



Priručnik za MMA Zavarivanje





Ovaj priručnik je dizajniran kako bi pružio korisne informacije vezane za proces elektrolučnog zavarivanja i rezanja.

Priručnik je podijeljen na specifična područja zavarivanja i rezanja i dizajniran je kako bi pružio razumijevanje ovih područja.

Priručnik nije dizajniran kao sveobuhvatan udžbenik, već koncept ima za cilj prenos znanja i tehnika putem teorijskih i praktičnih metoda.

Trebalo bi razumjeti da metode možda nisu "jedini način", već predstavljaju mnoge trenutne prakse i sisteme.

Priručnici se stalno pregledavaju kako bi se uključile eventualne promjene u postupcima, tehnologijama i opremi.

Wilkinson Star Limited posjeduje puna autorska prava u vezi sa ovim priručnikom i njegovim reproduciranjem, a Welder d.o.o. zadržava prava korištenja i prevođenja priručnika.

Ni jedan dio ovog priručnika ne smije se reproducirati ni na koji način - fotokopiranjem, elektronskim, mehaničkim ili na bilo koji drugi način - bez prethodnog pismenog odobrenja Wilkinson Star Limited i/ili Welder d.o.o.



Sadržaj

Šta je zavarivanje?	4
Opće sigurnosne upute	8
Proces elektrolučnog zavarivanja?	13
Od čega se sastoji MMA sistem zavarivanja	15
Sistem dodavača	15
Elektrode	17
Skladištenje elektroda	20
Odabir elektroda	20
Zavarivačka isparavanja i gasovi	22
Kontrole koje se koriste u elektrolučnom zavarivanju	23
MMA procesi i karakteristike	24
Formiranje zavara u MMA zavarivanju	25
Pozicioniranje elektrode	26
Problemi koji mogu nastati?	27



Prilagođeni moduli uz korištenje najnovije opreme i tehnologija uključuju:

Sigurnost • Osnove zavarivanja MIG • TIG • MMA • Plazma

Pažljivo pročitajte uputstvo prije nego što pristupite procesu zavarivanja!



Šta je zavarivanje?

Zavarivanje je proces spajanja dva ili više komada koristeći toplotu i/ili pritisak kako bi se formirao spoj visoke čvrstoće. Postoji mnogo načina za izvođenje zavarivanja, a oni zahtijevaju različite razine vještina i mogu koristiti različite nivoe tehnologije u opremi koja se koristi.

Za zavarivanje potreban je izvor toplote. To može biti termohemijska energija koja se proizvodi upotrebom kombinacije plinova poput kisika i acetilena kako bi se proizveo plamen. Ovaj proces je bio široko korišten, ali zahtijeva visoku razinu ručne spretnosti i vještine.

Drugi izvor je električna energija, gdje se uspostavlja luk između električnog izvora ili izvora napajanja luka i radnog komada. Ovaj proces se naziva elektrolučno zavarivanje ili rezanje i može proizvesti toplotu na temperaturama od 3000°C do 20,000°C. Lučno zavarivanje može se koristiti na širokom spektru različitih metala, legura i materijala. Ovisno o procesu i željenom rezultatu zavarivanja, lučno zavarivanje zahtijeva različite razine vještine i spretnosti. Lučno zavarivanje koristi širok spektar vrsta izvora napajanja, od osnovnih transformatora do opreme koja koristi visoke razine tehnologije.

Primjene koje koriste lučno zavarivanje su opsežne, od kućnih popravki do nuklearnih, od strukturne fabrikacije do aerokosmičke industrije, od popravaka vozila do montaže vozila, od robotizacije do primjene na moru, lista je beskrajna. Zavarivanje se može izvoditi gotovo bilo gdje...



Pokrivene su lučne zavarivačke i rezne procedure:

- MMA - Elektrolučno zavarivanje
- MIG (Metal inert gas) proces
- MAG (Metal active gas) proces
- FCW (Flux cored welding) proces
- TIG (Tungsten inert gas) proces
- Proces plazma rezanja
- Elektro rezanje

Informacije o pojedinačnim procesima bit će u pripadajućim paragrafima. Osim navedenih procesa, postoje i drugi poput laserskog zavarivanja, podvodnog luka, ultrazvuka itd.



Materijali?

Najčešće korišteni materijali su aluminij, čelik, nehrđajući čelik i njihove legure. Također, mnoge plastike mogu biti predmetom zavarivanja.

Odabir postupka?

Odabir zavarivačkog procesa temelji se na materijalima koji se zavaruju i debljini materijala. Također se uzima u obzir i stopa proizvodnje te vizualna estetika zavara koja može biti vidljiva.

Elektrolučno (MMA)

Ovo je jedan od najstarijih procesa i još uvijek je često u upotrebi. Dobro se prilagođava upotrebi na otvorenom i u popravnim radovima. Međutim, to je spor proces i zahtijeva visoku razinu vještine, ali može se koristiti na širokom spektru materijala. Također se može koristiti u skućenim prostorima jer se elektrode mogu pristupačno oblikovati ili savijati. Troškovi opreme su niži u odnosu na druge procese.

MIG/MAG

Ovaj proces je čest, fleksibilan proces zavarivanja. Pruža visoke stope depozicije i prilagođen je širokom rasponu debljina materijala, od tankih do debelih. Uspoređujući ga s elektrolučnim zavarivanjem, ovaj proces pruža zavar s minimalnom završnom obradom jer ima minimalno prskanje i nema elektrodne šljake. Zahtijeva nisku do srednju razinu vještine i ima manje problema u postizanju dobre kvalitete u usporedbi s TIG/MMA zavarivanjem, ima usko utjecajno toplotno područje. Njegova mana je gorionik jer je podložan nizu komponenata trošenja poput dizni, šoba, bužira itd. Često je to proces koji se automatizuje kako bi se postigle još veća proizvodna efikasnost.

Flux Core (FCW)

Flux core zavarivanje je vrsta MIG/MAG zavarivanja koje koristi standardni izvor napajanja MIG/MAG, ali koristi potrošni materijal koji može sadržavati jezgru koja omogućava procesu da se samozaštiti, stoga ne zahtijeva dodatne plinove zaštite. To ga čini pogodnim za zavarivanje na otvorenom. Osim toga, potrošni materijali mogu sadržavati elemente koji omogućavaju visoke stope depozicije i time se postiže veća produktivnost. Međutim, flux core stvara sloj šljake koji se mora očistiti nakon zavarivanja.

TIG

TIG zavarivanje je proces lučnog zavarivanja koji koristi netopivu volframsku elektrodu za proizvodnju zavara. Područje zavara i elektroda zaštićeni su od oksidacije ili drugih atmosferskih zagađenja inertnim plinskim štitom (obično argonom), a obično se koristi i dodatni materijal za zavarivanje, iako neka zavarivanja poznata kao autogeni zavari, to ne zahtijevaju. Izvor napajanja za zavarivanje s konstantnom strujom proizvodi električnu energiju koja se provodi preko luka kroz stupac visoko joniziranog plina. TIG nudi zavare visoke kvalitete, iako je općenito sporiji proces u usporedbi s drugima, što zahtijeva veću razinu vještine.



Spot ili tačkasto zavarivanje

Spot zavarivanje također je jedan od najstarijih električnih zavarivačkih procesa koji se i danas koristi u zavarivačkoj industriji. Zavar se izrađuje kombinacijom topote, pritiska i vremenskog okvira. Otpor materijala koji se zavaruje protoku struje stvara toplotu u materijalu koji se zavaruje, stoga naziv Spot zavarivanje. Otpor različitih materijala stvarat će različite razine toplote za istu struju koja prolazi kroz njih. Pritisak koji vrše elektrodni nosači i elektrodni vrh kroz koji prolazi struja, drži dijelove koji se zavaruju u kontaktu prije, tijekom i nakon vremenskog ciklusa struje za zavarivanje. Potrebna količina vremena tokom kojeg struja prolazi kroz spoj određuje se debljinom i vrstom materijala, količinom struje koja prolazi i poprečnim presjekom kontaktnih površina elektrodnih vrhova za zavarivanje.

Plazma rezanje

Osnovni princip je da je luk formiran između elektrode i radnog dijela sužen tankom diznom. Ovo suženje povećava temperaturu i brzinu plazme koja izlazi iz dizne. Temperatura plazme luka prelazi 20,000°C, a brzina može doseći brzinu zvuka. Kada se koristi za rezanje, protok plazma je visok i stvara duboko prodorni plazma mlaz visoke temperature, čime se reže materijal. Sila luka odbacuje bilo koji taloženi materijal u obliku šljake. Plazma proces radi korištenjem luka visoke temperature kako bi otopio metal.

Plazma proces stoga može se koristiti za rezanje metala uključujući rezanje metala koji stvaraju refraktorne okside poput nehrđajućeg čelika, aluminija, lijevanog željeza i neferitnih legura. Kvalitet reza ovisi o mnogim parametrima, ali sistem je jednostavan za upotrebu i često je jedino praktično ili ekonomično rješenje.



Industrijski primjeri:



Usporedba procesa:

	TIG	MMA	MIG
Nivo vještine	Visok	Visok	Nizak - Srednji
Kvalitet	Zahtjeva visok nivo vještine za kvalitetan zavar	Zahtjeva visok nivo vještine za kvalitetan zavar	Lakše postići kvalitet u odnosu na TIG ili MMA
Temperatura	Visoka	Visoka	Nizak ili srednje nivo zagrijavanj
Rukovanje	Nekoliko teških pozicija	Nekoliko teških pozicija	Jednostavno
Održavanje Opreme	Potrebna edukacija	Potrebna osnovna edukacija	Potrebna trening
Potrošni Dijelovi	Zanemariva potrošnja	Zanemariva potrošnja	Dijelovi gorionika

Oprema se smije koristiti samo u svrhu za koju je dizajnirana. Korištenje na drugi način može rezultirati oštećenjem ili ozljedom i kršenjem sigurnosnih pravila. Samo osposobljene i kompetentne osobe trebaju koristiti opremu. Operatori trebaju poštovati sigurnost drugih osoba. Osobna zaštitna oprema i oprema za sigurnost na radnom mjestu moraju biti kompatibilni s vrstom posla koji se obavlja.

Opće sigurnosne upute

Korištenje zaštitne opreme - obavezno

Lukovi za zavarivanje iz svih zavarivačkih procesa proizvode intenzivne, vidljive i nevidljive (ultraljubičaste i infracrvene) zrake koje mogu uzrokovati opekotine.

- Nosite certificiranu zavarivačku masku opremljenu odgovarajućim nijansom filter stakla kako biste zaštitili lice i oči tokom zavarivanja ili posmatranja.
- Nosite certificirane zaštitne naočale s bočnim štitnicima ispod maske.
- Nikada ne koristite slomljene ili neispravne zavarivačke maske ili naočale.
- Uvijek osigurajte dovoljno zaštitnih zaslona ili barijera kako biste zaštitili druge od isijavanja i iskrica iz područja zavarivanja.

- Osigurajte da postoje adekvatna upozorenja da se vrši zavarivanje ili rezanje.
- Nosite odgovarajuću zaštitnu odjeću otpornu na plamen, rukavice i obuću.
- Provjerite i budite sigurni da je područje sigurno i bez zapaljivih materijala prije nego što započnete bilo koji proces zavarivanja.

Neki postupci zavarivanja i rezanja mogu proizvoditi buku. Nosite zaštitu za uši kako biste zaštitili sluh ako razina buke premašuje dopuštenu granicu (npr. 85 dB).

Struja	MMA Elektrode	MIG Laki Metali	MIG Teški Metali	MAG	TIG Za sve Metale	Plazma Rezanje	Plazma Zavarivanje	Žljebljenje Luk/Zrak
10	8	10	10	10	9	11	10	10
15								
20	9							
30								
40	10							
60								
80	11	11	11	11	12			
100								
125	12	11	11	12	12	13	11	
150								
175		12	12	13	13	14		
200								
225	13	14	13	14	14	14	12	
250								
275		13	13	14	14	15		
300								
350	14	15	14	15	15			
400								
450	14	15	14	15	15			
500								

Sigurnost od zavarivačkih gasova i isparavanja

HSE je identificirao zavarivače kao "rizičnu" skupinu za profesionalne bolesti koje proizlaze iz izloženosti prašinama, plinovima, isparavanjima i zavarivačkim isparenjima. Glavni identificirani zdravstveni učinci su upala pluća, astma, hronična opstruktivna plućna bolest (KOPB), rak pluća i bubrega, groznica od isparenja metala (MFF) i promjene u funkciji pluća.

Tokom zavarivanja i rezanja, generišu se isparenja koja su zajednički poznata kao zavarivačka isparenja. Ovisno o vrsti zavarivačkog procesa koji se izvodi, rezultirajuća isparenja su složena i visoko varijabilna mješavina plinova i čestica.

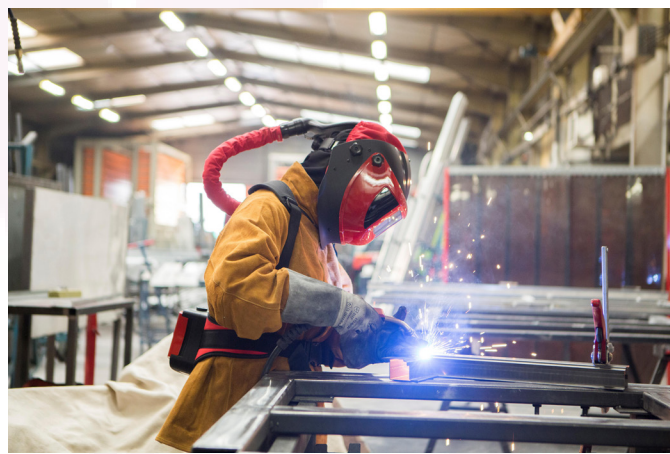
Bez obzira na trajanje zavarivanja, sva zavarivačka isparenja, uključujući zavarivanje čelika, zahtijevaju odgovarajuće tehničke kontrole, što obično uključuje lokalnu ventilaciju za (LEV) kako bi se smanjila izloženost zavarivačkim isparenjima unutarnjih prostora, a kada LEV ne kontroliše adekvatno izloženost, treba ga nadopuniti upotrebom odgovarajuće lične zaštitne opreme za disanje (RPE) kako bi se pomoglo u zaštiti od preostalih isparenja.

Pri zavarivanju na otvorenom, treba koristiti odgovarajuću RPE. Prije obavljanja bilo kakvih zavarivačkih zadataka, treba provesti odgovarajuću procjenu rizika kako bi se osiguralo da su očekivane mjere kontrole na mjestu.

- Smjestite opremu na dobro prozračeno mjesto i držite glavu izvan zavarivačkih isparenja.
- Ne udišite zavarivačka isparenja.

- Osigurajte da je zona zavarivanja dobro prozračena i treba osigurati prikladan lokalni sistem za isparenja.
- Ako je ventilacija loša, nosite odobrenu zavarivačku masku sa dovodom zraka ili respirator.
- Pročitajte vodiče sa sigurnosnim podacima o materijalima (MSDS) i upute proizvođača za metale, potrošne materijale, premaze, čistače i odmašćivače.
- Ne zavarujte na lokacijama blizu bilo kakvih operacija odmašćivanja, čišćenja ili prskanja.
- Imajte na umu da toplota i zraci luka mogu reagirati s isparivanjima kako bi stvorili iznimno toksične i iritantne plinove.

Za dodatne informacije, molimo posjetite web stranicu HSE-a www.hse.gov.uk za povezane dokumente.



Primjer zaštite od zavarivačkih isparenja

Mjere opreza protiv požara i eksplozije

- Izbjegavajte izazivanje požara zbog iskre ili rastopljenog metala.
- Osigurajte da su prikladni uređaji za gašenje požara dostupni u blizini područja rezanja/zavarivanja.
- Uklonite sve zapaljive i gorive materijale iz zone rezanja/zavarivanja i okolnih područja.
- Ne režite/zavarujte spremnike za gorivo i podmazivanje, čak i ako su prazni. Oni se moraju pažljivo očistiti prije nego što ih se može rezati/zavarivati.
- Uvijek dopustite materijalu koji je rezan/zavaren da se ohladi prije nego što ga dodirnete ili stavite u dodir s gorivim ili zapaljivim materijalom.
- Ne radite u atmosferama s visokim koncentracijama zapaljivih isparenja, zapaljivih plinova i prašine.
- uvijek provjerite radno područje pola sata nakon rezanja kako biste bili sigurni da nema zapaljenih ostataka.
- Pazite da izbjegnute slučajan kontakt elektrode s metalnim predmetima. To može uzrokovati lukove, eksplozije, pregrijavanje ili požar.



Opšte sigurnosne upute

- Nikada ne povlačite aparat pomoću gorionika ili drugih kablova. Uvijek koristite ispravno gorionik. Uvijek koristite kolica za aparat prema preporuci proizvođača.
- Nikada ne podižite ili gurajte aparat s postavljenim plinskim spremnikom na njemu.
- Ako je radno okruženje klasificirano kao opasno, koristite samo zavarivačku opremu označenu s oznakom "S" sa sigurnom razinom mirovnog napona. Takva okruženja mogu biti, na primjer: vlažna, vruća ili prostori s ograničenim pristupom.

Radno Okruženje

- Osigurajte da je aparat montiran na sigurnom i stabilnom položaju koji omogućava cirkulaciju zraka za hlađenje.
- Ne koristite opremu u okruženju izvan utvrđenih radnih parametara. Izvor zavarivanja nije prikladan za upotrebu na kiši ili snijegu.
- Uvijek skladištite aparat na čistom, suhom mjestu.
- Osigurajte da je oprema čista od nakupljanja prašine.
- Uvijek koristite aparat u uspravnom položaju.

Zaštita od pokretnih dijelova na aparatu

- Za vrijeme rada aparata držite se dalje od pokretnih dijelova poput motora i ventilatora. Pokretni dijelovi, poput ventilatora, mogu povrijediti prste i ruke te zakačiti odjeću.
- Poklopci i zaštite mogu se ukloniti samo za održavanje i kontrolu od strane kvalificiranog osoblja nakon isključenja kabla napajanja.
- Vratite poklopce i zaštite i zatvorite sva vrata kada je intervencija završena, a prije pokretanja opreme.
- Pazite da ne zapnete prste prilikom ubacivanja i dovođenja žice tokom postavljanja i rada.
- Pazite da pri dovođenju žice izbjegavate usmjeravanje prema drugim osobama ili prema svom tijelu.
- Uvijek se pobrinite da su poklopci aparata i zaštitne strane u funkciji.

Rukovanje s komprimiranim plinskim bocama i regulatorima

- Provjerite je li plinska boca odgovarajućeg tipa za planirano zavarivanje.
- Sve boce i regulatori pritiska koji se koriste u zavarivačkim operacijama trebaju se pažljivo rukovati.
- Nikada ne dopustite da elektroda, držač elektrode ili bilo koji drugi električno "vrući" dijelovi dodiruju bocu.
- Držite glavu i lice dalje od izlaza ventila plinske boce prilikom otvaranja ventila.
- Uvijek čvrsto osigurajte bocu na siguran način i nikada je ne pomičite s priključenim regulatorom i crijevima.
- Uvijek provjeravajte curenja plina.

Pazite da se manometri na regulatoru ne oštete.

Rizici od magnetnog polja

- Magnetna polja stvorena visokim strujama mogu utjecati na rad pejsmejкера ili elektronički kontrolirane medicinske opreme.
- Osobe koje koriste vitalnu elektroničku opremu trebaju se posavjetovati sa svojim liječnikom prije početka bilo kakvih operacija zavarivanja, rezanja, struganja ili tačkastog zavarivanja.
- Ne približavajte se zavarivačkoj opremi s bilo kojom osjetljivom elektroničkom opremom jer magnetna polja mogu prouzrokovati oštećenje.
- Držite gorionik i kabal mase za rad što je moguće bliže jedan drugome njihovom dužinom. To može smanjiti izloženost štetnim magnetnim poljima.
- Ne omotavajte kablove oko tijela.

Materijali i rukovanje

- Zavarivačka oprema proizvodi se prema BSI objavljenim standardima koji zadovoljavaju CE zahtjeve za materijale koji ne sadrže nikakve otrovne ili opasne materijale za operatera.
- Nemojte odlagati opremu s običnim otpadom. Europska Direktiva 2012/19/EU o otpadnoj električnoj i elektroničkoj opremi navodi da električna oprema koja je dosegla kraj životnog vijeka mora se odvojeno prikupljati i vratiti u postrojenje za reciklažu koje je ekološki kompatibilno za zbrinjavanje.

Za detaljnije informacije posjetite web stranicu HSE-a www.hse.gov.uk.

Prije izvođenja bilo koje zavarivačke aktivnosti uvijek provedite procjenu rizika.

Opća električna sigurnost

- Opremu treba instalirati kvalificirana osoba i u skladu s trenutnim standardima u radu. Odgovornost korisnika je osigurati da je oprema spojena na odgovarajući izvor napajanja. Posavjetujte se s vašim dobavljačem električne energije ako je potrebno.
- Ne koristite opremu ako su poklopci uklonjeni.
- Ne dodirujte žive električne dijelove ili dijelove koji su pod naponom.
- Isključite svu opremu kada nije u upotrebi.
- U slučaju abnormalnog ponašanja opreme, opremu treba provjeriti kvalificirani servisni inženjer.
- Ako je potrebno uzemljenje radnog komada, povežite ga izravno s odvojenim kablom koji ima kapacitet nošenja struje dostatan za maksimalni kapacitet struje aparata.
- Kablove (primarno napajanje i zavarivanje) treba redovno provjeravati na oštećenja i pregrijavanje. Nikada ne koristite istrošene, oštećene, nedovoljno dimenzionirane ili loše spojene kablove.
- Izolirajte se od radnog dijela i uzemljenja koristeći suhe izolacijske prostirke ili pokrivače dovoljno velike da spriječe svaki fizički kontakt.
- Nikada ne dodirujte elektrodu ako ste u kontaktu s povratnom kablom mase.
- Ne omotavajte kablove oko tijela.
- Osigurajte dodatne sigurnosne mjere kada zavarujete u električno opasnim uslovima poput vlažnih okruženja, nošenja mokre odjeće i metalnih konstrukcija.
- Izbjegavajte zavarivanje na skućenim ili ograničenim pozicijama.
- Pazite da je oprema dobro održavana. Oštećene ili neispravne dijelove odmah popravite ili zamijenite.
- Obavljajte redovno održavanje prema uputama proizvođača.
- EMC klasifikacija ovog proizvoda je klasa A u skladu s elektromagnetnim kompatibilnosnim standardima CISPR 11 i IEC 60974-10, te je proizvod dizajniran za upotrebu samo u industrijskom okruženju.

UPOZORENJE: Ova oprema klase A nije namijenjena za upotrebu u stambenim lokacijama gdje se električna energija isporučuje putem javnog niskonaponskog napajanja. Na takvim lokacijama može biti teško osigurati elektromagnetnu kompatibilnost zbog provođenih i emitiranih smetnji.



Šta je MMA zavarivanje?

Termini

MMA - Elektrolučno zavarivanje (Manual Metal Arc)

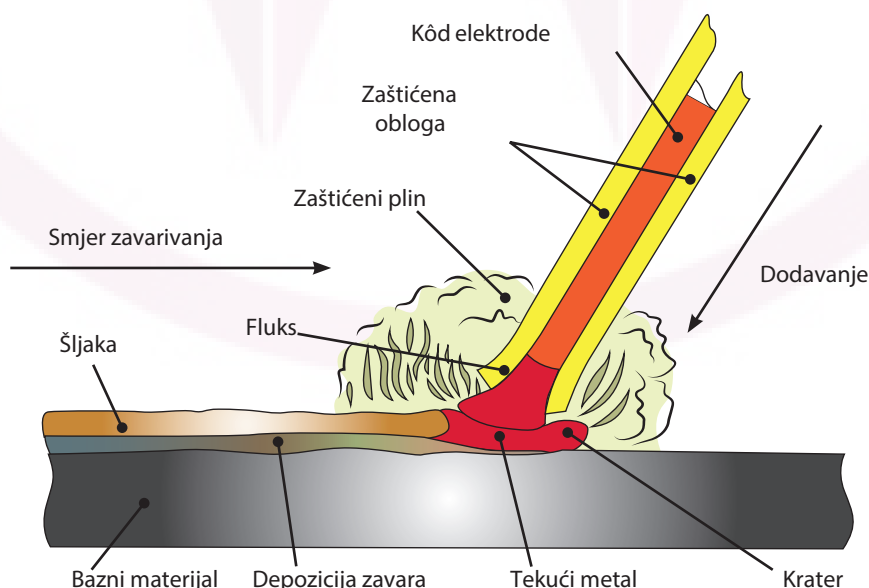
SMAW - Zavarivanje zaštićenim gasovima

Zavarivanje elektrodama

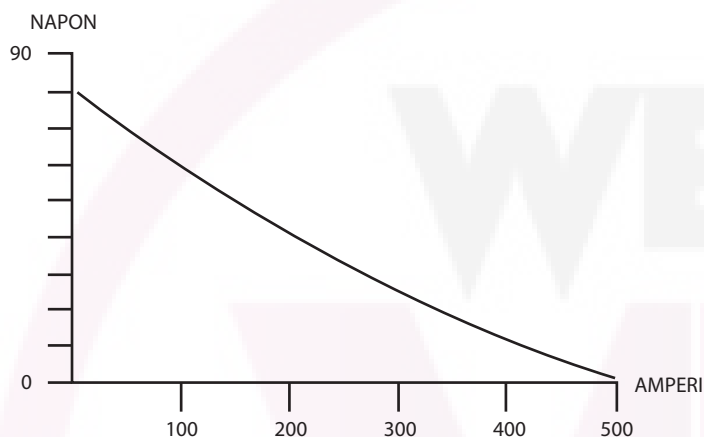
Opis procesa zavarivanja

Proces MMA zavarivanja prvi put je razvijen u Rusiji 1888. godine i sastojao se od gole metalne zavarivačke šipke. Početkom 1900-ih godina uvedena je obložena elektroda kada je izumljen Kjellbergov proces u Švedskoj. U Velikoj Britaniji je uvedena metoda kvazi luka. Korištenje obložene elektrode bilo je sporo zbog visokih troškova proizvodnje, ali je potražnja za zavarima većeg integriteta dovela do sve veće upotrebe ovog procesa. Materijal se spaja kada se stvori luk između elektrode i radnog dijela, topljenjem radnog dijela i elektrode kako bi se formirao zavareni bazen. Istovremeno, elektroda ima vanjski premaz, ponekad nazvan elektrodni fluks, koji se također topi i stvara zaštitu iznad zavrenog bazena kako bi spriječio kontaminaciju topljene mase i pomogao u uspostavljanju luka. Ovaj sloj se hladi i stvara tvrdi šljaku preko zavara, koju zatim treba odstraniti.

Proces omogućava proizvodnju samo kratkih dužina zavara zbog dužine elektrode prije nego što je potrebno staviti novu elektrodu u držač. Kvalitet depozita zavara izuzetno je ovisan o vještini zavarivača. Izvor napajanja pruža stalnu struju (CC) i može biti AC (izmjenična struja) ili DC (jednosmjerna struja). Dizajn MMA zavarivača je takav da produženje dužine luka smanjuje zavarivačku struju, a skraćivanje dužine luka (smanjenje voltaže luka) radi suprotno, tj. povećava struju. Kao smjernica, voltaža kontrolira visinu i širinu zavara, dok struja kontrolira penetraciju, stoga zavarivač manipuliše elektrodom kako bi postigao zadovoljavajući zavar.



Snaga koja se koristi u zavarnom krugu određena je naponom luka i strujom. Napon (V) određen je promjerom elektrode i udaljenošću između elektrode i radnog komada. Struja unutar kruga ovisi o promjeru elektrode, debljini materijala koji se zavaruju i položaju zavara. Većina informacija (datasheet) i certifikata o elektrodama će pokazati detaljne vrste struja koje se koriste i optimalni raspon struja.



Oblik karakteristike omogućava operateru kontrolu unosa toplote i oblikovanje zavara pomoću manipulacije elektrodom.

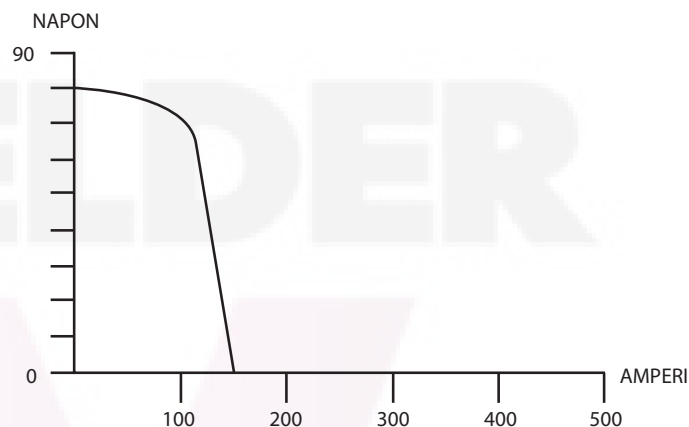
Moderna inverterska napajanja mogu savladati ove probleme i pružiti izvrsne karakteristike i performanse jer se krivulja može elektronički kontrolisati za svaki proces.

Manji, relativno jeftini AC setovi uglavnom se koriste u "hobi" ili manjim održavanjima, dok se neki veći AC setovi, često hlađeni uljem, mogu koristiti u teškoj industriji, ali su DC izlazni setovi sada najčešće u upotrebi.

Proizvodnja elektroda znači da sve DC elektrode ne mogu raditi na AC izvorima napajanja, ali AC elektrode mogu raditi i na AC i na DC izvorima. Kontrola AC jedinica obično je na temelju pokretnog željeznog jezgra ili prekidačkih transformatora.

DC izlazna napajanja mogu se koristiti na mnogim vrstama materijala i dostupna su u širokom rasponu struja. Kontrole ovih jedinica variraju od kontrole s pokretnim željeznim jezgrom do najnovijih inverter dizajna. Inverterski dizajn donio je mnoge prednosti jer su:

Izvori napajanja za MMA zavarivanje koji mogu TIG zavarivati često se nazivaju "drooper" izvori napajanja. Obično su to osnovni tipovi sa selektorima, kontrolom magnetskog pojačivača ili motorizovani uređaji s robusnim dizajnom jer se često koriste u ekstremnim uvjetima. Naziv "drooper" potječe od karakteristike oblika izlaznog signala.

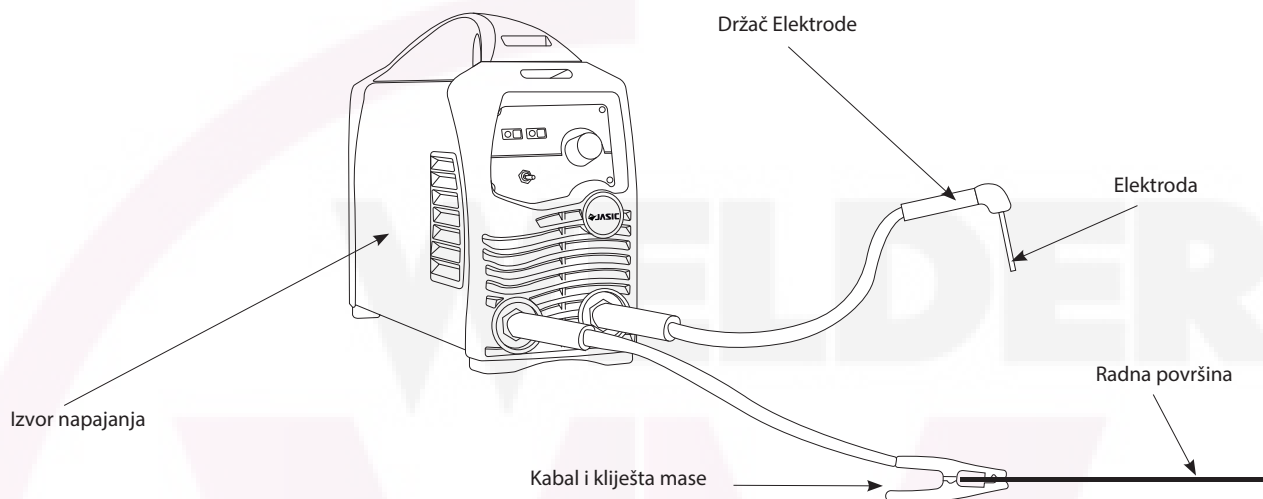


Međutim, TIG aparat koji može MMA zavarivati imao je mnogo strmiju karakterističnu krivulju, što je predstavljalo veće probleme za zavarivača jer je sada struja luka ostala konstantna unatoč velikim varijacijama u naponu luka, smanjujući kontrolu manipulacijom.

- Vrlo lagani i prenosivi u poređenju s prethodnicima
- Vrlo energetski efikasni izvori napajanja i nude uštede u troškovima energije
- Mogu pružiti veće izlaze za manje ulaze
- Visoki nivoi kontrole i performansi

Općenito je poželjno zavarivati u ravnom ili horizontalnom položaju. Kada je potrebno zavarivanje u vertikalnom ili nadglavnom položaju, korisno je smanjiti zavarivačku struju u odnosu na horizontalni položaj. Za najbolje rezultate u svim položajima potrebno je održavati kratki luk, jednolično kretanje i brzinu kretanja, uz konstantno dodavanje elektrode.

MMA Sistem



Postavljanje sistema prikazano (iznad) odnosi se na izvore napajanja koji imaju samo kontrolu struje jer je struja najpraktičniji pokazatelj snage. Napon u MMA postupku općenito kontrolira dužina luka tokom zavarivanja i promjer elektrode.

Struja potrebna za izvođenje MMA zavarivanja ovisi o promjeru elektrode koja se koristi. Što je elektroda manja, manje struje je potrebno da se otopi. Također, što je tanji materijal koji se zavaruje, manje struje je potrebno.

Izvor napajanja

Odabrani izvor napajanja trebao bi imati dovoljno snage da otopi elektrodu i materijal za zavarivanje s dovoljno kapaciteta za održavanje napona luka. MMA proces obično zahtijeva visoku struju (50-350A) pri relativno niskom naponu (10-50V). MMA elektrode su dizajnirane za rad na različitim vrstama izlazne snage i napona i uvijek biste trebali pročitati podatke proizvođača.

Izvor napajanja radi s "praznim hodom" ili "otvorenom strujom" prisutnom kada nije uspostavljen zavarivački luk. Ova ocjena napona praznog hoda definisana je u standardu EN 60974-1:2012 (EN 60974) u skladu s okolinom zavarivanja ili rizikom od električnog udara. Izvor napajanja može imati uređaj za smanjenje napona (VRD) ugrađen ili vanjski.

Sve elektrode mogu se koristiti na DC struji, ali ne sve na izmjeničnoj struji (AC). Neke AC elektrode također imaju određene zahtjeve za naponom. Kada se koristi u DC načinu, elektrodni kabal treba biti spojen na polaritet preporučen od strane proizvođača elektroda, u većini slučajeva to će biti elektroda pozitivnog polariteta, ali postoje elektrode koje koriste elektrodni negativni polaritet.



Ovo smanjuje naponsku razliku na nižu razinu (obično između 12 i 30 volti) sve dok se ne uspostavi zavarivački luk, nakon čega se isporučuje glavna zavarivačka struja i napon. Tipični izvori napajanja su:

- AC izlazni transformator
- AC/DC transformatorski ispravljač
- AC/DC inverter
- Agregati za zavarivanje DC ili AC izlaz



Držak elektrode i kablovi

Držak elektroda pričvršćuje kraj elektrode pomoću provodnih stezaljki ugrađenih u njegovu glavu. Ove stezaljke rade ili pomoću rotacije ili pomoću stezaljki s oprugom (tip krokodila). Mehaničko povezivanje, krimpovanje ili lemljenje koriste se za pričvršćivanje elektrode na držak. Držak elektroda treba da bude u skladu sa standardom IEC 60974-11 kako bi se osigurala maksimalna efikasnost zavarivanja.

Neophodno je osigurati da su sve veze dobre između elektrode, držača i kabla. Ukoliko postoji loša veza, zagrijavanje usljed otpora, a u težim slučajevima i blago stvaranje luka sa tijelom gorionika, može dovesti do pregrijavanja držača. Iz izlaza iz izvora napajanja izlaze dva kabla, vod za zavarivanje ide do držača elektroda, dok se vod za povrat (kabal mase i kliješta mase) pričvršćuje za radni komad.

Možda će biti potreban poseban kabal mase kako bi se osigurala zaštita od kvarova u izvoru napajanja. Zato bi kabal mase trebao biti sposoban prenositi maksimalnu izlaznu struju iz izvora napajanja. Kablovi su obloženi glatkom i otpornom zaštitnom fleksibilnom opnom. Ova opna može biti od gume ili PVC-a i mora udovoljavati relevantnom standardu. Opna će biti otporna na ulje i vodu, pružajući električnu izolaciju na naponima prema masi koji ne prelaze 100V DC i AC (vrijednost rms).

Prečnik kabla obično se odabire na osnovu nivoa struje zavarivanja. Što je veći trenutni nivo i radni ciklus, veći je prečnik kabla kako bi se osiguralo da se ne pregrije (vidjeti relevantni standard). Ako se zavarivanje obavlja na većoj udaljenosti od izvora napajanja, može biti potrebno povećati prečnik kabla kako bi se smanjio pad napona.



Nominalna poprečna površina provodnika	Maksimalni promjer provodnika	Debljina obloge	Prosječni vanjski promjer	Maximalni otpor pri 20°C	Kapacitet voda pri 60% ciklusa rada
mm ²	mm	mm	mm	Ohms/km	Amperaža
16	0.31	1.8	8.2	1.21	175
25	0.31	2.0	10.2	0.780	230
35	0.31	2.2	12.0	0.554	290
50	0.31	2.4	13.5	0.386	365
70	0.31	2.6	15.6	0.272	460
90	0.31	2.8	18.2	0.206	560
120	0.31	3.0	20.4	0.161	650

Elektrode

Elektroda se sastoji od jezgre od materijala određenog tipa, na primjer čelika ili nehrđajućeg čelika, koja pruža metal za punjenje zavara. Ova jezgra je prekrivena vanjskim slojem nazvanim fluks, koji pomaže u stvaranju luka i štiti luk od kontaminacije onim što se naziva šljaka.

Tipovi elektroda

Stabilnost luka, dubina penetracije, brzina taloženja metala i karakteristike položaja značajno su utjecani hemijskim sastavom fluksa premaza na elektrodi. Elektrode se mogu podijeliti u tri glavna tipa:

- **Bazične**
- **Celulozne**
- **Rutilne/Kisele**

Bazične elektrode

Bazične elektrode sadrže visok udio kalcijevog karbonata (kamenca) i kalcijeva fluorida (fluorspara) u premazu. To čini njihovu oblogu fluidnijom od rutilnih prevlaka - ova je također brzog zamrzavanja što pomaže kod zavarivanja u vertikalnom i nadglavnom položaju. Ove elektrode koriste se za zavarivanje srednjih i teških konstrukcija gdje je potrebna veća kvaliteta zavara, dobra mehanička svojstva i otpornost na pucanje.

Karakteristike:

- Nizak udio vodika u zavarenom metalu
- Zahtijeva visoke struje i brzine zavarivanja
- Loš profil zavara (konveksan i grub površinski profil)
- Teško uklanjanje šljake

Kada su ove elektrode izložene vlazi iz zraka, upijanje vlage je brzo. Zbog potrebe za kontrolom vodika, ove elektrode trebaju biti temeljito sušene u kontrolisanoj temperaturnoj peći za sušenje. Tipično vrijeme sušenja je jedan sat na temperaturi od približno 150°C do 300°C, ali uvijek trebate pogledati informacije proizvođača prije upotrebe.

Nakon sušenja, bazične elektrode moraju se čuvati na temperaturi između 100°C i 150°C kako bi ih se zaštitilo od ponovnog upijanja vlage u oblogu. Te uvjete možete postići tako da elektrode prenesete iz glavne peći za sušenje u peć za čuvanje ili tobolac na radnom mjestu.

Elektrode sa metalnim prahom

Ove elektrode sadrže dodatak metalnog praha u sloju zaštitne obloge kako bi se povećala maksimalna dopuštena razina zavarivanja struje. Stoga, za određenu veličinu elektrode, stopa taloženja metala i učinkovitost (postotak deponiranog metala) povećavaju se u usporedbi s elektrodom koja ne sadrži prah u premazu.

Šljaka se obično lako uklanja. Elektrode sa željeznim prahom uglavnom se koriste u horizontalnom i vertikalnom položaju. Učinkovitosti od 130-140% mogu se postići za rutilne i osnovne elektrode bez značajnog pogoršanja karakteristika luka, ali luk obično ima manju snagu što smanjuje penetraciju zavara.

Celulozne elektrode

Celulozne elektrode sadrže visok udio celuloze u oblozi i karakteriziraju ih duboko prodirući luk i brza stopa sagorijevanja što rezultira visokim brzinama zavarivanja. Talog zavara može biti grub i s fluidnom šljakom, a uklanjanje šljake može biti teško. Ove elektrode su jednostavne za upotrebu u bilo kojem položaju i poznate su po svojoj upotrebi u tehnici zavarivanja "stovepipe".

Karakteristike:

- Duboka penetracija u svim položajima
- Pogodnost za zavarivanje vertikalno prema dolje
- Prihvatljiva mehanička svojstva
- Visoka razina generisanog vodika - rizik od pucanja

Ove elektrode dizajnirane su da rade s određenom količinom vlage u oblozi. Obloga je manje osjetljiva na apsorpciju vlage i obično ne zahtijeva postupak sušenja. Međutim, sušenje može biti potrebno u slučajevima gdje je relativna vlažnost okoline u kojoj su elektrode skladištene bila vrlo visoka.

Napomena: Kvalitet zavara ovisi o dosljednoj performansi elektrode. Obloga od fluksa ne smije biti oštećena, puknuta ili vlažna. Elektrode se proizvode s različitim vrstama obloge i zahtijevaju različito rukovanje.

Rutilne/Kisele elektrode

Rutilne elektrode sadrže visok postotak oksida titanijuma (rutila) u oblozi. Oksid titanijuma potiče lako paljenje luka, glatko djelovanje luka i nisku razinu prskanja. Ove elektrode su elektrode za opštu upotrebu s dobrim svojstvima zavarivanja. Mogu se koristiti s izvorima napajanja naizmjenične struje (AC) i istosmjerne struje (DC) te u svim položajima. Posebno su pogodne za zavarivanje uglova u horizontalnom/vertikalnom (H/V) položaju.

Karakteristike:

- Umjerena mehanička svojstva zavarenog metala
- Dobra profilacija zavarene perle kroz viskoznu šljaku
- Moguće je zavarivanje u različitim položajima s tečnom šljakom (koja sadrži fluorid)
- Šljaka se lako uklanja

Rutilna obloga može podnijeti ograničenu količinu vlage, a obloga se mogu pogoršati ako su prekomjerno suši. Prije upotrebe uvijek pogledajte informacije proizvođača.

Elektrode za navarivanje

Elektrode za navarivanje koriste se prvenstveno kako bi se stvorila tvrda površina preko mekše osnovne materije. Postoji širok spektar ovih vrsta proizvoda, a često se koriste za popravku površina koje su izložene habanju, poput zuba na mašinama ili opremi i u rudarstvu.

DC Elektrode za žljebljenje obložene bakrom

Ovo je najčešći tip zbog relativno dugog trajanja elektroda. Ove elektrode se konstruišu miješanjem uglja, grafita i vezivnog agensa, i oblaganjem bakrom. Pružaju stabilne karakteristike luka i kreiranje utora.

AC Elektrode za žljebljenje obložene bakrom

Ove elektrode se konstruišu miješanjem i pečenjem uglja, grafita i posebnog vezivnog agensa sa dodatim rijetkim zemljinim materijalima radi stabilizacije luka. One su obložene bakrom. Proces koristi komprimovani vazduh pod pritiskom (80 -100 psi / 5-7 bar-a) na držaču elektrode. Povećanje pritiska vazduha neće efikasnije ukloniti metal.

DC Elektrode za žljebljenje bez obloge

One se konstruišu na isti način kao i DC elektrode sa bakrenom oblogom, ali bez obloge. One se brže troše u upotrebi u poređenju sa bakrenom obloženom elektrodom.



Skladištenje elektroda

Elektrode uvijek treba čuvati u suhoj i dobro provjetravanoj prostoriji. Dobra praksa je da se paketi elektroda stavljaju na drvene palete ili stalke koji su dovoljno udaljeni od poda.

Također, sve neiskorištene elektrode koje se vraćaju trebaju se čuvati tako da nisu izložene vlažnim uvjetima kako bi se spriječilo ponovno upijanje vlage. Dobre uvjete za skladištenje čine temperature 10°C iznad vanjske temperature zraka. Kako bi se spriječilo kondenziranje vlage na elektrodama, skladišta elektroda trebaju biti suha.

Pod ovim uvjetima i u originalnoj ambalaži, vijek trajanja skladištenja elektroda je praktički neograničen. Moderne elektrode sada su dostupne u hermetički zatvorenim pakovanjima koje eliminišu potrebu za sušenjem. Međutim, ako je potrebno, sve neiskorištene elektrode treba ponovo osušiti prema uputama proizvođača.

Sušenje elektroda

Sušenje se obično provodi prema preporukama proizvođača, a zahtjevi su određeni vrstom elektroda. Mnoge elektrode sada su dostupne u hermetički zatvorenim pakovanjima.

Ovi vakuumski paketi izbjegavaju potrebu za sušenjem elektroda neposredno prije upotrebe. Međutim, ako je paket otvoren ili oštećen, neophodno je da se elektrode ponovo osuše prema uputama proizvođača.

Odabir elektroda

Oznaka promjera elektroda se određuje prema debljini radnog komada, položaju zavarivanja, obliku spoja, broju slojeva zavarivanja itd. Nivo zavarivačke struje određen je veličinom elektrode.

Vodič za odabir elektrode:

Promjer DC elektrode mm	MIN Struja	MAX Struja	Prosječna Struja
1.6	25	45	40
2.0	34	65	50
2.5	50	90	90
3.2	60	130	115
4.0	100	180	140
5.0	150	250	200
6.0	200	310	280

- Elektrode trebaju biti suhe i koristiti se prema uputama. To će smanjiti količinu vodika u zavaru, izbjegavajući pore i hladne pukotine.
- U procesu zavarivanja, luk ne smije biti predug; inače će uzrokovati nestabilno sagorijevanje luka, velike količine prskanja, plitku penetraciju, urezivanje, pore itd. Ako je luk prekratak, uzrokovat će zalijeganje elektrode na radnom komadu.
- U MMA zavarivanju, dužina luka obično je jednaka 0,5 ~ 1,0 puta promjeru elektrode. Dužina luka bazične elektrode ne prelazi promjer elektrode, a preferira se kratko zavarivanje lukom. Pri korištenju kiselih/rutilnih elektroda, dužina luka jednaka je promjeru elektrode.

Elektrode za žljebljenje

Žljebljenje je proces uklanjanja viška metala pomoću specijalizirane elektrode s prekrivenim fluksom, umjesto plinskog gorionika ili brušenja, s osobinom mogućnosti rada pod vodom. Posebno proizvedene bazične, rutilne, celulozne i elektrode sa željeznim prahom promjera 4 do 6 mm proizvode rezni luk.

Potrebna je struja rezanja od približno 60A po mm promjera elektrode. Držači elektroda trebaju biti posebno dizajnirani kako bi izdržali takve visoke struje. Luk proizveden ovim elektrodama oslobađa struju visokog pritiska zbog brzog izgaranja materijala u oblozi elektrode; ova struja visokim pritiskom uklanja taljeni metal. Rezani rubovi su nepravilni i nakon toga ih je potrebno očistiti i pripremiti.

Promjer Elektrode	DC Elektrode (+)		AC Elektrode		DC Elektrode (-)	
	Minimalna Amperaža	Maximalna Amperaža	Minimalna Amperaža	Maximalna Amperaža	Minimalna Amperaža	Maximalna Amperaža
3.2	60	90				
4.0	90	150				
4.8	200	250	200	250	150	180
6.4	300	400	300	400	200	250
7.9	350	450				
9.5	450	600	350	450	300	400
12.7	800	1000				

Isparenja

Zavarivačka isparenja sastoje se od različitih tvari koje lebde u zraku u obliku sitnih čestica i plinova. Ovi elementi mogu povećati opasnosti po zdravlje ako se udahnu ili progutaju.

Stepen opasnosti za zavarivača će ovisiti o:

- Vrijeme izloženosti zavarivača isparenjima
- Sastavu isparenja
- Koncentracije dima u zraku koji udiše

Kada su elektrode na normalnoj sobnoj temperaturi, ne stvaraju se dimovi ili plinovi. Međutim, MMA proces zavarivanja može proizvesti dim zbog rastopljenog zavarenog metala i obloge elektrode.

Limiti profesionalnog izlaganja

Preporučena granica koncentracije zavarivačkog dima u zraku kojeg udiše bilo koja osoba definisana je od strane Health & Safety Executive u popisu Limita Profesionalnog Izlaganja (smjernica EH40).

Ova smjernica se revidira svake godine, a referenca bi uvijek trebala biti najnovije izdanje. Dugoročni limit izlaganja (vrijednost 8-satnog prosjeka) od $5\text{mg}/\text{m}^3$ za čestice zavarivačkog dima uključen je u trenutni popis.

Na temelju Zakona o zdravlju i sigurnosti na radu i Pravilnika o kontrolisanju opasnih tvari na radnom mjestu (COSHH), odgovornost je zavarivača i poslodavca da se limiti ne prekorače.

Za detaljnije informacije o zavarivačkim isparenjima molimo vas da se pogledate podatke i preporuke proizvođača elektroda ili posjetite web stranicu Health & Safety Executive (HSE) za više informacija (WL9 - COSHH).



Analiza dima koju pruža proizvođač elektroda ne može se koristiti za procjenu koncentracije ukupnog zavarivačkog dima kojem je zavarivač izložen.

Procjena mogućeg izlaganja zavarivača dimu mora biti provedena od strane kompetentne osobe.

Kontrole i podešavanje



Kontrola amperaže (A)

Kontrola amperaže reguliše količinu izlaznog strujnog napona iz aparata i time stopu depozicije ovisno o promjeru elektrode. Često se struja može kontrolisati putem daljinskih upravljača na modernijim elektroničkim izvorima napajanja.

Napon luka

Tokom zavarivanja, napon luka je obično u rasponu od 20V. Često situacija može zahtijevati kraći luk što rezultira nižim naponom, a elektroda je sklonija "ljepljenju" za radni dio jer je luk zapravo ugašen. Kontrola napona luka će riješiti taj problem povećavajući struju kada napon luka padne kako bi osigurala transfer metala s elektrode i spriječila "ljepljenje" elektrode. Neki strojevi imaju automatsku kontrolu napona luka, dok drugi imaju varijabilnu kontrolu napona luka koju operator može odabrati prema potrebi.

Hot Start

Na početku zavarivanja, funkcija "hot start" osigurava povećanu količinu struje kako bi elektroda mogla započeti luk bez ljepljenja za radni dio. Neke mašine imaju automatsku kontrolu "hot start" struje s postavljenim vremenom i razinom, dok druge imaju varijabilnu kontrolu "hot starta" koju operator može odabrati.

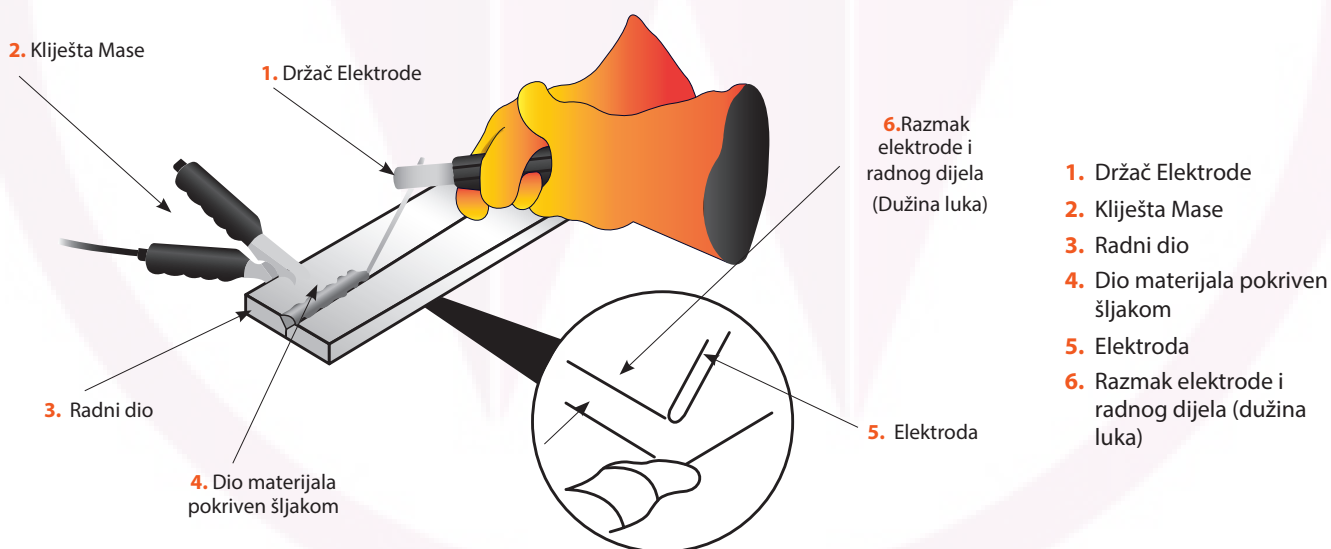
MMA Procesi i karakteristike

Raznovrsnost procesa i nivo vještina potrebnih za učenje, osnovna jednostavnost opreme, čine proces MMA jednim od najčešće korištenih širom svijeta.

Proces MMA može se koristiti za zavarivanje raznovrsnih materijala i obično se koristi u horizontalnom položaju, ali može se koristiti i vertikalno ili nadglavno uz odgovarajući izbor elektroda i struje. Osim toga, može se koristiti za zavarivanje na velikim udaljenostima od izvora napajanja uz pravilan odabir kablova. Samozaštitni efekat obloge elektroda čini proces pogodnim za zavarivanje u spoljnim sredinama. Dominantan je proces u industriji održavanja i popravki, i široko se koristi u strukturnim i fabrički radovima.

Proces je sposoban da se nosi sa manje nego idealnim uslovima materijala, poput prljavog ili koroziranog materijala. Nedostatci procesa su kratki zavari, uklanjanje šljake i česta zaustavljanja i počeci koji dovode do loše efikasnosti zavarivanja, koja je oko 25%. Kvalitet zavara također veoma zavisi od vještine operatera i mogu postojati brojni problemi prilikom zavarivanja.

MMA Savjeti i smjernice



Tok zavarivačke struje će proticati kroz kolo čim elektroda dođe u kontakt sa radnim komadom. Zavarivač bi uvijek trebao osigurati dobru vezu mase. Što je masa bliža zoni zavarivanja, to bolje.

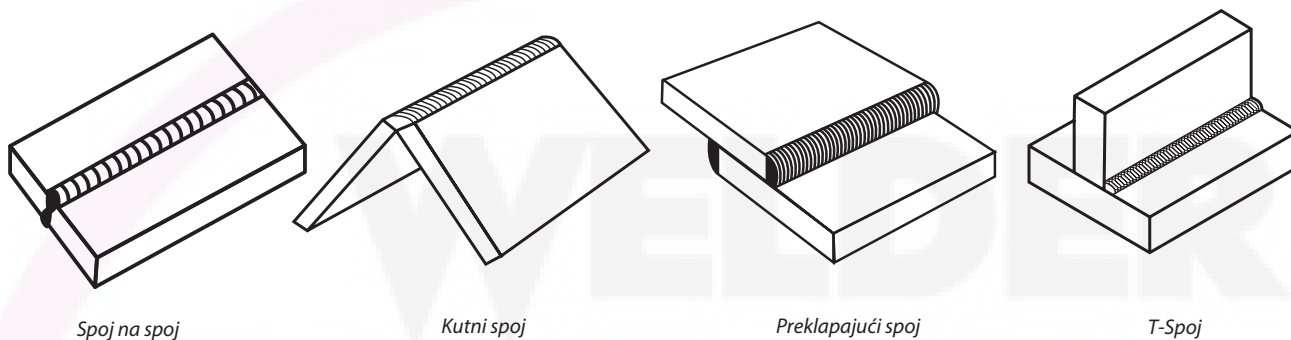
Kada se stvori luk, udaljenost između kraja elektrode i radnog komada određivaće napon luka i također će uticati na karakteristike zavara.

Kao smjernica, dužina luka za elektrode do prečnika od 3,2 mm trebala bi biti oko 1,6 mm, a preko 3,2 mm oko 3 mm.

Po završetku zavarivanja, zavarivački fluks ili šljaka će morati biti uklonjeni obično čekićem i čeličnom četkom.

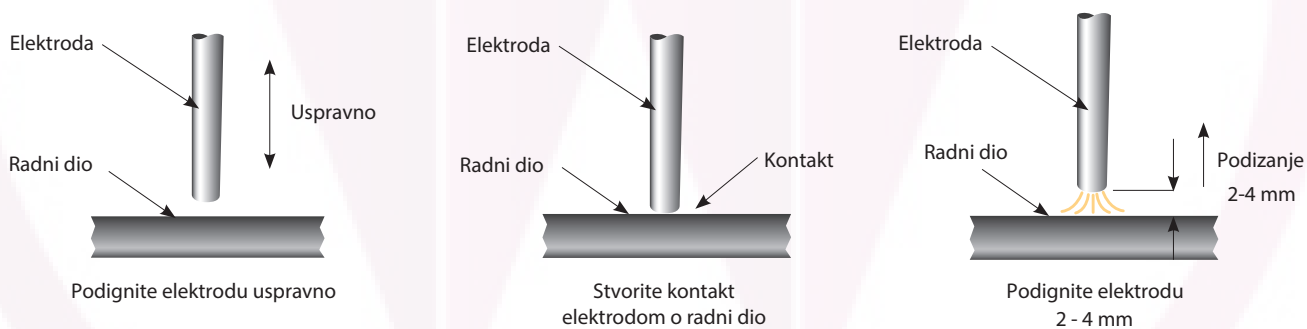
Formiranje zavara

U MMA zavarivanju, uobičajeni osnovni oblici spojeva su: spoj na spoj, kutni spoj, preklapajući spoj i T-spoj.

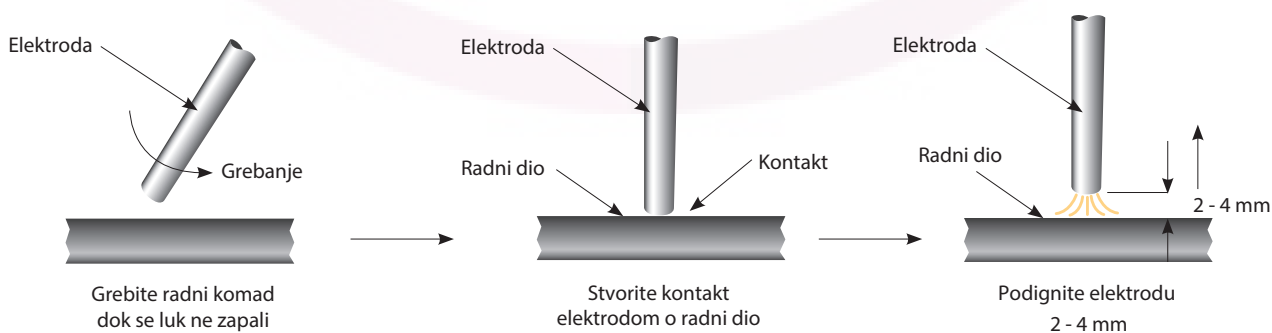


MMA Luk

Tap tehnika - Podignite elektrodu uspravno i spustite je da udari u radni komad. Nakon što se formira kratki spoj, brzo je podignite za otprilike 2~4 mm, i luk će biti zapaljen. Ova metoda je teška za savladavanje.

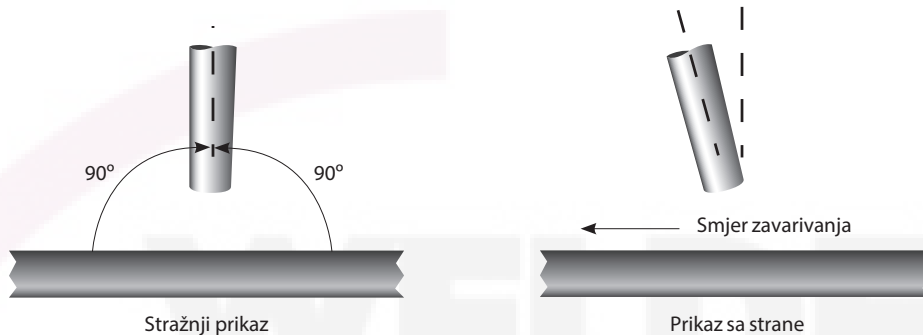


Tehnika grebanja - Vucite elektrodu i grebite radni komad kao što biste zapalili šibicu. Grebanje elektrode može uzrokovati da se luk pali duž puta grebanja, stoga treba paziti da se grebe u zoni zavarivanja. Kad se luk upali, zauzmite ispravan položaj zavarivanja.

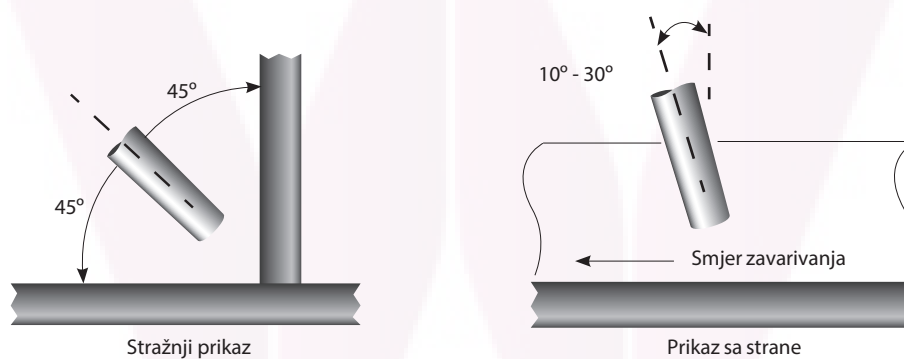


Pozicioniranje elektrode

Horizontalna i ravna pozicija - Elektroda treba biti postavljena pod pravim uglom na ploču i nageta u smjeru kretanja pod uglom od oko $10^\circ - 30^\circ$.



Fillet Pozicija - Elektroda treba biti postavljena tako da razdvaja ugao, tj. 45° . Ponovno, elektroda bi trebala biti nageta u smjeru kretanja oko $10^\circ - 30^\circ$.

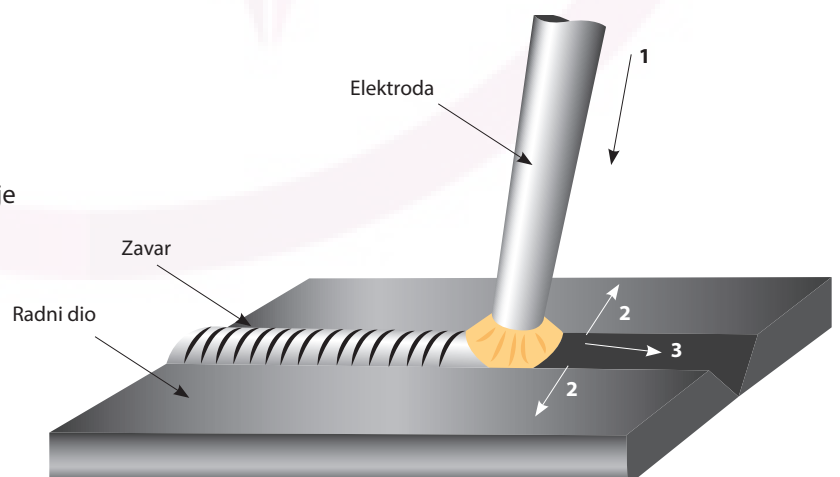


Upravljanje elektrodom - u MMA zavarivanju postoje tri pokreta koji se koriste na kraju elektrode:

- Dodavanje elektrode u zavarivački bazen
- Pomjeranje elektrode desno i lijevo
- Pomicanje elektrode u smjeru zavarivanja

Operater može odabrati manipulaciju elektrode na temelju oblika zavara, položaja zavarivanja, specifikacije elektrode, struje zavarivanja i vještine operatera.

1. Dodavanje elektrode u zavarivački bazen
2. Pomjeranje elektrode desno i lijevo
3. Pomicanje elektrode u smjeru zavarivanja



Problemi koji mogu nastati?

Kvalitetna zavarena perla trebala bi pokazivati sljedeće karakteristike:

- Jednolika zavarena perla
- Dobra penetracija u osnovni materijal
- Bez preklapanja
- Mali nivo prskanja

Loše zavarena perla trebala bi pokazivati sljedeće karakteristike:

- Neravna i nepravilna zavarena perla
- Slaba penetracija u osnovni materijal
- Loše preklapanje
- Prekomjeren nivo prskanja
- Zavarivački krater

Defekti, uzroci i prevencija

Defekt	Mogući uzrok	Prevencija
Prekomjerno prskanje - Kapi metala raspršene oko zavarenog područja	Previsoka amperaža	Smanjiti amperažu ili uzeti manji promjer elektrode
	Prevelik razmak ili dužina luka	Smanjiti dužinu i razmak luka
Neravna i nepravilna zavarena perla i pravac	Perla zavara je neujednačena i ne pogađa spoj zbog operatera	Obučiti operatera
Nedostatak penetracije - Zavarena perla ne stvara potpunu fuziju između materijala koji se zavaruju, često se površina čini u redu, ali je zavarena dubina plitka	Slaba priprema spoja	Dizajn spoja mora omogućiti potpuni pristup korijenu zavara.
	Nedovoljna amperaža	Materijal je predebeo, povećati amperažu ili povećati veličinu elektrode i amperažu.
	Vještina operatera - niska	Smanjite brzinu kretanja, osigurajte da je luk na vodećem rubu zavara.
Poroznost - Male rupe ili šupljine na površini ili unutar zavarenog materijala	Prljiv metal koji se zavaruje	Uklonite sve nečistoće s materijala, poput ulja, masti, hrđe, vlage prije zavarivanja.
	Vlažna elektroda	Zamijeniti ili osušiti elektrode
	Dužina luka prekomjerna	Smanjiti dužinu i razmak luka
Prekomjerna penetracija - Zavarena perla je ispod površine materijala i visi ispod	Previsoka amperaža	Smanjiti amperažu ili uzeti manji promjer elektrode
	Vještina operatera - niska	Podesite adekvatnu brzinu kretanja
Progorijevanje	Previsoka amperaža	Smanjiti amperažu ili uzeti manji promjer elektrode
Slaba fuzija - Padanje zavarenog materijala da se spoji ili s materijalom koji se zavaruje ili s prethodnim zavarenim perlama	Nedovoljna amperaža	Povećati amperažu ili povećati veličinu elektrode i amperažu.
	Vještina operatera - niska	Dizajn spoja mora omogućiti potpuni pristup korijenu zavara. Promijenite tehniku zavarivanja kako biste osigurali penetraciju i pozicioniranje luka.
	Prljiv metal koji se zavaruje	Uklonite sve nečistoće s materijala, poput ulja, masti, hrđe, vlage prije zavarivanja.







Ekskluzivni uvoznik Jasic aparata i
opreme u Bosnu i Hercegovinu

Modeli su sa 5 godina garancije

welder.ba

Welder d.o.o., Nova Cesta 75, Vogošća, 71320
+387 61 511 986 | +387 61 493 470



@welderdo



/welder.ba