

DRUŠTVO ZA TEHNIKU ZAVARIVANJA ISTRA

ZAVARIVANJE U NAŠEM OKRUŽENJU PRAKTIČNI PRIMJERI I MOGUĆNOSTI RAZVOJA

JEDNODNEVNI SEMINAR

09.11.2006.

Voditelj seminara:
Dipl.ing. Paulo Vrh, EWE

Pula, studeni 2006.

HRVATSKA GOSPODARSKA KOMORA – ŽUPANIJSKA KOMORA
PULA

i
INDUSTRIJSKO OBRTNIČKA ŠKOLA

POKROVITELJI:

Hrvatska gospodarska komora – Županijska komora Pula

Zajednica tehničke kulture Istarske županije

Industrijsko obrtnička škola

SADRŽAJ

		Str.
M. Bičić	Tehnologija zavarivanja na primjeru samopodizne platforme PR-1 Vela	Rad 1: 1-9
M. Gobin	Praktični primjeri i mogućnosti razvoja	Rad 2: 1-12
M. Lovrić G.Jurakić	Atestacija zavarivača	Rad 3: 1-10
D. Ćordaš	Redovito održavanje opreme za zavarivanje REL/MAG/TIG postupkom	Rad 4: 1-7
I. Modrušan	3M zaštita pri zavarivanju	Rad 5: 1-5
T. Tucman	CMT proces – nova revolucija u digitalnom zavarivanju	Rad 6: 1-7

RAD 1

TEHNOLOGIJA ZAVARIVANJA NA PRIMJERU SAMOPODIZNE PLATFORME PR-1 VELA



TEHNOLOGIJA ZAVARIVANJA NA PRIMJERU SAMOPODIZNE PLATFORME PR-1 VELA

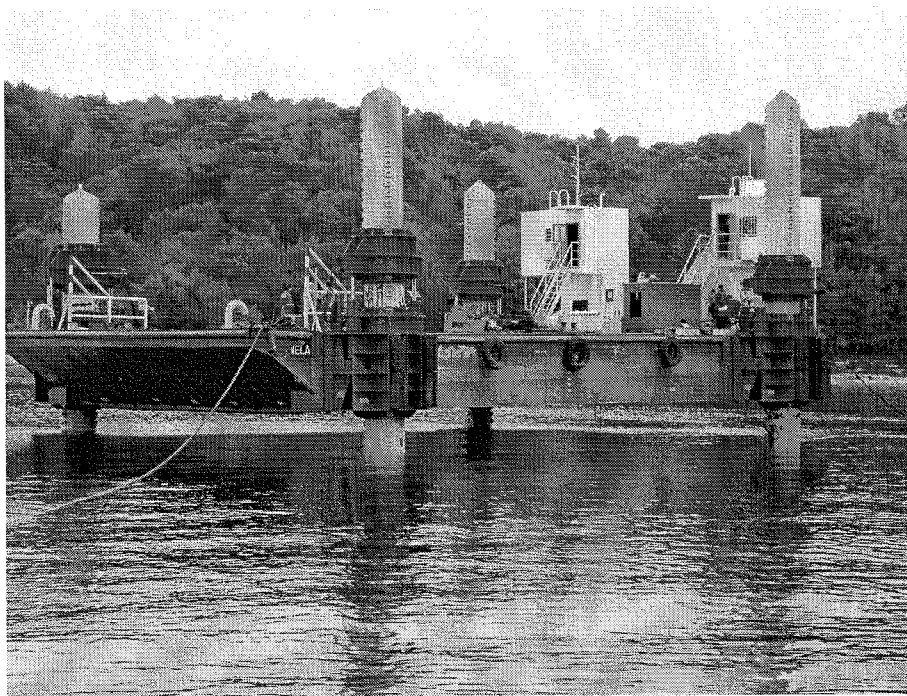
Milan Bičić, dipl. ing., EWE
Tehnomont – Brodogradilište Pula d.o.o
Fižela 7
52100 Pula
Tel: 052/386 011
Fax: 052/386 328
E-mail: mbicic@tehnomont.hr

Sažetak: *U članku je prikazan kratak presjek kroz gradnju i zavarivanje platforme za jaružanje podmorja. Kroz problematiku izrade platforme prikazane su glavne točke na koje je potrebno obratiti pažnju kod razrade tehnologije zavarivanja.*

Ključne riječi: platforma , tehnologija, zavarivanje

1. UVOD

Tehnomont – Brodogradilište Pula je u listopadu 2004. godine tvrtki «Sunadria» iz Rijeke isporučilo samopodiznu platformu «PR-1 Vela». Tvrtka «Sunadria» specijalizirana je među ostalim za gradnju i održavanje luka i marina. Platforma je prije svega izvedena za smještaj bagera mase 60 t sa duljinom ruke 19 m. Sa takvim bagerom je moguće jaružanje kamenitog morskog dna, inače čestog duž jadranske obale. Radovi rekonstrukcije obuhvatili su ojačanja postojeće strukture pontona, te izradu i montažu podiznog uređaja i nogu na izmijenjenu strukturu pontona.



Slika 1. Platforma za jaružanje morskog dna nakon montaže i zavarivanja probnom radu.



2. OPĆE KARAKTERISTIKE PLATFORME (NAKON REKONSTRUKCIJE)

Glavne značajke platforme		Glavne značajke podiznog uređaja	
Dužina	28,3 m	Nazivna nosivost jednog stupa/noge	360 t
Širina	13,5 m	Nazivna nosivost hidraulike jednog podiznog uređaja	200 t
Visina	2,30 m	Visina dizanja iznad morskog dna	25 m
Podizna težina	660 t	Brzina dizanja/spuštanja jednog stupa:	0-0,6 m/min
Podizna nosivost	240 t	Nazivni tlak ulja:	250 bar
Palubna površina	300 m ²	Protok ulja:	130 l/min
		Količina ulja u spremniku:	320 l
		Snaga diesel-motora hidr. agregata:	80 kW

3. SKLOPOVI NA KOJE JE PODIJELJENA PLATFORMA KOD IZRADE

Montaža i zavarivanje platforme odvijali su se po slijedećim sklopovima:

Bočne sekcije koje služe za učvršćivanje vodilica na ponton. Bočne sekcije su zavarene na već postojeću strukturu pontona.

Vodilica je kutijaste izvedbe i posebnim svornjacima je pričvršćena za bok platforme. Na strukturi ove vodilice prihvaćeni su cilindri za podizanje/spuštanje platforme. U njenom gornjem dijelu nalazi se mehanizam za blokadu položaja preko kojeg se u stacionarnom stanju te pri operaciji dizanja/spuštanja prenose sile sa platforme na stup.

Jaram je preko hidrauličnih cilindara spojen na vodilicu. U njegovom donjem dijelu nalazi se mehanizam za blokadu položaja (identičan mehanizmu na vodilici) preko kojeg se pri operaciji dizanja/spuštanja prenose vertikalne sile sa platforme na nogu. Jaram se oslanja na cilindre i nema druge mehaničke veze sa vodilicom.

Noge su izrađene od debelostijenih cijevi. Po vanjskoj površini nalaze se zavareni izdanci na koje se oslanjaju mehanizmi blokade. Izdanci su posloženi u tri uzdužna reda po obodu na pravilnim razmacima. Kraj noge koji se oslanja na dno radi se u nekoliko varijanti ovisno o tipu (materijalu) dna.

4. TEHNOLOGIJA ZAVARIVANJA PLATFORME

4.1 Ugovor, nadzor i kvaliteta zavara

Kod izrade tehnologije zavarivanja kreće se od samog ugovora, odnosno zahtjeva koji su postavljeni na kvalitetu konstrukcije, a obično su definirani u samom ugovoru.

U ovom slučaju je konstrukcija podlijegala pod nadzor Hrvatskog registra brodova, budući da je plovni objekt. Zahtjev Hrvatskog registra brodova je i uvjerenje tvrtke za izvođenje zavarivačkih radova, što Tehnomont – Brodogradilište Pula posjeduje. Jedan od uvjeta za dobivanje uvjerenja je certificirano osoblje za zavarivanje, a u ovom slučaju su to inženjer EWE i specijalista EWS.

Sva konstrukcijska dokumentacije je bila pregledana i ovjerena od Hrvatskog registra brodova u Splitu. Ista pravila vrijedila su i za dokumentaciju tehnologije zavarivanja.

Kvaliteta zavarenih spojeva bila je definirana u konstrukcijskim nacrtima i u ugovoru i to sukladno standardu EN 25817 / C odnosno EN 25817 / B za sve zavare sa punom penetracijom.

4.2 Pregled spojeva i materijala konstrukcije

Prvi korak pri izradi tehnologije, a nakon što je ustanovljena zahtijevana kvaliteta jest pregled nacрта, spojeva, debljina i vrsta materijala.

Debljine materijala kretale su se od 16 do 80 mm. Kvalitete materijala ugrađene na konstrukciju su prikazane u tablici 1.

Tablica 1. Kvaliteta i mehanička svojstva čelika ugrađenih na platformu PR-1 VELA

VRSTA ČELIKA	GRANICA RAZVČLAČENJA N/mm ²	VLAČNA ČVRSTOĆA N/mm ²	ŽILAVOST (poprečno na smjer valjanja) J 50 < t ≤ 70 mm	KOMPONENTA
A	235	400-520	24, na +20° C	bočne sekcije pontona
AH36	355	490-630	27, na 0° C	vodilice, jaram
DH 36	355	490-630	27, na -20° C	vodilice, jaram, noge
EH 36	355	490-630	27, na -40° C	vodilice, jaram noge
API 5L X52	358	455	22-27, na 0° C	cijevi nogu

Čelici u klasi AH 36, DH 36 I EH 36 spadaju u čelike povišene čvrstoće i za razliku od čelika grade A od kojeg su bile izrađene bočne sekcije potrebna je posebna pažnja kod zavarivanja. Navedeni čelici imaju svojstva koja su vrlo bliska sitnozrnatim čelicima i od njih su se upravo i počeli razvijati sitnozrnati čelici.

Na konstrukciji su primjenjivani sučeljeni spojevi V i X, dvostruki kutni spojevi, kutni spojevi sa djelomičnom penetracijom i kutni K spojevi sa punom penetracijom.



4.3 Odabir postupka zavarivanja

U Brodogradilištu Pula se koriste slijedeći postupci zavarivanja:

- MAG zavarivanje praškom punjenom žicom uz zaštitu plina CO₂
- REL zavarivanje bazičnom elektrodom
- REL zavarivanje visokoučinskom elektrodom
- Automatsko zavarivanje pod praškom

Od navedenih postupaka zavarivanje za navedenu konstrukciju optimalan je postupak MAG sa praškom punjenom žicom. Obzirom da se radi o debelim materijalima i da je velika mogućnost hladnog naljepljivanja postupak sa punom žicom ne dolazi u obzir. Zavarivanje elektrodom je presporo. MAG zavarivanje praškom punjenom žicom zadovoljava uvjete produktivnosti i postavljenu kvalitetu te je odlučeno da će se koristiti ovaj postupak zavarivanja i to poluautomatski. Obzirom na tip konstrukcije (rešetkasta sa kratkim zavarima) automatizacija nije došla u obzir.

4.4 Odabir dodatnog materijala za zavarivanje

Nakon odabranog postupka odabire se dodatni materijal, u ovom slučaju praškom punjena žica, u kombinaciji sa zaštitnim plinom. Za zavarivanje dijelova konstrukcije izrađenih od čelika AH 36, DH 36 i EH 36 je odabrana žica FLUXOFIL 20 HD, tvrtke Oerlikon. Žica je prema klasifikacijskim društvima klasificirana u klasu 4Y što znači da ima garantiranu žilavost na -40 °C i certificirana je za korištenje uz plinsku mješavinu Ar/CO₂=82/18.

U tablici 2. su prikazana mehanička svojstva žice. Za zavarivanje bočnih sekcija, odnosno čelika grade A, je odabrana žica FLUXOFIL 19 HD uz zaštitni plin CO₂, istog proizvođača. Ova žica ima garantiranu žilavost na -20°C i klasificirana je u klasu 3Y. Žice u ovoj klasi kvalitete su u svakodnevnoj upotrebi za zavarivanje brodograđevnih čelika.

Tablica 2. Mehanička svojstva praškom punjene žice Fluxofil 20 HD

GRANIČNA RAZVČLAČENJA N/mm ²	VLAČNA ČVRSTOĆA N/mm ²	ISTEZLJIVOST A ₅ (%)	ŽILAVOST (J) V-utor		
			+20 °C	-20 °C	-40 °C
>490	570-670	>22	>120	>80	>60

Gledajući mehanička i kemijska svojstva osnovnog materijala, žica FLUXOFIL 19 HD ili bilo koja druga žica u istoj klasi kvalitete sasvim je zadovoljavajuća za zavarivanje čelika AH 36, DH 36 I EH 36. Ipak, budući da se radi o debljinama do 80 mm, pravila Hrvatskog registra brodova za veće debljine preporučaju dodatni materijal klase više od minimalno dozvoljene, upravo iz sigurnosnih razloga. Zbog toga je za zavarivanje čelika povišene čvrstoće odabrana žica klase 4Y sa garantiranom žilavosti na -40°C. Ova žica je zbog veće žilavosti otpornija na pukotine i u slučaju pojave pukotina sporija je propagacija pukotine. Zbog legiranja sa niklom (Ni) ova žica traži veće parametre zavarivanja i teže se razlijeva.



4.5 ATESTACIJA POSTUPKA ZAVARIVANJA

Nakon analize vrsta spojeva i vrsta i debljina osnovnog materijala, te odabira dodatnog materijala potrebno je provjeriti može li se primjenom definiranog dodatnog materijala (u ovom slučaju žice FLUXOFIL 20 HD) uz definirane uvjete u pogonu (predgrijavanje, hlađenje i ostalo) dobiti zadovoljavajuća kvaliteta zavarenog spoja. Ovo se provjerava sa atestom postupka zavarivanja. Atest postupka je definiran među ostalima i europskim standardom EN 288 (dio 1,2,3). Tehnomont –Brodogradilište Pula posjeduje 20-tak atesta postupaka za različite postupke zavarivanja i različite debljine materijala, među kojima i atest postupka na materijalu EH 36 debljine 40 mm (predgrijavanje na 180° C) i na čeliku DH 36 debljine 20 mm (predgrijavanje 120°C) i to upravo sa žicom FLUXOFIL 20 HD. Ova dva atesta postupka su izrađena 2001. godine u svrhu zavarivanja kućice dizalice izrađene od čelika povišene čvrstoće, koja je izložena niskim temperaturama u Sibiru (do -40° C), i korišteni su za zavarivanje čelika povišene čvrstoće na ovoj platformi. Atesti postupka su rađeni u vertikalnoj poziciji na V spoju. Za zavarivanje čelika grade A od kojeg su izrađene bočne sekcije, korišten je atest postupka na sučeljenom spoju, na limu grade A debljine lima 15 mm u vertikalnoj poziciji. Ovaj atest je rađen bez predgrijavanja. Izrađeno je i nekoliko zavarivačkih proba sa provjerama parametara zavarivanja na kutnim spojevima. Ovdje su rađeni makroizbrusci.

4.6 IZRADA SPECIFIKACIJA POSTUPAKA ZAVARIVANJA I ATESTACIJA ZAVARIVAČA

Nakon atestacija postupka zavarivanja slijedi izrada specifikacija postupaka (WPS) prema spojevima i debljinama. Svaki zavareni spoj na konstrukciji pokriven je sa WPS-om. WPS-ovi se izrađuju prema tipovima spojeva i rasponu debljina materijala. U WPS-u je definiran tip spoja , debljina i vrsta osnovnog materijala, dodatni materijal za zavarivanje, nagib elektrode ili pištolja, struja, napon i brzina zavarivanja, brzina žice, itd. Primjer specifikacije postupka zavarivanja prikazan je na slici 2.

Nakon izrade WPS-ova pristupa se atestaciji zavarivača. Kako u većini slučajeva, tako se i u ovom slučaju atestacija izvodila sukladno standardu EN 287-1. Zavarivači su atestirani na sučeljenom spoju sa keramičkom podlogom u vertikalnoj i zidnoj poziciji, te kutnom spoju u nadglavnoj poziciji. Prema standardu EN 287-1 ove atestirane pozicije i spojevi pokrivaju sve spojeve na konstrukciji. Atestacija je rađena na materijalu grade A (prema EN 287-1 spada u grupu W01 kao i materijali konstrukcije.) sa dodatnim materijalom u klasi 3Y. Prema EN 287-1, točka 5.5.1 dozvoljava se promjena žice koja je odobrena za istu grupu materijala.

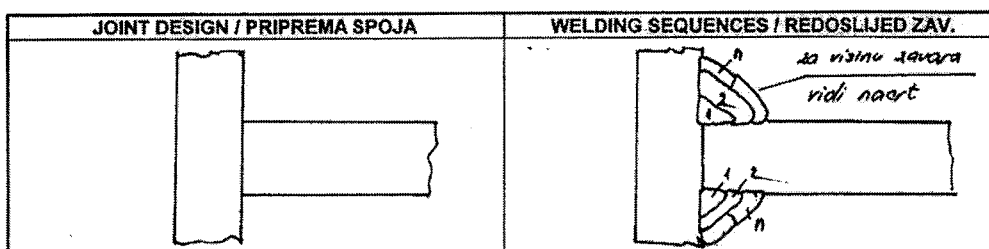


3. SEMINAR
Zavarivanje u našem okruženju – praktični primjeri i mogućnosti razvoja
09.11.2006., Pula

TEHNO MONT BRODOGRADILIŠTE PULA d.o.o.	WELDING PROCEDURE SPECIFICATION RADNA UPUTA ZA ZAVARIVANJE	Ev.Br. 420.09.0008.01-TZ/014 LIST 1 OD 1 REV : 0
--	---	---

WPS reference No:
WPS broj : VELA 014
WPAR No:
WPAR Br: 285 RJK 01
Welding process
Postupak zavarivanja: 136
Joint type :
Tip spoja: FW
Weld preparation details / sketch:
Detalji pripreme spoja / skica:

Method of preparation and cleaning:
Način pripreme i čišćenja : brušenje
Parent material specification :
Oznaka osnovnog materijala: AH 36, DH 36, EH 36
Material thickness (mm):
Debljina lima (mm) : 20 + 80
Outside diameter (mm):
Vanjski promjer : N.P
Welding position :
Pozicija zavarivanja: PF



Run Protaz	Process Postupak	Filler Mat. Thk Promjer dod.mat (mm)	Current Struja (A)	Voltage Napon (V)	Wire feed speed Brzina žice (m / min)	Type of current polarity Vrsta i tip struje AC/DC+,	Travel Speed Brz. Zav. (cm/min)	Heat input Unos toplina (KJ/cm)
1	136	1.2	190±210	23±25	8.3	DC+	15±19	11.8±12.2
2+n	136	1.2	190±210	23±25	8.3	DC+	13±17	13±14.1

Filler Metal Classification and trade name: FLUXOFIL 20HD, OERLIKON
Klasifikacija i naziv dodatnog materijala: EN 758: T46 4 1Ni P M1 H5
Filler Metal drying :
Sušenje dodatnog materijala: N.P
Gas/ flux: - Shielding:
- Backing:
Plin/ prašak: - lice: Ar / CO₂ = 82/18
- Korjen: N.P
Gas flow rate: - Shielding:
- Backing:
Protok plina: - lice: 18±20 l/min
- korjen: N.P
Tungsten electrode type / size:
Tip i promjer volframove elektrode: N.P
Details of back gouging/ backing:
Način žljebljenja ili zaštite korjena: N.P
Preheat temperature:
Temperatura predgrijavanja: VIDI TABELU 420.09.0008-TZTU
Interpass temperature:
Međuslojna temperatura: VIDI TABELU 420.09.0008-TZTU
Post-weld heat treatment and/or ageing:
Naknadna toplinska obrada i/ili starenje: N.P
Time, temperature, method:
Vrijeme, temperatura, metoda: N.P
Heating and cooling rates:
Brzina zagrijavanja i hlađenja: N.P

Other information:
Ostale informacije: N.P
Weaving (maximum width of run): sa njihovim
Njihanje (maksimalna širina protaza):
Oscillation: amplitude, frequency, dwell time
Osciliranje: amplituda, frekvencija, vrijeme : N.P
Pulse welding details :
Detalji impulsnog zavarivanja: N.P
Contact tube – to work piece distance :
Udaljenost sapnice od radnog komada: 15-18 mm
Plasma welding details :
Detalji zavarivanja plazmom: N.P
Torch angle :
Kut nagiba pištolja: 15 ± 20 °

Izradio: M. Bičić, dipl. inž. MILAN BIČIĆ EWCE HR. 0023	Revizija: 0	Datum: 05.05.2004.	Odobrio:
--	-------------	--------------------	----------

Slika 2. Primjer specifikacije postupka zavarivanja (WPS) koja je primijenjena na platformi

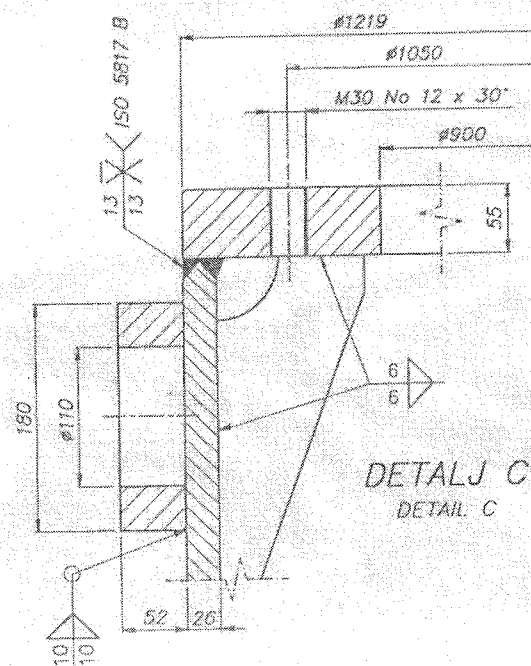
4.7 REDOSLIJED ZAVARIVANJA

Redoslijed montaže i zavarivanja sastavni su dio izrade svake tehnologije zavarivanja. O redoslijedu montaže pojedinih elemenata ovisi i mogućnost pristupa zavarivača da bi kvalitetno izveo zavareni spoj.

Redoslijedom zavarivanja pojedinih zavara na zavarenoj konstrukciji smanjuju se unutrašnja zaostala naprezanja i deformacije na konstrukciji. Na ovakvoj konstrukciji koja je izrađena od čelika povišene čvrstoće, sprječavanje deformacija posebno je važno i zbog osjetljivosti ovih čelika na unos topline kod eventualnog ravnjanja konstrukcije.

Obzirom na debljine materijala do 80 mm deformacije nisu predstavljale problem na vodilicama i jarmovima. Ovdje je primijenjen klasičan redoslijed zavarivanja: najprije se zavaruju sučeljeni spojevi, zatim vertikalni kutni, te horizontalni kutni spojevi.

Najveći problemi očekivali su se na nogama platforme. Noge su spajane iz dvije cijevi ukupne duljine 22 m. debljina stjenke cijevi je 26 mm, promjer cijevi 1219 mm. Na svakoj nozi nalaze se po tri reda kocki, u svakom redu 70 komada, ukupno 210 komada po svakoj nozi. Detalj zavarivanja kocke na nogu prikazan je slikom 3. Kocka je zavarena kutnim zavarom visine 10 mm.



Slika 3. Detalj zavarivanja kocke na nogu

Kako bi se izbjeglo savijanje cijevi zbog velikog broja kocki na nozi, zavarivale su se istovremeno tri kocke u jednoj ravnini sa tri zavarivača istovremeno. Pri tome su se kretali od sredine prema krajevima cijevi. Najprije se zavarivao jedan prolaz na svim kockama, zatim drugi i teći te na kraju završni.

Pri montaži kocki bilo je potrebno voditi računa o planparalelnosti kocki. Jedna kocka nosi težinu od 120 t. Budući da cijela težina konstrukcije leži u jednom trenutku na tri kocke nije se smjelo dozvoliti odstupanje od planparalelnosti više od 1 mm kako ne bi došlo prenošenja opterećenja na dvije ili samo jednu kocku što bi moglo dovesti do loma i rušenja konstrukcije. Poštujući navedeni redoslijed zavarivanja, zavarivanje kocki na nogu je uspješno izvedeno.

5. KONTROLA ZAVARENE KONSTRUKCIJE PLATFORME

Kontrola se izvodila u dva dijela :

- dimenzionala kontrola
- ispitivanje laminarnosti limova kvalitete AH36, DH 36 i EH 36
- kontrola zavarenih spojeva metodama bez razaranja

Dimenzije zavarene konstrukcije praćene su tijekom izvođenja kako bi se držale pod nadzorom i kako bi se sklopovi mogli međusobno uklopiti. Posebno je obzirom na važnost kontrolirana planparalelnost kocki na nogama platforme.

Kvaliteta zavarenih spojeva bila je definirana standardom EN 25817/C za sve zavare osim za one koji su u nacrtu bili definirani sa standardom EN 25817/B.

Pri ispitivanju zavarenih spojeva koristile su se slijedeće metode:

- vizualni pregled (svi zavari u punoj dužini)
- radiografija (bočne sekcije i paluba)
- ultrazvuk (sučeljeni spojevi zavara na nogama 20% duljine, sučeljeni zavari kvalitete EN 25817/B 10 % duljine
- penetranti (nosači cilindra na vodilicama i uške na jarmovima)
- ispitivanje magnetofluksom (100 % zavari kocki na nogama)

6. ZAKLJUČAK

Cijeli projekt je uspješno izveden, a platforma i danas uspješno obavlja svoju zadaću. Pokazuje se da se i ovako zahtjevni projekti uz znanje i organizaciju uspješno mogu realizirati. Ovo je inače prvi ovakav projekt na hrvatskoj strani Jadrana.

Ostaje za analizirati mogućnosti poboljšanja odnosno daljnjeg razvijanja ovakve konstrukcije. Točke na kojima se mogu izvesti poboljšanja i uštede jesu:

- zamjena određenih spojeva sa punom penetracijom sa kutnim spojevima (ovime bi se uštedjeli sati zavarivanja i količina utrošene žice)
- snižavanje temperature predgrijavanja (smanjuju se sati predgrijavanja i olakšava se pristup zavarivaču)
- primjena dodatnog materijala za zavarivanje jedne klase niže od primijenjenog (ušteda na cijeni žice, skoro dvostruko)
- snižavanje debljine pojedinih limova

Navedenim korekcijama bile bi napravljene znatne uštede. Za navedena poboljšanja potrebno je pak provesti odgovarajuće konstrukcijske i tehnološke analize i ispitivanja.

RAD 2

PRAKTIČNI PRIMJERI I MOGUĆNOSTI RAZVOJA



PRAKTIČNI PRIMJERI I MOGUĆNOSTI RAZVOJA

dipl.ing. Miljenko Gobin, EWE
Uljanik Brodogradilište d.d., 52100 PULA, Flaciusova 1
Tel: 052/374 118
Fax: 052/374 451,
E-mail: miljenko.gobin@uljanik.hr

Sažetak:

U članku su navedeni primjeri iz prakse primjenom određene tehnologije zavarivanja odnosno postupka zavarivanja i mogućnost razvoja. Primjeri koji su odabrani mogu poslužiti kao osnova za daljnja promišljanja i razvoj s ciljem zadovoljenja kvalitete zavarenog spoja i smanjenju troškova izrade proizvoda.

Ključne riječi:

zavarivanje – primjena i razvoj



1. UVOD

U članku su navedeni primjeri iz prakse primjenom određene tehnologije zavarivanja odnosno postupka zavarivanja i mogućnost razvoja. Primjeri koji su odabrani mogu poslužiti kao osnova za daljnja promišljanja i razvoj s ciljem zadovoljenja kvalitete zavarenog spoja i smanjenju troškova izrade proizvoda. Kontinuirani razvoj postupaka zavarivanja, opreme za zavarivanje i dodatnih materijala za zavarivanje, razvoj osnovnog materijala za zavarivanje i pomoćnih materijala, utječe na istraživanje novih rješenja u izradi proizvoda a time i na primjenu novih rješenja u tehnologiji zavarivanja.

2. ZAVARIVANJE UZ PRIMJENU KERAMIČKIH PODLOGA ZA ZAVARIVANJE

Zavarivanje sučeljenih spojeva s pripremom u pravilu se izvodi dvostrano: zavarivanje spoja sa strane lica zavara, žlijebljenje korijenskog zavara s druge strane, brušenje i zavarivanje. Posebno se to odnosi na zavarene spojeve kod kojih se zahtijeva puna protaljenost. Upotreba podloga za zavarivanje omogućuje uspješno zavarivanje zavarenog spoja bez primjene operacija žlijebljenja, brušenja i naknadnog zavarivanja s korijenske strane spoja. Time se direktno utječe na produktivnost, kvalitetu i ukupne troškove zavarivanja zavarenog spoja odnosno zavarene konstrukcije:

- smanjenje ukupnog vremena izrade zavarenog spoja
- eliminiranje žlijebljenja, brušenja, naknadnog zavarivanja
- eliminiranje zavarivanja u nadglavnom položaju
- povećanje kvalitete zavarenih spojeva
- smanjenje troškova zavarivanja time i ukupnih troškova izrade proizvoda
- eliminiranje zavarivanja u skućenim prostorima
- humanije izvođenje zavarivanja

Zavarivanje uz primjenu keramičkih podloga za zavarivanje, kategorizira se u jednostrane postupke zavarivanja, upravo zbog toga što je nepotrebno zavarivanje s druge strane spoja (korijenske strane zavara). Postupak zavarivanja može se primijeniti bez ograničenja što se tiče debljine osnovnog materijala u vodoravnom, zidnom i vertikalnom položaju zavarivanja. Zavareni spojevi odlikuju se kvalitetom, homogenošću i glatkom površinom korijenskog zavara. Postupci zavarivanja koji se najčešće primjenjuju:

- MAG (136) praškom punjena žica
- MAG (135) puna žica
- EPP (121) elektrolučni postupak pod praškom

2.1 Karakteristike keramičkih podloga za zavarivanje

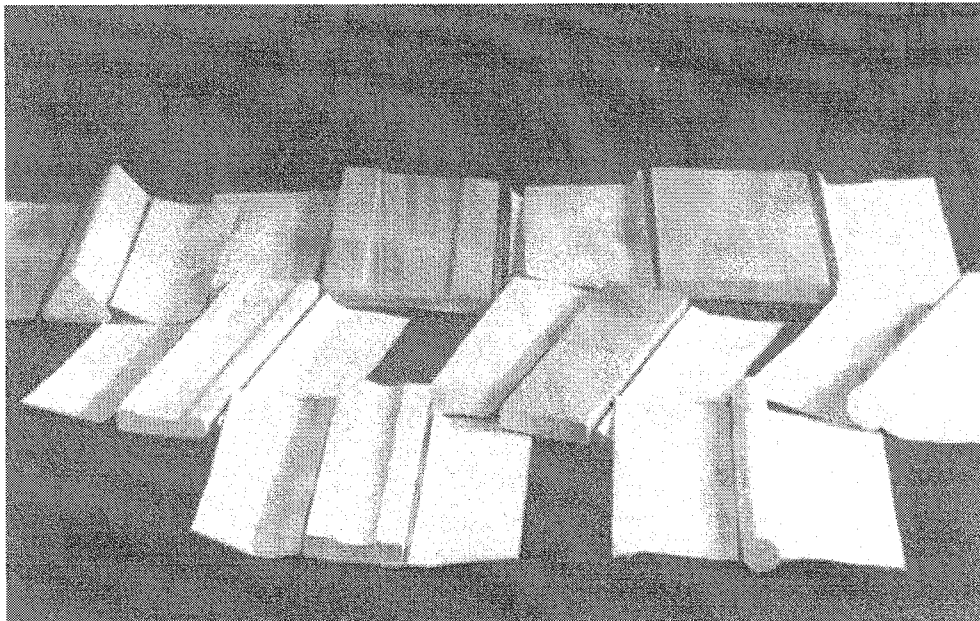
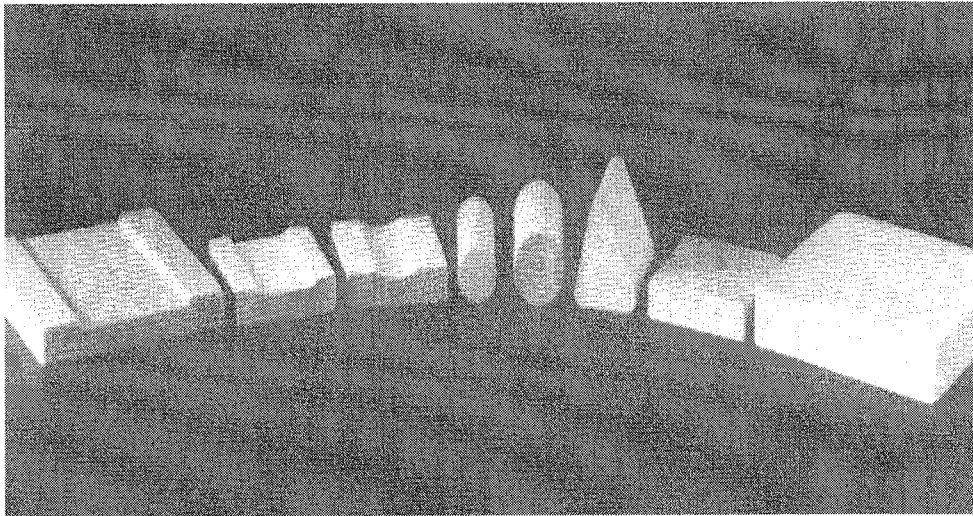
Keramičke podloge za zavarivanje karakteriziraju:

1. oblik i dimenzije
2. otpornost na rastaljeni materijal zavara
3. otpornost na upijanje vlage
4. temperaturna postojanost ljepila Al-folije
5. fleksibilnost
6. cijena

2.2 Oblici keramičkih podloga

Materijal od kojeg se izrađuju keramičke podloge za zavarivanje omogućuje izradu različitih oblika i dimenzija. Postupak izrade keramičkih podloga za zavarivanje obuhvaća slijedeće operacije: miješanje sirovina, prešanje, pečenje i oblikovanje. Podloge se razlikuju:

- prema obliku (ravne, okrugle, u obliku trokuta, specijalna namjena)
- prema obliku i dimenzijama utora
- prema namjeni (položaj zavarivanja, postupak zavarivanja)
- prema načinu pričvršćenja



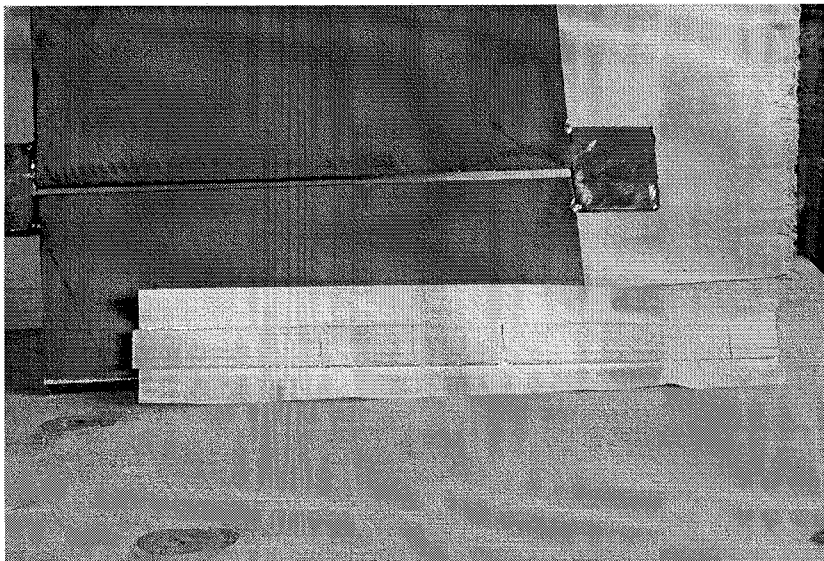
Slika 1. Najčešći oblici keramičkih podloga za zavarivanje

2.3 Način pričvršćenja

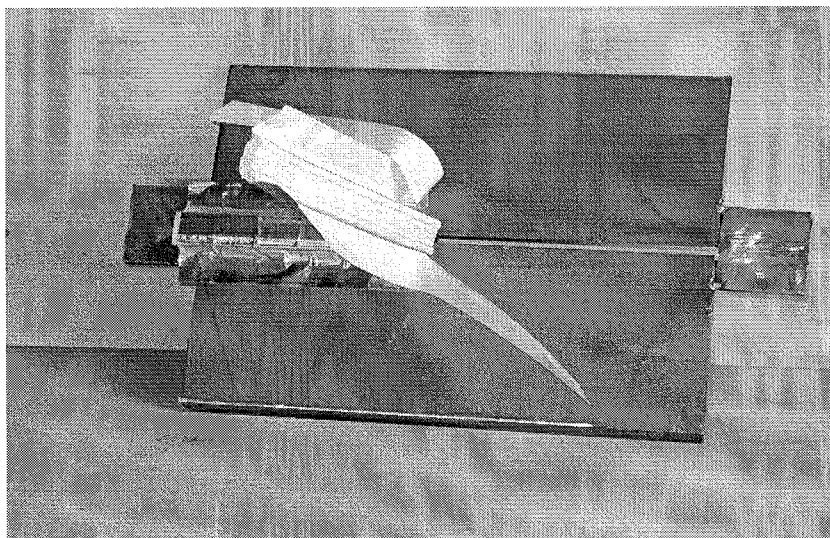
Različiti su načini pričvršćenja keramičkih podloga:

- lijepljenjem pomoću Al-folije
- magnetnim napravama
- drvenim klinovima

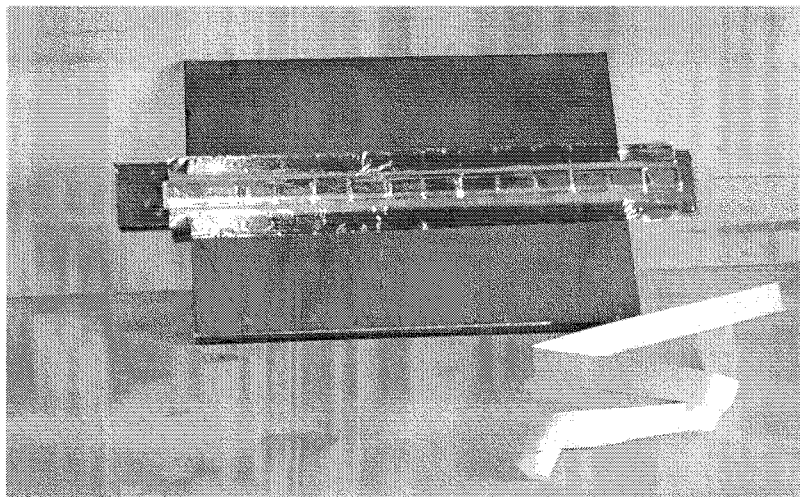
U brodogradnji se uglavnom primjenjuju keramičke podloge s AL-folijom. Da bi se osiguralo kvalitetno prijanjanje keramike za čelični lim rubovi spoja moraju biti čisti kako nečistoća ne bi utjecala na kvalitetu lijepljenog spoja. Nadalje, karakteristike ljepila moraju biti takve da osigura dovoljno čvrst spoj i tijekom zavarivanja, odnosno zagrijavanja lima. Postavljanje podloge izvodi se postepeno, odvajajući zaštitnu traku od Al-folije i pritiskom lijepi podlogu za osnovni materijal.



Slika 2. Keramička podloga za zavarivanje s Al-folijom



Slika 3. Postavljanje podloge



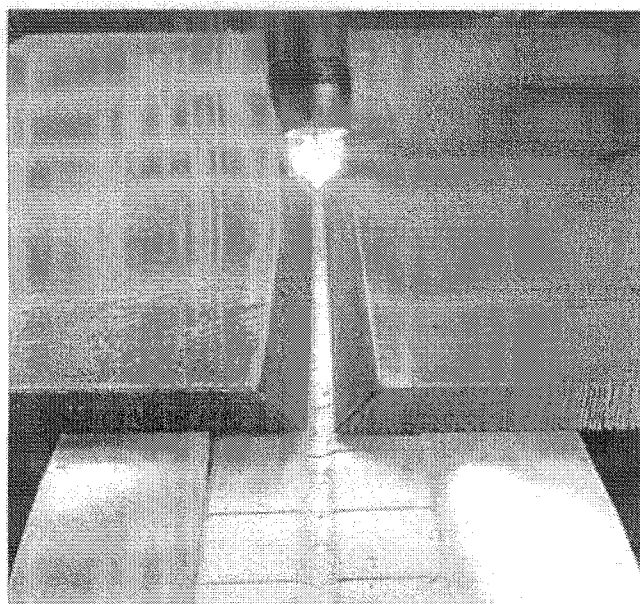
Slika 4. Zalijepljena keramička podloga

2.4 Primjena

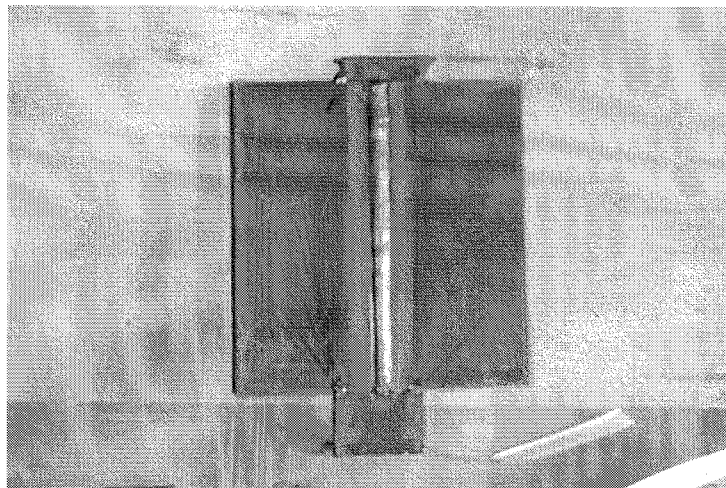
2.4.1 Postupak zavarivanja

Iako je moguća primjena REL (111), MAG (135), MIG (131) i EPP (121) postupka zavarivanja, u brodogradnji se najviše koristi MAG (136) postupak zavarivanja uz primjenu praškom punjene žice u zaštiti plina CO₂. Postupak se primjenjuje za zavarivanje spojeva u vodoravnom (PA), zidnom (PC) i vertikalnom (PF) položaju zavarivanja na brodograđevnim čelicima. Jasno je da je moguća i kombinacija postupaka zavarivanja (FCAW + EPP, FCAW + REL) što ovisi o vrsti zavarenog spoja, debljini osnovnog materijala i položaju zavarivanja.

Prije upotrebe potrebno je provesti atestaciju postupka zavarivanja i tek nakon uspješno provedenih ispitivanja svojstava zavarenog spoja pristupiti obuci zavarivača. Kod obuke najbitnije je savladati tehniku vođenja električnog luka i izvođenje nastavka u korijenu zavara.



Slika 5. Zavarivanje



Slika 6. Korijen zavara

2.4.2 Spojevi

Jednostrani postupak zavarivanja uz primjenu keramičke podloge za zavarivanje primjenjuje se:

- za zavarivanje sučeljenih spojeva sa pripremom žlijeba
- za zavarivanje kutnih spojeva sa pripremom žlijeba
- za navarivanje
- za zavarivanje spojeva na limovima
- za zavarivanje spojeva na profilima

2.5 Zaključak

Zastupljenost u primjeni jednostranog postupka zavarivanja uz primjenu keramičkih podloga za zavarivanje u stalnom je porastu u svijetu i u našem okruženju. Troškovi procesa zavarivanja u izradi proizvoda predstavljaju bitnu stavku. Na njihovu veličinu može se utjecati između ostalog i optimalnim izborom postupka zavarivanja. Jednostrani postupak zavarivanja uz primjenu keramičkih podloga za zavarivanje je ispravan izbor s ciljem smanjenja troškova zavarivanja.

3. ZAVARIVANJE SVORNJAKA

Zavarivanje različitih elemenata konstrukcije primjenom standardnih elektrolučnih postupaka zavarivanja (REL ili MIG-MAG) moguće je u određenim slučajevima supstituirati. Postupak zavarivanja (u literaturi se često upotrebljava izraz STUD WELDING PROCESS) sve češće se primjenjuje u svakodnevnoj praksi zbog svojih odlika:

- kratko vrijeme zavarivanja
- jednostavnost u primjeni
- kvaliteta spoja
- neznatno zagrijavanje mjesta spoja

Kako se postupak zavarivanja razvio namjenski, za zavarivanje svornjaka, na taj se način u svakodnevnoj praksi primjenjuje naziv Zavarivanje svornjaka.

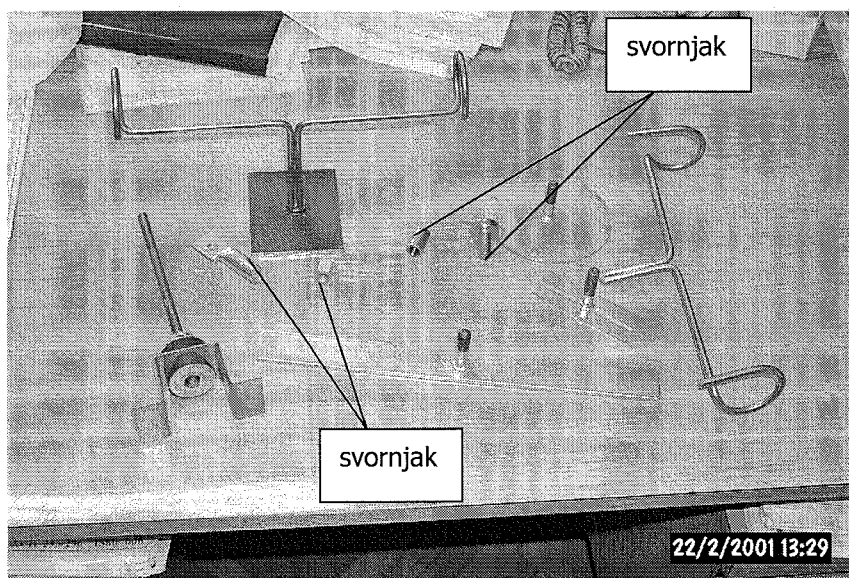
3.1 Primjena

Najznačajnija primjena postupka zavarivanja je u brodograđevnoj industriji:

- za zavarivanje svornjaka
- za zavarivanje različitih elemenata interijera
- za zavarivanje pribora
- za zavarivanje nosača električnih instalacija
- za zavarivanje specijalnih elemenata po narudžbi kupca
- za poravnavanje sekcija i paluba

3.1.1 Svornjaci se izrađuju iz čelika, čelika otpornih na koroziju i legura aluminija, u različitim oblicima i dimenzijama:

- sa navojem, (M6 - M20, dužine 15-100 mm)
- bez navoja, (\varnothing 6 - \varnothing 16 mm, dužine 20-100 mm)
- sa unutrašnjim navojem, (M6 - M12, dubina navoja 9-18 mm, dužine 25-100 mm)



Slika 7. Različiti oblici svornjaka

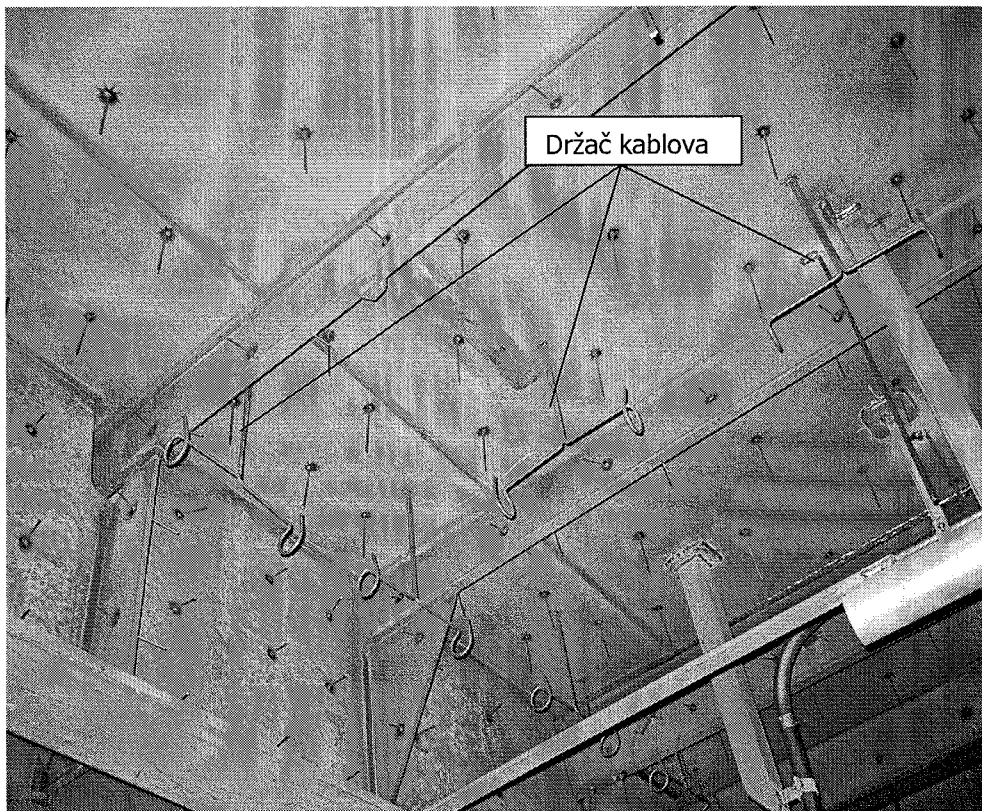
3.1.2 U svrhu opremanja interijera proizvodi se i ugrađuje grupa proizvoda namijenjena za izolaciju, pridržavanje podkonstrukcija, pričvršćenje drvenih paluba-podova, protutrenje ili određena specijalna pričvršćenja po narudžbi kupca:

- iglica - za izolaciju, ($\varnothing 2\text{-}\varnothing 3$ mm, dužine 20-150 mm)
- držač za podkonstrukcije bez gume
- držač za podkonstrukcije sa gumom
- spojnica svornjaka s navojem
- podesivi držač
- svornjak za pričvršćenje drvenih paluba
- svornjak za protutrenje (protiv klizanja)
- bimetalni svornjak
- držač stropa (alumijske konstrukcije)
- stezač hidrauličnih cijevi

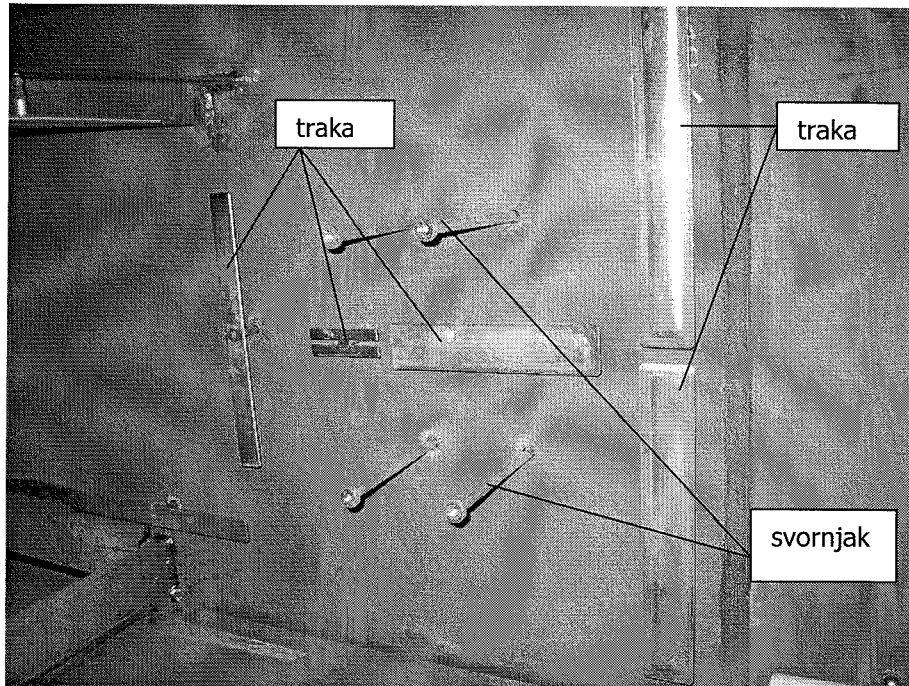
3.1.3 Za ugradnju električnih instalacija namijenjeni su slijedeći proizvodi:

- držač kablova (otvoreni tip, zatvoreni tip)
- ravna traka (držač kablova sa steznom vrpcom)
- ravna traka (za montažu npr. prekidača, utičnica)
- temeljna ploča (za montažu npr. prekidača, utičnica)

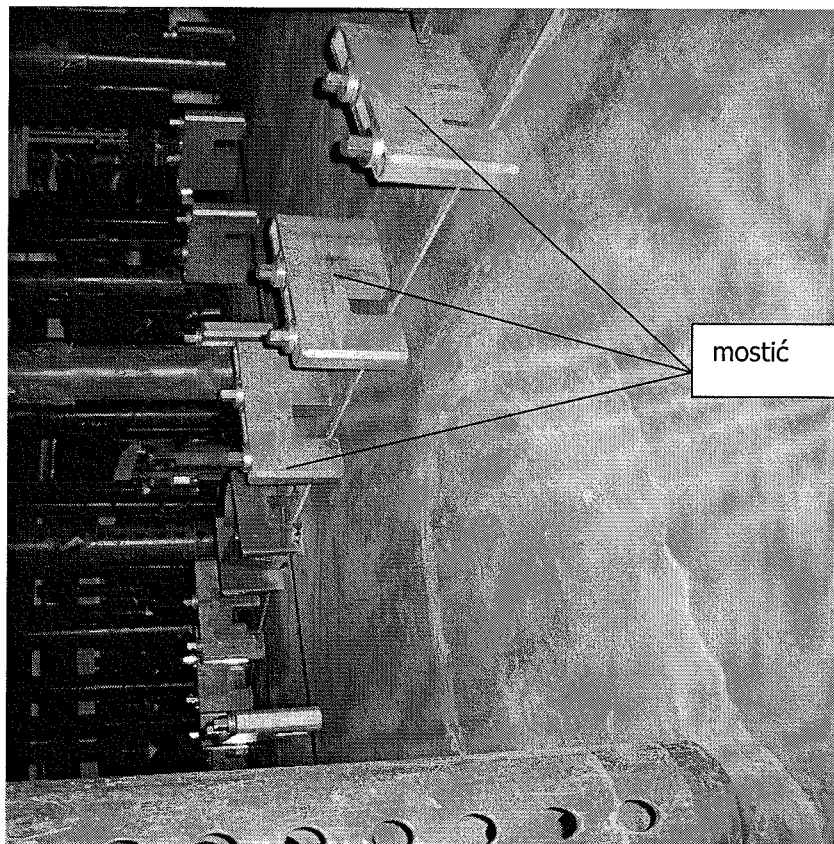
3.1.4 Za poravnavanje sekcija i paluba, odnosno elemenata spajanja, upotrebljavaju se alumijski mostići različitih dimenzija dok se za održavanje ravnine upotrebljavaju alumijske letve dužine 2-9 m.



Slika 8. Igllice za izolaciju



Slika 9. Ravna traka



Slika 10. Aluminijski mostići

3.2 Oprema za zavarivanje

Za zavarivanje se upotrebljava izvor struje zavarivanja specijalne izvedbe, pištolj i po potrebi produžni kablovi. Najnoviji izvori su invertorskog tipa što omogućuje lakši transport a time i veću fleksibilnost u primjeni. Izbor vrste izvora i pištolja u direktnoj je svezi sa promjerom svornjaka odnosno vrstom pribora koji se ugrađuje. Oprema je jednostavna za rukovanje što omogućuje jednostavnost u obuci kadrova za zavarivanje svornjaka i ostalog pribora. Svornjaci i ostali pribor su potrošna roba. Većina su sastavni dio konstrukcije osim svornjaka koji se upotrebljavaju za poravnanje. Proizvode se u standardnim oblicima i dimenzijama – katalog proizvoda ali je moguća i proizvodnja specijalnih proizvoda u ovisnosti što kupac treba.



Slika 11. Oprema za zavarivanje

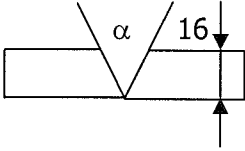
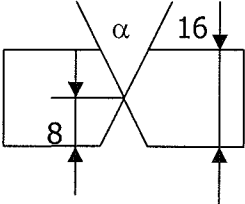
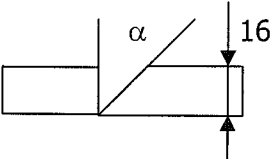
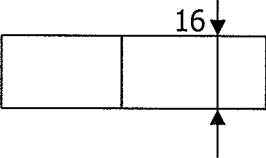
3.3 Zaključak

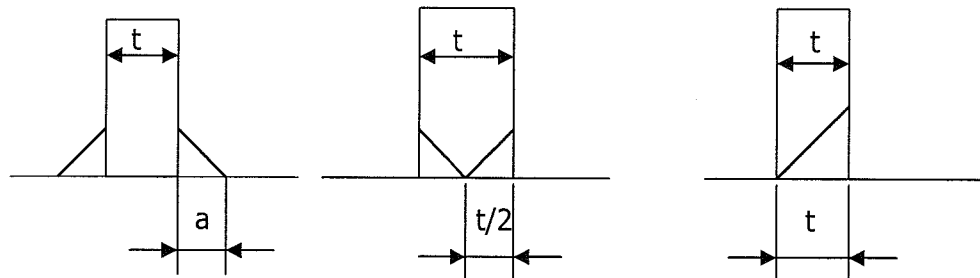
Zavarivanje svornjaka omogućuje kvalitetan spoj, u kratkom vremenu, bez značajnog toplinskog utjecaja na šire mjesto spoja (zagrijavanje). Za istaknuti je da se za zavarivanje svornjaka ne zahtijeva angažman iskusnog zavarivača već obučenog radnika što je još jedna od bitnih prednosti ovog postupka zavarivanja.

4. PRIPREMA SPOJA - ZAVARENI SPOJEVI

Česta je pojava u praksi predimenzioniranje zavarenih spojeva bilo da se radi o odabiru vrste spoja ili da se radi o dimenziji zavora (kutni spoj). Na prvi pogled moglo bi se zaključiti: bolje da je viška materijala nego manjka! Međutim, kad se problemu pristupi sa stanovišta troškova zavarivanja, taj višak materijala može bitno utjecati na konačnu cijenu izrade proizvoda. Analizirat će se nekoliko karakterističnih slučajeva iz prakse i pokazatelja na koje se može utjecati.

4.1 Priprema spoja

spoj	α	α_1	napomena
	60°	50°	zavareno jednostrano
	60°	50°	zavareno dvostrano
	45°		zavareno jednostrano
			zavareno dvostrano



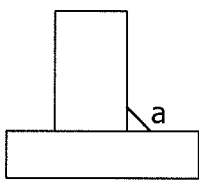
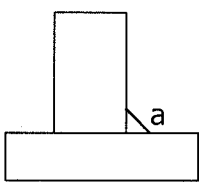
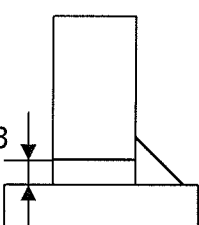
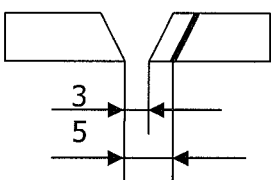
$$a = 0.75 t$$

$$P = 0.56 t^2$$

$$P = 0.25 t^2$$

$$P = 0.50 t^2$$

4.2 Zavareni spojevi

	a	izvedba	napomena
	3,5 4,5	4,0 (4,5) 5,0 (5,5)	preporuka - cijeli broj
	4 4 4	4,5 5 6	povećanje mase zavara (kg/m) za 20% za 53% za 120%
	4		povećanje površine zavara za 125%
			Povećanje razmaka u korijenu žlijeba uzrokuje nepotrebno povećanje volumena zavara

Navedeni slučajevi u praksi uzrokuju povećanje ukupnih troškova zavarivanja:

- veći utrošak efektivnih sati zavarivanja
- veći utrošak dodatnog materijala za zavarivanje
- veći utrošak energije
- veća količina unijete količine topline time i veće deformacije
- veći utrošak efektivnih sati dorade (ravnanje, brušenje)

RAD 3

ATESTACIJA ZAVARIVAČA



ATESTACIJA ZAVARIVAČA

dipl.ing. Goran Jurakić, EWE
dipl.ing. Mario Lovrić, EWE
Uljanik Brodogradilište d.d., 52100 PULA, Flaciusova 1
Tel: 052 / 373 288, 373 638
Fax: 052/ 373 803, 373 811
E-mail: mario.lovric@ljanik.hr
tehnologija.zavarivanja@uljanik.hr

Sažetak:

U radu je prikazan način atestacije zavrivača, s posebnim osvrtom na značajne kontrolne parametre za atestiranje zavarivača, područje valjanosti atesta zavarivača, zavarivanje i ispitivanje atestnog uzorka, ocjenjivanje atestnih uzoraka te ponovno atestiranje.

Ključne riječi:

atestacija zavarivača, atest



1. UVOD

U članku je opisano atestiranje postupka kroz propise Europskih normi (EN 287), koju smo uzeli za primjer kao najčešće primijenjenu Normu za atestaciju zavarivača. Da bi mogli slijediti u radu su dani prvo osnovni pojmovi i njihove oznake, koje se inače nalaze u svakom atestu zavarivača.

1.1 Postupci zavarivanja i njihovo označavanje prema Europskim normama

- 111** ručno elektrolučno zavarivanje
- 114** elektrolučno zavarivanje
- 12** zavarivanje pod praškom
- 131** zavarivanje metala u zaštiti inertnih plinova (MIG)
- 135** zavarivanje metala u zaštiti aktivnog plina (MAG)
- 136** zavarivanje metala u zaštiti aktivnog plina s punjenom elektrodom
- 141** zavarivanje volframovom elektrodom u inertnom plinu (WIG ili TIG)
- 15** zavarivanje plazmom
- 311** plinsko zavarivanje plamenom kisik-acetilen

1.2 Oznake i kratice

Ispitni uzorak

- a** nazivna debljina kutnog zavara
- BW** sučeljeni zavareni spoj
- D** vanjski promjer cijevi
- FW** kutni zavareni spoj
- P** lim
- t** debljina lima ili cijevi
- T** cijev
- Z** duljina katete kutnog zavara

Dodatni materijal za zavarivanje

- nm** bez dodatnog materijala
- A** kisela obloga
- B** bazična obloga
- C** celulozna obloga
- M** praškom punjena žica – metalni prašak
- P** rutilna praškom punjena žica – brzo skrućujuća šljaka
- R** rutilna obloga ili rutilna praškom punjena žica – sporo skrućujuća šljaka
- RA** rutilno-kisela obloga
- RB** rutilno-bazična obloga
- RC** rutilno-celulozna obloga
- RR** debela rutilna obloga
- S** puna žica, elektroda
- V** praškom punjena žica – rutilna ili bazična / fluoridna
- W** praškom punjena žica – bazična / fluoridna, sporo skrućujuća šljaka
- Y** praškom punjena žica – bazična / fluoridna, brzo skrućujuća šljaka
- Z** praškom punjena žica – drugi tipovi



Ostali detalji zavarenog spoja

bs	dvostrano zavarivanje
lw	lijeva tehnika rada
mb	zavarivanje sa podlogom
ml	višeslojno zavarivanje
nb	zavarivanje bez podloge
rw	desna tehnika rada
sl	jednoslojno zavarivanje
ss	jednostrano zavarivanje

1.3 Skupine osnovnih materijala

a) skupina W01

Nelegirani, ugljikom siromašni (ugljik-mangan) čelici ili niskolegirani čelici

Ova skupina obuhvaća sitnozrnate konstrukcijske čelike s granicom razvlačenja $Re \leq 355 \text{ N/mm}^2$

b) skupina W02

Krom-molibden (CrMo) čelici ili krom-molibden-vanadij (CrMoV) otporni na puzanje

c) skupina W03

Normalizirani, poboljšani sitnozrnati konstrukcijski čelici i toplinski obrađeni čelici s granicom razvlačenja $Re > 355 \text{ N/mm}^2$, kao i za zavarivanje slično pogodni nikel (Ni)-čelici sa sadržajem nikla od 2% do 5%

d) skupina W04

Nehrđajući feritni ili martenzitni čelici sa sadržajem kroma od 12% do 20%

e) skupina W11

Nehrđajući feritno-austenitni ili čisto austenitni krom-nikal (CrNi) čelici

1.4 Područja pokrivanja (debljina lima i cijevi, promjer cijevi)

Atestni uzorak Debljina, t mm	Područje valjanosti
$t \leq 3$	t do $2t^{1)}$
$3 < t \leq 12$	3 mm do $2t^{2)}$
$t > 12$	$\geq 5 \text{ mm}$
1) Za plinsko zavarivanje (311): t do 1,5t 2) Za plinsko zav. (311) : 3mm do 1,5t	

Atestni uzorak Promjer, D ¹⁾ mm	Područje valjanosti
$D \leq 25$	D do 2 x D
$D > 25$	$\geq 0,5 \times D$ (25 mm min.)
1) Kod šupljih profila D znači dimenzija najmanje stranice	



1.5 Položaji zavarivanja

BW (sučeljeni spoj):

- **PA** vodoravni položaj
- **PF** vertikalni prema gore
- **PC** horizontalno-vertikalni položaj
- **PE** nadglavni položaj
- **PG** vertikalni prema dolje

FW (kutni spoj):

- **PA** vodoravni položaj (u koritu)
- **PB** horizontalno-vertikalni položaj
- **PF** vertikalni prema gore
- **PD** nadglavni položaj
- **PG** vertikalni prema dolje

2. ZAVARIVANJE I ISPITIVANJE ATESTNOG UZORKA

2.1 Definicije

ATESTACIJA ZAVARIVAČA

je aktivnost kojom zavarivač, zavarivanjem atestnog uzorka, propisanim postupkom zavarivanja i propisanom vrstom dodatnog materijala za zavarivanje, dokazuje vještinu i znanje u uvjetima koji moraju odgovarati uvjetima u proizvodnji.

OSOVNI MATERIJAL ZA ZAVARIVANJE

je naziv za materijal koji se zavaruje (lim, cijev,...)

POSTUPAK ZAVARIVANJA

je naziv za postupak kojim se zavaruje određeni zavareni spoj, u određenim uvjetima i uz primjenu ili bez primjene određenog dodatnog materijala za zavarivanje.

DODATNI MATERIJAL ZA ZAVARIVANJE

je naziv za materijal (obložena elektroda, žica, prašak, šipka) koji aktivno sudjeluje u nastajanju zavarenog spoja primjenom određenog postupka zavarivanja.

POMOĆNI MATERIJAL ZA ZAVARIVANJE

je naziv za materijal (podloga za zavarivanje, zaštitni plin,...) koji se koristi tijekom zavarivanja primjenom određenog postupka zavarivanja.

ATESTNI UZORAK

je naziv za uzorak (lim, cijev) kojeg zavarivač zavari tijekom atestacije.

POLOŽAJ ZAVARIVANJA

je naziv za položaj (vodoravni, vertikalni, zidni, nadglavni,..) u kojem se zavaruje atestni uzorak tijekom atestacije.

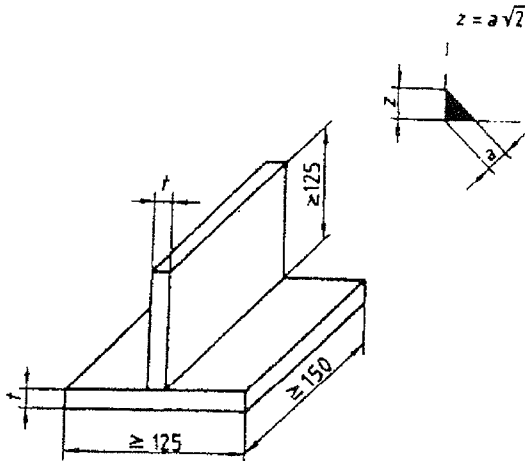
ŠKOLA ZAVARIVANJA

je mjesto gdje se uglavnom provodi atestacija.

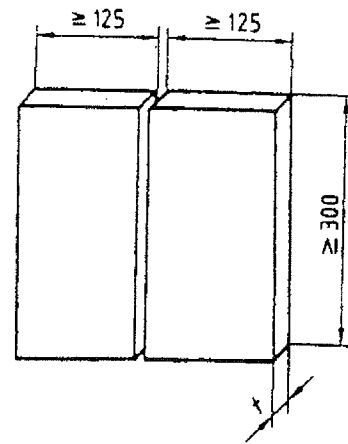
2.2 Zavarivanje atestnog uzorka

Zavarivanje i kasnije ispitivanje atestnog uzorka provodi se u prisutnosti predstavnika institucije koja ima odobrenje za tu djelatnost. To je najčešće ekspert Registra. Oblici i mjere atestnih uzoraka su propisani Normama i Standardima, po kojima se izvodi atestacija zavarivača.

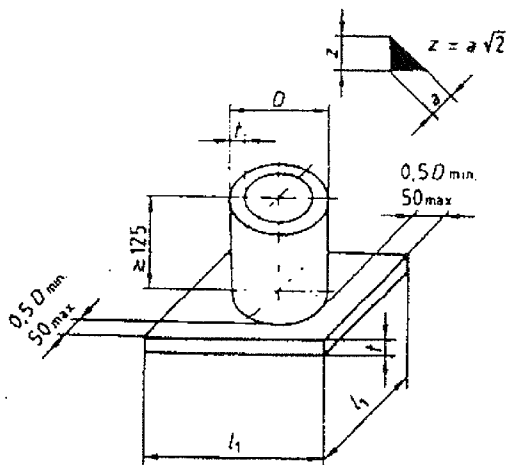
Na slici 1 do 4 prikazani su standardni oblici i dimenzije atestnih uzoraka, prema Europskoj normi za atestaciju zavarivača.



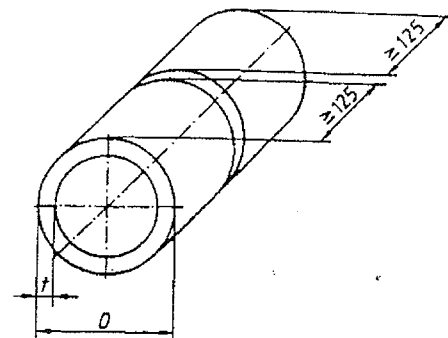
Slika 1. Uzorak za kutni spoj na limu



Slika 2. Uzorak za sučeljeni spoj na limu



Slika 3. Uzorak za kutni spoj na cijevi



Slika 4. Uzorak za sučeljeni spoj na cijevi

- Dodatni materijal (ili materijali), moraju biti u skladu s postupcima i položajima zavarivanja koji se primjenjuju
- Priprema žlijeba limova i/ili cijevi za atestaciju mora odgovarati pripremi žlijeba u proizvodnji
- Mjere atestnog uzorka moraju odgovarati standardom propisanim mjerama (slika 1. do 4.)
- Izvor struje zavarivanja mora odgovarati izvoru koji se koristi u proizvodnji
- Atestiranje zavarivača provodi se na položajima zavarivanja i kutovima cijevnih nastavaka koji su uobičajeni u proizvodnji

- f) Atestni uzorak mora imati u korijenskom sloju i popuni najmanje jedan prekid zavarivanja s ponovnim početkom
- g) Zavarivač ne smije brušenjem, žlijebljenjem ili drugim postupcima koji se primjenjuju u radionici odstranjivati nikakve greške, osim u završnom sloju, i to samo onda kada za to dobije suglasnost ispitivača, tj. ako za to postoje opravdani razlozi

2.3 Primjer izvođenja atestacije u školi zavarivanja

Zavarivaču je na raspolaganju:

- opremljeno radno mjesto, ventilirano i osvijetljeno, s mogućnošću fiksiranja atestnog uzorka u položaju za atestiranje
- osobna zaštitna sredstva
- oprema za izvođenje zavarivanja
- propisani dodatni materijal za zavarivanje, zaštitni plin, pomoćni materijal za zavarivanje
- atestni uzorak za svaki položaj zavarivanja i uzorak za probu. Na uzorku za probu utvrđuje se parametre zavarivanja, a taj se uzorak ne ispituje
- prije svake atestacije izvrši se identifikacija zavarivača, a u odgovarajući formular unose se podaci iz njegovih osobnih dokumenata
- atestni uzorci se označavaju žigom i/ili na drugi način, a ukoliko se atestacija provodi u prisustvu eksperta Registra, on dodatno stavlja i svoj žig na atestni uzorak
- zavarivač mora zavariti atestni uzorak, propisanim postupkom zavarivanja i propisanom vrstom dodatnog materijala za zavarivanje u zadanom vremenu

2.3.1 Ispitivanje zavarenih uzoraka

Ispitivanje zavarenih spojeva je propisano Normom ili Standardom po kojem se atestacija zavarivača izvodi. Svaki zavareni uzorak podvrgava se vizualnom ispitivanju. Nakon zadovoljavajuće vizualne kontrole potrebno je obaviti dodatna ispitivanja prema tablici u kojoj su navedena obavezna ispitivanja propisana Europskom normom.

Postupak ispitivanja	Sučeljeni spoj lim	Sučeljeni spoj cijev	Kutni spoj
Vizualno ispitivanje	*	*	*
Prozračivanje	* 1) 5)	* 1) 5)	+
Savijanje	* 2)	* 2)	*
Prijelom	* 1)	* 1)	* 3) 4)
Makro izbrusak (bez poliranja)	+	+	* 4)
Magnetsko/penetrantsko ispitivanje	+	+	+
1) Provodi se ili ispitivanje prozračivanjem ili prijelomom, ali nikako oba 2) Ako se provodi ispitivanje prozračivanjem, potrebna su i dodatna ispitivanja savijanjem za postupke 131, 135 i 311 3) Ispitivanje prijelomom treba dopuniti magnetskim /penetrantskim ispitivanjem, ako to traži ispitivač ili ispitno mjesto 4) Ispitivanje prijelomom može se zamijeniti ispitivanjem najmanje 4 makro izbruska 5) Samo kod feritnih čelika debljine atestnog uzorka ≥ 12 mm smije se ispitivanje prozračivanjem zamijeniti ultrazvučnim ispitivanjem			
* - označava da je postupak ispitivanja obvezatan + - označava da se postupak ispitivanja traži neobvezatno			



2.3.2 Ocjenjivanje zavarenih atestnih uzoraka

Atestne uzorke treba pregledati uzimajući u obzir uvjete ocjenjivanja nepravilnosti koje vrijede za ovu skupinu. Kriteriji prihvatljivosti, odnosno dopuštena razina prema vrstama pojedinih pogrešaka određena je Normom po kojoj se izvodi atestacija. U našim uvjetima najčešće je to Europska norma EN 25817 ili ISO 5817.

Ukoliko su u atestnom uzorku pronađene pogreške u većoj mjeri od Normom dopuštene najviše vrijednosti, zavarivač nije položio ispit.

2.3.3 Ponovno atestiranje

Ako atestni uzorak ne ispunjava zahtjeve Norme za atestaciju zavarivač mora zavariti novi atestni uzorak. Pri tome je bitno procijeniti uzroke neuspješne atestacije. Ukoliko se zaključi da je uzrok neuspjeha nedovoljna razina znanja i vještina zavarivača, smatra se da je zavarivač nesposoban za zadovoljavanje normom propisanih kriterija, bez dodatnog doškolovanja prije ponovnog ispitivanja. U praksi se često smatra da je period od jednog mjeseca dostatan da zavarivač doškolovanjem stekne dostatna znanja za ponovno ispitivanje.

2.3.4 Trajanje valjanosti atesta

2.3.4.1 Prvo ispitivanje

Valjanost atesta zavarivača započinje s danom kada je ispitivanje provedeno sa zadovoljavajućim rezultatima. Atest zavarivača vrijedi dvije godine ako je na odgovarajućem dokumentu (uvjerenju) potvrđeno od strane nadzorne osobe da je:

- Zavarivač redovito radio na zavarivačkim poslovima u području valjanosti atesta. Dopušten je prekid od najdulje 6 mjeseci.
- Rad zavarivača mora se općenito odvijati pod istim tehničkim uvjetima pod kojima je obavljeno atestiranje.

Ako neki od ovih uvjeta nije ispunjen atest zavarivača proglašava se nevažećim.

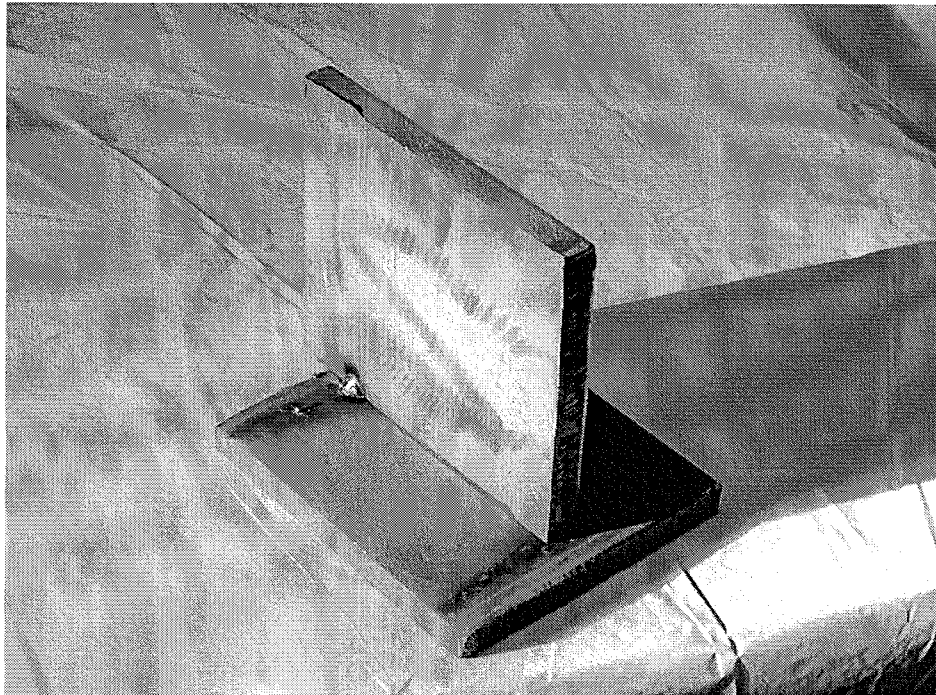
2.3.4.2 Produljenje

Valjanost atesta zavarivača može se na uvjerenju produljiti za daljnje dvije godine unutar prvobitnog područja valjanosti ukoliko:

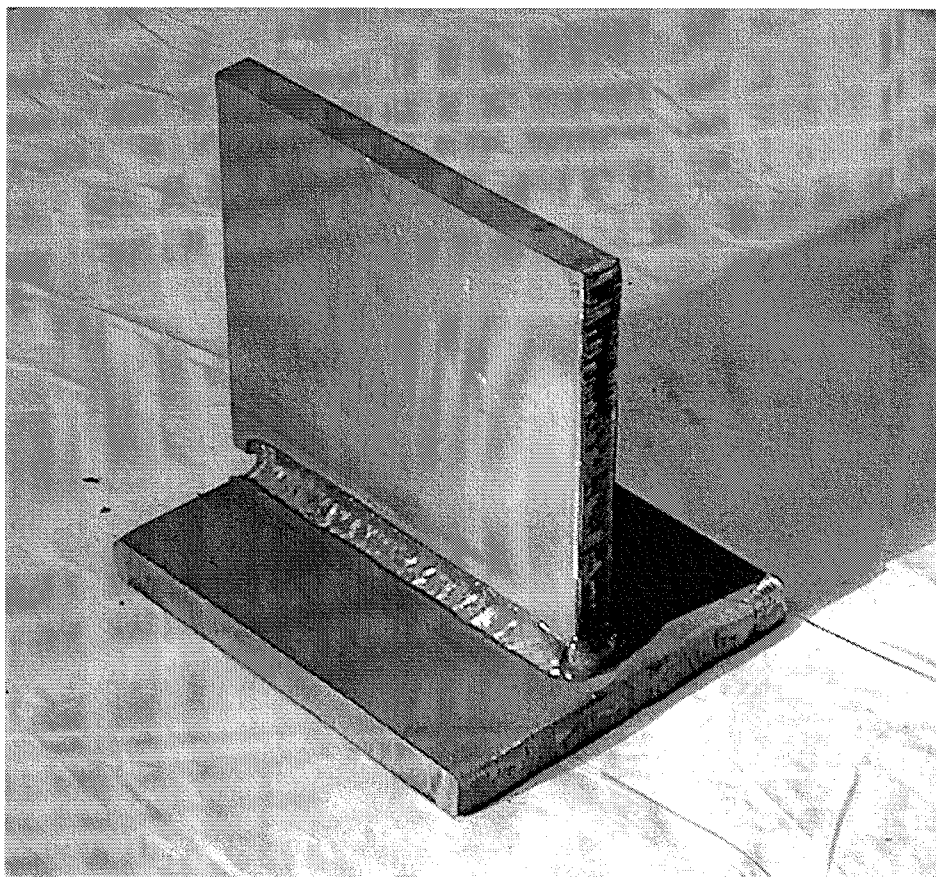
- zavareni proizvodi koje zavarivač izrađuje odgovaraju traženoj kakvoći
- se izvještaji ispitivanja prozračivanjem odnosno ultrazvukom, odnosno izvještaji nadzornih osoba, čuvaju i ako su na raspolaganju uz atest zavarivača

Ukoliko je uvjerenje izdao Registar, tada ekspert Registra provjerava usklađenost s navedenim uvjetima i potvrđuje produljenje na uvjerenju, odnosno atestu.

3. PRIMJERI ATESTNIH UZORAKA U ŠKOLI ZAVARIVANJA BRODOGRADILIŠTA



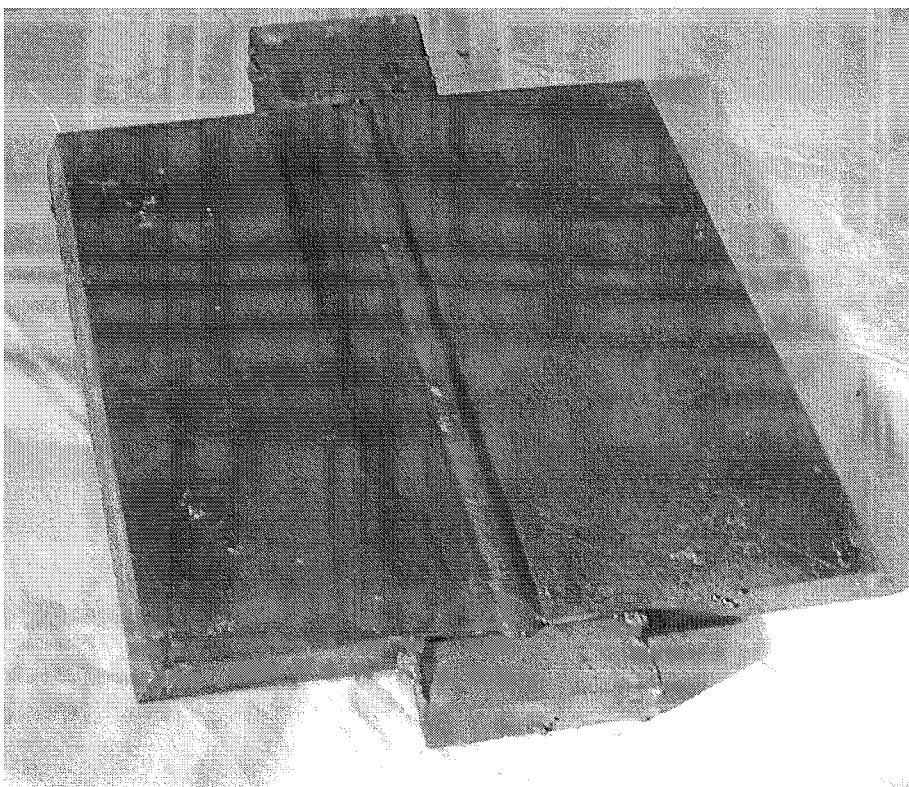
Slika 5. Atestni uzorak za kutni spoj prije zavarivanja



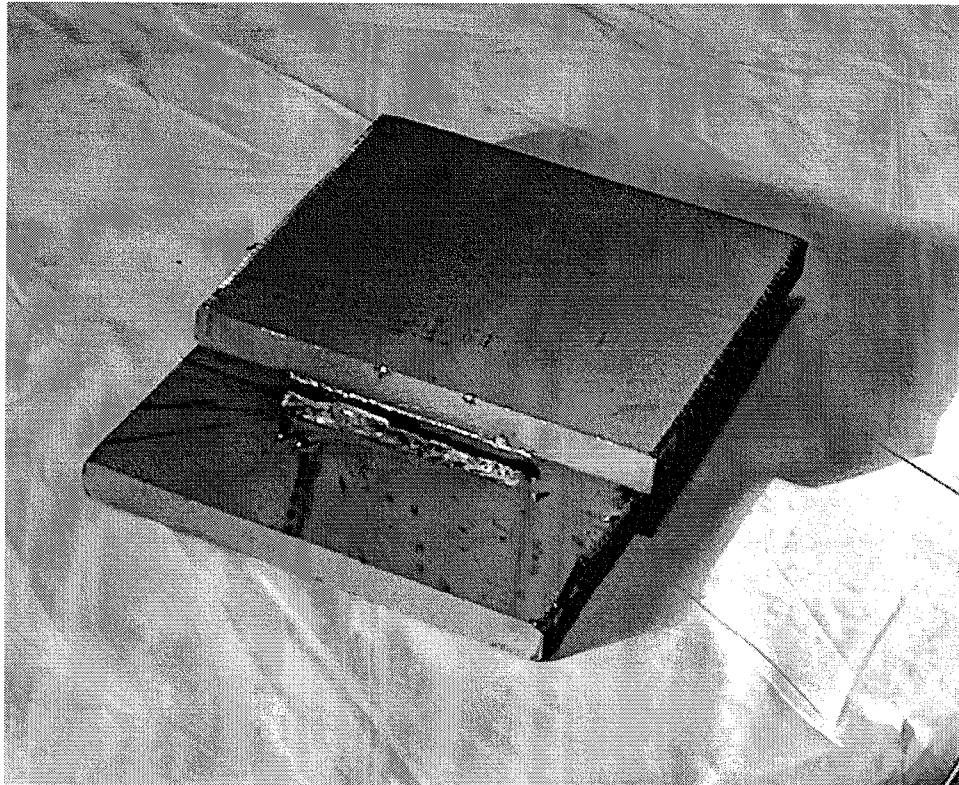
Slika 6. Atestni uzorak za kutni spoj nakon zavarivanja



Slika 7. Atestni uzorak za sučeljeni spoj prije zavarivanja



Slika 8. Atestni uzorak za sučeljeni spoj nakon zavarivanja



Slika 9. Atestni uzorak nakon kontrole prijelomom

4. ZAKLJUČAK

Atestacija zavarivača je vrlo odgovoran posao. Od ispitivača i kandidata se očekuje maksimalna ozbiljnost i koncentracija kod samog pristupa atestaciji. Mjesto gdje se izvodi atestacija mora biti opremljeno kako sa pouzdanom i provjerenom zavarivačkom opremom tako sa dobro educiranim kadrom (instruktori zavarivanja, EWE inženjeri).

Dosadašnja je praksa pokazala da naručitelji atestacije zavarivača često ne raspolažu sa dovoljnim znanjem iz ovog područja, pa stoga ovaj rad može poslužiti kao pomoć vlasnicima firmi koji namjeravaju uputiti zavarivače na atestaciju. Oni bi morali barem djelomično poznavati Norme kako bi znali sami ili uz pomoć inženjera zavarivanja odrediti položaje zavarivanja, debljine osnovnog materijala, vrstu i promjer dodatnog materijali i drugo, kako bi s minimalnim brojem atestnih uzoraka, uspjeli pokriti područje rada svojih zavarivača.

RAD 4

REDOVITO ODRŽAVANJE OPREME ZA ZAVARIVANJE REL/MAG/TIG POSTUPKOM



REDOVITO ODRŽAVANJE OPREME ZA ZAVARIVANJE REL/MAG/TIG POSTUPKOM

dipl. ing. Darko Čordaš, EWE
Cromatec d.o.o., 10430 Samobor, Hrvatske bratske zajednice 2
Tel: 01/33 64 358
Fax: 01/33 64 359
E-mail: darko.cordas@cromatec.hr

Sažetak:

Uobičajeni komentar u trenutku zastoja rada opreme za zavarivanje, kad oprema za zavarivanje djelomično ili potpuno ne funkcionira, ne daje znakove života ili se pak ne može kontrolirati električni luk je: «pokvario se ... ». Ipak, velik broj zastoja, uzrokovan je neredovitim ili potpuno zanemarenim redovitim održavanjem opreme za zavarivanje, te se takav događaj ne može smatrati kvarom, već nemarom. Neredovito održavanje dovodi do zastoja koji ponekad mogu dovesti do velikih šteta na opremi, ali isto tako i procesu rada. Učestalost korištenja i radnu okolinu treba uzeti u obzir kada se planira frekvencija održavanja uređaja i opreme za zavarivanje. Pravilna upotreba i redovito održavanje pomažu da se osigura rad bez zastoja i kvarova.

Ključne riječi:

održavanje, oprema za zavarivanje, zastoj, kvar

1. UVOD

Redovito održavanje i pravilno korištenje opreme za zavarivanje osnova je za rad uz minimalan broj zastoja i kvarova za vrijeme radnog vijeka opreme za zavarivanje.

PLANIRANJE ODRŽAVANJA zahtjeva jedno osnovno pravilo koje glasi:

- Učestalost korištenja i radnu okolinu treba uzeti u obzir kada se planira frekvencija i način redovitog održavanja uređaja i opreme za zavarivanje.



ELEKTRIČNE UREĐAJE MOŽE ODRŽAVATI JEDINO OVLAŠTENO I ZA TO ŠKOLOVANO OSOBLJE.
OPREMA SA OŠTEĆENIM KABLOVIMA NE SMIJE SE KORISTITI.

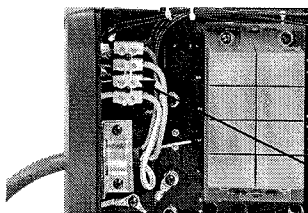
Osnovni elementi opreme za zavarivanje sastoje se od izvora snage, dodavača žice, hladnjaka, daljinskih upravljača, vanjskih upravljačkih jedinica, te raznog pribora.

2. IZVORI SNAGE

Izvor snage dijeli se sa stanovišta održavanja na: energetski – ispravljački dio, elektronski – upravljački dio i elementi kućišta sa raznim priključcima. Glavni točke redovitog održavanja su hladila, ventilatori, otvori za cirkulaciju zraka, sve vrste priključaka, priključni i povezni kabeli unutar uređaja, razna spojna mjesta između kontrolnih kartica i sl. Način i akcije održavanja izvora snage jednaki su za REL, MIG i TIG izvore snage.

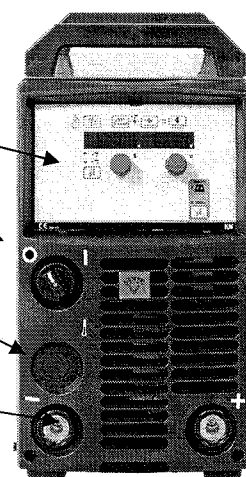
Akcije koje treba provoditi prilikom redovitog održavanja svakih 6 do 12 mjeseci su:

- Čišćenje
- Provjera električne sigurnosti
- Provjera zavarivačkih priključaka i kablova
- Provjera kontrolnih priključaka, prekidača i potenciometara
- Provjera ekrana za prikaz parametara
- Testiranje intermitencije
- Testiranje izvora probnim zavarivanjem



Slika 1.

- Upravljački panel
- Prekidač uklj./isklj.
- Konektori za daljinsko upravljanje ili za vanjske jedinice
- DIX priključci
- Priključni kabel 220 V ili 380 V



Slika 2.

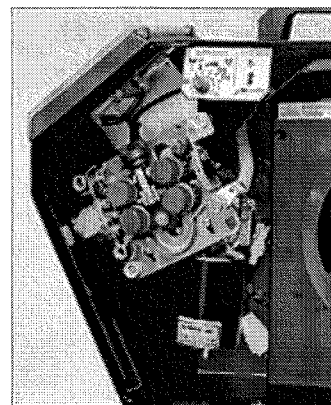
Nakon otvaranja kućišta izvora snage treba pregledati i očistiti unutrašnjost uređaja, no prije pristupanja samom čišćenju treba pregledati sve spojeve i utvrditi da li su kvalitetno spojeni. Ukoliko se pronađu labavi spojevi treba ih registrirati, označiti i utvrditi razlog njihovog lošeg

stanja. Slijedeći korak je čišćenje usisavanjem, a ne propuhivanjem. Smjer usisavanja pomoću usisavača i četke za čišćenje treba biti suprotan tvorničko određenom smjeru hlađenja uređaja. Za čišćenje se ne smiju koristiti agresivne tekućine, voda, osim posebnih sprejeva namijenjenih za čišćenje električnih kontakata i el. elemenata.

2. DODAVAČI ŽICE

Akcije koje treba provoditi prilikom redovitog održavanja, A MINIMALNO SVAKIH ŠEST MJESECI su:

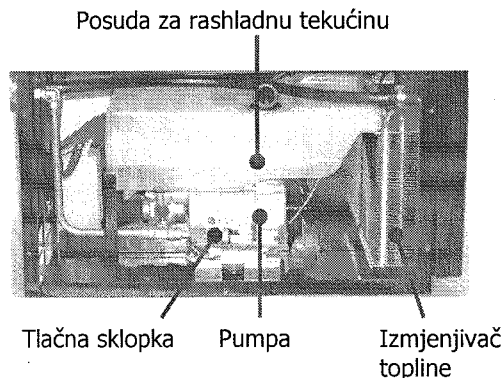
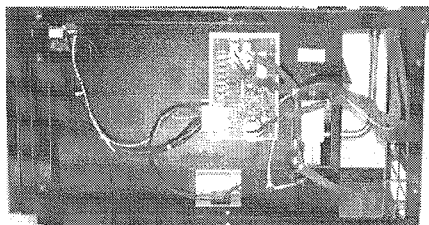
- Provjera stanja kotačića za dodavanje žice
- Provjera stanja vodilica žice unutar mehanizma za dodavanje žice
- Provjera linije dodavanja žice
- Provjera kočnice dodavača žice
- Čišćenje unutrašnjosti kućišta i mehanizma dodavača žice
- Podmazivanje osovinica dodavača žice
- Provjera brzine dodavanja žice
- Provjera električne sigurnosti
- Provjera zavarivačkih priključaka i kablova
- Provjera kontrolnih prekidača i potenciometara
- Provjera ekrana za prikaz parametara
- Testiranje intermitencije
- Testiranje probnim zavarivanjem



3. HLADNJACI

Akcije koje treba provoditi prilikom redovitog održavanja, a minimalno svakih šest mjeseci su:

- Izmjena rashladne tekućine
- Provjera stanja vodova unutar kućišta hladnjaka
- Ispiranje cjevovoda i izmjenjivača topline
- Čišćenje unutrašnjosti kućišta i izmjenjivača topline
- Provjera rada pumpe
- Provjera električne sigurnosti
- Provjera priključaka i kablova
- Provjera kontrolnih prekidača



4. ZAVARIVAČKI KABELI

4.1 MIG gorionici

MIG gorionici su zasigurno najizloženiji oštećenjima tokom rada. Preko 80% svih problema i nedostataka koji se javljaju i nastaju za vrijeme zavarivanja rezultat je lošeg sustava za dobavu dodatnog materijala i samih MIG gorionika! Zbog navedenog razloga MIG gorionici zahtijevaju neprestano održavanje uz redovito održavanje ostalih elemenata opreme za zavarivanje.

Općenito problemi nastaju zbog:

- Pregrijanih dijelova
- Prskotina unutar plinske sapnice
- Istrošenosti dijelova
- Nepravilnog i nemarnog korištenja

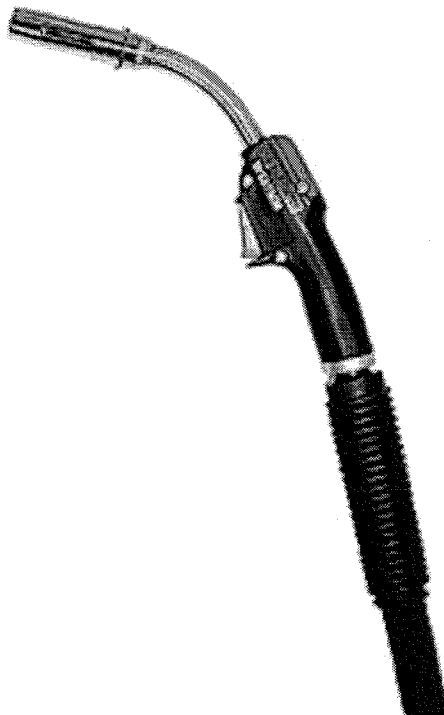
SPECIFIČNI PROBLEMI I UZROCI

Nestabilan električni luk i prskotine

- Smetnje u dobavi žice
- Loš kontakt mase s radnim komadom
- Pregrijana kontaktna vodilica
- Kočnica mehanizma za dobavu žice loše podešena
- Problem u poveznom kabelu
- Problem u izvoru snage
- Pogonski kotačići - neodgovarajući pritisak
- Blokirana ili pregrijana vodilica žice
- Vodilica žice preduga ili prekratka
- Neodgovarajući promjer vodilice žice

Poroznost zavara

- Prskotine unutar plinske sapnice
- Protok plina prenizak ili previsok
- Oštećena plinska sapnica
- Curenje plina u kabelu gorionika
- Loš plinski regulator
- Curenje vode unutar vrata gorionika
- Loš ili nestegnut EURO priključak



Slika 3.

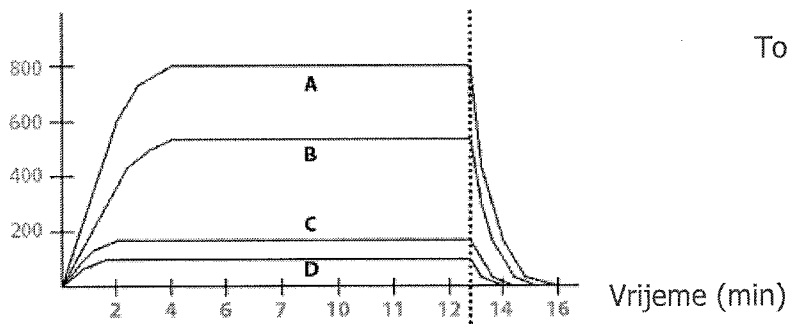
Ukoliko je kontaktna vodilica uska, pregrijana, začepljena i/ili oštećena, tada se sistemu za dobavu dodatnog materijala javlja veći mehanički otpor od uobičajenog, a koji uzrokuje smetnje u dobavi. Dakako te smetnje nadalje uzrokuju nestabilan i otežan rad.

U normalnim okolnostima dodavanju žice kontaktna vodilica sudjeluje u ukupnom otporu unutar granica od 10...20 %.

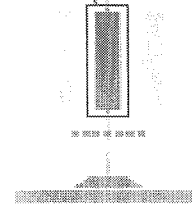
Jedan od čestih i zasigurno neugodnih uzroka koje ne možemo kontrolirati tokom rada je temperatura kontaktne vodilice (slika 4, tablica 1) [1]. Temperatura kontaktne vodilice ovisi o jakosti struje za zavarivanje i otpora unutar same kontaktne vodilice. Na to se može i mora utjecati u postupku nabave samih gorionika i pripadajućih potrošnih dijelova uzimajući u obzir sve buduće utjecajne čimbenike za rad.

Mehanički otpor u sistemu za dobavu žice osim toga uzrokuje otežani rad motora za dobavu žice i preopterećenje cijelog sustava.

Temperatura (°C)



Točka mjerenja



Slika 4.

Parametri zavarivanja	A	B	C	D
Udaljenost kontaktne vodilice (mm)	10	15	20	30
Brzina žice (m/min)	12	12	12	12
Struja zavarivanja (A)	390	360	330	280
Napon zavarivanja (V)	31	31,5	32	33

Tablica 1.

Kada temperatura kontaktne vodilice naraste do cca. 250...300 °C, tada se unutar 0,5...2,5 sata zavarivanja sa strujama od cca. 250...300 A može dogoditi blokada kontaktne vodilice. Ukoliko je temperatura kontaktne vodilice 100...150 °C, tada je vijek trajanja iste značajno duži i zavarivanje teče bez problema.

Guranjem dodatnog materijala, odnosno žice kroz vodilicu žice, trenje između njih je utoliko veće što ima više dodirnih točaka i što je veći kut međusobnog dodira. Da bi se ta energija trenja svladala potrebna je veća sila guranja koja uzrokuje preopterećenje motora i sustava za dobavu žice, stoga je potrebno odabrati vodilicu žice shodno vrsti i promjeru dodatnog materijala.



Dodatni materijal (žica) Vodilica žice

Slika 5.

Nadalje, prašina i nečistoća koja se skuplja unutar vodilice žice daje dodatni otpor. Nakon određenog vremena nečistoće mogu začepiti samu vodilicu do te mjere da je nemoguć prolaz dodatnog materijala – žice kroz istu. U tom slučaju mora se vodilica žice propuhati komprimiranim zrakom i očistiti, ali ako ni to ne pomogne vodilica žice se mora izmijeniti.

Problemi prolaza dodatnog materijala ne mogu se i NE SMIJU se, rješavati povećanjem sile pritiska na pogonske kotačiće mehanizma za dodavanje. Time se opterećuje motor i oštećuje površina i oblik žice, te se stvara dodatna prašina koja se unosi u vodilicu žice čime se ista dodatno začepљуje.

4.2 TIG GORIONICI

TIG gorionici su kao i MIG gorionici najizloženiji oštećenjima tokom rada, te isto tako preko 80% svih problema i nedostataka koji se javljaju i nastaju za vrijeme zavarivanja rezultat je loših dijelova TIG gorionika! Upravo iz tog razloga TIG gorionici zahtijevaju neprestano održavanje, mijenjanje potrošnih dijelova uz redovito održavanje ostalih elemenata opreme za zavarivanje.

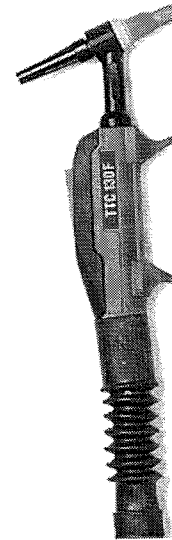
SPECIFIČNI PROBLEMI I UZROCI

Električni luk se ne može uspostaviti

- Loš ili izgubljen kontakt u kablovima
- Jaka oksidirana površina elektrode
- Jaka oksidirana površina stezne čahure
- Jaka oksidirana površina kućišta stezne čahure
- Uvlačenje zraka u zaštitni plin
- Loša izolacija vrata gorionika ("iskra bježi unutar keramičke sapnice")
- Vlaga unutar vrata gorionika
- Neodgovarajuća elektroda
- Loše naoštrena elektroda

Slaba plinska zaštita

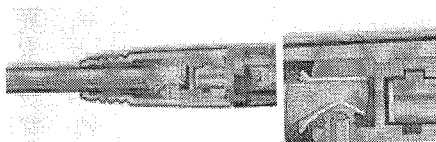
- Onečišćenje zaštitnog plina
- Onečišćenje osnovnog materijala
- Prskotine unutar keramičke sapnice i kućišta stezne čahure
- Oštećenje mrežice plinske sapnice
- Oštećenje kućišta stezne čahure
- Oštećenje stezne čahure
- Neodgovarajući protok zaštitnog plina



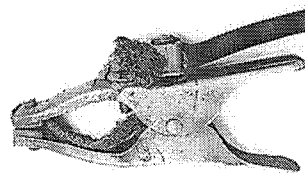
Slika 6.

4.3 REL I MASA kabeli

Loši spojevi, izgorjela i oksidirana mjesta značajno utječu na kvalitetu zavarivanja i rada opreme. Svi se ti spojevi moraju redovito održavati čistiti, a oštećeni spojevi i kabeli mijenjati.



Slika 7.



Slika 8.

5. ZAKLJUČAK

Edukacija za pravilnu uporabu i korištenje svih elemenata održavanja uređaja i opreme za zavarivanje donosi višestruku korist korisniku opreme. Zadovoljstvo rada s opremom bez problema na određeni način povećava produktivnost i vijek trajanja opreme. Rečenice iz uvoda ovog članka su i trebaju bit zaključak.

PLANIRANJE ODRŽAVANJA:

- Učestalost korištenja i radnu okolinu treba uzeti u obzir kada se planira frekvencija i način redovitog održavanja uređaja i opreme za zavarivanje.

PRAVILNA upotreba i REDOVITO održavanje pomažu da se osigura rad bez zastoja i kvarova.



ELEKTRIČNE UREĐAJE MOŽE ODRŽAVATI JEDINO OVLAŠTENO I ZA TO ŠKOLOVANO OSOBLJE.
OPREMA SA OŠTEĆENIM KABLOVIMA NE SMIJE SE KORISTITI.

LITERATURA

- [1] Kemppi Oy, Finska: " Upute za redovno održavanje uređaja za elektrolučno zavarivanje"

RAD 5

«3M» ZAŠTITA PRI ZAVARIVANJU



3M ZAŠTITA PRI ZAVARIVANJU

3M (EAST) AG - 3M Representation office, 10000 Zagreb, Žitnjak bb

tel: + 385 1 2499 772
mobile: +385 91 2361 514
fax: + 385 1 2371 735
e-mail: imodrusan@mmm.com

Sažetak: *Ukoliko se ne koriste odgovarajuća zaštitna sredstva, zavarivačke pare mogu biti opasne po zdravlje zavarivača, a zračenje može oštetiti oči i kožu. 3M je veliku pažnju posvetio zaštiti zavarivača koji rade težak i odgovoran posao, gotovo uvijek u teškim radnim uvjetima (na visinama, u skučenim prostorima uz nedostatak kisika, u teškim klimatskim uvjetima...).*

Ključne riječi: Speedglas, ADF



1. UVOD

1.1 Pravo zavarivača na zaštitu

Opća odgovornost poslodavaca je identificiranje opasnosti koje prijete na radnom mjestu te pružanje odgovarajuće zaštite zaposlenicima.

1.2 Kada se radi o Vašim očima ne postoji druga prilika

Ljudsko oko, lice i dišni sustav su po prirodi meki i ranjivi, posebice u surovom, istrajnom svijetu elektrolučnog zavarivanja. Mnogi procesi zavarivanja i rezanja odašilju opasno svjetlosno zračenje. Najčešće ozljede očiju uslijed ultraljubičastog i infracrvenog zračenja su opekline mrežnice te opekline rožnice. Kada se pravilno upotrebljava odgovarajuća zaštita navedene ozljede se mogu spriječiti.

1.3 Ozljede od zavarivačkih para

Nakon što pronađete idealnu zaštitu za oči i lice i dalje Vas mogu mučiti glavobolje, upale grla te umor koji kao da nestaju samo dok ste na godišnjem odmoru. Ukoliko ne koristite adekvatnu zaštitnu opremu uvidjet ćete sa sve zavarivačke pare sadrže onečišćenja, a ozljede koje mogu uzrokovati su opasne. U tom slučaju je potrebno mnogo tjedana, mjeseci, a ponekad čak i godina da posljedice bolesti uzrokovane zavarivačkim parama postanu vidljive.

1.4 Važno je izabrati pravilnu zaštitu

Razina onečišćenja se utvrđuje zavarivačkom metodom, strujom u amperima i provjetrenošću radnog mjesta. Sveobuhvatne informacije o odredbama, zakonima, ograničenjima i sl. su često specifične za svaku zemlju. Izbor zaštitne opreme se više puta donosi nakon savjetovanja između poslodavca i korisnika. Ukoliko imate bilo kakvih dvojbi ili nejasnoća o onečišćenju radne okoline ili pri izboru odgovarajuće zaštite uvijek kontaktirajte osobu zaduženu za zaštitu na radu, 3M predstavnika proizvođa osobne zaštite na radu ili druge stručnjake.

Samo u Sjedinjenim Američkim Državama, prosječno se troši oko 300 milijuna \$ na troškove povezane s ozljedama očiju, uključujući medicinske troškove, naknade radnicima te vrijeme izgubljeno u proizvodnji. U tri od pet slučajeva ozljeda očiju radnik nije nosio nikakvu zaštitu očiju.¹

2. KAKO RADE ADF-ovi (samozatamnjujući filtri)

S kacicom u sigurnom, spuštenom položaju, zavarivač ima jasan pogled kroz filter . Obje ruke su mu slobodne te može precizno postaviti elektrodu .Tijekom rada:Unutar 0,1 milisekunde stvaranja svjetlosnog luka, filter se prebacuje u tamno stanje .nakon rada:Nakon završetka zavarivanja filter se automatski vraća u svijetlo stanje, čime se omogućuje neposredan i siguran pregled područja zavarivanja, kao i priprema za sljedeće zavarivanje . Zaštita očiju koja poboljšava Vaše izvedbe Ključna odlika 3M™ Speedglas™ samozatamnjujućih filtera je

¹ "Health & Safety International", srpanj 2003.



dosljednost. Omogućuju zavarivačima stalan i jasan pogled. Pružaju stalnu zaštitu od ultraljubičastih i infracrvenih (UV/IR) zraka. Dosljedno se prebacuju iz svijetlog u tamno stanje i

obrnuto, baš kako zavarivači žele. Teško čini lakšim Speedglas filtri za zavarivanje eliminiraju ozljede vrata uslijed pomicanja kacige i u isto vrijeme znatno povećavaju preciznost postavljanja elektrode. Time se, nadalje, smanjuje potreba za brušenjem i ponavljanjem radova. Uz to, zavarivači mogu ući u uske, prenatrpane prostore s već namještenom zaštitom za oči i lice. Njihov stalan, jasan pogled čini im čak i ekstremno teška zavarivanja mnogo lakšima. Udovoljava ili čak premašuje mjerodavne sigurnosne standarde i odobrenja Udovoljava Europskom standardu EN 379 o zaštiti očiju kod zavarivanja. Koliko je vremena potrebno da se Speedglas kaciga za zavarivanje „isplati“? Kad bi se profitabilnost mjerila na temelju sigurnosti dovoljan je jedan dan. No dok je zaštita ponekad teško mjerljiva, učinkovitost i kvaliteta zavarivanja su puno mjerljivije. Studije pokazuju da zavarivači koristeći Speedglas samozatamnjujuće filtre (ADF-auto darkening filters) mogu iznimno povećati učinkovitost. Ne samo da mogu puno brže raditi, uslijed toga što im je područje zavarivanja vidljivo tijekom čitavog procesa zavarivanja, već se učinkovitije kreću te preciznije postavljaju elektrode. Moguće je eliminirati sve loše zavare što rezultira smanjenom potrebom brušenja te višom razinom kvalitete. Naprimjer: Povećanje produktivnosti, naravno ovisi o aplikaciji. Zavarivač koji se koristi tehnikom točkastog zavarivanja će biti mnogo produktivniji od onog koji radi duge spojeve zavara. Time, ovaj primjer pokazuje vrlo konzervativno 15% povećanje produktivnosti. Ako je zavarivač plaćen €18 po satu, kaciga za zavarivanje će se isplatiti za dva mjeseca. U godini dana, rast produktivnosti će donjeti €4.320 uštede (dodatnog profita). €

3. 3M™ Speedglas™ FILTRI ZA ZAVARIVANJE SERIJE 9002

3.1 Najsvestraniji filtri za zavarivanje ikad!

Speedglas samozatamnjujući filter (ADF) je bio prvi filter tog tipa na tržištu, donoseći novi standard u zaštiti vida kao i udobnost zavarivačima. Serija 9002 je najnovije izdanje proizvodne marke Speedglas. S mogućnošću pouzdanog prelaska na različite postavke sjene pruža zavarivaču još veću udobnost. Neki modeli imaju i postavku odgode (delay) koja omogućava korisniku namještanje vremena između prelaska postavke filtra iz tamne u svijetlo.

3.2. Primjeri namještanja postavke „Delay“:

1) Zavarivač zavaruje nehrđajući čelik sa visokom amperažom, stvarajući iznimno svijetlo područje zavara. Kada zavarivač prekine zavarivanje kako bi premjestio elektrode, ne želi vidjeti sjajnu svjetlost iz vrućeg zavara te namješta postavku „delay“ na „+“ kako bi produljio vrijeme potrebno za prelazak iz tamnog u svijetlo stanje.

2) Zavarivač nešto pričvršćuje te želi provjeriti zavar u svijetlom stanju te što brže prijeći u sljedeći položaj zavarivanja. Kako bi to postigao, odnosno smanjio vrijeme potrebno za prelazak iz tamnog u svijetlo stanje namješta postavku „delay“ na „-“.

3.3 Speedglas 9002X

- Četiri nivoa odabira, dostatna za sva zavarivanja svjetlosnim lukom. Nenadmašan u „intelligentnom“ prebacivanju tijekom zavarivanja s nižom strujom te ravnomjernim TIG zavarivanjem.
- Tri nivoa odabira postavke „Delay“ dopuštaju zavarivaču da odredi vrijeme



potrebno za prelazak iz tamnog u svijetlo stanje. • Pet postavki tamne sjene (9-13). • Iznimno veliko polje vidljivosti- kroz: 55 x 107 mm. • Solarne ćelije produljuju vijek trajanja baterije na otprilike 3000 sati. • Može se koristiti s kacigom za zavarivanje Speedglas 9000, Speedglas FlexView ili Speedglas ProTop.

3.4 Speedglas 9002V

- Četiri nivoa odabira, dostatna za sva zavarivanja svjetlosnim lukom. Nenadmašan u „inteligentnom“ prebacivanju tijekom zavarivanja s nižom strujom te ravnomjernim TIG zavarivanjem. • Tri nivoa odabira postavke „Delay“ dopuštaju zavarivaču da odredi vrijeme potrebno za prelazak iz tamnog u svijetlo stanje. • Pet postavki tamne sjene (9-13). • Može se koristiti s kacigom za zavarivanje Speedglas 9000, Speedglas FlexView ili Speedglas ProTop.

3.5 Nisu potrebni kompromisi

Odabirom pravilnih postavki za svaki zadatak, zavarivač smanjuje naprezanje očiju te poboljšava kvalitetu svakog zavara . Sve navedene opcije su ponuđene kako bi se osigurala udobnost korisnika, zadovoljio izbor individualaca, te kako bi filtri pri svakoj specifičnoj aplikaciji funkcionirali točno kako zavarivač želi .

3.6 Speedglas 9002D

- Najnoviji član Speedglas 9002 obitelji. • Dvije postavke tamne sjene (9 ili 11). • Dva nivoa osjetljivosti- jednostavna prilagodba zavarivačevim potrebama. • Može se koristiti s kacigom za zavarivanje Speedglas 9000, Speedglas FlexView ili Speedglas ProTop.

3.7 Brzi vodič kroz 3M™ Speedglas™ samozatamnjujuće filtre

Donja tabela je brzi vodič kroz različite modele, utemeljena isključivo na aplikacijama zavarivanja. Za detaljnije informacije, molimo pogledajte sljedeće stranice. Prije nego što odaberete model, zapitajte se: • Kako ću koristiti svoj ADF (samozatamnjujući filter)? • Da li povremeno mijenjam proces zavarivanja/ tj.broj sjene? • Ovo je dugoročno ulaganje: promjenjivi filter za zavarivanje nudi svojstva potrebna za nove radne uvjete.



	Speedglas 9002X	Speedglas 9002V	Speedglas 9002D	Speedglas Utility
Preporuke za zavarivanje u proizvodnji:				
MMAW (elektroda)				
MIG/MAG				
TIG (>20A)				
TIG (1A-20A)				
Plazma (zavarivanje i rezanje)				
Rizik od skrivenog svjetlosnog luka				
Brušenje				
Preporuke za povremeno zavarivanje:				
MMAW (elektroda)				
MIG/MAG				
TIG (>20A)				
TIG (1A-20A)				
Brušenje				

4. Značajke 3M™ Speedglas™ kaciga za zavarivanje

4.1 Kaciga za zavarivanje koja „diše“

Revolucionarna serija kaciga za zavarivanje Speedglas 9000 odlikuje se četirima aerodinamičnim ispusnim ventilima kroz koje izlazi izdahnuti zrak bez prodiranja zavarivačkih para unutar kacige. U usporedbi s kacigama tradicionalnog dizajna, kod zavarivača koji nešto duže drže kacigu u spuštenu položaju iznimno je smanjeno stvaranje ugljičnog dioksida (CO₂) iza kacige. Korisnici se tijekom cijelog dana osjećaju energičnije i svježije. Uz prozračnost serije 9000 kaciga je dizajnirana tako da pranja blizu lica, što korisnicima pruža bolju vidljivost i smanjuje napetost vrata. Mala širina kaciga čini idealnom za zavarivanja u skućenim prostorima.

4.2 Više prozora u svijet: Speedglass SideWindows (bočna stakla)

Prvi puta kada zavarivač stavi kacigu za zavarivanje Speedglas 9000 sa SideWindows (bočnim staklima) možete vidjeti njegovo čuđenje. Zavarivač iznenada shvati kako i dalje može vidjeti oko sebe. Ranije skrivene vanjske opasnosti (grede, prepreke, ostali radnici) sada su vidljive kroz dva bočna filtra/stakla sjene 5. Zavarivači se sada mogu puno brže i sigurnije kretati po prostoru koji ih okružuje. Dodatna prednost je što bočna stakla rezultiraju time da kaciga dulje ostaje u sigurnom, spuštenu položaju te time zavarivače još bolje štiti od štetnih UV/IR zračenja.

RAD 6

CMT PROCES – NOVA REVOLUCIJA U DIGITALNOM ZAVARIVANJU



CMT proces - nova revolucija u digitalnom zavarivanju

Fronius technologie center g. Zwillehner Fritz
Obrada Tomislav Tucman dipl. Ing.
ZIT international d.o.o.
Rakitnica 2, 10040 Zagreb
01/ 2404 356; 01/2404 359
e-mail: ttucman@zit-international.hr

Sažetak: *CMT novi proces u tehnologiji zavarivanja. Razvija se već nekoliko godina, a unazad godinu i pol prelazi iz razvojnog dijela u stvarnu primjenu. Karakteriziraju ga velike brzine zavarivanja, međusobno zavarivanje različitih materijala CrNi, Al, pocinčani limovi. Primjena na automatskom i robotskom zavarivanju sa skorašnjom primjenom i u manualnom zavarivanju.*

Ključne riječi: novi proces, brzina, različiti materijali



UVOD: CMT - TRI SLOVA – jedna nova tehnologija – nebrojene beneficije

CMT je kratica za «Cold Metal Transfer» (hladni prijenos metala). U području zavarivanja, «Cold (hladno)» je relativan izraz, jer predmeti zavarivanja i sve zone zavarivanja ostaju umjereno hladne za razliku od standardnih postupaka zavarivanja električnim lukom u zaštiti plinova. Reducirani unos topline vodi nas do nebrojenih prednosti između ostalih kao što su manje deformacije i povećana preciznost. To je samo jedna od prednosti koja nam koristi kod automatskog i robotskog zavarivanja.

Ostale značajne prednosti za korisnike uključuju veću kvalitetu zavarenog spoja, zavarivanje bez prskotina, mogućnost zavarivanja vrlo tankih limova od 0,3mm, te mogućnost zavarivanja pocinčanih limova sa čelikom i aluminijem.

Veća kvaliteta zavarenog spoja podrazumijeva veću ponovljivost i uniformiranost zavara u svakom novom spoju. Kao za zavarivanje ovaj proces se koristi i kao proces lemljenja. Tijekom petogodišnjeg razvoja u Froniusu CMT je postao podoban za serijsku industrijsku proizvodnju sa svom potrebnom pratećom opremom.

CMT proces

CMT proces je baziran na kontroli kratkog luka odnosno na kontroliranom prekidanju istoga. Rezultat je vrsta alternirajućih hladno – toplih – hladno – toplih sekvenci. Taj toplo – hladni proces izvrsno reducira pritisak u električnom luku. U normalnom kratkom luku elektroda – žica se deformira kada se uranja u talinu i žestoko se odvaja pri velikoj struji. Za razliku od toga CMT proces u potpunosti kontrolira odvajanje žice koje rezultira velikom stabilnošću. To je vrlo bitno kad se treba kontrolirati položaj i distanca gorionika prilikom zavarivanja.

Tri su važna kriterija koja razlikuju CMT proces od standardnog zavarivanja u kratkom luku. Kretanje žice je uključeno u proces zavarivanja (kontrolirano), unos topline je smanjen i prijenos metala je bez prskanja.

Principijelna inovacija ovog procesa je da kretanje žice u potpunosti uključeno u proces zavarivanja i njegovu kontrolu. Svaki put kad se dogodi kratki spoj žice i osnovnog materijala, digitalni proces prekida napajanje strujom i povlači žicu. Taj pomak žice naprijed natrag događa se i do 70 puta u sekundi!!

Pomak žice prema naprijed i natrag dovodi do kontroliranog odvajanja kapljice tijekom kratkog spoja.

Pretvorba električne energije u toplinu je jedna od glavnih osobina zavarivanja, a ponekad i kritična. Osiguravajući miran prijenos metala CMT osigurava kontrolirani unos energije. Kontrolirajući i prekidajući dovod struje električni luk uvodi toplinu u zavareni spoj samo u vrlo kratkom vremenu svog gorenja.

Do sada zavarivanje bez prskotina je bila samo puka želja i ideal koji se teško dostiže. Zbog toga sve publikacije koje se bave digitalnom kontrolom procesa spominju samo

termin zavarivanje s manje prskotina. Uvođenjem ovog procesa Fronius može koristiti izraz «prijenos metala bez prskotina»!!



Aplikacija i potencijali procesa

CMT proces otvara potpuno nova područja u zavarivanju. Kombinacija pomaka žice, reduciranog unosa topline i zavarivanje oslobođeno prskotina dovode do toga da zavarivanje i lemljenje se mogu koristiti za određene aplikacije koje su prije bile nezamislive u smislu veće produktivnosti i smanjenja troškova naknadne obrade.

Ove prednosti u kombinaciji sa mogućnošću premošćivanja većeg zazora između materijala pomaže širenju primjenjivosti automatizacije u procesu zavarivanja.

- Tanki pocinčani limovi mogu se sučeono zavarivati od debljina kao što je 0,3mm. Što znači npr. da se tanki Al –limovi sada mogu zavarivati bez ikakvih specijalnih alata i naprava za stezanje.
- Do sada zavarivanje aluminija i čelika je bilo moguće samo laserom sa velikim ograničenjima, a CMT zavarivanje je to ostvarilo sa izvrsnom metalurgijom zavara i 100% sigurnošću

Takva primjena za sada je najviše uzela maha u:

- automobilskoj i pratećoj industriji
- avio industriji
- bijeloj tehnici i sl.

CMT oprema za zavarivanje

Tijekom razvoja Fronius je razvio neke nove komponente sistema potrebnog za zavarivanje CMT procesom, ali sve bazirano na digitalnoj opremi za zavarivanje.

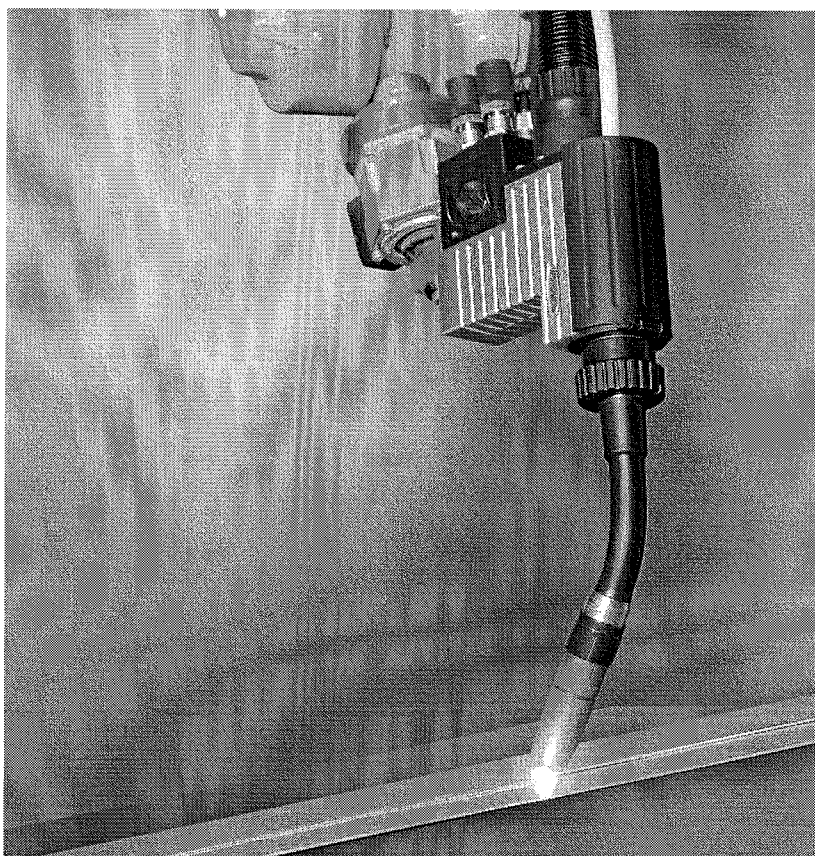
Na primjer sistem dodavanja žice koji se sastoji od dva mehanizma za dodavanje - prednji koji pomiče žicu naprijed - natrag i stražnji koji ju samo gura naprijed. Kako ne bi došlo do gužvanja žice zbog naizmjeničnog guranja naprijed - nazad ubačen je i kompenzator za kompenziranje povrata iste.

Izvor struje

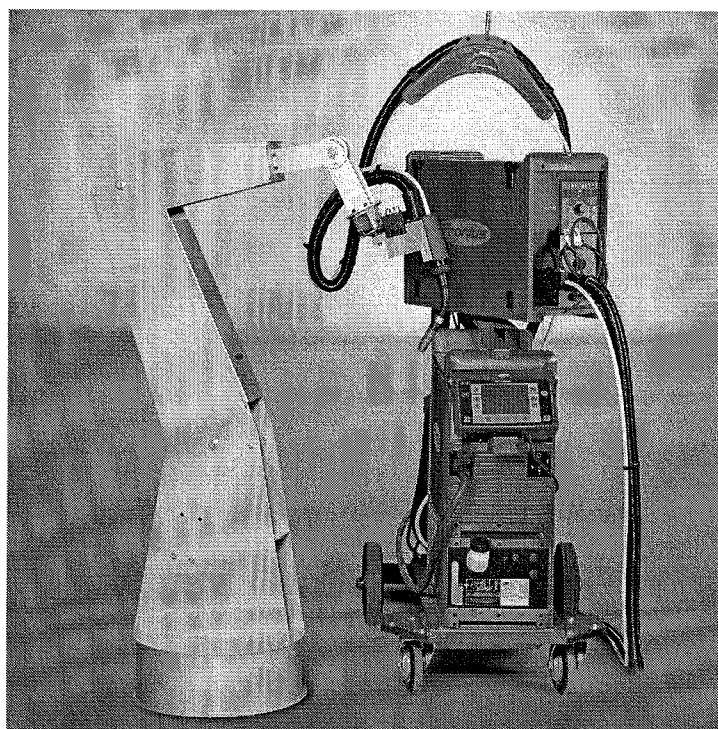
Za CMT zavarivanje koristi se digitalni impulsni izvor normalnih karakteristika, ali sa ugrađenim CMT paketom. Uz taj paket uređaj je standardno opremljen za zavarivanje svim ostalim postupcima.

Gorionik (pištolj)

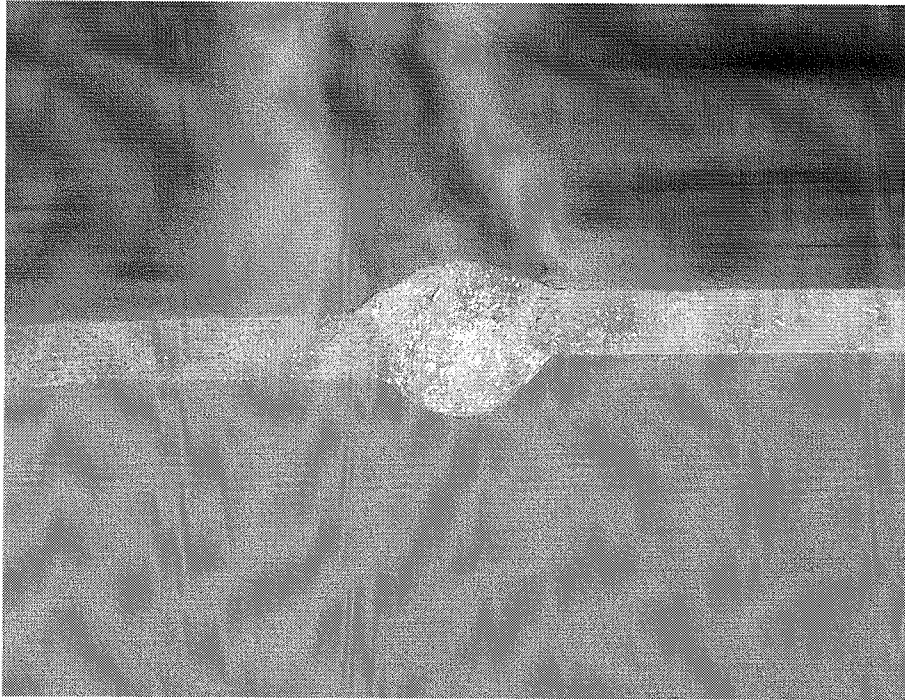
Gorionik za zavarivanje dolazi sa ugrađenim AC servo motorom zbog potrebe guranja i povlačenja žice i to kako smo prije naveli do 70 puta u sekundi.



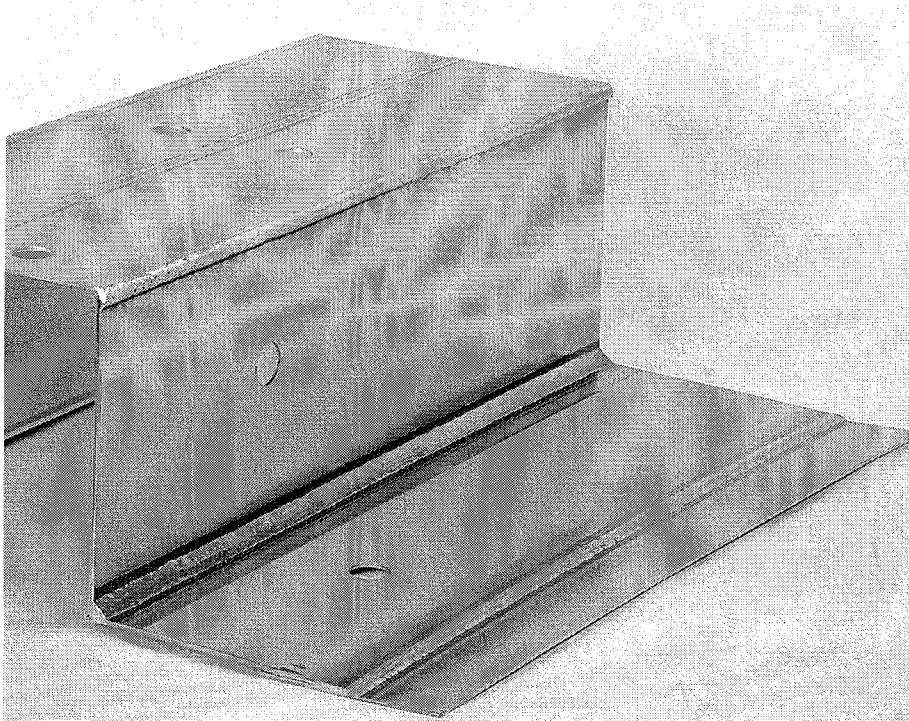
Slika 1. zavarivanje i lemljenje tankih pocinčanih limova od 0,3mm, zavarivanje čelika i aluminija



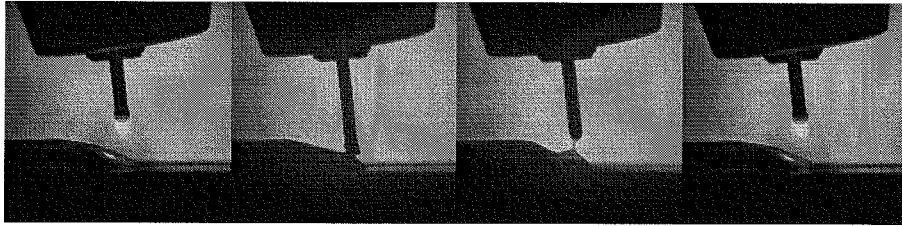
Slika 2. CMT sistem priključen na robot za zavarivanje



Slika 3. Prikaz sučeljenog spoja dva AlMg3 lima debljine 0,8mm CMT tehnologijom bez korištenja naprave ili podloška

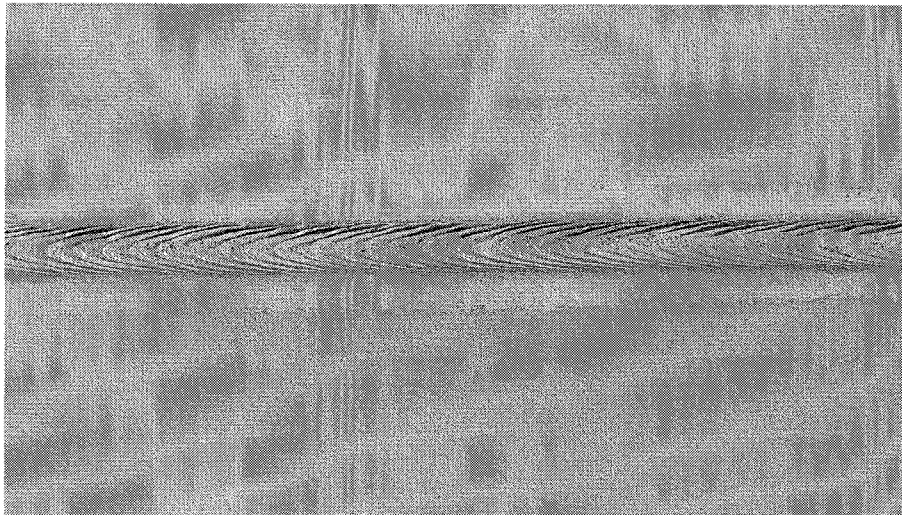


Slika 4. CMT lemljenje dva različito pocinčana čelika

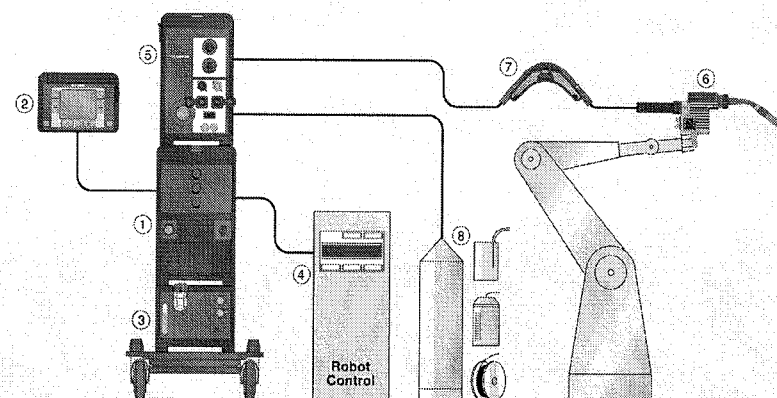


Slika 5. Osnovne faze CMT procesa

1. za vrijeme gorenja luka dodatni materijal se kreće prema kupki zavara
2. kad dodatni materijal dođe do kupke luk se gasi – struja se smanjuje
3. pomak žice prema natrag odvaja kapljicu za vrijeme kratkog spoja – struja kratkog spoja ostaje mala
4. dolazi do dodatnog odmicanja žice i proces se ponavlja ispočetka



Slika 6. Kutni zavar na 1,0mm AlMg3 limovima, CMT zavarivanje brzinom od 2,0m/min.



Slika 7. Oprema za zavarivanje

ZAKLJUČAK

U principu CMT proces je primjenjiv u svim vidovima spajanja metala gdje su prisutni tanki limovi istih ili raznorodnih metala. Velika brzina zavarivanja i kontrolirani proces dovode do enormnih ušteda na vremenu zavarivanja, što zbog same brzine zavarivanja, što zbog kvalitete zavarenog spoja i nepotrebne daljnje obrade.

Kako bi se proces prilagodio korištenju u svim mogućim vidovima zavarivanja Fronius intezivno radi na razvoju ručnog – manualnog gorionika, koji kao takav bi trebao doći u komercijalnu prodaju u prvom dijelu 2007 godine.

B A J U N

**PROJEKTIRANJE, PROIZVODNJA I POPRAVAK
APARATA ZA ZAVARIVANJE I REZANJE**

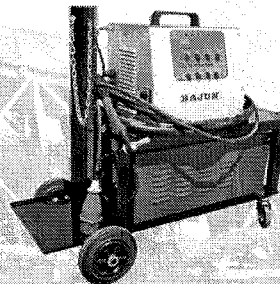
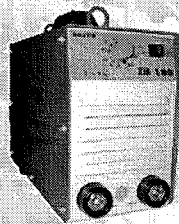
Cvitići 5, Sutivanac, 52341 ŽMINJ

Tel.: +385 (0)52 566-011 Fax.: +385 (0)52 383-873 E-mail: bajun@pu.t-com.hr

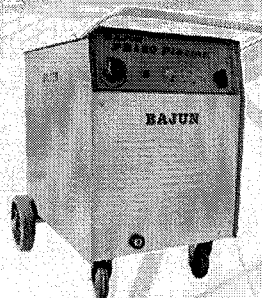
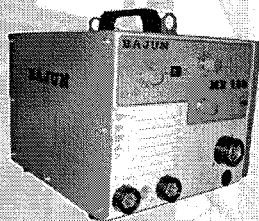
www.bajun.hr

PROFESIONALNI INVERTERI ZA ZAVARIVANJE I REZANJE

REL i TIG: od 130, 140, 160, 200, 300....A



MIG: 160, 200, 250, 350...A PLAZMA REZANJE: 70A, 120A, 200A



DODATNA OPREMA I REZERVNI DIJELOVI

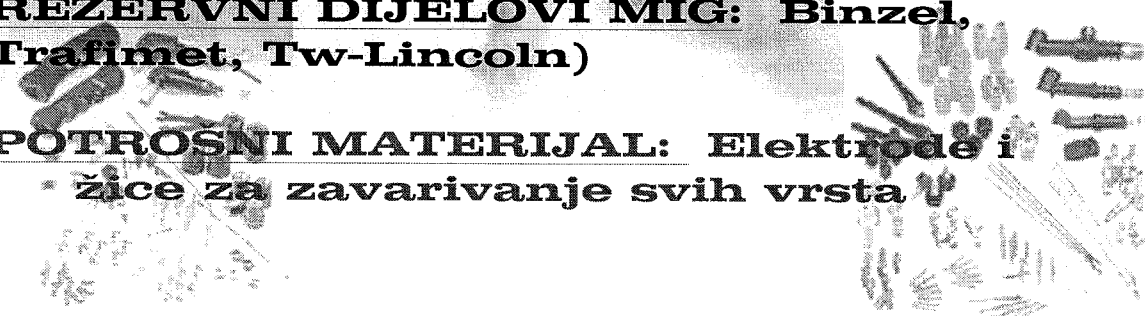
TIG, MIG, PLAZMA GORIONICI

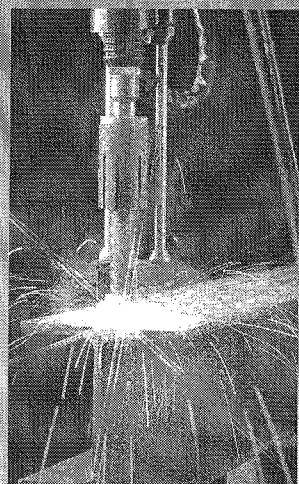
*ELEKTRONIČKE MASKE * SPREJEVI
SUSAČI ELEKTRO*

REZERVNI DIJELOVI ZA PLAZMA GORIONICI
Binzel, Cebora, Esab, Hypertherm,
Kjellberg, Miller, OTC, SAF, Thermal
Dynamics, Trafimet

REZERVNI DIJELOVI MIG: Binzel,
Trafimet, Tw-Lincoln)

POTROŠNI MATERIJAL: Elektrode i
žice za zavarivanje svih vrsta

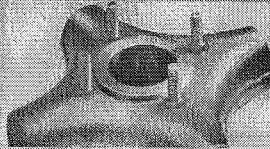




BOLZENSCHWEISSEN

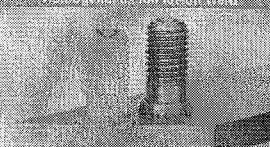
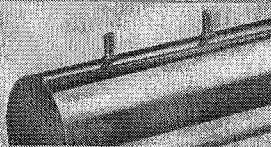
Effizient and totally secure

No hole, no leaking

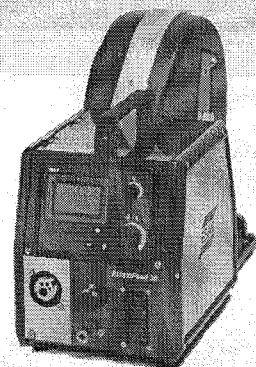
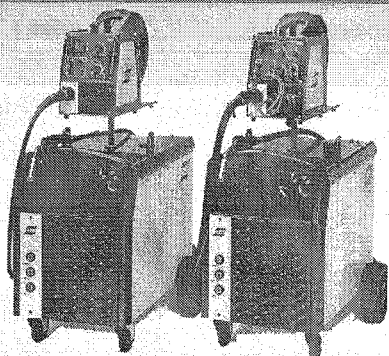
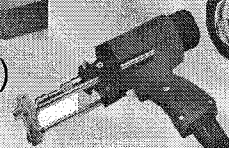
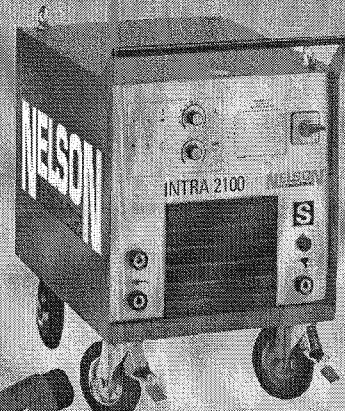


Keeps surfaces intact - no distortion

Homogeneous full fusion weld



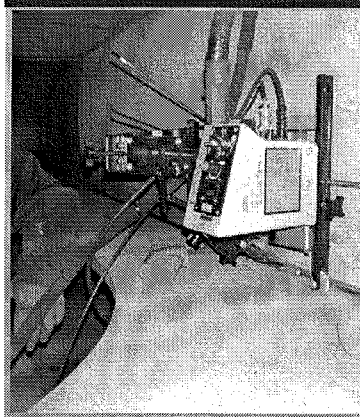
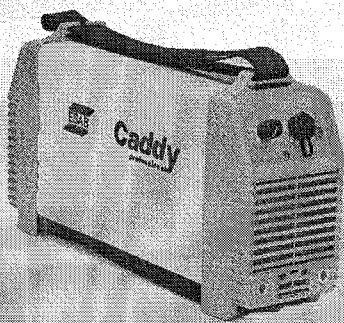
Zavarivanje vijaka (svornjaka)
"STUD WELDING"



Vaš partner u zavarivanju

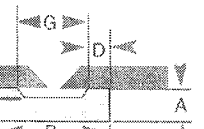
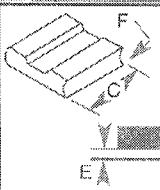
Uređaji za elektrolučno zavarivanje
REL, TIG, MIG-MAG i PLAZMA
Dodatni materijal za zavarivanje
Zaštitna oprema za zavarivanje
RUKAVICE, MASKE, PREGAČE ...

REZERVNI I POTROŠNI DIJELOVI TE SERVIS

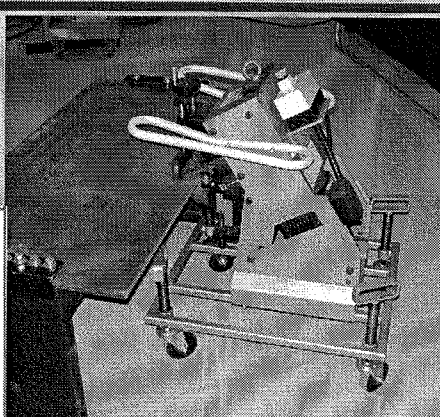


GULLCO

- Keramičke podloške za zavarivanje
- Automatizacija zavarivanja i rezanja
- Priprema zavara

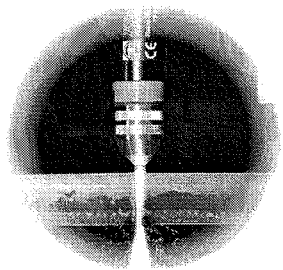


A	1/4	6.3
B	7/8 in	22.2-25.4
C	1	25.4
D	5/32	4
E	1/16	1.6
F	3/16 r	4.8 r
G	7/16	11.1



10 000 ZAGREB, Radnička cesta 27

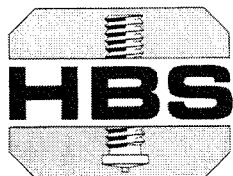
Tel. +385 1 600 57 03, 606 22 92 Fax. +385 1 606 22 90
E-mail: metalvar@metalvar.hr www.metalvar.hr



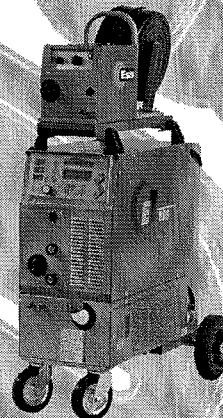
Kjellberg
FINSTERWALDE

the
FINE FOCUS
company

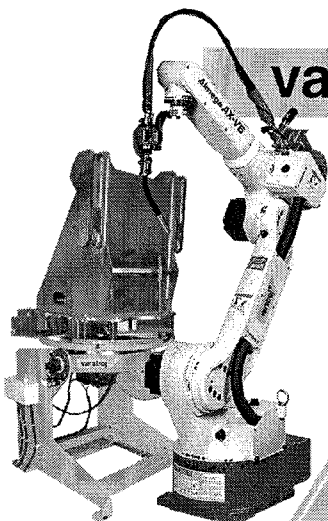
ABIGOR
BINZEL



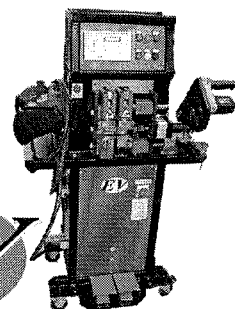
HBS
HEMATIC
BOLZENSCHWEISS
SYSTEME



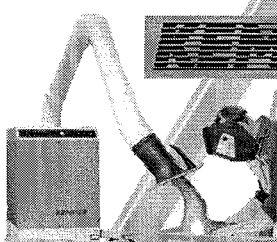
ESS



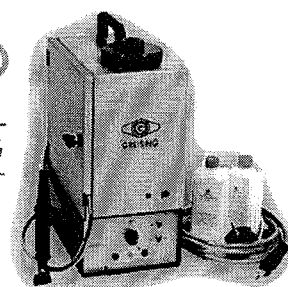
varstroj



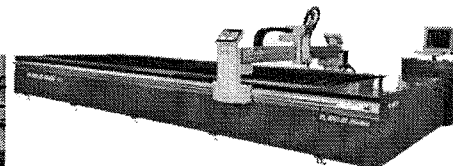
EV



GREISING



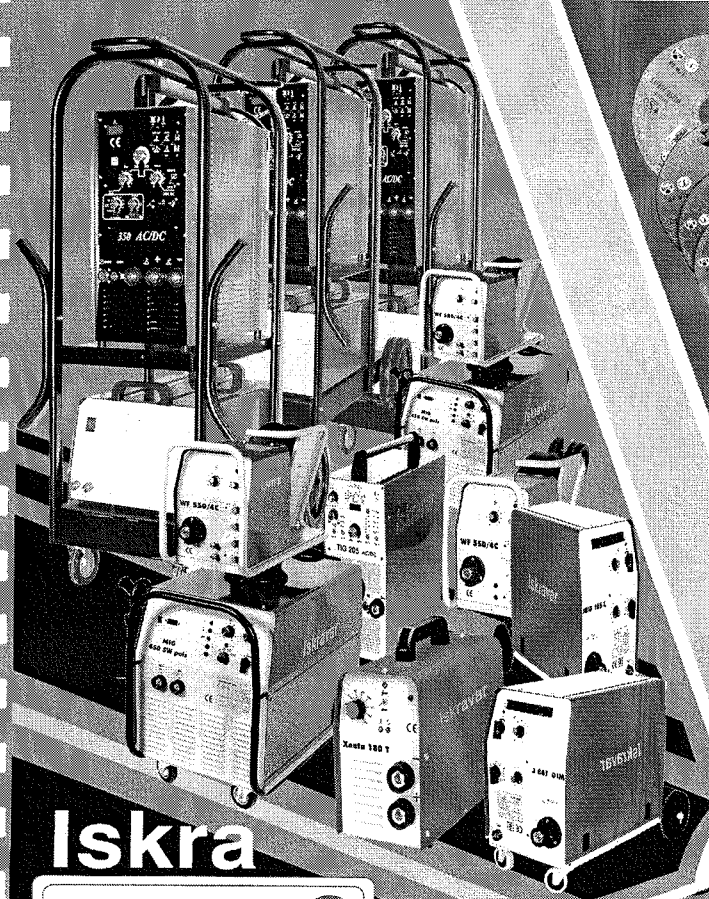
MicroStep



proizvodnja, prodaja i servis aparata za zavarivanje
i rezanje, rezervnih i potrošnih dijelova, te materijala
za dodavanje

Servus d.o.o.
dr. Ivana Novaka 32a
40 000 Čakovec

tel. 040/390-167 fax. 040/390-168
e-mail: servus@ck.t-com.hr
<http://www.servus.hr/>



Iskra

VARJENJE



SWATY

Iskravar

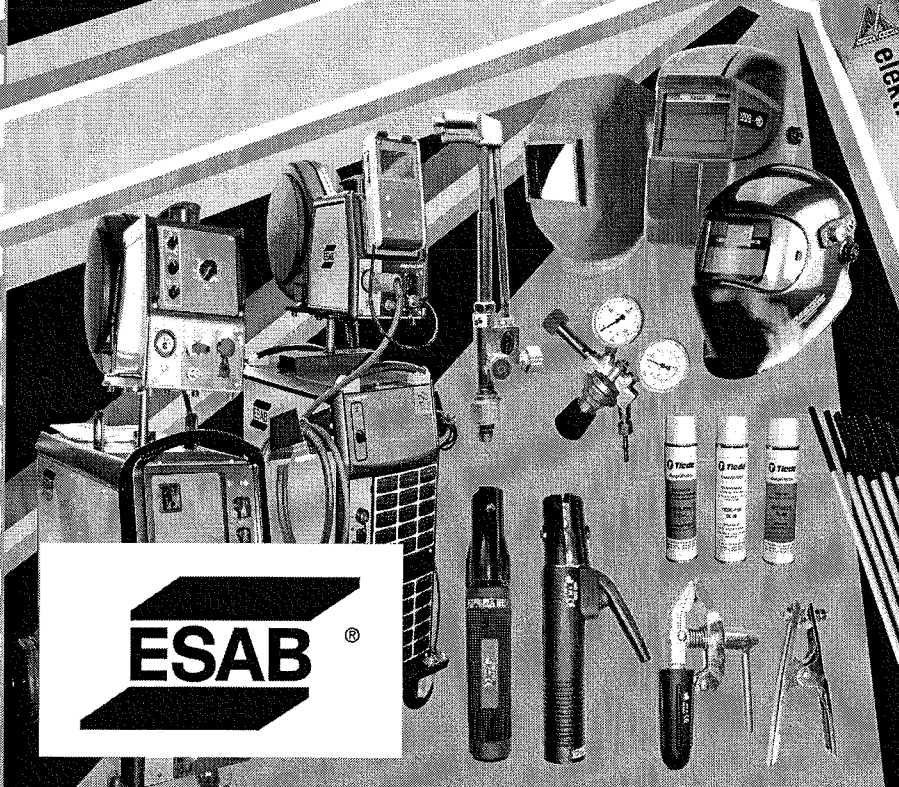
SWATY

SIGMAT



elektrode jesenice

elektrode jesenice



ESAB

SIGMAT



elektrode

elektrode

Yale

Gromačnik 35 35000 Slav. Brod

Tel 035 465 459 Telefax 035 465 498

sigmat@sigmat.hr

www.sigmat.hr

SPARK

DISTRIBUTER ZA ESAB ŠVEDSKA

d.o.o.

Prodajni centar, servis i skladište opreme

10 000 ZAGREB, Žitnjak bb – Poslovni centar Žitnjak

Tel: +385 (0)1 619 50 20, 619 50 21

Fax: +385 (0)1 618 12 60

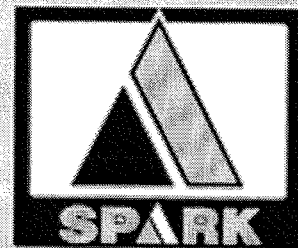
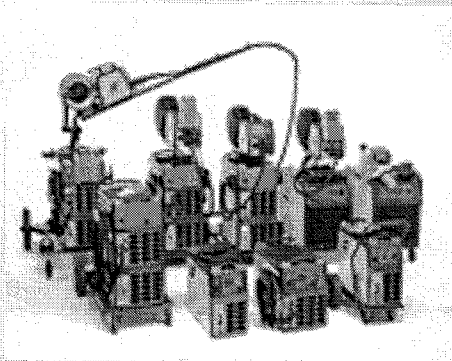
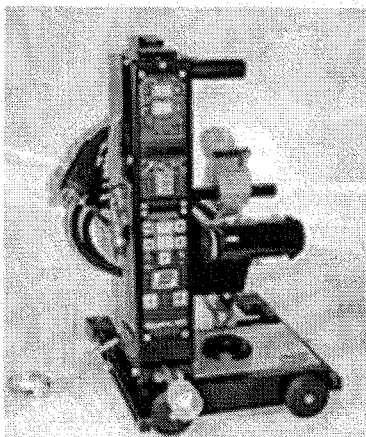
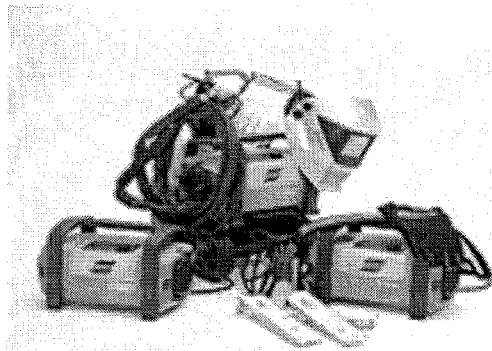
Mob: +385 (0)91 611 75 13

E-mail: spark@spark.hr

Web: www.spark.hr



- Oprema za elektrolučno zavarivanje
- Oprema za plinsko rezanje i zavarivanje
- Dodatni materijal za zavarivanje
- Zaštitna oprema
- Potrošni i rezervni dijelovi



ULJANIK

Strojevi za zavarivanje

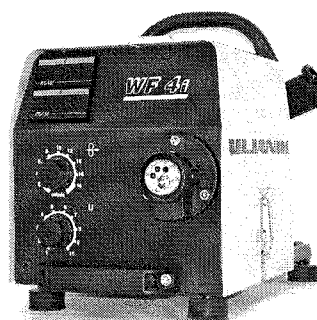
UNI 400i Inverterski izvor za REL i MIG/MAG zavarivanje

- područje rada 20-350A
- izvrsne zavarivačke karakteristike
- visoka sigurnost rada
- dobra mehanička stabilnost
- ugrađen EMI filter
- ukupna korisnost > 92%
- podesiv digitalni induktivitet
- štedljiv način rada kod REL zavarivanja <20W
- mala težina 21kg



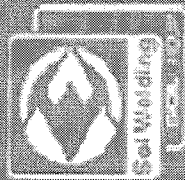
WF 4i Dodavač žice za UNI 400i

- digitalni instrumenti (A,V)
- promjer žice 0.6-1.6mm
- brzina žice 0.5-24m/min
- kolot sa žicom Ø 300mm (15kg)
- 4 pogonska kotača
- mala težina 12kg



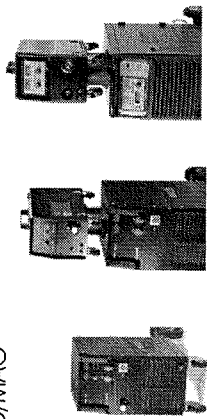
U cilju stalnog unapređenja zadržavamo pravo izmjene specifikacije bez prethodne najave

ULJANIK TESU SZZ d.o.o.Flacijsova1 52100 Pula, Tel. 052 373 717;Fax 052 373 999, e-mail: szz@uljanik-szz.hr

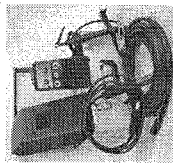


UREDAJI ZA ZAVARIVANJE/REZANJE

MIG/MAG



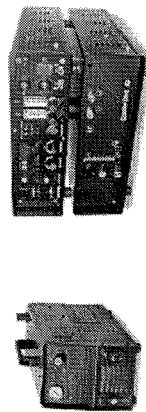
TIG HF DC AC/DC



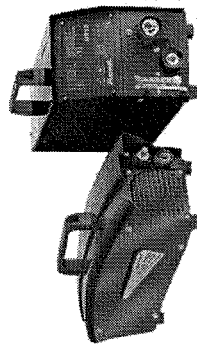
REL



PLAZMA REZANJE I ZAVARIVANJE

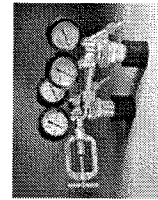
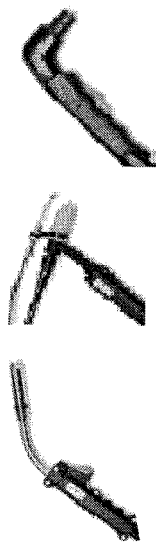


DECENTRALIZIRANI SUSTAV ZAVARIVANJA



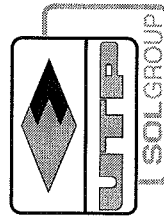
Potrošni materijal u zavarivanju:

Gorionici MIG/MAG, TIG, PLASMA, Maske, Red.ventilii, ...



Kompletni robotski sistemi

- Proizvodnja i distribucija teh. plinova
- Čisti plinovi i mješavine
- Potrošni i rezervni dijelovi gorionika
- Prodaja i servis uređaja za zavarivanje/rezanje
- Autogena oprema za zavarivanje/rezanje
- Žica za zavarivanje



UTP d.o.o.
Sv. Polikarpa 4
52100 PULA
Tel: 052/214886
Fax: 052/215056

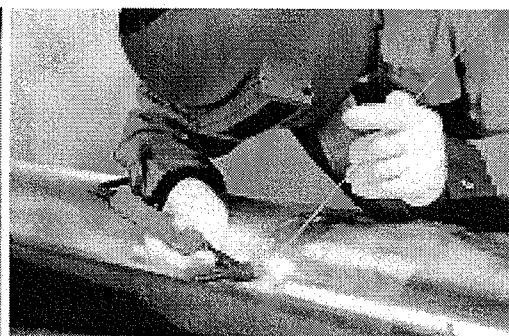
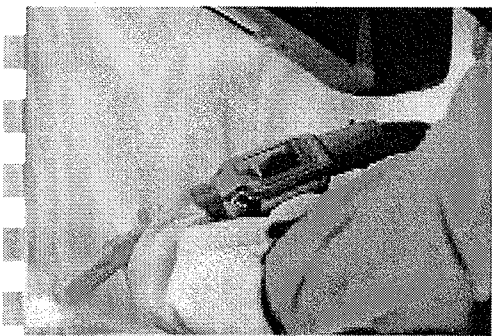
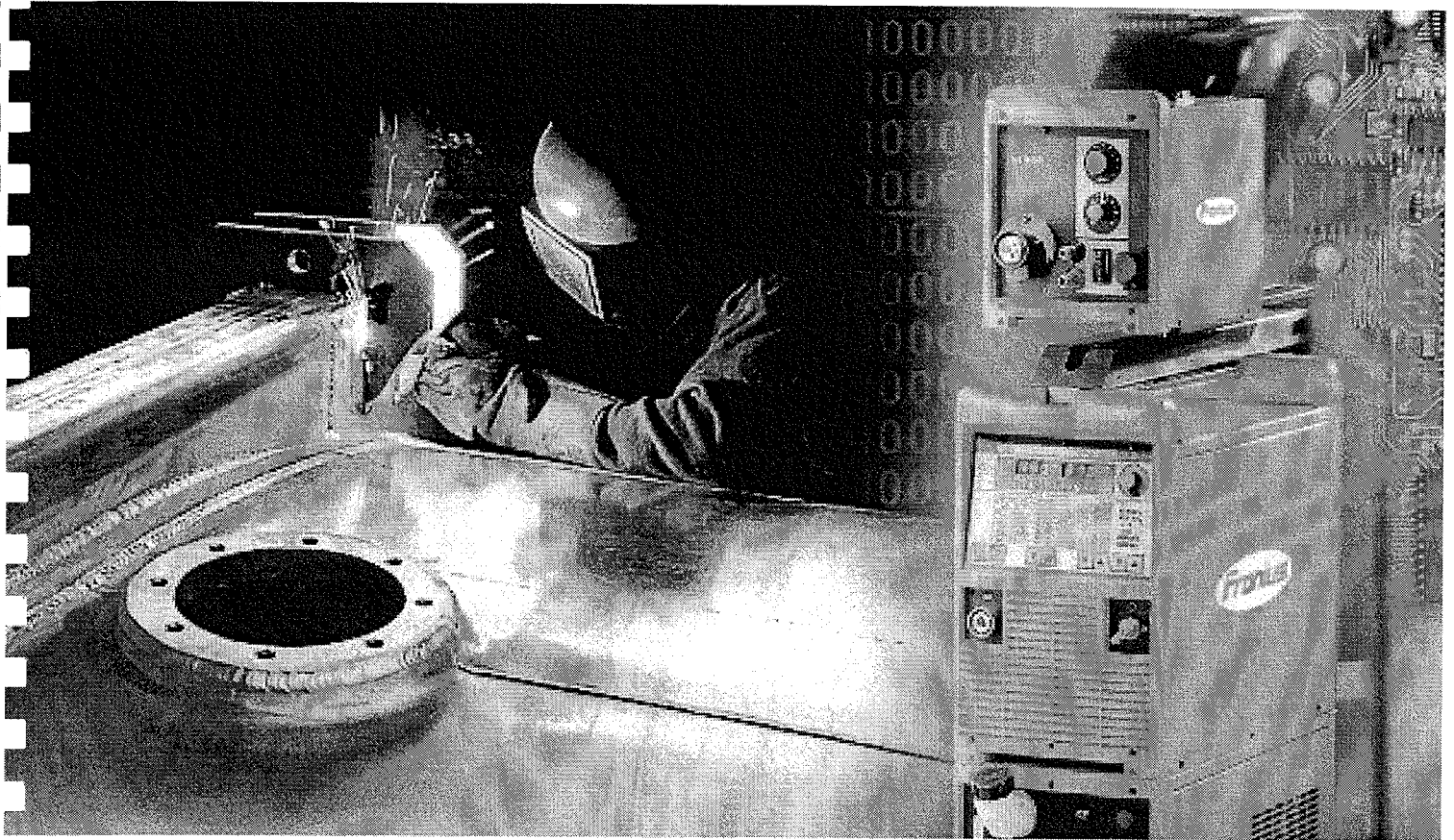
Lokacije:



KSIKANA d.o.o.
S.i.A. Radica 17
44000 SISAK
Tel: 044/534852
Fax: 044/534851

UTP d.o.o.-ZAGREB

Bani 96, Buzin
10010 Zagreb
Tel: 01/6608213
Fax: 01/6608215



GENERALNI ZASTUPNIK ZA FRONIUS:

ZIT

international d.o.o.

OBRATITE SE S POVJERENJEM

Rakitnica 2

Zagreb

Tel/fax.: +385 1 24 04 356, 24 04 359

e-mail: zit-international@zg.tel.hr

<http://www.zit-international.hr>

Fronius

PERFECT WELDING

ZABILJEŠKE:



