

Osobna zaštitna oprema u ovisnosti od rizika nastalih emisijom zavarivačkih dimova

Personal protective equipment depending on the risks arising from the emission of welding fumes

Razija Begić*

Univerzitet u Bihaću, Tehnički fakultet, Dr. Irfana Ljubijankića, 77000 Bihać, Bosna i Hercegovina

*e-pošta: razija.begic@unbi.ba

Stručni rad / Professional paper

DOI: 10.34187/ko.69.3-4.2

Sažetak

Kompleksna tehnologija zavarivanja zahtijeva razumijevanje u formuliranju, izvođenju, upotrebi potrošnog materijala za zavarivanje, emisiji dima tijekom zavarivanja i primjeni zaštitne opreme i uređaja. Pristup važnosti problema reakcije tekući metal-troska, osim s tehničkog aspekta, temelji se na procjeni postojanja štetnih tvari i njihovog utjecaja na ljudsko zdravlje. Procjena obuhvaća plinove i čestice sadržane u zavarivačkim dimovima, koji su u industrijskim medicinskim znanostima poznati po svom nadražujućem učinku na kožu i sluznicu, otrovnim ili kancerogenim učincima ili potencijalnom izazivanju alergijskih reakcija za koje je definirana granična vrijednost. To je temelj na kojem se u sljedećem koraku u industrijskoj medicini definiraju štetne tvari. Iako je moderna tehnologija postigla velik napredak koristeći robotsko zavarivanje, roboti ne mogu učiniti sve, stoga je potrebno poduzeti korake kako bi zaštitili zavarivača i pomogli u uklanjanju rizika s kojima će se oni suočiti tijekom svog radnog vijeka. Globalni stručnjaci za zaštitu na radu pružaju savjete i pronalaze inženjerska rješenja za uklanjanje opasnosti od štetnih posljedica uzrokovanih postupkom zavarivanja na radnom mjestu. Za područja u kojima to nije moguće, osobna zaštitna oprema (OZO) smatra se konačnim rješenjem i presudna je za zaštitu zaposlenika od izloženosti i ozljeda uzrokovanih poznatim rizicima. Ključna područja na tijelu zavarivača koja OZO treba zaštititi su ruke, koža, oči, lice, noge, sluh i dišni putovi. Dijelovi OZO često su izrađeni od prirodne kože te kombinacije kože i drugih materijala.

Ključne riječi: REL, zavarivački dim, učinci na zdravlje, zaštitna oprema, materijali

Abstract

Complex welding technology requires understanding in the formulation, execution, use of welding consumables, fume emission during welding and application of protective equipment and devices. The approach to the importance of the liquid metal-slag reaction problem, except from a technical point of view, is based on the assessment of the existence of harmful substances and their impact on human health. The assessment includes gases and particles contained in welding fumes, which are known in the industrial medical sciences for their irritating effect on the skin and mucous membranes, toxic or carcinogenic effects or potentially causing allergic reactions for which a limit value has been defined. This is the foundation on which harmful substances are defined in the next step in industrial medicine. Although modern technology has made great strides using robotic welding, robots cannot do everything, so steps need to be taken to protect the welder and help eliminate the risks they will face during their working life. Global occupational safety experts provide advice and find engineering solutions to eliminate the hazards of harmful consequences caused by the workplace welding process. For areas where this is not possible, personal protective equipment (PPE) is considered the final solution and is crucial to protect employees from exposure and injury caused by known risks. The key areas on the welder's body that PPE needs to protect are the hands, skin, eyes, face, legs, hearing, and airways. PPE parts are often made of natural leather and a combination of leather and other materials.

Keywords: REL, welding fume, health effects, protective equipment, materials

1. Uvod

Stalni razvoj tehnika zavarivanja i pojava novih postupaka zavarivanja rezultira povećanjem složenosti procesa spajanja i primjene novih materijala. Posljedice su brojne pojave i utjecaji koji štetno djeluju na ljudsko zdravlje i okoliš. Stoga je potrebno utvrditi i procijeniti opasnosti koje se mogu pojaviti u bilo kojem postupku zavarivanja promatrajući rezultirajuće kritične uvjete i način na koji utječu na radnika. Potrebno je koristiti europske preporuke, nacionalne zakone i rezultate međunarodnih istraživanja kako bi se utvrdila razina štete za svaku opasnu okolnost. U proizvodnoj tehnologiji kao što je zavarivanje, štetan učinak na zdravlje zavarivača smanjuje učinkovitost rada, jer je u velikom broju postupaka zavarivanja najvažniji čimbenik za kvalitetu rada zavarivač. Opći napredak zahtijeva povećanu produktivnost i kvalitetu rada, što nameće primjenu postupaka i materijala koji mogu dugoročno prouzročiti negativne posljedice na tjelesno i mentalno zdravlje zavarivača, a time se povećava razina rizika za rad i socijalno okruženje. Pravne, moralne i etičke norme zahtijevaju od poslodavca da osigura optimalne uvjete rada [1].

Globalna potrošnja proizvoda za zavarivanje u 2019. procjenjuje se na 14,49 milijardi USD, a godišnja stopa rasta od 6,2 % očekuje se u razdoblju od 2020. do 2027. U Europi se globalna potrošnja proizvoda za zavarivanje u 2019. procjenjuje na 3,3 milijarde USD godišnje, očekuje se stopa rasta od 5,6 % između 2020. i 2027. Čimbenici poput fleksibilnosti dizajna, smanjene ukupne težine građevinskih konstrukcija i jednostavnosti preinaka predviđaju se kako bi promovirali potražnju u segmentima građevine i industrijske primjene. Očekuje se da će građevinska industrija brzo rasti širom svijeta zahvaljujući rastućoj potražnji za stambenom i

nestambenom gradnjom u gospodarstvima poput Indije, Kine i Indonezije, kako bi se potaknuo rast tržišta. Uz to, široka primjena zavarivanja u proizvodnoj, automobilskoj i transportnoj industriji vjerojatno će potaknuti rast potreba OZO u pogonima za zavarivanje [2].

Postupci zavarivanja i srodni postupci proizvode zagađivače zraka. Te tvari u visokim koncentracijama, iznad graničnih vrijednosti, mogu biti štetne po zdravlje. Temeljni učinci opasnih tvari na ljudsko tijelo mogu se podijeliti u 5 skupina.

1. Nadražujuće djelovanje: ima nadražujuće djelovanje na sluznicu, posebno na respiratorni trakt. Nadražujući učinci rezultiraju primarnim učincima na živčani sustav, bez promjene u metabolizmu stanica ili oštećenju stanica.
2. Toksični učinci: dovode do oštećenja u metabolizmu stanica ili oštećenja uglavnom dišnih putova, što inicira (nakon resorpcije) oštećenja drugih organa, bubrega i živčanog sustava.
3. Alergijski učinci: Osjetljivost se povećava nakon kontakta s tim tvarima. S novim kontaktom javljaju se alergijske reakcije kod preosjetljivih ljudi. Kao rezultat, javljaju se astmatični napadi, razne vrste upale pluća, promjene na koži, ekcemi i urtikarija do kolapsa cirkulacije. Od nekih opasnih tvari učinci mogu biti uzrokovani i bez prethodne osjetljivosti, takve osobe nazivaju se para ili pseudoalergičari.
4. Kancerogeni učinci: oštećenje deoksiribonukleinskih kiselina uzrokuje maligne promjene stanica. Promjene u metabolizmu stanica dovode do reakcija koje podržavaju nove generacije zloćudnih stanica.

5. Učinci temperature: jesu promjene u strukturi plućnog tkiva koje uzrokuju oštećenje plućne funkcije.

Svih pet navedenih učinaka je prisutno pod djelovanjem isparavanja generiranih pri REL postupku zavarivanja. Opasne tvari ulaze u tijelo uglavnom kroz respiratorni trakt i pluća, a njihova resorpcija i patogeni putevi u tijelu rezultat su metaboličkih procesa. Postoji popis svih do sada ispitanih i registriranih opasnih tvari za ljudsko zdravlje „Popis sigurnosnih materijala“ (MSDS - material safety data sheet), koje instituti koriste u procjeni štetnosti kemijskog sastava proizvoda za zavarivanje, u ovom slučaju u procjeni kemijskog sastava zavarivačkih dimova. Popis se formira dugi niz godina i nikad nije konačan [3].

2. Zavarivački dimovi i plinovi

Procjenjuje se da se širom svijeta primjenjuje preko 80 različitih postupaka zavarivanja. Od svih postupaka zavarivanja, preko 80% svih konstrukcija zavareno je s tri postupka: ručnim elektrolučnim zavarivanjem (REL), poluautomatskim zavarivanjem s aktivnom ili inertnom zaštitom plina (eng. MAG-metal active gas / MIG-metal inert gas) i zavarivanje netopivom wolframovom elektrodom s plinskom zaštitom (eng. TIG-tungsten inert gas). TIG zavarivanjem nastaje najmanje dimnih plinova koji sadrže najviše ozona, O_3 . U postupku MAG / MIG zavarivanja koncentracija dimnih plinova veća je nego u TIG zavarivanju, ali oni sadrže manje O_3 . REL, kao najčešći postupak zavarivanja, stvara najveću koncentraciju dimnih plinova, najslabijeg sastava s najmanjom količinom O_3 . Kod REL zavarivanja (85 ÷ 90) % zavarivačkog dima se stvara od dodatnog materijala, obložene elektrode [4].

U postupku REL zavarivanja, od svih postupaka elektrolučnog zavarivanja, stvara se najviše zavarivačkog dima i dimnih plinova vrlo složenog sastava. Izloženost zavarivanju je jedinstvena. Ne postoji materijal iz bilo kojeg izvora koji se može izravno usporediti sa sastavom i strukturom isparavanja zavarivanjem. Zavarivanje je jedno od najopasnijih zanimanja [5].

Zavarivački dimovi i pare su otrovne metalne pare dobivene postupkom zavarivanja. Isparavanja koja se javljaju za vrijeme zavarivanja složena su smjesa čestica i plinova čiji kemijski sastav ovisi o kemijskom sastavu osnovne i pomoćnog materijala, primijenjenom postupku zavarivanja i ostalim čimbenicima koji su prisutni u danom postupku zavarivanja. Isparavanje sadrži sve elemente prisutne u osnovnom i dodatnom materijalu, ali relativni udio je različit. Hlapive komponente u parama prisutne su u većim koncentracijama nego u osnovnom i dodatnom materijalu. Isparavanja za zavarivanje ulaze u aerosole kao antropogeni proizvodi, a pojam aerosol često se susreće u istraživanjima vezanim uz onečišćenje zraka nusproizvodima zavarivanja.

3. Formiranje i transport zavarivačkih čestica

Stvaranje i transport aerosola u zavarivanju složen je fenomen. Dimni plinovi i krute čestice nastaju nepotpunim izgaranjem krutina ili oksidacijom metalnih para kisikom iz zraka. Dimni plinovi ulaze u ljudsko tijelo zajedno sa zrakom kroz respiratorne organe. Visoke temperature tijekom zavarivanja pomažu u procesu stvaranja zavarivačkog dima u blizini električnog luka. Kemijski sastav i svojstva para kombinacija su kemijskog sastava i svojstava njihovih sastojaka, elektrode i osnovnog metala. Razina stvaranja zavarivačkog dima funkcija je postavljenih parametara zavarivanja. Prostorne i vremenske varijacije mogu prouzročiti promjene u broju čestica i koncentraciji aerosola u zavarivanju. Studije su pokazale da se koncentracija zavarivačkog dima, u procesu plinskog elektrolučnog zavarivanja (eng. GMAW – gas metal arc welding), smanjuje s povećanjem udaljenosti od električnog luka. Na visini od 48 mm od luka koncentracija je bila 389,02 čestica/ m^3 , a na visini od 192 mm od luka, 151,94 čestice/ m^3 . Smanjenje broja čestica povezano je s procesom stvaranja i transporta aerosola za zavarivanje. Tri su osnovna postupka za stvaranje čvrstih čestica zavarivačkog dima, difuzija, koagulacija i kondenzacija. U blizini električnog luka, gdje je temperatura još uvijek vrlo visoka, zavarivački dim i dalje ostaje kao para. Kada se difuzijom počne udaljavati od izvora topline, u zavarivačkom dimu se stvara jezgra krutih čestica kritične veličine. Ova kritična veličina je najmanja veličina pri kojoj se zavarivački dim pretvara u čestice. Te su čestice vrlo male i kreću se velikom brzinom, pri čemu dolazi do velikog broja sudara. Ti sudari dovode do rasta čestica koagulacijom. Koagulacija je jednostavan postupak kojim se pri sudaru čestica, koje imaju relativno kretanje, manje čestice prijanaju uz oblik većih čestica. Kad bi se sudarile dvije čestice iste veličine, dobile bi jednu dvostruko veću česticu. Stoga, s povećanjem udaljenosti čestica od električnog luka broj čestica se smanjuje, a njihova veličina povećava [6]. Ambijentalni zrak pored mnogih

sastojaka, N_2 , O_2 , CO_2 , Ar, itd. sadrži i vlagu. Kako se zavarivački dim nastavlja kontinuirano stvarati, čestice i dalje rastu kondenzacijom. Udaljavanjem od mjesta zavarivanja dolazi do kondenzacije para zavarivanja, što dodatno povećava veličinu čestica. Kondenzirane kapljice nukleacija su faze u kojoj nastaju nove vrste većih čestica, koje s povećanjem udaljenosti od izvora postaju čvršće čestice s glatkom površinom. Kondenzacija pare za zavarivanje je njezino pročišćavanje, pa je dim za zavarivanje čišći što je dalje od mjesta zavarivanja, što dovodi do zaključka da je zavarivač tijekom rada u području najvećih koncentracija zavarivačkog dima. Kad dosegnu dovoljnu težinu, čestice padaju na tlo, ostajući na tijelu zavarivača ili na bilo kojoj prepreci na koju naiđu. Svakodnevnim uporabom OZO na opremi se stvara sloj štetnih čestica od zavarivačkog dima koji se može prenijeti na ruke, kožu i dišne putove zavarivača, a nakon toga odnijeti i u stambene prostorije gdje se mogu kontaminirati i ostali članovi obitelji.

4. Štetne pojave kod zavarivanja

Štetne pojave kod svih postupaka zavarivanja dijele se u tri skupine (tablica 1) [1].

Tablica 1. Štetne pojave kod zavarivanja

ŠTETNE POJAVE KOD ZAVARIVANJA		
KEMIJSKE	FIZIKALNE	OSTALE
<ul style="list-style-type: none"> plinovi: CO, CO_2, NO_x, O_3, F, $COCl_2$, SO_3, H_2S aerosol (dim, prašina, pare) 	<ul style="list-style-type: none"> toplinska: temperatura, toplinsko zračenje mehanički: buka, vibracije neionizirajuće zračenje: ultraljubičasto, vidljivo, infracrveno ionizirana radijacija 	<ul style="list-style-type: none"> rad u zatvorenom prostoru dugotrajno stajanje stres uslijed dizanja teških predmeta opasnosti od električnog udara, eksplozije, požara itd.

Zavarivački dimovi su smjese plinova i čvrstih čestica koje potječu od osnovnog i dodatnog materijala, raznih premaza (boje, maziva, odmašćivači, rashladna sredstva itd.) koji se nalaze na materijalu i vrlo je teško utvrditi koji dimovi i plinovi nastaju. Uz plinove koji se u određenim postupcima zavarivanja nalaze u zaštitnoj atmosferi (CO_2 , O_2 , Ar, He itd.), u postupku zavarivanja nastaju i različiti plinovi uslijed djelovanja zračenja na okolinu (npr. ozon, O_3).

Željezo čini osnovu najvažnije tehničke legure, čelika. Najvažniji legirajući element željeza je ugljik. Osim ugljika, ugljični čelici sadrže i mnoge druge nečistoće poput: silicija, mangana, fosfora, sumpora, dušika, nemetalnih inkluzija (sulfidi, oksidi), kao i male količine bakra, nikla, kroma (svaki do 0,2 %), kisik, aluminij, vodik itd. U slučaju legiranih čelika namjerno dodajemo kemijske elemente za legiranje, u točno određenim količinama kako bi materijalu dali potrebna svojstva. Na količinu i sastav zavarivačkih dimova utječu i parametri zavarivanja: struja, napon električnog luka, duljina električnog luka, brzina zavarivanja, itd.

5. Utjecaj emisije dima i plina na zdravlje zavarivača

Tablica 2 prikazuje najčešći sastav dima za zavarivanje, skupine toksičnosti i bolesti uzrokovane tim sastojcima [7].

Količina dima koji ulazi u ljudsko tijelo ovisi o koncentraciji u zraku i veličini čestica. Što su veće čestice, manja je količina koja ulazi u tijelo. Veće čestice prašine ne prodiru u pluća jer se zadržavaju u nosu i nosnoj šupljini, a zatim se kašljem i kihanjem izbacuju. Vrlo sitne čestice ulaze u pluća, ali samo mali broj ostaje tamo, većina izlazi s izdahnutim zrakom. Najopasnije su čestice srednje veličine od 5 μm , dovoljno velike da imaju težinu, da ostanu u plućima i nedovoljno velike da ostanu u nosnoj šupljini. Čestice veličine do 2 μm nisu opasne. Djelovanje ovih čestica u plućima ovisi o kemijskom sastavu tvari od koje čestice nastaju. Stoga je veličina čestica najvažniji čimbenik za odabir metode kemijske analize isparavanja koja nastaju tijekom zavarivanja. Veličine čestica kreću se između 0,005 μm i 20 μm , iako je manje od 10 – 30 % mase isparavanja veće od 1 μm .

Tablica 2. Sastav zavarivačkog dima, skupine toksičnosti i bolesti kao posljedica izloženosti

ZAVARIVAČKI DIM						
ČESTICE OKSIDA						Plinovi
SKUPINE OTROVNOСТИ						
Iritirajuća, toksična i alergijska	Uzročnici pneumokonioze			Čestice s kancerogenim djelovanjem	Iritanti pluća	Inhibitori hematoze
	Prašina koja se taloži u plućima	Fibrogena prašina	Nosioci berilioze			
Al, Cu, Be, Zn, Cd, Sn, Cr, Mn, Ni, Pb, V, Fe	Si (amorfni), Fe, Sn	Co	Be	Cr(VI), Ni, Be	O ₃ , NO ₂ , Fozgen COCl ₂	CO, NO

Ovisno o vrsti, količini plina u zraku i duljini izloženosti plinu, ovisi kakav će učinak biti na zdravlje radnika. Sljedeći plinovi najčešće se proizvode zavarivanjem: CO, HF, NO, O₃, itd. Isparenja koja se najčešće nalaze u zavarivačkom dimu su: isparenja aluminija, berilija, kadmijevog oksida, kroma, fluorida, željeznog oksida, olova, mangana, molibdena, nikla, cinkovog oksida itd [6].

Izlaganje različitim tipovima zavarivačkih dimova dolazi do različitih efekata na zdravlje. Ako zavarivač preko godinu dana udiše gasove, dimove i pare u većoj količini, biti će mu narušeno zdravlje. Učinci na zdravlje zavarivača se mogu podijeliti prema duljini izloženosti, a neki od njih su dani u tablici 3 [8].

Talica 3. Štetni učinci na zdravlje zavarivača

UČINCI NA ZDRAVLJE ZAVARIVAČA		
Kratkoročni učinci	Dugoročni učinci	Ostali zdravstveni problemi
<ul style="list-style-type: none"> Nadraživanje očiju, nosa i prsa Isprekidano disanje i kašalj Bronhitis Edem pluća Upala pluća Gubitak apetita Grčevi i mučnina 	<ul style="list-style-type: none"> Kronični problemi s plućima (bronhitis, upala pluća, astma, emfizem pluća) Rak pluća Rak jednjaka Rak mokraćnog sustava 	<ul style="list-style-type: none"> Kožne bolesti Gubitak sluha Gastritis, čir na želudcu Oštećenje bubrega Oštećenje srca

Najčešći sastojci čestica zavarivačkog dima su metalni oksidi, kemijski elementi i spojevi. Učinci na zdravlje zavarivača nekih kemijskih elemenata navedeni su u tablici 4 [9].

Cr VI, Ni, Mn i Mo, među ostalim, imaju najveći štetni učinak na zdravlje zavarivača i okoliša, kada se zavaruje REL postupkom zavarivanja legiranih čelika, ako uđu u ljudsko tijelo. Sastav obloge elektrode, kao i parametri zavarivanja, igraju važnu ulogu. Potrebno je postići kvalitetno zavarivanje sa što manje štetnih učinaka na zavarivača i okoliš. Uz kvalitetnu OZO i zaštitu okoliša (ventilacija, filtracija itd.), može se postići i bolja kvaliteta zavarenih spojeva, uz dopuštenu veću emisiju zavarivačkog dima [10].

Tablica 4. Opasni metali, metalni oksidi i učinci na ljudsko tijelo

METAL	UZROČNI ČIMBENICI	POTENCIJALNI UČINCI
Cr	Šestovalentni spojevi (kromat, Cr (VI))	Topljiv Cr(VI): nadražujuće i toksično djelovanje na kožu i sluznicu, netopivi Cr(VI): kancerogen za ljude (pluća, respiratorni trakt), alergijski učinci na kožu.
Ni	Spojevi s niskom i visokom topljivosti, NiO	Kancerogeno za ljude (pluća, unutar nosa), alergijski učinci na kožu.
Mn	Metal i spojevi	Štetno za živce, jer oksid djeluje iritantno i toksično na dišne puteve, neurotoksično.
Zn	Oksid, sastojak dima	Uzrokuje metalnu groznicu, uključujući zastoj disanja (neshvatljivi mehanizam, moguće imunološki), općenito neobjašnjiva oštećenja.
Cu	Oksid, sastojak dima	Uzrokuje metalnu groznicu, uključujući zastoj disanja (neshvatljivi mehanizam, moguće imunološki), općenito neobjašnjiva oštećenja.
Co	Metal i spojevi	Kronični bronhitis, astma (moguće otrovne i / ili uzrokuje alergijske reakcije), u plućima tvrda metala fibroza, kancerogeni u pokusima na životinjama, alergijski učinci na kožu.

6. Zaštitna odjeća za uporabu pri zavarivanju srodnim procesima

Zahtjevi na odjeću namijenjenu radu tijekom postupaka zavarivanja definirani su normom HRN EN ISO 11611:2015 Zaštitna odjeća za uporabu kod zavarivanja i srodnih procesa. Norma definira minimalne sigurnosne zahtjeve i metode ispitivanja zaštitne odjeće. Zaštitna odjeća predviđena za postupke zavarivanja vrlo je slična odjeći za zaštitu od topline i plamena, pa su zahtjevi za dizajnom gotovo identični. Vanjska površina odjeće mora biti glatka i potpuno zatvorena, tako da vruće čestice ne dolaze u kontakt s kožom, ne prolaze kroz odjeću ili ne ostaju na odjeći. Norma sadrži popis zahtjeva za dizajn s mogućim izvorima opasnosti od kojih se zavarivač treba zaštititi (konvekcijska toplina, radijacijska toplina, prskanje rastaljenog metala (Fe, Al, itd.), topline dodira i električnog udara uzrokovanog kratkotrajnim slučajnim kontaktom s električnim vodičima pod naponom do približno 100 V istosmjernje struje.

Norma definira dvije razine zaštite koje zaštitna odjeća pruža korisniku, a s obzirom na postupke zavarivanja:

- Razina 1, zaštitna odjeća namijenjena zaštiti u manje složenim tehnikama i situacijama zavarivanja (npr. plinsko zavarivanje, TIG zavarivanje, MIG zavarivanje, točkano zavarivanje, lemljenje i sl.).
- Razina 2, zaštitna odjeća namijenjena zaštiti u složenijim tehnikama i situacijama zavarivanja (npr. MAG zavarivanje, REL zavarivanje, termičko rezanje, itd.) [11].

Ovisno o vrsti namjene i okolišu u kojem se zaštitna odjeća primjenjuje, ona mora biti izrađena od visokokvalitetnih materijala koji će radniku osigurati potpuno siguran rad. Sirovinski sastav osnovnih i pomoćnih materijala za izradu zaštitne odjeće za zavarivanje i srodne procese najčešće vezujemo uz primjenu umjetnih vlakana otpornih na djelovanje topline i plamena te visoke elektrovodljivosti – modakrilnih, aramidnih, ugljikovih, celuloznih FR i sl. Pritom se koža najčešće primjenjuje za izradu zaštitne obuće, rukavica, kao i zaštitnih pregača.

7. Zaključak

Posljednjih godina, kada se uoče i osjete velike negativne promjene u prirodnom okolišu, radi se na razvijanju svijesti o važnosti ekološki zdravog okoliša za život čovjeka. Svaki bi pojedinac trebao učiniti što je više moguće u svojoj domeni kako bi spriječio, usporio i uklonio negativne klimatske

promjene na Zemlji. Emisije isparenja zavarivanja tijekom zavarivanja i procesa povezanih sa zavarivanjem predstavljaju opasnost za zdravlje radnika i izvor su onečišćenja okoliša. Norme i zakonski propisi koji su postavljeni radi očuvanja zdravlja zavarivača i zdravog okoliša postaju stroži, što je svakako pozitivno. Iz tog razloga potrebno je provesti sveobuhvatnija ispitivanja štetnosti zavarivačkog zagađenja za zdravlje zavarivača, a u skladu s rezultatima tih studija poboljšati osobnu zaštitnu opremu zavarivača. Ovisno o rezultatima kemijskih analiza uzoraka dima za zavarivanje, definira se i vrsta zaštitne opreme zavarivača. Zbog specifičnih uvjeta zavarivanja i velikog broja utjecajnih čimbenika na nastajanje isparenja za zavarivanje, mjerenja je potrebno provesti pod određenim uvjetima. Postoje mnoge metode za ispitivanje kemijskog sastava isparenja za zavarivanje. Rezultati ispitivanja trebali bi potaknuti razvoj najbolje moguće zaštitne opreme za zavarivače i okoliš s obzirom na složenost kemijskog sastava dima i para zavarivanja i drugih štetnih pojava tijekom zavarivanja. Zadaća zaštitne odjeće je potpuno zatvoriti tijelo i izolirati ga od vanjskih štetnih utjecaja, a u tu je svrhu najbolje koristiti visokofunkcionalne materijale. Zavarivanje i srodni postupci izvor su složenih opasnosti i rizika za zdravlje zavarivača, njihov složeni kemijski sastav čini osnovu za dizajn i proizvodnju OZO.

Literatura

- [1] Hrvatsko društvo za tehniku zavarivanja, Zaštita na radu pri zavarivanju 2. dio, Zagreb 2006.
- [2] ...: Welding Products Market Size, Share & Trends Analysis Report By Technology (Arc, Resistance), By Product (Stick Electrodes, Solid Wires), By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2020 – 2027, dostupno na: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/global-welding-products-market/segmentation>, 27.04.2021.
- [3] ...EHS management that makes your company more effective, dostupno na: www.dr-software.com/MSDS, 10.2.2021.
- [4] Međunarodni naučni skup Zavarivanje spaja, Zbornik radova, Sarajevo, listopad 2005.
- [5] Nomination of Welding Fume for Toxicity Studies, National Institute for Occupational Safety and Health, february 20, 2002.
- [6] William J. McClellan, Sampling Characterization Welding Aerosols, Washington University in St. Louis, August 7, 2004.
- [7] Produced by the University of California, Los Angeles, Labor Occupational Safety and Health (LOSH) Program, August 2003.
- [8] ...: Fumes and Gases, Safety and Health Fact Sheet No.1, American Welding Society, october, 2003.
- [9] Welding Fumes and Gases, CPWR, NIOSH, 2003.
- [10] R. Begić, Istraživanja optimalnog tehnološkog sastava elektrode sa aspekta minimiziranja zavarivačkog dima, Doktorski rad, Univerzitet u Bihaću, Tehnički fakultet Bihać, 2011.
- [11] ...: Hrvatski zavod za javno zdravstvo – služba za medicinu rada, dostupno na: www.hzzzs.hr, 25.03.2021.