

N. Čehajić*

ZAVARIVAČKI PROCES, RIZICI I SUVREMENA ZAŠTITA ZAVARIVAČA

UDK 621.791:331.45
PRIMLJENO: 19.11.2013.
PRIHVAĆENO: 14.9.2014.

SAŽETAK: U radu su opisani čimbenici opasnosti kojima je izloženo jedno od najtežih i veoma zastupljenih zanimanja, a to je zavarivanje. Dan je pregled osnovnih mjera zaštite zavarivača na radu s popisom opreme i sredstava koja se danas upotrebljavaju za zaštitu. Navedene su osnovne karakteristike zaštitne opreme i sredstava i njihove mogućnosti smanjenja izvora štetnosti. Opisani su prije svega humani razlozi za osiguranje i dostupnost sigurne i funkcionalne zaštitne opreme čija će pravilna upotreba smanjiti rizik od nastanka ozljede ili profesionalne bolesti. Također, opisana je zaštita sa stajališta redovnog pregleda opreme i sredstava za rad pri zavarivanju.

Ključne riječi: zavarivanje, čimbenici opasnosti, opće mjere zaštite, osobna zaštitna sredstva, preventivna zaštitna sredstva

UVOD

Zavarivanje je danas najzastupljeniji način spajanja metalnih dijelova. To je suvremen način spajanja koji omogućuje nastajanje materijalnog kontinuiteta između spojenih materijala, čime se izbjegava neminovno slabljenje materijala rupama za zakovice i vijke (ako se s njima spaja). Zavarivanje je najjednostavniji, najučinkovitiji i najjeftiniji način nanošenja slojeva jednog metala na osnovnu masu drugog metala. Na ovaj način su maksimalno iskorištena optimalna svojstva oba metala i tehnika navarivanja proizašla iz ove činjenice daje goleme učinke pri sprečavanju korozije i habanja. Međutim, pri zavarivanju nastaju brojne ozljede i rijetka su zanimanja u kojima su radnici izloženi tako složenim i raznovrsnim fizikalno-kemijskim negativnim utjecajima kao što su zavarivači. Zbog

toga je potrebno posvetiti veliku pozornost zaštiti zdravlja zavarivača kako bi se dosadašnji radni vijek zavarivača od 20 godina produljio i približio radnom stažu kao kod drugih zanimanja.

Upotreba neadekvatne, prije svega, osobne zaštitne opreme jedan je od glavnih uzroka nastanka ozljeda i profesionalnih bolesti zavarivača. Najveći broj ozljeda i bolesti nastaje kao posljedica pojave toksičnih zavarivačkih dimova, zračenja električnog luka, povećane buke, kao i zbog prskanja užarenog metala i opasnosti od strujnog udara, požara i eksplozije.

Zbog navedenog, zavarivači moraju biti svjesni značaja pravilne upotrebe zaštitne opreme. Da bi se suvremena zaštitna oprema što učinkovitije upotrebljavala, nužno je da zavarivač poznaje uzročnike koji mogu narušiti njegovo zdravlje kao i eventualne posljedice (bolesti) koje nastaju zbog neadekvatne primjene zaštitnih sredstava. Ovoga bi morali biti svjesni i poslodavci koji trebaju osigurati sigurne uvjete rada primjenom suvremenih tehničkih, zdravstvenih,

*Mr. sci. Nurdin Čehajić, dipl. ing. maš. (nurddin_cekahajic@hotmail.com), J.U. Mješovita srednja škola Živinice, Ul. Alije Izetbegovića 12, 75270 Živinice, BiH.

socijalnih, edukativnih i drugih mjera zbog sprečavanja i otklanjanja opasnosti koje mogu ugroziti radnikovo zdravlje.

ČIMBENICI OPASNOSTI PRI ZAVARIVANJU

Zavarivanje i njemu srodni postupci, kao što su lemljenje i plinsko rezanje metala, ubrajaju se u prljave proizvodne tehnologije. Pri izvođenju zavarivanja i srodnih postupaka pojavljuju se kompleksne profesionalne opasnosti zavarivača, od kojih su najutjecajnije ove:

- toksični plinovi u zavarivačkom dimu,
- čestice zavarivačkog dima,
- zračenje,
- buka,
- električna struja,
- prskanje užarenog metala,
- padovi,
- neodgovarajuća mikroklima i
- fizički napor i ukočenost.

Neke od toksičnih tvari koje se javljaju pri raznim postupcima zavarivanja su:

- dušikovi oksidi,
- ozon,
- ugljični monoksid,
- mangan i njegovi oksidi,
- flour i njegovi spojevi,
- Mn, Ni, F, Fe, Cr, itd.

Dušikovi oksidi (NO_2) za vrijeme zavarivanja i rezanja metala su posljedica intenzivnog ultraljubičastog zračenja. Sam zavarivački (električni) luk ne generira dušikove okside, već se oni stvaraju na udaljenosti od nekoliko metara od zavarivačkog luka. Maksimalno dopuštena koncentracija (MDK) dušikovih oksida je 9 mg/m^3 . Prema istraživanju više inozemnih institucija u najnepovoljnijim uvjetima koncentracija dušikovih oksida unutar zavarivačke maske je 3 mg/m^3 (Zalihić, 1998.).

Ozon (O_3) nastaje iz atmosferskog kisika pod utjecajem ultraljubičastog zračenja i sve što je rečeno o stvaranju dušikovih oksida vrijedi i za ozon. Maksimalna dopuštena koncentracija ozo-

na je $0,1 \text{ mg/m}^3$, a kako ima toksično djelovanje, ovo ograničenje ne smije se prekoračiti ni za kratko vrijeme.

Ugljični monoksid (CO) nalazi se u dimu i okruženju zavarivača, a dopuštena koncentracija ugljičnog monoksida u čovjekovom okruženju je 0,005 %. Pri zavarivanju čelika CO_2 postupkom u dimu se nalazi oko 0,025 % ugljičnog monoksida, u okolini zavarivača s prirodnom ventilacijom je 0,007 % CO, dok je unutar zaštitne maske zadovoljavajuća koncentracija od 0,001 %.

Mangan (Mn) i njegovi oksidi pojavljuju se u dimu kod zavarivanja, jer je prisutan u oblozi i materijalu elektrode, a često i u osnovnom materijalu. Mangan utječe na obolijevanja živčanog sustava čovjeka. Koncentracija mangana oko zavarivača ovisi o: vrsti elektrode, vrsti osnovnog materijala, postupku zavarivanja kao i o ventilaciji.

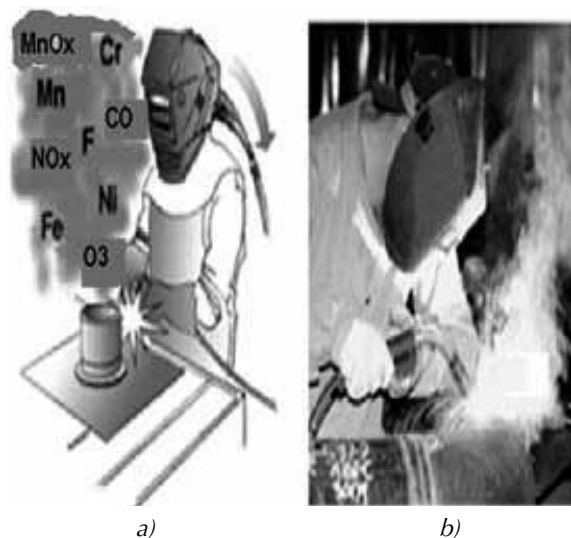
Flour (F), fluoridi i fluorovodik oslobađaju se prilikom zavarivanja iz obloge elektrode ili istopljenog metala jer se nalaze u njemu kao rezultat tehnološkog procesa dobivanja. Koncentracija prilikom zavarivanja ne razlikuje se značajno u otvorenom i zatvorenom prostoru, te u okolini zavarivača i ispod zaštitne maske.

Izrazito teški uvjeti rada na visokim konstrukcijama, rad u zatvorenim i skućenim prostorima, te rad u prisilnim zavarivačkim položajima kada je disanje vrlo ubrzano, samo povećavaju opasnost od djelovanja toksičnih plinova na dišne organe zavarivača.

Sastav i količina zavarivačkog dima ovisi o vrsti i debljini elektrode. Pri zavarivanju debelo-obložnim elektrodama izdvaja se velika količina zavarivačkog dima u kojem najviše ima oksida željeza. Radi se o finim visoko disperzivnim česticama koje mogu prolaziti i kroz lake tkanine u ljudski organizam.

Jednom dijelu čestica nemoguće je u potpunosti spriječiti ulazak u pluća radnika. Te čestice preko pluća ulaze i u druge organe čovjeka. Postojeći propisi dopuštaju da je na radnom mjestu u zraku MDK prašine 6 mg/m^3 krutih čestica (Boekholt, 2000.).

Na slici 1 prikazani su neki od štetnih elemenata u zavarivačkom dimu pri raznim postupcima zavarivanja, kao i zavarivački dim koji nastaje pri zavarivanju čelika MAG postupkom zavarivanja.



Slika 1. Štetni kemijski elementi u zavarivačkom dimu (a); zavarivački dim nastao pri zavarivanju čelika MAG postupkom zavarivanja (b)

Figure 1. Harmful chemical elements in welding fume (a); welding fume generated in MAG steel welding (b)

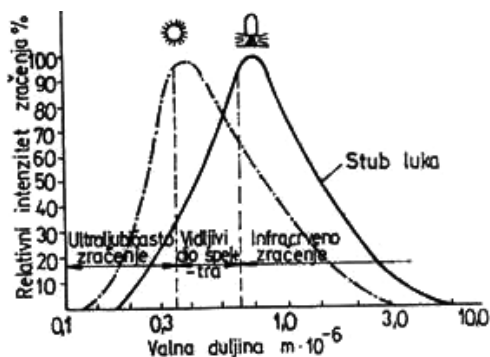
Količinu i sastav dimnih plinova pri elektro-lučnom zavarivanju obloženom elektrodom ili punjenom žicom određuje:

- tip upotrijebljene elektrode,
- promjer elektrode,
- kemijski sastav osnovnog materijala,
- jačina struje i napon i
- vrsta struje i polaritet.

Spektar energije zračenja električnog luka pri zavarivanju sastoji se od:

- vidljivih zraka (svjetlost električnog luka), i
- nevidljivog ultraljubičastog i infracrvenog zračenja.

Na slici 2 prikazan je relativni intenzitet zračenja i spektar energija zračenja električnog luka s pripadajućim valnim dužinama.



Slika 2. Relativni intenzitet zračenja električnog luka pri zavarivanju

Figure 2. Relative intensity of electric arc welding radiation

Najveća energija odnosi se na ultraljubičasto zračenje, pa je ono stoga i najopasnije za raspon valnih duljina od 2,8 do 3,2 μm. Ultraljubičaste zrake mogu prouzročiti oštećenje površinskih tkiva „kornee“ oka i „kerato-konjuktivitis“, dok su infracrvene zrake opasnije i oštećuju dublja očna tkiva stvarajući kataraktu leće i upalu retine. Opekline po tijelu mogu nastati djelovanjem ultraljubičastih zraka na nezaštićenu kožu, a pri duljem izlaganju mogu nastati otvorene rane koje ostavljaju trajne ožiljke. Svjetlost električnog luka (slika 3) 10.000 puta prelazi normalnu fiziološku granicu i može izazvati trenutnu zaslijepljenost. Ako je mrežnica dulje bila izložena svjetlosti luka, javlja se oštra bol i sljepilo u trajanju od više sati. Dugotrajna izloženost očiju vidljivom spektru električnog luka dovodi do pojave „skotoma“ što može izazvati gubitak oštine vida.



Slika 3. Intenzitet svjetlosti električnog luka pri elektro-lučnom zavarivanju

Figure 3. Electric arc light intensity in electric arc welding

Buka šteti radniku na različite načine, s ozljedom slušnih organa, što uzrokuje trajne posljedice ili preko živčanog sustava, jer utječe na raspoloženje radnika. Kod zavarivanja može se pojaviti buka u impulsnom ili kontinuiranom obliku različitog intenziteta (*Polajnar, Mišina, 2008.*). Štetni utjecaji buke nisu uočljivi odmah, a naglušnost uzrokuje zdravstvene poteškoće i povećava rizik od ozljeda na radu. Granica štetnosti je 90 dB, a impulsne buke je 135 dB.

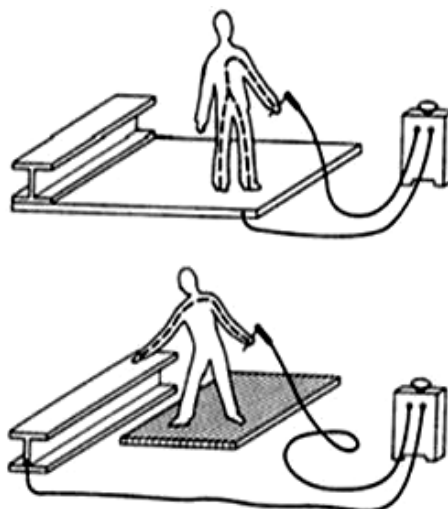
Prolazak električne struje kroz ljudski organizam naziva se električni ili strujni udar koji može izazvati:

- vanjske opekline,
- unutrašnje krvarenje i opekline,
- oštećenja mišića,
- oštećenje dišnog sustava,
- oštećenje moždanih centara, itd.

Nisu sve struje jednako opasne za čovjeka tako da će veličina posljedica od eventualnog strujnog udara ovisiti o:

- vrsti i jačini struje, kao i vremenu trajanja djelovanja,
- putu prolaska struje kroz tijelo,
- veličini dodirne površine,
- jačini pritiska na vodič.

Opasnost od električnog udara je veća kod visokog napona, mada sam po sebi napon nije opasan. Opasna je jačina struje koja pod djelovanjem napona teče kroz tijelo tako da jačina struje od 50 mA koja nekoliko sekundi prolazi kroz tijelo može biti opasna za život. U većini zemalja napon od 50 do 70 V određen je za donju granicu opasnog napona i naziva se dodirni napon. Izmjenična struja je opasnija od istosmjerne jer se čovjek teže oslobađa strujnog kruga izmjenične struje. Strujni udar će biti jači ako je vlažnost tijela veća, a naročito je opasno ako je tijelo čovjeka vlažno od znoja. Različiti ljudi su različito osjetljivi na strujni udar, što ovisi o njihovoj tjelesnoj konstituciji, psihofizičkom stanju, a prema nekim istraživanjima i o spolu. Na slici 4 dani su tokovi prolaska električne struje kroz tijelo zavarivača pri nepravilnom radnom položaju.



Slika 4. Tokovi prolaska električne struje kroz tijelo zavarivača

Figure 4. Electricity passing through the welder's body

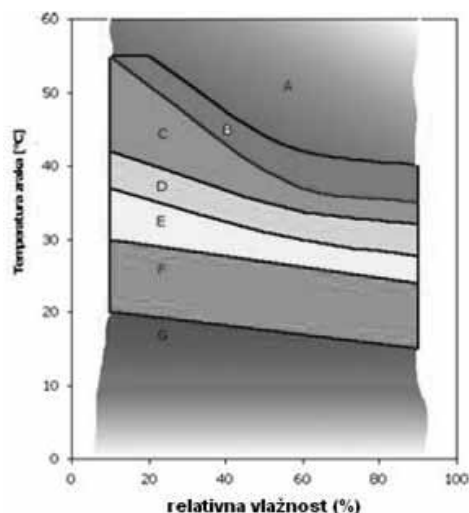
Izvori opasnosti za električni udar su skućeni vlažni prostori, istovremeno zavarivanje više zavarivača, oštećena izolacija i upotreba uređaja s povišenim naponom praznog hoda.

Rasprsnute kapljice istopljenog materijala mogu izazvati opekline po tijelu kao i ozljede oka pogotovo pri brušenju. Opasnost za oči predstavlja i skidanje troske sa zavarenog spoja.

Padovi su najčešće uzrokovani nedovoljnom koncentracijom, nepažnjom ili električnim šokom, ali i lošom organizacijom radnog mjesta zavarivača. Velika je učestalost padova kod montažnih radova i najčešći su uzrok bolovanja duljih od tri dana.

Neodgovarajuća mikroklima utječe na smanjenje radne sposobnosti zavarivača. Na slici 5 prikazana je ovisnost radne aktivnosti zavarivača o temperaturi i relativnoj vlažnosti.

Dugotrajan prisilan radni položaj zavarivača, kao i položaj u skućenom prostoru (posude, kanali i sl.), te ponavljanje istih pokreta izazivaju ukočenost i fizički zamor (slika 6). Dugotrajni neergonomski položaji su važan problem sa stajališta kvalitete zavara i psihofizičkog stanja zavarivača, ali su i potencijalni uzročnici nastanka neke od bolesti koštano-zglobne strukture.

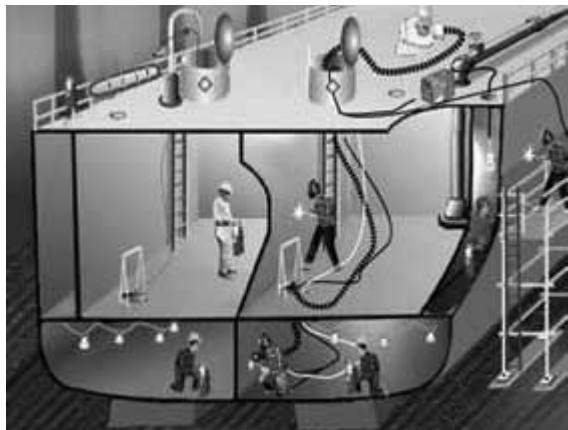


A – opasnost; B – moguća je manja radna aktivnost (do 3 sata maksimalno); C – prihvatljiva srednja aktivnost (do 6 sati maksimalno); D – fiziološka efikasnost sa strujanjem zraka od 0,5 m/s; E – fiziološka efikasnost; F – optimalni uvjeti i G – rad na nižim temperaturama uz preduvjet poštovanja tehnologije zavarivanja

A – hazard; B – possible reduced work activity (up to 3 hours maximum); C – acceptable average activity (up to 6 hours maximum); D – physiological efficacy with air stream of 0.5 m/s; E – physiological efficacy; F – optimum conditions; G – work in lower temperatures with adherence to the welding technology rules

Slika 5. Mikroklima i radna sposobnost zavarivača

Figure 5. Microclimate and welder's work capacity



Slika 6. Zavarivanje u zatvorenom i skućenom prostoru

Figure 6. Welding in closed and cramped space

MJERE ZAŠTITE ZAVARIVAČA

Mjere zaštite na radu poduzimaju se kako bi se ostvario siguran rad i očuvalo zdravstveno stanje zavarivača i ostalog osoblja u neposrednoj blizini mjesta zavarivanja. Mjere zaštite mogu se okvirno podijeliti na:

- opće mjere zaštite na radnom mjestu,
- upotrebu osobnih zaštitnih sredstava,
- preventivne mjere zaštite.

Opće mjere zaštite zavarivača

U opće mjere zaštite zavarivača ubrajaju se:

- ventilacija (lokalna usisna i ispušna ventilacija),
- zavjese i pregrade,
- zamjena visoko štetnih tehnologija zavarivanja s manje štetnim (suvremenim) postupcima ako je to moguće.

Ventilacija je jedan od prvih i najvažnijih zahtjeva pri izvođenju zavarivanja u zatvorenim prostorima. Razlikujemo lokalnu usisnu ventilaciju na samom izvoru nastanka i ispušnu ventilaciju cijele prostorije, a obje sa ciljem da u radnoj okolini bude što manje prašine i toksičnih plinova. U nekim posebno teškim slučajevima nužna je primjena specijalnih zaštitnih maski s posebnim dovođenjem kisika do lica zavarivača. Minimalno obnavljanje zraka pri potpunoj ventilaciji zatvorenih prostorija treba iznositi oko 2000 m³/h na 1 kg/h potrošenih srednje-obložene elektrode. U velikim i suvremenim zavarivačkim pogonima ventilacija štetnih plinova i prašine izvodi se uz pomoć posebnog središnjeg sustava koji ima izvod za svako radno mjesto (Zalihić, 1998.).

Organizacija radnog mjesta zavarivača s odgovarajućim pregradama, zavjesama i sl. umnogome poboljšava zaštitu ostalog radnog osoblja u blizini mjesta zavarivanja (slika 7).



Slika 7. Transparentne zavarivačke zavjese

Figure 7. Transparent welding curtains

Uvođenjem postupaka koji su manje štetni kao i veće uvođenje mehanizacije, automatizacije i robotizacije pri zavarivanju pridonosi stvaranju boljih radnih uvjeta za zavarivače.

Osobna zaštitna sredstva zavarivača

Osobna zaštitna sredstva su sva sredstva osobne zaštite kojima se uklanja djelovanje opasnosti ili štetnosti za život ili zdravlje radnika tijekom radnog procesa, a koji se ne mogu ukloniti drugim mjerama. Osobna zaštitna sredstva ne smiju smetati kretanju radnika, nadraživati mu kožu, neugodno mirisati, puštati boju, moraju biti otporna u određenoj mjeri prema plamenu, koroziji, električnoj energiji, udaru i lomu.

Za zavarivače, koji rade u natprosječno opasnim radnim uvjetima, trebali bi biti izrađeni posebni pravilnici o nužnosti upotrebe najkvalitetnijih osobnih zaštitnih sredstava. Na kraju, to nije nikakav luksuz, već investicija koja se u prosjeku najbrže isplati i dugoročno donosi najveći profit. Toga bi morali biti svjesni prije svega zavarivači, a stručno osoblje trebalo bi humanitarnim i ekonomskim argumentima uvjeriti one koji to ne/žele shvatiti (*Polajnar, Mišina, Horvat, 2011.*).

Upotreba osobnih zaštitnih sredstava podrazumijeva upotrebu sljedećih sredstava i opreme za zaštitu: glave, očiju i lica, sluha, dišnih organa, ruku, nogu, ručnog zgloba, ramenice, trbušnih organa, tijela, od ionizirajućih zraka, nepovoljnih atmosferskih utjecaja i od pada s visine.

Sredstva i oprema za zaštitu glave (slika 8):

- zaštitna kaciga, kapa ili šešir,
- obvezno sedlo i štitnik brade za apsorpciju udaraca,
- dodaci: filtarska kaciga, predfilter, ventilator (masa 900 g + 550 g baterije); trajanje punjenja 10 sati; razina buke <70 dB,
- zaštita od kapajuće vode,
- zaštitne kapuljače.



Slika 8. Sredstva za zaštitu glave

Figure 8. Head protection

Sredstva za zaštitu sluha (slika 9):

- zaštitna vata (snižavaju buku od 20 do 30 dB); razina zaštite ovisi o frekvenciji,
- ušni čepići (snižavaju buku od 25 do 30 dB); „individualizacija“ čepića po mjeri radnika,
- ušni štitnici (snižavaju buku od 30 do 40 dB); masa <400 g i tlak <10 N;
- protuzvučne kacige.



Slika 9. Sredstva za zaštitu sluha

Figure 9. Hearing protection

Sredstva za zaštitu dišnih organa (slika 10):

- respiratori - provodljivost 0,5 do 5 μm ,
- maske ili polumaske s filtrom, ventilom ili filtrirajuća masa <200 g; izrađuju se u tri veličine: za mineralne, otrovne i radioaktivne prašine,
- plinske maske, polumaske ili usnice; cjedila kemijskog ili fizikalnog djelovanja,
- cijevne maske-dovod zraka iz posude (do 25 m), okolne atmosfere (do 10 m) ili kompresora,
- otvoreni aparati; dijelovi su mu: posuda sa zrakom od 200 do 300 bara, ventili, manometar, cijevi za dovod zraka, maska, reduktor tlaka, dišni automat; masa mu je 18 kg,
- zatvoreni aparat; sa zrakom u posudi ili s kemijskim uloškom (klorni uložak),
- samospasioci; zaštita do 30 minuta; pojava topline kao posljedica kemijske reakcije.



Slika 10. Sredstva za zaštitu dišnih organa
Figure 10. Respiratory protection

Sredstva za zaštitu prstiju i šaka:

- štitnici i napršnjaci,
- zaštitne rukavice i
- tehničke, azbestne, polivalentne gume.

Sredstva za zaštitu nogu:

- cipele i čizme; antistatične, protuklizne i elektroizolacijska obuća.

Sredstva za zaštitu tijela:

- štitnici za rame,
- impregnirana odijela,
- antiacidna odijela i premazi,
- kontaminacijska i antistatična odijela.

Sredstva za zaštitu očiju i lica (slika 11):

- zaštitne naočale,
- zaštitna maska (obična i nadglavna s respiratorom).



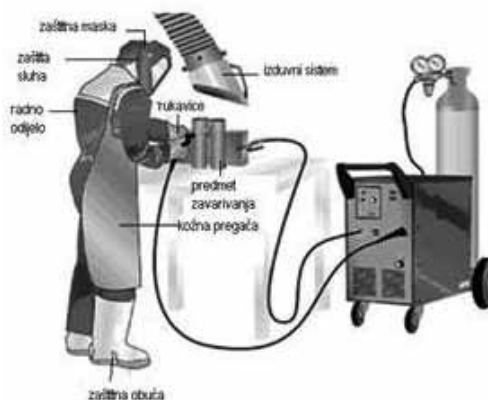
Slika 11. Sredstva za zaštitu očiju i lica; a) obična zaštitna maska, b) nadglavna maska sa samozatam. staklom, c) kao pod b) plus respirator

Figure 11. Eye and face protection; a) standard mask; b) auto darkening welding helmet; c) as in b) plus respirator

Ostala osobna zaštitna sredstva

U ostale suvremene elemente osobne zaštite mogu se ubrojiti sva tradicionalna sredstva osobne zaštite koja su izrađena u skladu s najnovijim spoznajama u smislu poboljšanih karakteristika upotrijebljenih materijala (odijela od negorivih materijala) i izrade točno po mjeri konkretnog radnika (radna obuća), kako bi zavarivač bio opskrbljen potpunom i kvalitetnom osobnom zaštitnom opremom (slika 12). U ostala osobna zaštitna sredstva i mjere ubrajaju se:

- zaštita od pada (vatrogasni pojasi, uređaji za usporeno padanje i uređaji za sprečavanje pada),
- elektroizolacijske podloge.
- uređenje radnog mjesta u skladu s najnovijim ergonomskim spoznajama.



Slika 12. Zavarivač s dobrom osobnom zaštitnom opremom

Figure 12. Welder with proper personal protection

Preventivne mjere zaštite

U preventivne mjere zaštite zavarivača ubrajaju se:

- zaštita od strujnog udara,
- zaštita od požara i eksplozije; radovi se ne smiju izvoditi u blizini lako zapaljivih materijala, te se treba držati sljedećeg:
 - osiguranje nadzora prije zavarivanja, tijekom zavarivanja i poslije zavarivanja,
 - ukloniti pokretne zapaljive stvari,

- nepokretne zapaljive stvari navlažiti vodom ili ih na drugi način propisno zaštititi,
- pripremiti u neposrednoj blizini radnog mjesta sredstva za gašenje požara.
- preventivne mjere za zaštitu zdravlja zavarivača:
 - sistematski zdravstveni pregled (minimalno jednom godišnje),
 - dodatni odmor u zimskom razdoblju,
 - povremeni stručni seminari o načinima zaštite na radu.

Iako je napon električne struje pri zavarivanju takav da u normalnim okolnostima nije opasan za čovjeka, moguće je da se dogode takve nepredviđene situacije (neispravne instalacije, nepravilnosti u radu) koje mogu biti opasne za čovjeka. Zbog toga je nužno držati se sljedećih mjera:

- električna instalacija mora biti dobro izolirana, a uređaji ispravni s propisnim uzemljenjem, osiguračima i slično,
- masa se mora pričvrstiti direktno na radni predmet, a ne preko više elemenata,
- kada se upotrebljavaju i drugi elektrouređaji, na mjestu zavarivanja treba izbjegavati istovremeni neki dodatni rad s izvođenjem zavarivanja, a držač elektrode ne spuštati na druge elektrouređaje zbog mogućnosti zatvaranja električnog kruga preko istog,
- gdje god je to moguće osigurati izolirajuće podloge,
- pri radu obvezno nositi zaštitne rukavice.

Preventivna zaštitna oprema:

- detektori eksplozivnosti plinova i para,
- sigurnosna oprema (svjetiljke i uređaji za mjerenje),
- oprema za reanimaciju,
- uređaji za dekontaminaciju očiju.

ZAŠTITA I PREGLED STROJEVA I UREĐAJA ZA ZAVARIVANJE

Ova zaštita se ogleda u zaštiti i redovnim pregledima opreme i sredstava za rad pri izradi zavarenih konstrukcija. Pregledi se provode

u suvremenim laboratorijima (slika 13) gdje je mogućnost za unapređenje velika, a što se može manifestirati:

- projektiranjem i uvođenjem novih tehnologija zavarivanja koje će smanjiti deformacije i povećati kvalitetu zavarivanja,
- izborom osnovnog i dodatnog materijala za konkretni proizvodni pogon,
- izborom osnovne i pomoćne opreme za zavarivanje i projektiranje tehnologijskog razmještaja opreme,
- davanjem nalaza, mišljenja, izvještaja i ekspertiza iz područja zavarivanja,
- periodičnom provjerom stručne osposobljenosti zavarivača za razne postupke zavarivanja,
- osposobljavanjem zavarivačkih kadrova (inženjeri specijalisti, specijalisti i zavarivači),
- inoviranjem znanja iz područja zavarivanja.



Slika 13. Laboratorij za zavarivanje

Figure 13. Welding lab

Pri upotrebi uređaja za zavarivanje potrebno je voditi računa o snazi uređaja i intermitenciji zbog spajanja na odgovarajuću instalaciju, kao i o tome da kabeli moraju biti odgovarajućeg presjeka kako se ne bi zagrijavala i oštetila izolaciju. S druge strane, proizvođači opreme deklaracijom (CE - Conformité Européenne) su obvezni potvrditi sukladnost prema direktivama Europske unije.

ZAKLJUČAK

Poznavanjem uzročnika koji mogu narušiti zdravlje zavarivača i upotrebom suvremene zaštitne opreme i sredstava značajno se smanjuje rizik od ozljeda na radu i profesionalnih bolesti zavarivača i drugih radnika koji borave u tom okruženju.

Radno mjesto, zaštitna oprema i radni proces trebaju biti prilagođeni antropomjerama radnika kako bi se zajamčila potrebna sigurnost i spriječilo ugrožavanje njegova zdravlja.

Poslodavci su dužni radniku osigurati besplatnu osobnu zaštitnu opremu na radu, održavati je u ispravnom stanju, educirati ga i omogućiti njezinu upotrebu.

Zaštitna oprema i radni okoliš moraju biti periodično podvrgnuti ispitivanju i pregledu kako bi se osigurala njezina potpuna ispravnost i funkcionalnost.

LITERATURA

Boekholt, R.: *The Welding Workplace*, Woodhead Publishing Limited, Abington, Cambridge, 2000.

Horvat, J., Regent, A.: *Osobna zaštitna oprema*, Sveučilišna knjižnica, Rijeka, 2009.

Kroemer, K.H.E., Grandjean, E.: *Prilagođavanje rada čovjeku*, Ergonomski priručnik, Ed. I.

Manenica, Udžbenik Sveučilišta u Splitu, Split, 1999.

Mijović, B.: *Primijenjena ergonomija*, Udžbenik Veleučilišta u Karlovcu, Karlovac, 2009.

Muftić, O.: *Biomehanička ergonomija*, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, 2006.

Pašić, O.: *Zavarivanje*, D.D. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Sarajevo, 1998.

Polajnar, I., Mišina, N., Horvat, J.: Suvremeni pristup osobnoj zaštiti zavarivača, *Sigurnost*, 53, 2011., 3, 227-234.

Polajnar, I., Mišina, N.: Opasnosti i zaštita na radnom mjestu zavarivača, 2. međunarodni stručno-znanstveni skup, *Zbornik radova*, Karlovac, 2008., str. 33-41.

Polajnar, I., Prezelj, J., Mišina, N., Čudina, M.: Buka na radnom mjestu zavarivača, *Sigurnost*, 49, 2007., 2, 113-123.

Zalihić, S.: *Tehnologija zanimanja*, IP „Svjetlost“ D.D., Sarajevo, 1998.

Zakon o zaštiti na radu, dostupno na: www.uip-zzh.com/files/zakoni/rad/22-90.pdf, pristupljeno: 21. 9. 2013.

<http://www.sfsb.unios.hr/kth/zavar/tii/zastita.pdf>(pristupljeno: 07.09. 2013.)

WELDING PROCESS, RISKS AND MODERN PROTECTIVE EQUIPMENT

SUMMARY: The paper outlines the risk factors in welding, a very common profession and one of the most strenuous and hazardous jobs. It reviews the basic measures for the protection of welders at work and provides a list of currently used protective equipment. Basic features of the protective equipment and resources are outlined, including their capacity to reduce sources of hazards. Also described are the primarily humanitarian reasons for the provision and availability of safe and functional protective equipment which will reduce the risk of injury and occupational diseases. As part of safety at work, the paper describes the need for regular inspections of all equipment, tools and substances used in the welding process.

Key words: *welding, risk factors, general protective measures, personal protective equipment, preventive protection*

*Professional paper
Received: 2013-11-19
Accepted: 2014-09-14*