materijala zahtjeva kontrolu sve većeg broja parametara pri zavarivanju. Sve manje tolerancije u odstupanju od propisanih veličina napona i struje u cilju realizacije kvalitetnog zavara, traže i propisnu kontrolu uređaja. Također, kod novijih izvora struje vrlo je teško na temelju iskustva i proba odrediti optimalne parametre, već su za to potrebni i posebni uređaji i norme u kojim je opisan način provedbe umjeravanja uređaja. U ovom radu opisana je problematika umjeravanja uređaja za elektrolučno zavarivanje, zajedno s normama koje se tu primjenjuju.

Abstract: Development of new power sources and material transfer demands control of large number of welding parameters. In order to obtain weld quality, smaller tolerances in optimal welding parameters deviations like welding current and voltage are required, and for that reason, adequate control of welding device is also necessary. Also, on modern generations of power sources, it is very difficult to optimize the welding parameters only on behalf of experience and trials, but special devices as well as proper guidelines and standards must be used to perform the calibration. In this article, brief preview of arc welding machines calibration is given, as well as standards applied.

¹ Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, e-mail: fsb.zk@fsb.hr



1. UVOD

Mjerenje, ispitivanja i obrada mjernih podataka u zavarivanju imaju posebnu važnost radi osiguravanja kvalitete i pridržavanja definiranih tehnoloških smjernica. Vrlo često se zbog neadekvatnog postupka mjerenja ili nekalibriranih uređaja rezultati mjerenja pogrešno interpretiraju, te se na toj osnovi donose krivi zaključci što u konačnici neminovno dovodi do loše kvalitete zavarenog spoja. Umjeravanje uređaja za zavarivanje još uvijek predstavlja nepoznanicu većini korisnika. Naime, postavlja se pitanje čemu je uopće potrebno umjeravati uređaje za zavarivanje, što predstavlja dodatni trošak i zahtjeva dodatni angažman inženjera za zavarivanje. S druge strane, sve više se kod ugovaranja poslova sreću klauzule ugovora u kojima se kao jedan od kriterija prihvatljivosti odabira izvođača definira i umjeravanje uređaja i opreme.

2. ZAHTJEVI ZA UMJERAVANJE UREĐAJA ZA ZAVARIVANJE

Preporuka HRN CR 13576 : Primjena norme EN 729 na zahtjeve za kakvoću zavarivanja taljenjem metalnih materijala navodi:

“Kod niza normi EN 729 zahtjeva se da proizvođač održava opremu za zavarivanje te da je drži u dobrom stanju. Ovaj zahtjev se može zadovoljiti samo ako se provede tehnička inspekcija opreme za zavarivanje.”

Tehnička inspekcija uključuje osim standardnih pregleda i posebne zahtjeve za umjeravanjem uređaja.

Procedure za kontrolu prema nizu normi EN 729-2 definiraju da se umjeravanje mora provesti kod sljedeće grupe uređaja:

- uređaji za zavarivanje
- uređaji za nerazorna ispitivanja
- instrumenti za mjerenje temperature
- instrumenti za mjerenje električnih veličina
- instrumenti za mjerenje oblika i dimenzija
- mjerači protoka plina

Svaka od ovih grupa uređaja zahtjeva poseban način umjeravanja kod ovlaštenih institucija od Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo Republike Hrvatske. Međutim, tu postoji poseban problem kod uređaja za zavarivanje jer se još organizirano ne provodi njihovo umjeravanje.

Također, optimalizacija parametara zavarivanja, te sve složeniji materijali s aspekta unosa topline zahtijevaju primjenu točno definiranih parametara s minimalnim odstupanjima. Postoje i razmišljanja u praksi koja ne podržavaju umjeravanje uređaja, s tvrdnjom da se parametri najbolje optimiziraju od strane zavarivača i to na osnovi iskustva. To se još i može prihvatiti za starije generacije uređaja jednostavne konstrukcije, međutim kod modernih uređaja, gdje postoji niz parametara, robota ili automata za zavarivanje umjeravanje je nužno potrebno kako bi se iskoristile sve prednosti i mogućnosti sustava i kako bi se minimalizirala pojava pogrešaka. Očitavanje mjernih podataka npr. struje zavarivanja s instrumenta na uređaju, a bez njegove provjere i umjeravanja uređaja može dovesti do vrlo značajnih odstupanja količine unesene topline, geometrije zavara, strukture materijala i sl.

Slična situacija je i u svijetu, gdje se sve više traži umjeravanje uređaja. Troškovi umjeravanja dostižu i do stotinjak eura po uređaju, ovisno o karakteristikama. Uvidjevši da su ti zahtjevi sve veći, registrira se i sve veći interes proizvođača elektroničke i mjerne opreme koji nude integrirane sustave za umjeravanje, prilagodljive i mobilne za mogućnost rada na terenu. U američkoj normi AWS D1.5 sec 4.26 zahtjeva se umjeravanje uređaja za zavarivanje svaka tri mjeseca. Ako se uzme u obzir cijena umjeravanja po uređaju od 65USD, može se lako vidjeti koliki dodatni trošak to predstavlja za tvrtku. Za umjeravanje uređaja prema normi EN 60974 koristi se standardna mjerna tehnika i uređaji što zahtijeva prisustvo i znanje elektrotehničara.

U novoj normi ISO 17662:2005 koja definira zahtjeve za umjeravanje, verifikaciju i validaciju opreme koja se upotrebljava za kontrolu uređaja za zavarivanje i srodnih procesa, opisan je način umjeravanja opreme koja se koristi za mjerenja u zavarivanju. Može se spomenuti da DVS u svojim smjernicama za razvoj, među ostalim, u prioritete ubraja i razvoj sustava za umjeravanje uređaja. To pokazuje kakvu važnost predstavljaju točnost i ponovljivost parametara zavarivanja te kako utječu i doprinose osiguravanju kvalitete u zavarivanju.

3. MJERENJE PARAMETARA KOD ELEKTROLUČNOG ZAVARIVANJA

Kod mjerenja parametara elektro-lučnog zavarivanja najčešće se određuju vrijednosti:

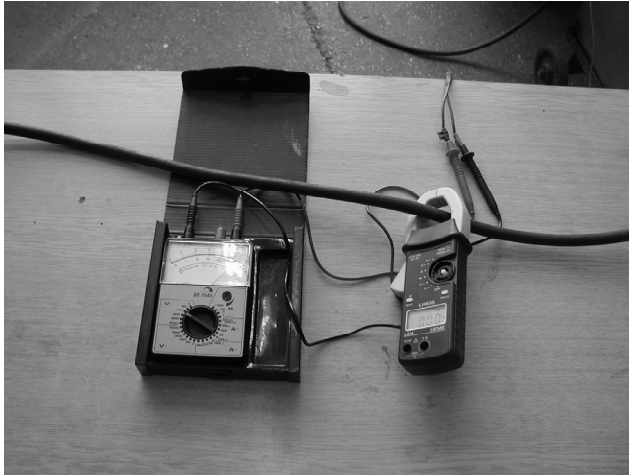
1. struje zavarivanja;
2. napona zavarivanja;
3. brzine žice (MIG/MAG);
4. protoka plina;
5. brzine zavarivanja (mehanizirano zavarivanje).

Mjerenje struje zavarivanja, I (A)

Zbog velikih struja kod zavarivanja nije moguće upotrebljavati klasičan način mjerenja struje, tj. serijsko spajanje ampermetra u strujni krug. Najviše se koriste strujna kliješta koja omogućavaju mjerenje struje, a da se prethodno ne prekida strujni krug. Tako se mogu mjeriti struje i do 1000A. Potrebno je obratiti pažnju na određivanje mjernog područja, te pravilnog postavljanja kliješta u odnosu na tehnički smjer struje. Drugi način mjerenja struje pomoću «shunt»-a zahtjeva kvalitetnu mjernu opremu i adekvatno stručno znanje, te nije prikladan za mjerenje velikih istosmjernih struja kakve često koristimo u zavarivanju.

Mjerenje napona zavarivanja, U (V)

Voltmetri (analogni, digitalni) se paralelno spajaju u strujni krug. Potrebno je obratiti pažnju na polaritet i odabir mjernog područja. Kod TIG zavarivanja postoje problemi zbog HF komponente za uspostavljanje el. luka. Kod istosmjernog TIG zavarivanja, voltmetar se spaja u strujni krug nakon uspostave električnog luka. Kod AC TIG zavarivanja, moraju se koristiti posebni voltmetri koji mogu podnijeti visoke napone od nekoliko kV koji se javljaju kod svake poluperiode kako bi se osigurala stabilnost električnog luka.

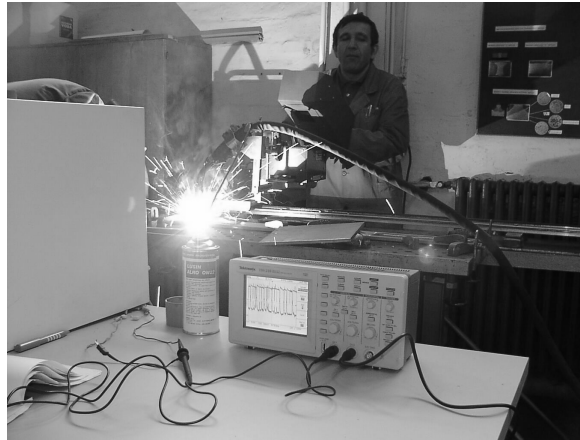


Slika 1. Mjerenje napona i struje zavarivanja pomoću voltmetra i strujnih kliješta

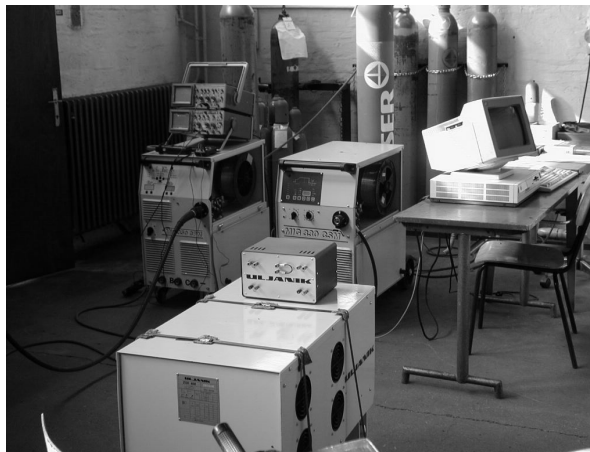
Kod automatiziranih i robotiziranih sustava konstantno praćenje i održavanje propisanih parametara zavarivanja nužno je za osiguravanje kvalitete proizvoda. Moderni sustavi za praćenje parametara omogućavaju konstantno bilježenje parametara na svim proizvodnim jedinicama. Na uređaju na kojem dolazi do odstupanja parametara preko graničnih vrijednosti obustavlja se zavarivanje. Na taj način se sprječava rad s lošim parametrima. Takav mjerni sustav olakšava detekciju mogućih kvarova, što je posebno važno kod automatiziranih i robotskih sustava.

Na Slici 2. prikazano je umjeravanje značajki impulsa, tj. osnovna i vršna struja, frekvencija te vrijeme trajanja pulsa. Za takvu aktivnost potrebno je koristiti osciloskop, tj. mjerni uređaj koji pokazuje ovisnost struje i napona o vremenu. Također, pomoću mjernog sustava spojenog na računalo lako se analiziraju i bilježe mjerni podaci. S druge strane, cijena ovakvog sustava je visoka te zahtjeva dobro poznavanje elektrotehnike. Danas se na tržištu mogu naći industrijski osciloskopi koji su mnogo jednostavniji za korištenje i prikladniji za upotrebu u zavarivanju.

Slika 3. prikazuje mjerni laboratorij za snimanje karakteristika uređaja i općenita mjerenja parametara zavarivanja u Laboratoriju za zavarivanje Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu.



Slika 2. Snimanje parametara impulsnog MAG zavarivanja pomoću osciloskopa



Slika 3. Dio laboratorija za snimanje mjerenja parametara zavarivanja u Laboratoriju za zavarivanje, FSB u Zagreb

4. UMJERAVANJE UREĐAJA ZA ELEKTROLUČNO ZAVARIVANJE PREMA NORMAMA ENV 50184 I EN 60974

Kalibracijom se osigurava da su parametri zavarivanja, koji utječu na kvalitetu zavara unutar dozvoljenih odstupanja određenih u internim ili službenim pravilima. Sve je više zahtjeva kod ugovaranja, posebno pri izradi kritičnih konstrukcija i kod primjene osjetljivih materijala. Osim toga, umjeravanje nakon popravka ili održavanja uređaja u servisnoj radionici je obvezna iz razloga što se ugradnjom novih dijelova ili rekonstrukcije uređaja mogu znatno promijeniti karakteristike stroja. Ako uređaj zadovoljava, izdaje se certifikat koji se ovisno o propisu mora periodično obnavljati.

Što se treba umjeriti na uređajima za elektrolučno zavarivanje?

- struja zavarivanja;
- napon zavarivanja;
- brzina žice (MIG/MAG);
- protok plina;

- brzina zavarivanja (mehanizirano zavarivanje);
- vrijeme potrebno za dovođenje uređaja u radno stanje, kao i vrijeme potrebno za isključivanje;
- parametri impulsa;
- balans kod AC TIG zavarivanja.

Kako se provodi umjeravanje?

- Instrumenti s kojima se radi moraju biti umjereni kod ovlaštene institucije;
- Preporuča se korištenje promjenjivog otpora stabilne karakteristike;
- Nakon priključivanja i uključivanja uređaja i mjerne opreme, mora proći 30 min prije umjeravanja (ENV 50184);
- Provjera napona gradske mreže (napajanja)-starije generacije uređaja su jako osjetljive na promjenu napona napajanja, te se mora zabilježiti napon mreže pri umjeravanju;
- Nakon podešavanja struje i napona zavarivanja, čeka se 10 s, te se očitavaju vrijednosti na mjernim instrumentima;
- Umjeravanje se mora provesti na nizu podešenih vrijednosti, uključujući minimum i maksimum (tri do četiri mjerenja između);
- Rezultati se upisuju u propisani obrazac;
- Ako su odstupanja u propisanim granicama, izdaje se certifikat, te se na uređaj stavi naljepnica.

Kako se kalibrira brzina žice?

- Brzina žice kod MIG/MAG zavarivanja vrlo se jednostavno određuje pomoću mjerne trake i štoperice. Označi se početno mjesto na žici, pusti se žica npr. 10 s, izmjeri se dužina izašle žice u metrima, te se dobiveni rezultat pomnoži sa 6, pri čemu je dobiveni rezultat u m/min.



Slika 4. Mjerna oprema za umjeravanje uređaja za zavarivanje

Dopuštena odstupanja prema EN 60974-1

- $\pm 10\%$ od podešene vrijednosti u radnom području od 25 % do 100%;
- $\pm 2.5\%$ od maksimalne vrijednosti u radnom području ispod 25%;
- EN 60974-5 norma za dodavanje žice definira ista odstupanja za brzinu žice.

Drugim riječima, ako je npr. podešena struja 200A, stvarna struja zavarivanja može iznositi između od 180 do 220A. Ako postoje dva uređaja istog tipa, jedan može ulaziti u minimalnu, a drugi u maksimalnu toleranciju, što predstavlja razliku od približno 20% (40A) koja može uzrokovati značajne probleme u interpretaciji propisanih parametara zavarivanja.

Kako bi se pojednostavio cijeli postupak umjeravanja uređaja za zavarivanje, postoje i mobilne mjerne stanice, slika 5. Svi mjerni instrumenti i potrebna oprema su integrirani u istom kućištu. Na taj način moguće je brzo napraviti umjeravanje uređaja na terenu, teško dostupnim lokacijama i sl.



Slika 5. Mobilni mjerni sustav za umjeravanje i provjeru uređaja za zavarivanje

5. ZAKLJUČAK

Nužna je stalna potreba za optimalizacijom postupaka zavarivanja kroz kontrolu i provjeru parametara zavarivanja kao i ispravnosti opreme zavarivanja, a u svrhu povećanja kvalitete zavarivanja. Kako bi se to provelo neophodno je stvaranje “navike” mjerenja kroz interne propise i pravilnike. Također, obuka operatera danas je vrlo jednostavna i brza, a cijena uređaja prihvatljiva. Postoji i popis tvrtki koje su ovlaštene za umjeravanje mjernih uređaja i instrumenata od strane Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo Republike Hrvatske. Redovito umjeravanje mjernih uređaja i uređaja za zavarivanje nužno je u sustavu osiguravanja kvalitete i u praksi postoji sve više zahtjeva i interesa za istim. Uz vođenje dokumentacije o provedenim mjerenjima i umjeravanju uređaja stvara se referenca o stanju i kvaliteti opreme. S druge strane, zabrana rada s nekalibriranim i neispravnim instrumentima/uređajima predstavlja aktivnost koja nije popularna, ali sprječava pad kvalitete zavarivanja. Kako bi se to realiziralo u praksi, nužna je stalna obuka i edukacija kadrova u



zavarivanju, kako bi bilo moguće pratiti nove zahtjeve i trendove u cilju povećanja produktivnosti i kvalitete u proizvodnji zavarivanjem.

6. LITERATURA

1. EN 30012-1: Zahtjevi za osiguranje kvalitete za mjerne uređaje: Dio 1-sustav za odobrenje mjerne opreme
2. ENV 50184: Provjera opreme za elektrolučno zavarivanje
3. EN 60974: Uređaji za zavarivanje
4. EN ISO 13916: Smjernice za mjerenje temperature predgrijavanja i međuprolazne temperature u zavarivanju