

» Kompaktni sustav, koji olakšava proizvodni proces

Nova serija kompaktnih robotskih sustava proizvođača Carl Cloos kombinira visoku produktivnost s optimalnom učinkovitošću. Sustav QIROX All-In-One sadrži pozicioner pripremača za zavarivanje, robot i robotski pozicioner, koji su montirani i poravnati na osnovnoj ploči.

To omogućuje troškovno povoljnu i brzu montažu, jer nisu potrebna fina podešavanja. Kako su mehaničke i električne komponente prethodno instalirane, sastavljanje i održavanje su vrlo jednostavni i brzi.

Sustav QIROX All-In-One osigurava optimalni pristup zavarivačkom gorioniku, te mogućnost zavarivanja u boljim položajima zavarivanja. Novi sustav ima poboljšano i korisničko sučelje, koje omogućuje intuitivno upravljanje, brzo učenje i izradu visoko kvalitetnih programa. Pri programiranju zavarivanja sličnih proizvoda, moguće je postojeće programe brzo i jednostavno modificirati, što povećava prilagodljivost samog sustava.

Sustavi se mogu jednostavno integrirati u proizvodnju, a istodob-



no optimalno koriste radni prostor. Modularna gradnja omogućuje kasnije proširenje sustava i promjene postavki i sadržaja same ćelije za zavarivanje. Isporučeni sustav uključuje cjelovit sigurnosni sustav, od svjetlosne zaštite, laganih okvira, senzora, do upravljačke ploče s gumbom za prisilno isključivanje. Dodatno je moguće naručiti i zaštitne ograde, koje su prilagođene mjestu postavljanja zavarivačkog robota.

» www.cloosrobot.com

» SRM zavarivanje čepova - novi način lučnog zavarivanja čepova

*Damjan Klobčar
Boris Bell*

Zavarivanje čepova je u današnje vrijeme prilično rašireno, kako u proizvodnoj industriji, tako i u graditeljstvu posvuda po svijetu. Taj oblik zavarivanja je u usporedbi s ostalim klasičnim postupcima zavarivanja (plameno, MIG/MAG, TIG, ručno lučno zavarivanje), radi svoje specijalnosti i relativno uskog područja primjene, dosta manje poznat.

Zavarivanje čepova se primjenjuje primjerice: a) u automobilskoj industriji za zavarivanje vijaka, matica, svornjaka na limene dijelove karoserije, b) u elektroindustriji za zavarivanje električnih kontakata, c) u graditeljstvu za zavarivanje čepova na čeličnu konstrukciju, čiji čepovi dolaze zaliveni u beton s namjenom, da tvore vezu između betona i čelične konstrukcije, d) u rudarstvu za zavarivanje posebnih čepova na korpama mehanizacije i kesone rudarskih strojeva s namjenom smanjenja trošenja površina tih dijelova strojeva i slično.

Definicija zavarivanja čepova

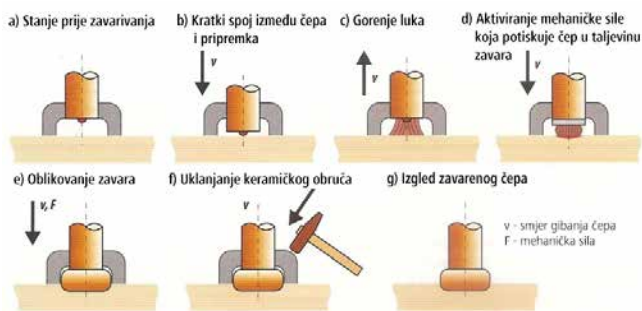
O zavarivanju čepova govorimo, kada strojni element s definiranom jednom dimenzijom privarimo s njegovom manjom, u pravilu unutrašnjom površinom, pravokutno na neki drugi element odnosno na površinu toga drugog elementa. [1]

Za zavarivanje čepova, bilo je razvijeno više načina zavarivanja, kao što su: a) zavarivanje čepova električnim lukom, b) pulsno kondenzatorsko zavarivanje čepova, c) zavarivanje čepova trenjem,

d) klasično zavarivanje čepova s dodatnim materijalom, te e) relativno novi postupak zavarivanja čepova – SRM zavarivanje čepova odnosno zavarivanje čepova s pomoću magnetski upravljano luka. Uvjet za uspješno zavarivanje i izradu kvalitetnog spoja je čista površina između pripremača za zavarivanje i čepa (nečistoće, ulja, oksidi, ...), ali koji nije nužan za sve postupke zavarivanja čepova.

Zavarivanje čepova s pomoću luka

Postupak se primjenjuje prije svega za zavarivanje duljih čepova većih promjera na masivnije pripremače. U velikoj većini slučajeva, zavaruje se čelične čepove na čelične profile, ili čelične ploče, a postupak je najviše u primjeni u graditeljstvu. Za zaštitu luka od atmosfere, primjenjuje se keramički obruč. Postupak se izvodi u više faza, kako je prikazano na slici 1. Nakon postavljanja keramičkog obruča i čepa, u prvom koraku se čep pomakne do pripremača, kako bi se ostvario kratkotrajni kontakt. S odmicanjem čepa od pripremača, s tim kratkim spojem se pali luk zavarivanja, koji gori



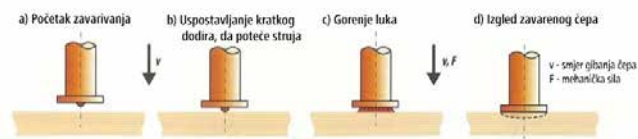
» Slika 1: Zavarivanje čepova s pomoću luka [1]

toliko vremena, da rastali površinu čepa i mjesto na pripreмку. Pri tome se ujedno uklanja i dio nečistoća. Zatim se čep djelovanjem mehaničke sile utisne u taljevinu zavara i pričekava se, da se taljevina ohladi. Zatim slijedi uklanjanje keramičkog obruča.

Pulsno kondenzatorsko zavarivanje čepova

Pulsno kondenzatorsko zavarivanje čepova namijenjeno je zavarivanju čepova manjih promjera na tanje pripreмку, koji su najčešće u obliku tankog lima (primjer vijaka na automobilske karoseriji). Često se pri takvom zavarivanju zahtijeva nevidljivost spoja na nasuprotnoj strani lima, kao što je primjer pri izradi ojačanja na različitim posudama i uređajima od nehrđajućeg čelika. Postupak pulsno kondenzatorskog zavarivanja započinje punjenjem kondenzatora. Zatim se čep potisne prema pripreмку

s određenom brzinom. Čepovi za taj način zavarivanja imaju na kraju bradavicu, koja se pri kratkom dodiru radi prelaska struje zavarivanja veće jakosti, u trenutku rastali i ostvari luk zavarivanja. Tijekom gorenja luka, čep se i dalje potiskuje prema pripreмку. Kada se kondenzator isprazni, proces zavarivanja se prekida.



» Slika 2: Zavarivanje čepova s pulsnom strujom, s kondenzatorskim izvorom struje [1]

Zavarivanje čepova trenjem

Zavarivanje čepova trenjem se u svijetu primjenjuje u specifičnim aplikacijama, prije svega tamo gdje se zahtijevaju posebna svojstva zavarenog spoja, ili drugim postupcima zavarivanje nije moguće izvesti, kao što je primjerice zavarivanje različitih materijala međusobno (npr. aluminij s bakrom). Sam postupak je fizikalno vrlo jednostavan. Nedostatak postupka su jedino namjenski i skupi uređaji, iako se eksperimentalno postupak može izvoditi i na klasičnoj univerzalnoj tokarilici ili na glodalici. Obzirom na način dovođenja energije, poznati su konvencionalno rotacijsko zavarivanje trenjem, koje se primjenjuje za pripreмку manjih promjera i masa, te inercijsko rotacijsko zavarivanje trenjem, koje je primjereno za zavarivanje pripremake većih promjera i masa. U prvom postupku se motor okreće tijekom zavarivanja, a u drugom pogonski motor

Hidraulička ulja

srce hidrauličkih sustava



Olma d.d., Poljska pot 2, 1000 Ljubljana
tel.: +386 1 58 73 600, faks: +386 1 54 63 200
e-pošta: komerciala@olma.si, <http://www.olma.si>

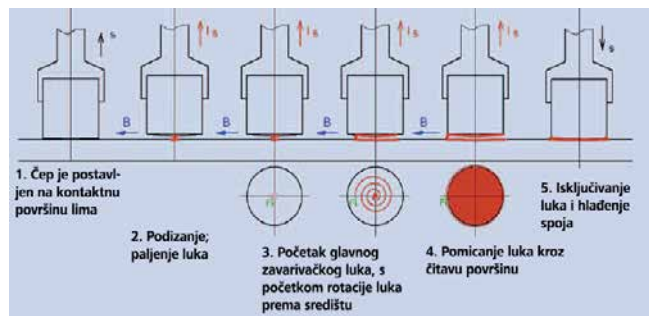


pohranjuje energiju u sustav za povrat kinetičke energije (KERS), koja se tijekom zavarivanja oslobodi.

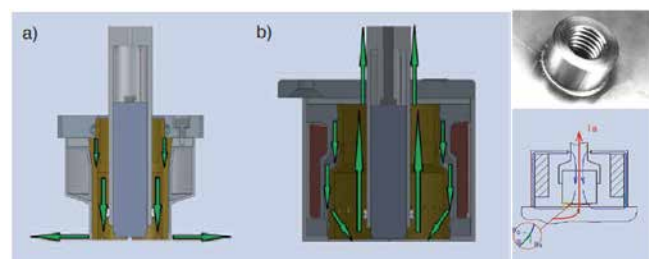
Postupak zavarivanja odvija se stezanjem čepa u steznu glavu, a drugi dio pripremk se stegne na stezni stol ili suport. Glavno rotirajuće gibanje obavlja čep, dok drugi pripremak tijekom zavarivanja obično miruje. Rotirajući čep se prisloni na pripremak. Radi trenja se na mjestu kontakta lokalno podigne temperatura do postizanja tjestastog stanja materijala, odnosno do tzv. bijelog žarenja. Čep se tijekom rotiranja pomiče u pripremak (mali pomaci) te se nakon određenog vremena brzo zaustavlja. Na taj način nastaje zavareni spoj, oko kojeg nastaje prsten istisnutog materijala. Parametri zavarivanja su: brzina čepa, brzina pomaka u pripremak, vrijeme zavarivanja.

Zavarivanje čepova magnetski upravljanim lukom (SRM)

SRM zavarivanje (njem. Schweissen in Radial-symmetrische Magnetfeld) je zavarivanje s radijalno simetričnim magnetskim poljem i predstavlja novi način lučnog zavarivanja čepova. Njegova posebnost je, da je putovanje zavarivačkog luka magnetski upravljano. Pri SRM postupku se zavarivački luk pali pri odmicanju od obratka, jednako kao pri uobičajenom postupku lučnog zavarivanja čepova. Već uspostavljeni luk se zatim kontrolira s pomoću radijalno simetričnog magnetskog polja. Klasično zavarivanje čepova bez SRM ima nekontrolirano magnetsko polje zavarivačkog luka. Luk gori na najkraćem putu između čepa i pripremk, pa nekontrolirano »pleše«. Pri tom postupku, luk prisilno i kontrolirano kruži oko osi čepa koji se zavaruje. Rezultat je jednakomjerno i kvalitetno zavareno čep na površinu pripremk. Za zaštitu zavara od atmosfere se pri tome primjenjuje zaštitni plin, koji je uobičajeno mješavina plinova Ar i CO₂.



» Slika 3: SRM zavarivanje [2]

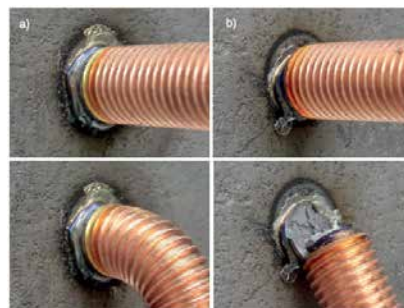


» Slika 4: Dodatna upinjala s različitim konceptima odvajanja plinova za osiguranje magnetskog polja i plinske zaštite: a) za vijke do M12 i b) veća upinjala za M16 s promijenjenim tokom zaštitnog plina. Prikaz zavarivanja obruč ili matice s podrškom magnetskog polja za ujednačeno gibanje luka: c) čelična matica privarena na ploču (estetski zavar) i d) magnetsko polje i zaštitni plin okružuju mjesto zavara i uzrokuju gibanje luka.

Postupak ima čitav niz prednosti. Jedna od najvažniji je bitno manja potrebna energija u usporedbi s lučnim zavarivanjem čepova bez SRM (i do 50 % manje energije [2]). Ta prednost se u praksi

reflektira u obliku manjih deformacija i temperaturnih zona.

Pri zavarivanju čepova na tanke limove često dolazi do prevelike zone utjecaja topline, što uzrokuje vidljive tragove zavara na drugoj



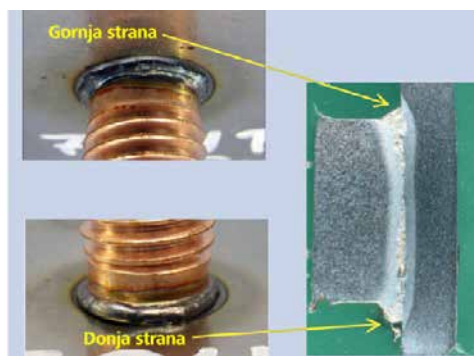
» Slika 5: Zavarivanje vijaka M16 od čelika S235 na ploču od S355 na zidu (PC položaj) u zaštitnom plinu Ar 82 % i CO₂ 18 %: a) sa SRM tehnologijom su spojevi izdržali 60° presavijanja i b) klasično zavarivanje s nepotpuno provarenim zavaram odozgo (struja zavarivanja 1380 A, vrijeme zavarivanja 200 ms [2])

strani lima. Pri SRM postupku, zavarivački luk je magnetski upravljani ispod čepa u obliku spirale. Radi upravljanja lukom, materijal se zagrije po čitavoj površini ujednačeno i to samo u tolikoj mjeri, da nastaje tanki sloj taljevine na oba pripremk koja se zavaruju. Tako nastaje kvalitetan zavareni spoj i pri zavarivanju u PC položaju – na zidu (slika 5). SRM način je upravo radi tog svojstva primjeren i za zavarivanje čepova većih promjera na tanke limove.

Ispitivanja ukazuju na to, da su spojevi zavareni tim postupkom u usporedbi s drugim postupcima zavarivanja čepova, manje porozni, imaju veću čvrstoću i čvrstoću na ispitivanjima presavijanja u

SRM zavarivanje čepova	Zavarivanje čepova lukom (keramički obruč)	Zavarivanje čepova uz primjenu zaštitnog plina
Jakost struje: 800 A Vrijeme zavarivanja: 220 ms SRM 315 mA Vrsta čepa: HZ1 Zaštitni plin: M21 - ArC - 1B Protok plina: 10 l/min	Jakost struje: 960 A Vrijeme zavarivanja: 240 ms SRM: bez Vrsta čepa: PD	Jakost struje: 960 A Vrijeme zavarivanja: 240 ms SRM: bez Vrsta čepa: PD Zaštitni plin: M21 - ArC - 1B Protok plina: 10 l/min

» Slika 6: a) Usporedba između postupaka zavarivanja čepova i b) prikaz spoja pri zavarivanju na zid -PC položaj [2]



uzim tolerancijama (slika 6).

Oprema za zavarivanje čepova

Strojevi za zavarivanje čepova su namjenski strojevi. Za svaki postupak se primjenjuju različiti strojevi za zavarivanje, iako su neki od postupaka međusobno vrlo slični.



» Slika 7: Oprema za a) kondenzatorsko zavarivanje čepova [3] i b) za SRM zavarivanje čepova [2]



» Slika 8: Vrste čepova [4]

rivanje priključen na pozitivni pol, a pripremak za zavarivanje na negativni pol. Kako bi uređaji mogli prepoznati što se događa s lukom (duljina, vrijeme gorenja), uređaj je povezan s pripremkom s pomoću komunikacijskog kabela. Proizvođači opreme su tvrtke Soyer, Nelson, Kōco i primjerice Hruschka.



Čepovi za zavarivanje

Poznajemo više vrsta čepova, koji se međusobno razlikuju po obliku, obliku konusa čepa, materijalu čepa i po tehnološkom postupku za koji je čep namijenjen.

Izvori struje zavarivanja su transformatori, usmjerivači, inverteri ili kondenzatorski izvori. Struja zavarivanja za zavarivanje čepova je uobičajeno istosmjerna (DC). Upravljački ormari se uobičajeno ugrađuju zajedno s izvorom struje zavarivanja u jedinstveno kućište. Pružaju mogućnost podešavanja jakosti struje zavarivanja, vremena zavarivanja, a neki izvori imaju već predinstalirane programe za određene tipove i promjere čepova, mogućnosti podešavanja pulsne struje i slično. Mehanizmi za zavarivanje obavljaju pomicanje čepa tijekom zavarivanja. Uobičajeno je mehanizam za zava-

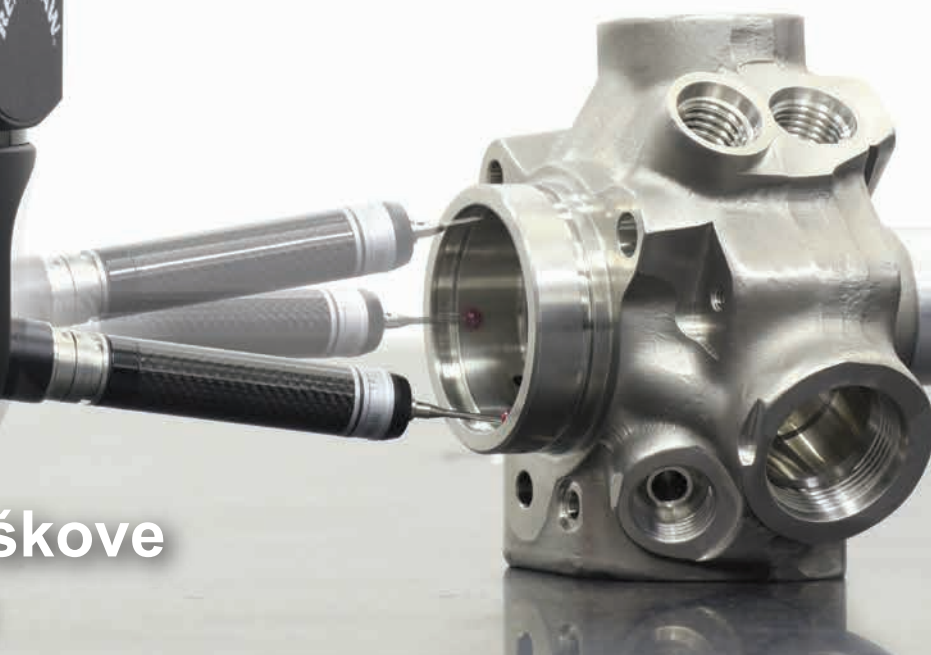
Literatura

- [1] Tušek J.: Varjenje in sorodne tehnike spajanja materialov v neločljivo zvezo, Ljubljana 2014
- [2] SRM stud welding – a new arc stud welding variant, Welding and Cutting 13 (2014) No. 5
- [3] Oprema za kondenzatorsko zavarivanje, http://www.koeco-gmbh.com/fileadmin/_migrated/pics/schweissmaschine_header_03.jpg, 6.12.2014.
- [4] Vrste čepova: <http://www.atlanticstudwelding.com/>, 6.12.2014.



**Smanjite troškove
mjerjenja**

RLS®



Za više informacija posjetite nas na sajmu!

**21.-24. 4. 2015: Forma Tool, Celje (L-27)
11.-15. 5. 2015: Sajam Tehnike, Beograd**

Službeni distributer za proizvode Renishaw u Sloveniji, Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini, Srbiji, Crnoj Gori i Makedoniji:

RLS d.o.o. Poslovna cona Žeje pri Komendi, Pod vrbami 2, 1218 Komenda
T +386 1 527 2100 F +386 1 527 2129 E mail@rls.si www.rls.si

www.renishaw.si/ph20