

MERE BEZBEDNOSTI I ZAŠTITE ZAVARIVAČA PRI GASNOM ZAVARIVANJU SAFETY AND HEALTH PROTECTION MEASURES FOR WELDERS DURING THE GAS WELDING PROCESS

*Mr Miloš Ristić, Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš**

Mr Boban Cvetanović, Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, Niš

Nenad Dakić, IWE, Trg 14. oktobra 4/22, Niš

Rezime: *Gasno zavarivanje, kao jedan od najstarijih i najrasprostranjenijih postupaka zavarivanja, ima široku primenu kako na stalnim radnim mestima u industrijskim pogonima, tako i na privremenim (terenskim) mestima gde se zavarivanje izvodi. Kako je zavarivačko radno mesto izloženo brojnim opasnostima i štetnostima, cilj ovog rada biće da prikaže neophodne mere, procedure i propise koji moraju biti ispoštovani da bi se postupak zavarivanja odvijao u zdravoj i bezbednoj sredini. Rad sadrži pregled opasnosti i štetnosti pri gasnom zavarivanju, kao i neophodne mere bezbednosti i zaštite pri gasnom zavarivanju, sa naglaskom na važnost da radnici koji obavljaju poslove moraju biti obučeni i licencirani za svoj posao. Pravilnom edukacijom i razumevanjem mogućih problema treba preventivno delovati na zavarivače kako bi prepoznali opasnosti i štetnosti koje se javljaju na radnom mestu i ispoštovali mere bezbednosti i zaštite, shodno SRPS OHSAS 18001.*

Ključne reči: *Gasno zavarivanje, mere bezbednosti, zaštita zavarivača.*

Summary: *Gas welding as one of the oldest and most widely spread welding procedures has a broad application both on permanent work positions at industrial plants and at temporary (field) work positions where welding is performed. Since a welder's work position is exposed to various dangers and damages, the aim of this paper is to present necessary measures, procedures and regulations that must be followed in order for a welding process to be performed in safe and healthy environment. The paper encompasses an overview of dangers and damages occurring at gas welding, as well as safety and protection measures necessary at gas welding, emphasizing the importance of welders being trained and licensed for their job. Thus the risk for welder's work position is decreased and measures for improving work environment are defined. With the appropriate education and understanding of potential problems we should act preventively towards welders in order for them to recognize dangers and damages occurring at work and follow protective measures and procedures, in accordance with SRPS OHSAS 18001.*

Keywords: *Gas welding, safety measures, welder protection.*

UVOD

Zavarivanje je proces izrade nerazdvojivog spoja uspostavljanjem međuatomskih veza između delova koji se zavaruju, pri kome se pojedinačno ili kombinovano koristi toplotna i mehanička energija, a po potrebi i dodatni materijal [1]. U praksi se najčešće koriste postupci zavarivanja koji su zasnovani na lokalnom zagrevanju materijala iznad temperature topljenja, kada zavareni spoj nastaje očvršćavanjem (kao što je slučaj kod npr. elektrolučnog zavarivanja), ili na lokalnom zagrevanju materijala do temperature topljenja, kada zavareni spoj nastaje uz dodatno delovanje pritiska (npr. elektrotoporno zavarivanje). Klasifikacija postupaka zavarivanja i srodnih postupaka, sa referentnim oznakama definisana je standardom [2]. Iako je zavarivanjem moguće spajanje metala sa metalom, nemetala sa nemetalom i metala sa nemetalom, u praktičnom smislu zavarivanje podrazumeva spajanje metala sa metalom.

Neki postupci zavarivanja su stari koliko i otkriće metala kao npr. kovačko zavarivanje gvožđa. Savremeni postupci zavarivanja počinju da se razvijaju krajem XIX veka, osvajanjem prvo tehnologije elektrolučnog zavarivanja netopljivom grafitnom elektrodom [3], a zatim i zavarivanjem topljivom elektrodom u električnom luku jednosmerne struje [3].

*Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš, Srbija
milos.ristic@vtsnis.edu.rs

Gasno zavarivanje je poznato još od 1894. godine, a njegova široka primena počinje 1902. godine kada je pronađen jeftin postupak dobijanja kiseonika iz vazduha, dok je acetilen dobijen još 1892. godine u Kanadi, da bi 1911. godine u SAD acetilenski plamen bio korišćen za rezanje čelika [4]. Gorivi gas (najčešće acetilen) i kiseonik (ili vazduh) se dovode u plamenik gde se mešaju (pod jednakim pritiskom ili povišenim pritiskom kiseonika) da bi nakon toga smesa gasova prošla kroz mlaznicu gde se spaljuje. Acetilen je nezasićeni ugljovodnik koji je veoma eksplozivan na povišenom pritisku. Ovaj gas se za tehničke uslove primene, dobija uzajamnim delovanjem vode H_2O , i kalcijum-karbida CaC_2 (tehnički acetilen sadrži najmanje 99% C_2N_2) a proizvodi se u uređajima koji se nazivaju razvijaičima ili generatorima [5] gde se kao nus produkt još dobija i krečni talog (ili krečno mleko).

Razvoj industrije pedesetih godina prošlog veka ukazao je da je od svih resursa uključenih u proizvodnju čovek najvredniji resurs. Kako bi proces edukacije i samog uklapanja zavarivača u timski proces proizvodnje bio uspešan, važno je da, pored edukacije zavarivača u pogledu specifičnog tehničkog znanja, budu preduzete i mere bezbednosti i zaštite na radu [6]. S obzirom na to da svako radno mesto nosi sa sobom određeni rizik, procenjivanje rizika se vrši za svaku prepoznatu, odnosno utvrđenu opasnost ili štetnost, upoređivanjem sa dozvoljenim vrednostima propisanim odgovarajućim propisima u oblasti zaštite i zdravlja na radu, tehničkim propisima, standardima i preporukama.

Kako bi organizacije bile svesne bezbednosti zdravlja svojih zaposlenih i stalno težile unapređivanju i održavanju nivoa fizičke, mentalne i društvene bezbednosti radnika, kao i sprečavanja njihovih povređivanja razvijan je standard OHSAS 18001 (engl. *Occupational Health & Safety Assessment Series*) [7] koji definiše zahteve za sistem menadžmenta zdravljem i bezbednošću na radu. Implementacijom ovog standarda, preduzeće stiče poverenje zainteresovanih strana uveravajući ih da je rukovodstvo opredeljeno da ispunjava zahteve iz politike zaštite zdravlja i bezbednosti na radu, da je naglasak na preventivi, a ne na korektivnim merama, da je moguće pružiti dokaze o tome da se OHSAS odnosi na celu organizaciju, a ne samo na procese za koje postoje zakonski propisi ili zone velikih rizika, i da koncepcija OHSAS-a uključuje proces stalnog poboljšavanja.

S obzirom na napred navedeno, u prvom delu ovog rada biće dat kratak podsetnik o osnovama zavarivanja sa osvrtom na gasno zavarivanje. U drugom delu se govori o opasnostima, štetnostima kao i merama bezbednosti i zaštite koje treba preduzeti kako bi sam postupak gasnog zavarivanja bio bezbedan i za radnika i za okolinu, sa naglaskom na neophodne mere koje treba preduzeti da bi gasno zavarivanje bilo izvedeno bezbedno i sigurno, sa što manjim rizikom po radnike i okolinu. Na kraju rada dat je predlog mera za smanjenje opasnosti i štetnosti pri gasnom zavarivanju.

OPASNOSTI I ŠTETNOSTI KOJE SE JAVLJAJU PRI ZAVARIVANJU

Prepoznavanje i utvrđivanje opasnosti i štetnosti na radnom mestu i u radnoj sredini vrši se na osnovu podataka koji se prikupljaju iz dokumentacije kojom raspolaže poslodavac, posmatranjem i praćenjem procesa rada na radnom mestu, prikupljanjem potrebnih informacija od radnika, kao i informacija iz drugih izvora [8]. Procesi zavarivanja [1] praćeni su pojavama visokih temperatura, nastajanjem ili korišćenjem gasovitih produkata, svetlosnim i toplotnim zračenjem, i opasnostima od električne struje. Sve ove pojave ili materije mogu štetno uticati na zdravlje zavarivača i drugih radnika, a predstavljaju i potencijalnu opasnost za nastanak materijalne štete.

Sve potencijalne opasnosti kojima je zavarivač izložen se prema Pravilniku o načinu i proceni rizika [8] mogu sagledati u sledeće grupe:

- Mehaničke opasnosti (opasnosti od opreme za rad i opasnosti u vezi sa karakteristikama radnog mesta)
- Opasnosti od električne energije
- Štetnosti od zračenja (nejonizujuće)
- Hemijske štetnosti (gasovi, dimovi, pare)
- Fizičke štetnosti (buka)
- Mikroklima (temperatura, vlažnost vazduha, brzina strujanja vazduha)

*Visoka tehnička škola strukovnih studija Niš, Aleksandra Medvedeva 20, 18000 Niš, Srbija
milos.ristic@vtsnis.edu.rs

- Osvetljenost (prejaka ili nedovoljna),
- Štetnosti koje proističu iz fizioloških napora (podizanje teških predmeta, nefiziološki položaj tela pri zavarivanju specifičnih predmeta – dugo stajanje, klečanje, rad sa podignutim rukama iznad glave i dr.)

Osnovni zadatak u pogledu bezbednosti, zdravlja i zaštite na radu je da se otklone ovi opasni uticaji zavarivanja [9]. Stanje zaštite podrazumeva upoređivanje stanja na radnom mestu sa stanjem kako bi trebalo biti u skladu sa zakonom, propisima, standardima i aktima u odnosu na utvrđeni nivo rizika [8]. Svaki zavarivač ima pravo i obavezu zaštite prema tim propisima.



Slika 1. – Deo opreme i uređaja koji se koriste pri gasnom zavarivanju

Mesta za zavarivanje mogu biti stalna i privremena [10]. Stalna mesta za zavarivanje su ona mesta na kojima se, u tehnološkom procesu proizvodnje ili u radionicama, zavarivanje obavlja stalno ili sa kratkim prekidima. Privremena mesta za zavarivanje su mesta na kojima se zavarivanje obavlja prema potrebi i u vremenu koje je predviđeno u odobrenju.



Slika 2. – Zavarivačko radno mesto

Stalna mesta za zavarivanje moraju biti prostorno požarno izdvojena. Ako se u tehnološkom procesu proizvodnje koriste zapaljivi materijali, zapaljive tečnosti ili gasovi (što jeste slučaj pri gasnom zavarivanju), stalna mesta za zavarivanje moraju biti izdvojena kao poseban požarni sektor, tako da zidovi, vrata, pod i tavanica obezbeđuju otpornost na vatru najmanje 2 sata. Kada su stalna mesta za zavarivanje u radionici, radionica mora biti požarno izdvojena od drugih prostorija ili objekata i sagrađena od nezapaljivog ili teško zapaljivog materijala, sa nezapaljivim podom i tavanicom, propisno izvedenom gromobranskom i električnom instalacijom i uređajima za ventilaciju. Zavarivanje na privremenim mestima može se obavljati samo uz prethodno pribavljeno odobrenje, koje izdaje osoba ovlašćena ispred menadžmenta za donošenje ovakve odluke.

Odobrenje se izdaje na osnovu privremenog pisanog zahteva izvođača radova zavarivanja. Izgled zavarivačkog mesta sa svom neophodnom zaštitnom opremom [11] koju mora da koristi zavarivač, bilo da je stalno radno mesto ili privremeno (ograničeno) prikazano je na slici 3. Ključne opasnosti koje se pojavljuju pri gasnom zavarivanju su:

- Eksplozija i požar;
- Komprimovani gasovi (neočekivano oslobađanje pritiska);
- Povrede oka i opekotine;

- Gasovi, dimovi i isparenja;
- Akumulacije gasa (npr. curenja ili nesagoreli gasovi).

U cilju smanjivanja opasnosti po zavarivača, važno je da radnik bude obučen i licenciran za posao koji obavlja, što podrazumeva da pored znanja i neophodne veštine za izvođenje zavarene konstrukcije poznaje i poštuje pravila i procedure za obavljanje postupaka i zadataka, kao i upotrebu i održavanje oruđa za rad. Svaki deo zavarivačke opreme mora biti proveren, serifikovan i odobren. Tako na primer, zaštitne naočari za gasno zavarivanje [11] imaju stakla koja prema stepenu zatamnjenja imaju oznake 444 (454), 555 i 666, a izbor stepena zatamnjenja zavisi od stanja vida zavarivača. U poslednje vreme sve je veća upotreba naočari sa zatamnjenjem koje se automatski prilagođavaju svetlosnom izvoru (tzv. foto-grej stakla). Preporuka je da se, ako postoji mogućnost, pri postupcima elektrolučnog i gasnog zavarivanja i rezanja metala koristi naglavni štitnik za sa automatskim zatamnjenjem i mikro senzorima [12]. Stepenn zatamnjenja stakala zaštitnih naočara zavisi od nekoliko faktora među kojima je i debljina materijala koji se zavaruje (ili se seče) [13] što je i prikazano u tabli 1.

Tabela 1. Preporuke stepena zatamnjenja zavarivačkih naočara prema debljini materijala koji se obrađuje pri gasnom zavarivanju i rezanju

	DEBLJINA PLOČE (mm)	PREPORUČEN STEPEN ZATAMNJENJA STAKALA *
Gasno zavarivanje	Do 3 mm	4 ili 5
	Od 3 do 13	5 ili 6
	Preko 13	6 ili 8
Gasno sečenje i rezanje	Do 25	3 ili 4
	Od 25 do 150	4 ili 5
	Preko 150	5 ili 6

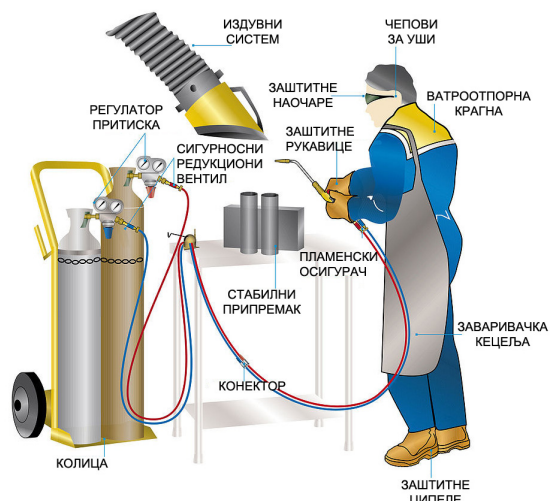
* Po pravilu, treba početi sa zatamnjenjem koje je suviše mračno da bi videli zonu zavara. Onda se postepeno ide u svetliju nijansu koja daje dovoljno pregledan šav zone. Pri gasnom zavarivanju gorionik daje plamen koji proizvodi jaku svetlost, te je poželjno da se koristi filter koji apsorbira žuti spektar svetlosti.

Zavarivanje mogu da obavljaju isključivo stručno osposobljeni i atestirani radnici (zavarivači) za rukovanje i upotrebu opreme za zavarivanje, prethodno upoznati sa propisanim merama bezbednosti i zaštite na radu [6] koje treba preduzeti pre i tokom zavarivanja.

Rukovodilac radova ne sme dozvoliti da zavarivanje obavljaju lica koja ne ispunjavaju propisane uslove, bilo da je reč o nedostatku atesta zavarivača ili neispunjavanju nekog drugog unutrašnjeg propisa.

Svaki zavarivač mora imati adekvatnu zaštitnu opremu koja je definisana standardima, uredbama i propisima. Tako je neophodno da zavarivač ima ličnu zaštitnu opremu (odelo, cipele, rukavice, naočare i sl.) kao i da koristi zaštitne uređaje (ventilaciju, antistatik podlogu i sl.), što je i prikazano na slici 3. Takođe, radnik na poslovima zavarivanja mora da poštuje i da se pridržava tehničkih mera propisanih tehnologijom od strane odgovornog inženjera.

Neposredno odgovorna lica moraju prethodno da budu upoznata sa zakonskim obavezama, odgovornostima i merama zaštite od požara i eksplozije, kao i sa drugim merama koje treba preduzeti prilikom korišćenja opreme za zavarivanje i izvođenje radova.



ispravno i bezbedno
gasno zavarivačko radno mesto

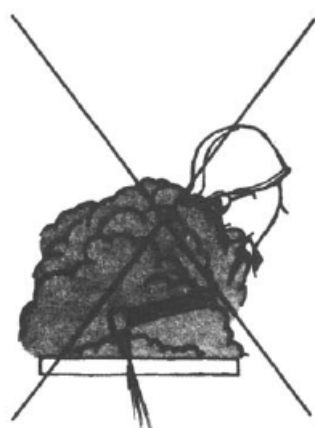


zavarivanje u ograničenm prostorima

Slika 3. – Mesta gde se odvija gasno zavarivanje

Jedna od glavnih predostrožnosti radnika pri gasnom zavarivanju mora biti zaštita od gasnih isparenja. Za najčešće gasove i dimove utvrđene su maksimalne dozvoljene koncentracije (MDK), tj. maksimalne dozvoljene količine [14] koje zavarivač može podneti za 8 časova neprekidnog rada. To ne znači da navedene količine ne izazivaju nikakve promene u organizmu. Izvesne promene mogu da nastanu, ali su one, po pravilu, takve prirode da se svaki zdrav organizam posle 16 časova odmora potpuno oporavi. Na osnovu ovih ispitivanja sprovode se mere zaštite na tim mestima, najčešće prinudnom opštom i lokalnom ventilacijom, upotrebom sredstava za zaštitu disajnih organa i puteva (filterski uređaji). Radnik mora biti svestan ove opasnosti i štetnosti i stalno poštovati bezbedonosne mere koje se prvenstveno odnose na to da glava bude van isparenja i da se nikako ne udišu isparenja i gasovi nastali sagorevanjem, kao na slici 4. Obavezno je korišćenje ventilacije, a radnici treba da poznaju štetnost materijala sa kojima rade, koje propisuje i standard SRPS Z.B0.001 [14].

NE UDIŠITE GASOVE I ISPARENJA
PROUZROKOVANE PLAMENOM



ZADRŽITE GLAVU VAN ISPARENJA.

KORISTITE ODGOVARAJUĆU VENTILACIJU.



Slika 4. – Opasnost od udisanja štetnih isparenja i gasova

Uobičajena propisana zaštita od isparenja i gasova [15] podrazumeva izduvni sistem sa haubom koji svojim protokom i kapacitetima odgovara štetnim materijama nastalim pri gasnom zavarivanju. Sa druge strane, zavarivaču se stavlja na rapolaganje i posebna maska sa dovodom vazduha, kao na slici 5.



usisno izduvna hauba



maska sa dovodom vazduha

Slika 5. – Mere bezbednosti i zaštite od isparenja i gasova

Uobičajena propisana zaštita od isparenja i gasova [15] podrazumeva izduvni sistem sa haubom koji svojim protokom i kapacitetima odgovara štetnim materijama nastalim pri gasnom zavarivanju. Sa druge strane, zavarivaču se stavlja na rapolanjanje i posebna maska sa dovodom vazduha, kao na slici 5.

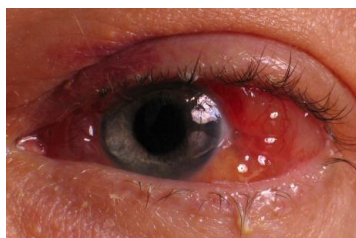
Štetno delovanje na organizam

Oštećenje oka može biti izazvano zračenjem, metalnim kapljicama, troskom i različitim gasovima i dimovima. Ultraljubičasto zračenje može izazvati upalu oka. Svetlosno zračenje može izazvati prolaznu zaslepljenost, a toplotno kod dugotrajnog izlaganja (15 do 20 godina) trajno oštećenje oka. Rasprskavanje užarenih čestica može izazvati oštećenje oka sa trajnim posledicama, a gasovi i pare upalu oka, čiji je znak suzenje i peckanje u očima.

Oštećenje kože može izazvati ultraljubičasto i toplotno zračenje, stvarajući opekotine na mestima koja nisu zaštićena. Pored toga ova zračenja izazivaju sušenje kože i njeno pucanje. Zapaljenje kože može izazvati delovanje nekih metala (Cr, Ni, Mo), a preosetljivost na njih se javlja nekoliko nedelja ili meseci nakon izlaganja. Na slici 6 prikazane su povrede i posledice štetnog delovanja na organizam.



Povreda izazvana
nepravilnim otvaranjem
ventila



Oštećenje oka



Oštećenje kože

Slika 6. – Povrede i oštećenja delova tela pri nepravilnom radu

Oštećenje sluha je posledica delovanja buke jače od 85 db u toku rada. Mere zaštite od buke su izolacija zvuka, prostorno pregrađivanje, obeležavanje prostora povećane buke, lična zaštitna oprema (čepovi za uši) i medicinska preventiva. Ako je buka veća od 85 db moraju se koristiti lična zaštitna sredstva, a ako prelazi 90 db standardna zaštita od buke je obavezna za sve zaposlene. Oštećenje udova izazvano je statičkim opterećenjem kojem je zavarivač podvrgnut u toku rada. Oštećenja disajnih organa izazvana su delovanjem štetnih gasova (nitrozni gasovi, fluoridi), dimova (oksidi gvožđa) i prašine. Deo njih se završava u disajnim putevima (nos, grlo) a deo prodire duboko u pluća.

Lista potencijalnih opasnosti i štetnosti sa merama za poboljšanje, odnosno smanjenje štetnih uticaja, na zavarivačkom radnom mestu predstavljen je u tabeli 2.

Tabela 1. – Preduzete mere bezbednosti shodno prepoznatim opasnosima i štetnostima

OPASNOSTI / ŠTETNOSTI	MERE KOJE JE POTREBNO PREDUZETI
Mehaničke povrede kao što su nagnjčenje ruku, šaka ili prstiju, ili opekotine izazvane mehaničkim opasnostima i radom sa aparatom za zavarivanje	Neophodno je svu mehaničku opremu periodično proveravati. Koristiti lična zaštitna sredstva. Vršiti permanentnu edukaciju radnika iz oblasti bezbednosti i zaštite na radu.
Ne fiziološki položaj tela (dugotrajno savijanje, izlaganje zračenju i toplotnim pojavama) može dovesti do oboljenja kičme sa bolovima, zatim do oštećenja vida i pojave opekotina	Redovno korišćenje pauza za odmor u toku rada. Primenjivati sva raspoloživa zaštitna sredstva, kao i sredstva, alate i pribore (npr. kolica) za prevoženje boca za zavarivanje.
Rad sa zapaljivim materijalima i oštećenim crevima može dovesti do dermatitisa, a usled požara mogu nastati opekotine	Obavezno je korišćenje zaštitnih rukavica i radnih odela. Pušenje u radionici mora biti zabranjeno, a aparati za gašenje požara dostupni. Obučiti radnike iz oblasti zaštite od požara.
Opasnosti vezane za rad sa aparatom za gasno zavarivanje mogu proizvesti povrede spoljašnjih organa (u slučaju požara i eksplozije)	Sigurnosni ventili na bocama moraju biti ispravni. Instalacije treba periodično pregledati i kontrolisati.

Predlog mera u cilju bezbednosti i zdravlja na radu:

1. Izvršiti osposobljavanje svih radnika za bezbedan i zdrav rad, kao i obuku iz oblasti zaštite od požara.
2. Radnicima dati na korišćenje lična zaštitna sredstva propisana u skladu sa njihovim radnim mestom odgovarajućim aktom preduzeća.
3. Postaviti ormarić za pružanje prve pomoći i osposobiti odgovarajući broj zaposlenih za pružanje prve pomoći.
4. Obezbediti kvalitetno održavanje u ispravnom stanju opreme za rad i vršiti periodične kontrole shodno tehničkim propisima i uputstvima.

NEOPHODNE MERE BEZBEDNOSTI I ZAŠTITE PRI GASNOM ZAVARIVANJU

Ključni elementi u sprečavanju eksplozije ili požara su ispravno skladištenje, transport i korišćenje komprimovanog gasova koji se koriste u postupcima zavarivanja. Pored toga, koristeći odgovarajuću opremu i poštujući procedure pri radu sa otvorenim plamenom smanjuje se rizik od nesreća u radionici.

Prilikom rukovanja sa buradima

Punu burad ne treba nikad otvarati čeličnim sekačem jer postoji opasnost da se pojavi varnica i dođe do eksplozije, već je neophodno burad otvarati mesinganim ili bronzanim alatom. Tokom pražnjenja treba sakupiti ostatke kalcijum karbida koji su obično u praškastom obliku i odložiti ih u neku posebnu posudu, obavezno osiguranu od vlage. Tako sakupljen prah potapati u sud sa velikom količinom vode, pod uslovima da se sud nalazi u prinudno provetranom prostoru ili slobodnom prosoru, koji je udaljen od bilo kakvog plamena.

Praznu burad treba skladištiti tek nakon što su prethodno oprana. Na praznu burad nikako ne treba sedeti tokom zavarivanja jer mešavina vazduha i acetilena, stvorena dodiranjem zaostalog kalcijum karbida sa vlagom, može da eksplodira u dodiru sa varnicom istopljenog metala.

Pri radu sa razvijaićima acetilena

Prilikom puštanja u rad razvijaića acetilena [5] treba:

- Često prati metalnu korpu za kalcijum karbid (kontaktni razvijaić) ili kutiju (razvijaić sa kapanjem vode na karbid) da bi se odstranio sopstveni kreć;
- Menjati vodu pri svakom punjenju razvijaića;
- Redovno pregledati cevovode i ventile koje kreć može da zapuši.

Nikada ne treba ispušćati vodu iz razvijaića koji je napunjen gasom kako bi se izbeglo zamrzavanje. Tokom rada razvijaića takođe postoji opasnost od stvaranja eksplozivne smese, pa je zato važno preduzimati određene mere predostroćnosti:

- Čistiti razvijaić posle svakog punjenja kalcijum karbidom,
- Stalno provetravati prostorije u kojima se nalaze razvijaići,
- Predvideti, kad god je to moguće, odstranjivanje razvijaićnog gasa,
- Nikada ne prilaziti razvijaiću (naroćito ako je otvoren) sa nezašććenom svetiljkom ili plamenom,
- Obavezno zabraniti pušenje u okolini razvijaića,
- Nikada ne odmrzavati razvijaić plamenom.

Ne treba otvarati razvijaić sve dok se gas sasvim ne odstrani. Takođe, ne treba ga otvarati prilikom ponovnog punjenja ako se na udanjenosti od 5 metara nalazi plamen ili vatra [10]. Propustljivost suda u kome se nalazi razređivać ne treba utvrđivati plamenom, već sapunicom jer je ova metoda potpuno bezopasna. Razvodnu mreću acetilena ne treba otpušćavati mlazom kiseonika.

Sve gore pomenute mere predostroćnosti ne iskljućuju moguću pojave opasnosti. Izrićito je zabranjeno da nestrućna lica projektuju nove ili odrćavaju već gotove razvijaiće. Takođe, strogo je zabranjeno nepredvićen naćin rukovanja sudom (kod prenosnih razvijaića), kao što je npr. Tumbanje jer može da dođe do neželjenih promena njegovih karakteristika, kao što je opasno povećanje kolićine razvijaićnog gasa.

Pregledi i ispitivanje opreme i oruđa za proizvodnju i punjenje acetilena u sudove, acetilenskih stanica za proizvodnju i razvođenje acetilena, kao i podstanica za napajanje i razvijanje acetilena vrši se:

- Pre pušćtanja u pogon,
- U roku od 3 godine od prethodnog ispitivanja za razvijaiće (generatore) acetilena, komezaciono-sabirne sudove, kompresore i njima pripadajuću opremu i pumpe rastvaraća,
- U roku od 6 godina od prethodnog ispitivanja za sve vrste ostalih sudova, kolektore, cevovode sa prikljućnim radnim mestima za potrošćaće i stanice za rastvarać acetilena.

Pokretni razvijaići acetilena sa punjenjem do 10 kg kalcijum-karbida u jednoj sarći ispituju se u roku od godinu dana do prethodnog ispitivanja. Pod acetilenskom stanicom se podrazumevaju i cevni vodovi za kiseonik i njima pripadajuća armatura, a ako se razvođenje kiseonika vrši sa centralnog mesta pomoću boca sa kiseonikom, smešćenih u prostoriji.

Opasnosti od eksplozije smese gasova

Eksplozivna smesa gasova nastaje u sledeća dva slućaja:

- 1) ACETILEN + VAZDUH
- 2) ACETILEN + KISEONIK

Kiseonik je gas koji nije zapaljiv i ne sagoreva, ali omogućava i potpomaže sagorevanje. Najveća opasnost u smesi acetilena i vazduha prećti pri nižem sadržaju acetilena od 7 do 13 %, dok u smesi sa kiseonikom, acetilen je najopasniji u udelu od oko 30 %. Oćigledno je da su ovo uslovi koji se najćešće stvaraju a koje bi obavezno trebalo izbeći prilikom zavarivanja sudova. Čak i kada je samo 2,5% acetilena u vazduhu on može da gori, a mešćavina vazduh/acetilen gde je procenat acetilena od 2 do 82% je eksplozivna. Mešćavine propana i vazduha u bilo kojoj koncentraciji izmeću 2 i 9% odgovorne su za eksploziju. Posebna paćnja je potrebna jer je propan teži od vazduha i može se ponašćati kao zaostali gas i kao takav skladišćtiti se u šćahćama, tankovima, cisternama ili slićnim zatvorenim prostorima bez ventilacije [13].

Pravila pri upotrebi boca sa acetilenom i kiseonikom

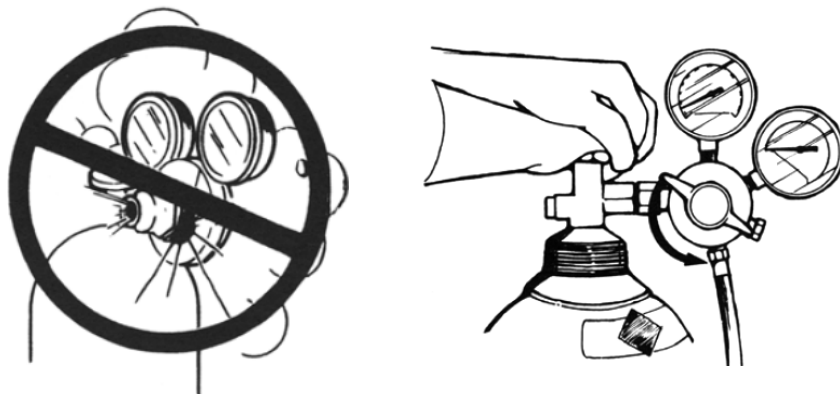
Čelične boce za skladištenje acetilena pod pritiskom imaju zapreminu od 40L i primaju 16L acetona (oko 38,5% zapremine boce). Boce su napunjene poroznom masom (drveni ćumur ili smeša drvenog uglja i infuzorijske zemlje), u koju je uliven aceton. Zbog velike poroznosti ove mase (oko 80%), čelična boca zapremine 40L, može da primi oko 6 m³ acetilena. Rastvaranjem acetilena u acetonu omogućeno je njegovo skladištenje na pritisku od 2,5 MPa (25 bara), mada maksimalni pritisak acetilena u boci ne premašuje 1,5 MPa (15 bar). Prednost ovakvog skladištenja acetilena jeste u smanjenju opasnosti od eksplozije posebno pri njegovom transportu.

Rastvorivost acetilena u vodi je 1:1 a u acetonu 1:25. Na normalnim uslovima 1L acetona rastvara 15÷24L acetilena, a na pritisku od 1,5 MPa rastvara i do 380L. Sa orastom pritiska raste rastvorivost acetilena u acetonu i ta osobina je osnovni razlog što se aceten u boce smešta u takvom rastvoru.

Kiseonik (O₂) se skladišti u čeličnim bocama pod pritiskom od 15 MPa (150 bar). Zapremina boce je oko 40L i može da primi oko 6 Nm³ kiseonika. Ove boce nemaju ispunu – poroznu masu.

Zavarivači koji vrše zavarivanje upotrebom boca sa acetilenom i kiseonikom moraju da poznaju opasnosti koje se mogu javiti pri rukovanju acetilenom [5] kao i mere bezbednosti [16] koje primenjuju poštovanjem sledećih pravila:

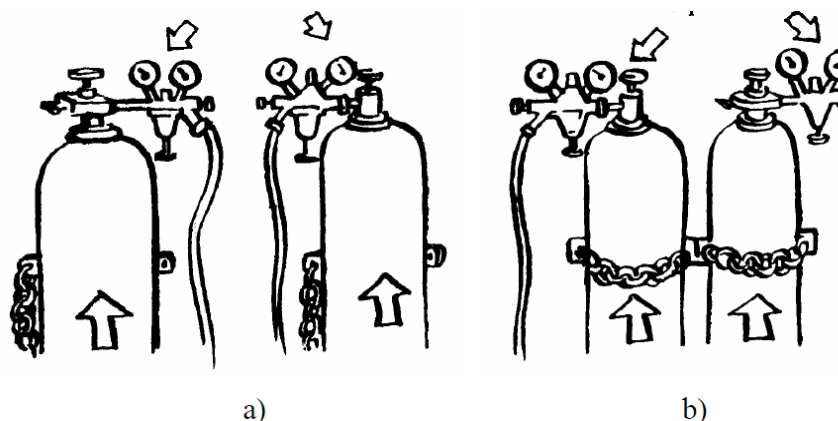
- Prilikom korišćenja acetilena iz boce, otvaranje ventila mora da bude lagano i do kraja. Ventil se otvara specijalnim alatom (ključem) koji ne varniči
- Prilikom postavljanja reduktora pritiska na bocu sa kiseonikom, zaptivač i navoj, kao i alat i ruke ne smeju da budu zaprljane masnim materijama (slika 7);
- Boce moraju da budu zaštićene od dejstva sunčanih zraka;
- Boce se ne smaju kotrljati niti skladištiti u horizontalnom položaju;
- Boce moraju biti zaštićene od pada (npr. pomoću lanaca).



Slika 7. – Opasnost od curenja gasa. Polako otvorite ventil boce

Izuzetno je preporučljivo da se nepovratni ventili montiraju na oba gasna dovoda u plamenik kako bi se smanjio rizik povrtaka kiseonika nazad u skladište ili bocu. Nepovratni ventili treba da ispunjavaju [17] EN 730 ili ekvivalent. Nepovratni ventili nisu potrebne sa vazдушnim usisavanjem gorionici.

Parove boca treba postavljati tako da se redukcioni ventili, prikazani na slici 8 (proširivači) ne nalaze između boca čime se izbegava eventualno sudaranje i oštećenje ventila. Sa druge strane, ako bi došlo do paljenja gasa u jednom ventilu, druga boca neće biti dovedena u pitanje.



Slika 8. – Redukcioni ventili kod parova boca: a- neispravno; b- pravilno

Plamenski osigurač, prikazan na slici 9, potpuno zaštićuje kompletni uređaj za gasno zavarivanje (acetilensko-kiseonično zavarivanje). U slučaju eksplozije gasne smese u gorioniku, plamenski osigurač sprečava udar gasa u dovodnu gumenu cev, a plamen gasi ugrađena cevčica. Istovremeno, plamenski osigurač sprečava zavarivanje sa preniskim pritiskom (nižim od 0,03 atm).

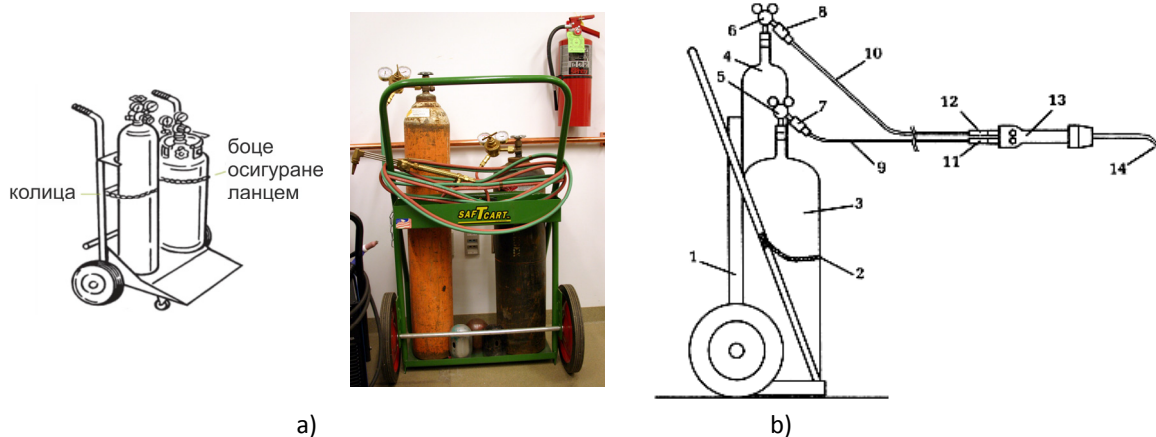


Slika 9. – Mere bezbednosti pri radu sa gorionikom – plamenski osigurač

Porast toplote za bocu pod pritiskom predstavlja povišenje pritiska, odnosno opasnost od eksplozije! Pune boce je neophodno štiti od jake vrućine – od direktnog uticaja jakog sunca, pozicionirati ih tako da moraju da budu na rastojanju većem od 5 metara od grejnih tela, odnosno najmanje na 10 metara od otvorenih izvora vatre.

Pre isključivanja redukcionog ventila, slavinu boce kratko vreme držati otvorenom da bi se prljavština i vlakna zaptivača oduvala. Gasni mlaz nikad ne treba uperiti na čoveka niti na druge boce pod pritiskom. Usled težine samih gumenih creva i gorionika može doći do oštećenja redukcionih ventila ili manometra. Da ne bi došlo do neprimetnog otvaranja ventila ili promene podešene veličine pritiska, korisno bi bilo napraviti oslonce za gumena creva, kao i za prenosna kolica.

Bezbednost boca je od izuzetnog značaja. U slučaju da boca padne, svojom težinom može povrediti radnike u neposrednoj blizini. Pri padu može doći i do oštećenja armature i da više ne zaptivaju, a u slučaju pada sa velike visine boce pod pritiskom mogu i da eksplodiraju. Zato se vrši obezbeđivanje boca od prevrtanja, kao na primeru prikazanom na slici 10a. Pokretni zavarivački set za gasno zavarivanje mešavinom acetilena i kiseonika prikazan je na slici 10b i obeležen odgovarajućim pozicijama: 1-kolica sa točkovima; 2-sigurnosni lanac; 3-boca sa acetilenom; 4-boca sa kiseonikom; 5/6-regulator pritiska; 7/8-plamenski osigurač; 9/10-creva; 11/12-nepovratni ventil; 13-gorionik; 14-mlaznica.



Slika 10. – a) Sigurno pričvršćene boce za gasno zavarivanje; b) pokretni zavarivački set

Zavarivač može da nepredvidivo povuče creva (crevo treba da je dugačko najmanje 3 metra) i da usled nesigurnog stajanja zavarivača dovede do pada boca ili ispuštanja gasa iz boca na nezaptivnim mestima izazove natapanje radnog odela kiseonikom ili gorivim gasom. Iz tog razloga creva nikad ne treba stavljati preko ramena!

Creva za gas ne treba polagati preko saobraćajnog puta ili u radionici ili na gradilištu. Ako je to neizbežno, creva treba zaštititi. Kao dobra zaštita preporučuje se da duga ceva budu postavljena na motalici (slika 11-a), čime se izbegava mogućnost jakog povlačenja od strane radnika ili nagnječenja od strane drugih lica ili objekata.

Gorionici za zavarivanje, prikazani na slici 11-b, koji su preko gumenih creva vezani sa bocama za gas ne smeju nikada da se stave u neki sanduk ili sud jer postoji opasnost da se kroz zaptivni gasni ventil ispusti mešavina gorivog gasa i vazduha koja bi mogla da eksplodira.



Slika 11. – Bezbedno postavljanje creva za gas i sigurno vezivanje sa gorionikom

Svaki zavarivački posao predstavlja izvesnu opasnost od požara. Pre svakog zavarivanja treba ispitati gde rastopljene metalne čestice mogu da se otkotrljaju. U slučaju zavarivanja cevovoda, u unutrašnjosti cevi nedostaje potrebna količina kiseonika iz vazduha pa tek iza kraja cevi nastaje plamen izađe u slobodan prostor (prostor u kome ima dovoljno kiseonika i gde ostatak zapaljivog gasa može da sagoreva, a još uvek je zagrejan iznad tačke paljenja). Ovaj plamen predstavlja opasnost od požara pa shodno tome treba poštovati propisana normativna akta, pre svih Zakon o zaštiti od požara [18].

ZAKLJUČAK

Zaštita ljudskog resursa mora biti na prvom mestu u svakom preduzeću, a posebno zaštita sa aspekta zdravlja i bezbednosti na radu. Stalno dinamično okruženje poslovanja zahteva proaktivan pristup zaštiti i bezbednosti zaposlenih u toku rada, koji će identifikovati rizike, otkloniti ih ili preventivnim merama

smanjiti mogućnost njihove pojave na prihvatljiv nivo. Standardom OHSAS 18001 promovisana je bezbedna i zdrava radna sredina i radno mesto sa jasno definisanim tehničkim propisima i normativnim aktima unutar preduzeća kojima se definiše bezbedan i siguran okvir za rad zavarivača, u skladu sa pravima i obavezama proisteklim iz zakonske regulative.

Prepoznavanje opasnosti i štetnosti prvi je korak kojim se sagledava trenutno stanje i vrši njegovo upoređivanje sa željenim (očekivanim / projektovanim) stanjem, nakon čega se određuju mere zaštite koje se definišu tehničkim propisima kako bi se preventivno delovalo u cilju zaštite radnika, odnosno sprečavanja povrede.

Potrebne mere se, pored tehničkih propisa i same fizičke zaštite, primarno zasnivaju na permanentnoj edukaciji zaposlenih kako u pogledu kvalitetnog obavljanja poslova, tako i u pogledu bezbednosti i zdravlja na radu, što kao posledicu daje odgovornog i posvećenog radnika koji brine o sebi, svojim kolegama i samoj okolini čineći da njegova sredina bude zdrava i bezbedna.

LITERATURA

- 1) Bogner M., *Zavarivanje*, ETA, Beograd, 2007.
- 2) SRPS EN ISO 4063, *Zavarivanje i srodni postupci — Lista postupaka i njihovo označavanje*, 2013.
- 3) Grupa autora: *Postupci zavarivanja i oprema – Opšti uvod u tehnologiju zavarivanja, Kurs za internacionalnog inženjera (IWE) i internacionalnog tehnologa zavarivanja (IWT)*, Univerzitet u Nišu – Mašinski fakultet, Niš, 2008.
- 4) Jovanović M., Adamović D., Lazić V., Ratković N., *Gasno zavarivanje - priručnik*, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2005.
- 5) *Pravilnik o zaštiti na radu i o tehničkim merama za razvijanje acetilena i acetilenske stanice*, „Službeni list SFRJ“ br. 6/67, 29/67, 27/69, 52/90 i 6/92.
- 6) *Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu*, „Službeni glasnik RS“, br. 101/05.
- 7) SRPS OHSAS 18001:2008, *Sistem upravljanja zaštitom zdravlja i bezbednošću na radu*, „Službeni glasnik RS“ br. 53/08
- 8) *Pravilnik o načinu i postupku procene rizika na radnom mestu i u radnoj okolini*, „Službeni glasnik RS“ br. 72/06.
- 9) American Welding Society, *Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes*, American National Standards Institute, July 15, 2005.
- 10) *Uredba o merama zaštite od požara pri izvođenju radova zavarivanja, rezanja i lemljenja*, „Službeni glasnik RS“ br. 50/79
- 11) *Pravilnik o sredstvima lične zaštite na radu i ličnoj zaštitnoj opremi*, „Službeni list SFRJ“ br. 35/66
- 12) SRPS EN 175:2008, *Lična zaštita - Oprema za zaštitu očiju i lica tokom zavarivanja i srodnih postupaka*
- 13) Blunt J. and Balchin N.C., *Health and Safety in Welding Allied Processes*, 5th edition 2002, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC
- 14) SRPS Z.B0.001 – *Maksimalno dozvoljene koncentracije škodljivih gasova, para, i aerosola u atmosferi radnih prostora i radilišta*, 2007.
- 15) *Manufacturers operating instructions, Precautions and Safe Practices for Gas Welding, Cutting and Heating*, ESAB Welding & Cutting Products, December, 2009.
- 16) *Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri korišćenju opreme za rad*, „Službeni glasnik RS“ br. 23/09.
- 17) EN 730, *Gas welding equipment – Safety devices*.
- 18) *Zakon o zaštiti od požara*, „Službeni glasnik RS“ br. 111/09.