

BRANKO KESIĆ

## PROFESIONALNA OBOLJENJA SVARIVAČA

Prikazan je problem profesionalnih oštećenja kod svarivanja na osnovu podataka iz strane literature i vlastitih iskustava. Opisan je tehnološki proces, opasnosti u radu, profesionalne bolesti i zaštita pri svarivanju.

U vezi s naglim razvojem poslijeratne industrije kod nas je znatno porastao broj svarivača. Svarivanje je tehnološki proces, koji se mnogo primjenjuje u metalnoj industriji, a naročito kod gradnje brodova, mostova i drugih velikih metalnih objekata. U posljednje vrijeme mnogi upozoravaju na neke pojave, koje se javljaju kod svarivača zaposlenih u našoj industriji. Vrlo često se čuje pitanje, da li je svarivanje štetno po zdravlje i da li se radnici zaposleni kod svarivanja mogu otrovati; postoje li kod svarivača neke specifične bolesti, tipične za tu profesiju; da li svarivanje predstavlja neku naročitu opasnost po zdravlje žena, i mogu li se žene zaposliti kao svarivači? Potaknuti takvim i sličnim pitanjima, odlučili smo da prikazemo naša opažanja i podatke o zdravlju svarivača objavljene u stranoj literaturi.

Sigurno je, da radnici zaposleni u pojedinim zvanjima obolijevaju od takvih oboljenja, koja su za ta zvanja tipična. Isto tako ima zvanja, u kojima se profesionalna i ostala oboljenja pojavljuju u mnogo većem broju, nego to pokazuju prosječne statističke vrijednosti radničkog pobola. Ima međutim i takvih zvanja, koja su neopravdano obilježena većim pobolom od neke bolesti. Kao primjer možemo spomenuti otrovanja olovom u grafičkoj struci. Nekoć se smatralo, da grafičari često obolijevaju od otrovanja olovom. Objektivna istraživanja, koja su vršena u raznim zemljama posljednjih 20 godina, pokazala su, da je to mišljenje neopravdano. Takva istraživanja izvršili smo i mi (od 1938. do 1940. g.) na razmjerno velikom broju grafičkih radnika (1238). Tom prilikom je utvrđeno, da grafičari vrlo rijetko obolijevaju od otrovanja olovom. Samo u 0,4% slučajeva nađeni su rani znakovi oštećenja olovom, a tipična otrovanja olovom uopće nisu opažena. Naši rezultati podudarali su se s rezultatima, koji su objavljeni u isto vrijeme u ostalim evropskim zemljama.

Slično mišljenje postojalo je i o zdravlju svarivača. Mnogi su smatrali (a neki i danas tako misle), da je svarivanje neobično opasno po zdravlje. U medicinskoj literaturi objavljeni su brojni

slučajevi najraznovrsnijih oboljenja (upale pluća, seksualna slabost, pogoršanje tuberkuloznih procesa i t. d.); koja su dovedena u vezu sa svarivanjem. Istraživanja, izvršena posljednjih godina, potpuno su rasvijetlila objektivne opasnosti, koje prijete zdravlju radnika zaposlenih kod svarivanja. Nastojat ćemo, da prikazemo patologiju i zaštitu rada kod svarivanja i da na taj način koristimo svakom liječniku i tehničkom stručnjaku, koji ima zadatak, da se brine o zdravlju svarivača.

#### TEHNOLOŠKI PODACI

U modernoj je metalnoj industriji svarivanje jedna od metoda, koja se najčešće upotrebljava za spajanje metalnih predmeta. Pod svarivanjem razumijeva se takvo spajanje metalnih dijelova, koje se osniva na principu taljenja kontaktnih rubova. Kod toga se rastaljena masa stopi u homogenu cjelinu, a ta, kad se ukruti, predstavlja čvrstu spojnicu među svarenim predmetima.

Ima raznovrsnih metoda svarivanja. Ponajprije treba razlikovati autogeno i heterogeno svarivanje. Autogeno svarivanje je direktno spajanje istovrsnih metalnih predmeta u homogenu cjelinu. To se provodi na taj način, da se dodirne plohe, koje se spajaju, rastale spomoću topline, koja se najčešće dobiva izgaranjem plinske smjese ili iz električne energije. Spajanje se može potpomoći dodavanjem istovrsnog metala. Od metoda autogenog svarivanja najviše je rasprostranjeno plinsko i električno lučno svarivanje.

Pod heterogenim svarivanjem razumijeva se spajanje metalnih predmeta, koje se vrši spomoću dodavanja nekog dopunskog metala, koji nije istog sastava kao metalni predmeti, što se spajaju. Kod te vrste svarivanja dodirne se plohe ne rastale. Vrst heterogenog svarivanja je lemljenje («lotanje»), koje se naročito mnogo primjenjuje u obrtu (limari, električari i t. d.).

Plinsko svarivanje. Danas se u industriji zbog tehničkih i ekonomskih razloga plinsko svarivanje sve manje primjenjuje. Sve se više upotrebljava električno svarivanje, koje je mnogo jeftinije, a i s tehničkog stajališta često mnogo bolje. Plinsko svarivanje se međutim i danas upotrebljava za neke specijalne poslove (na pr. za svarivanje bakra, bronce, aluminijski i t. d.), a pored toga ono je još uvijek veoma rasprostranjeno u našoj zaostaloj privredi i industriji.

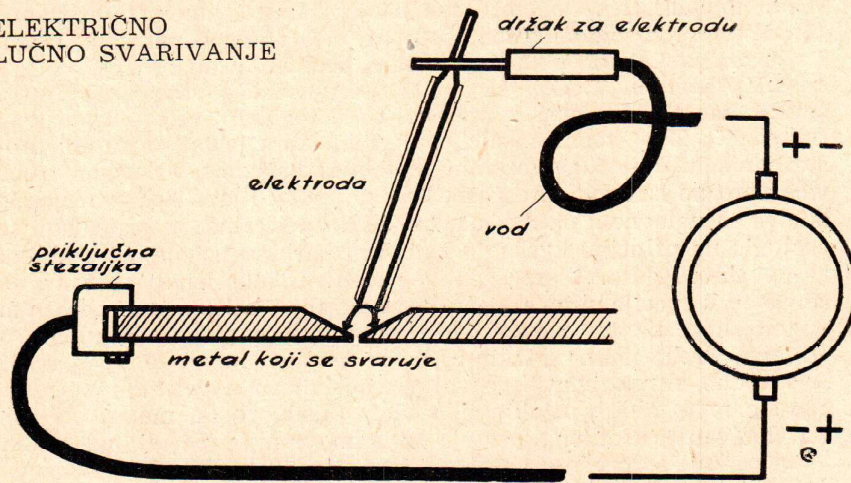
Plinsko svarivanje se vrši spomoću smjese plinova. Najvažniji dio plinske smjese čini kisik (izuzetno se umjesto čistog kisika upotrebljava komprimirani zrak). Pored kisika, koji podržava gorenje, uvodi se u plinsku smjesu jedan od plinova, koji gore: acetilen, metan, vodik, rasvjetni plin, pare benzena i t. d. Plin, koji gori, miješa se s kisikom u specijalnom plameniku. Kod izgaranja nastaje vrlo visoka temperatura od 2000 do 3500° C. Kisik se pod pritiskom od 150 atmosfera sprema u čelične boce snabdjevne redukcijskim

ventilom, koji ima zadatak, da smanji tlak plina od 150 atm. (koji je u boci) na radni tlak od 0,1 do 6 atm. Za dobivanje acetilena upotrebljava se kalcijev karbid, koji se u formi finih zrnaca ili većih komada (1 do 5 cm) čuva u specijalnim limenim bačvama. S kalcijevim karbidom treba postupati vrlo oprezno, jer se u dodiru s vlagom iz kalcijeva karbida stvara acetylen ( $\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{CaO} + \text{C}_2\text{H}_2$ , acetylen;  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ , gašeno vapno), koji je u smjesi sa zrakom već u omjeru od 2,5 vol. % vrlo eksplozivan (tablica 1). Zbog toga se kalcijev karbid mora čuvati u suhim prostorijama, u čvrsto zatvorenim metalnim bačvama, s kojima treba vrlo oprezno rukovati. Acetylen, koji se upotrebljava kod svarivanja, dobiva se uglavnom na dva načina: ili iz specijalnih aparata, koji se osnivaju na principu kvašenja kalcijeva karbida vodom, ili u obliku t. zv. Dissou-gasa. Dissou-gas je acetylen otopljen u acetonu, a smješten u specijalnim čeličnim bocama, koje su ispunjene poroznim materijalom (na pr. plovućcem), koji imbibira otopinu acetilena u acetonu. Treba naime istaknuti, da se acetylen ne može, zbog svoje izvanredne eksplozivnosti, čuvati komprimiran u čeličnim bocama, kao što se to radi s ostalim plinovima (kisik, vodik, metan i t. d.). Za dobivanje acetilena postoje najraznovrsniji aparati, od malih aparata, koji se prenose i upotrebljavaju u obrtničkim radionicama, do velikih centralnih stanica za proizvodnju acetilena, iz kojih se onda spomoću sistema željeznih ili olovnih cijevi transportira acetylen po cijelom poduzeću na pojedina radna mjesta. Kalcijev karbid gotovo uvijek sadržava neke otrovne primjese, na pr. kalcijev fosfid ili sulfid, razne dušikove spojeve i t. d. Zbog djelovanja vode na kalcijev fosfid razvija se fosforovodik, a djelovanjem vode na kalcijev sulfid, sumporovodik. To su otrovni plinovi, koji mogu biti vrlo opasni po zdravlje svarivača, a i iz tehničkih razloga treba ih ukloniti iz plinske smjese. Zato se acetylen, koji se dobiva iz aparata, prije upotrebe čisti. Čišćenje se vrši tako, da se acetylen provodi kroz specijalnu napravu, u kojoj se nalazi porozna materija, koja ima katalitičko djelovanje (Katalysol, Acagin i t. d.). U našoj industriji, a naročito u obrtničkim radionicama, vrlo se rijetko mogu naći dobre naprave za čišćenje acetilena. Neki misle, da je dovoljno, da se acetylen provede kroz vodu, i smatraju, da se acetylen na taj način može čistiti od otrovnih primjesa. No to nije tako. U vodi će se zadržati amonijak i čestice gašenog vapna, ali najopasniji otrovni plinovi, kao na pr. fosforovodik, sumporovodik i arsenovodik, proći će nepromijenjeni kroz vodu, a upravo su ti plinovi neobično opasni po zdravlje svarivača (naročito, ako djeluju u smjesi).

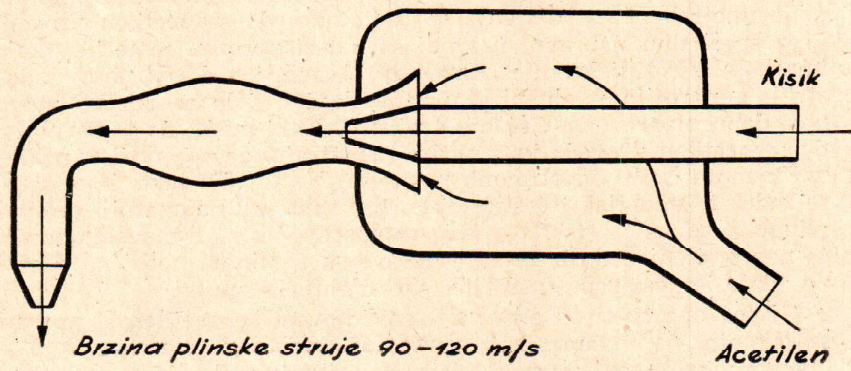
Zbog opasnosti od eksplozije snabdjeveni su acetilenski aparati specijalnim napravama, koje sprečavaju povratak plamena iz plamenika u acetilenski aparat i pristup kisika iz zraka do acetilenskog rezervoara.

Pored acetilena, kako je spomenuto, mogu se za svarivanje primijeniti i razni drugi plinovi: vodik, metan, rasvjetni plin, pare

ELEKTRIČNO  
LUČNO SVARIVANJE



PLINSKO SVARIVANJE



benzena i t. d. Većina se spomenutih plinova upotrebljava stlačena pod pritiskom od oko 150 A u čeličnim bocama na isti način kao i kisik. Svi ti plinovi su isto tako kao i acetilen više ili manje eksplozivni (tablica 1). U tome je leži glavna opasnost kod plinskog svarivanja. Treba reći nešto i o otrovnosti tih plinova. Ako izuzmemo eventualna onečišćenja, onda acetilen, a i većina drugih spomenutih plinova, djeluju kao obični fiziološki inaktivni zagušljivci, i prema tome treba ocijeniti i njihovu otrovnost. Za razliku od ostalih plinova, rasvjetni je plin neobično otrovan zbog primjese ugljičnog monoksida (4—30%), a veoma su otrovne i pare benzena, no ti se plinovi, koliko nam je poznato, kod nas za svarivanje gotovo i ne upotrebljavaju.

TABLICA 1.

Eksplozivne koncentracije plinova i para, što se upotrebljavaju kod plinskog svarivanja (prema L. Silvermanu 1947)

Naziv plina ili pare	Donja granica volumni %
acetilen	2,5
benzen	1,5
metan	5,3
rasvjetni plin	4,8
vodik	4,1

Od aparata za proizvodnju acetilena, ili, ako se acetilen proizvodi u centralnoj stanici, od razvodnih cijevi, prolazi acetilen kroz gumene cijevi (obično oko 5 m duge) u plamenik, gdje se miješa s kisikom u gorivu smjesu (sl. 1).

Električno svarivanje. U industriji i obrtu primjenjuju se raznovrsni sistemi električnog svarivanja. Jedni se služe otporom, što ga predmeti, koji se svaruju, pružaju prolazu električne struje (otporno svarivanje), a drugi rade na principu električnog luka. Kod otpornog svarivanja za dobivanje toplinske energije upotrebljava se električna struja izvanredne jakosti (80.000 A), a niskog napona (do 10 V). Ta vrsta svarivanja vrši se spomoću specijalnih strojeva. Na mjestima, gdje električna energija prelazi na predmete, koji se svaruju, nastaje velik otpor. Zbog toga se razvijaju goleme količine toplinske energije, koja pretvara metal, što se svaruje, u plastičnu masu i tako omogućuje, da se metalni predmeti spomoću mehaničkog pritiska svare. Ta vrsta svarivanja ne predstavlja naročitu opasnost po zdravlje.

Svarivanje spomoću električnog luka osniva se na principu stvaranja lučnog plamena između elektroda. Toplinska energija, koja se kod toga razvija, rastali metal, koji se svaruje, i na taj način se predmeti na mjestu, gdje su rastaljeni, sliju u homogenu

cjelinu. Za električno lučno svarivanje upotrebljava se istosmjerna ili izmjenična struja (to ovisi o metodi svarivanja) s jakošću od 25 do 1000 A i s naponom od 15 do 65 V. U času stvaranja i gašenja električnog luka napon poraste i do 90 V (41). U našoj industriji najčešće ćemo susresti sistem električnog svarivanja spomoću metalne elektrode. Kod te metode svarivanja jedan se dovod električne struje priključi na predmet, koji se svaruje, a drugi na metalnu elektrodu (postoje i sistemi svarivanja s ugljenom elektrodom). Svarivač dotakne elektrodom metal, što ga svaruje, i onda elektrodom odmakne od predmeta (za nekoliko milimetara). Između elektrode i metala stvori se u tom času električni luk — tok struje se nastavlja kroz posredni plinoviti medij. Temperatura u električnom luku poraste i do 4000° C. Pod utjecajem velikih količina toplinske energije, koja se stvara u električnom luku, rastale se istovremeno kontaktne točke predmeta, koji se svaruje, i metalna elektroda. Rastaljeni metal iz elektrode cijedi se i popunjava mjesto, koje se stapa u solidnu homogenu masu. Kod svarivanja spomoću električnog luka upotrebljavaju se ovi električni mediji: generator i pretvarač električne struje, dva vodiča električne struje, držak za elektrodu i elektroda. Zbog velikih količina radijacijske energije, koja se stvara u toku električnog lučnog svarivanja, postoje opasnosti, koje prijete zdravlju svarivača.

#### UTJECAJ SVARIVANJA NA ZDRAVLJE SVARIVAČA

Otkako je *De Meritens* 1871. godine upotrebio prvi puta svarivanje u industriji akumulatora, ta metoda rada naglo se razvijala i usavršavala. Već 1889. godine upotrebljava se kod svarivanja metalna elektroda. Naročito nagli razvoj svarivanja možemo opaziti u ratnoj industriji u toku Prvog svjetskog rata. Do još veće upotrebe svarivanja dolazi u ratnoj industriji svih zemalja u toku Drugog svjetskog rata. Svarivanje je naročito iskorišteno u brodogradnji. To možemo razabrati iz podataka objavljenih u USA (34). Godine 1940. bilo je u USA ukupno 124.700 svarivača, a 1943. godine 364.000. Pred američku industriju postavljen je zadatak, da u kratkom roku od svega nekoliko godina izgradi oko 30.000 brodova raznog tipa, a od toga više od 5.000 velikih brodova klase Liberty, Victory i t. d. Do tog vremena upotrebljavalo se u brodogradnji, kao jedna od osnovnih metoda rada, zakivanje. Pokazalo se međutim, da se na izgradnji broda uštedi 25% vremena, ako se u izgradnji primijeni svarivanje umjesto zakivanja. Za izgradnju jednog broda klase Liberty treba izvršiti oko 48 km ručnog i oko 10 km mašinskog svarivanja. Razumljivo je, da je zbog toga u američkoj brodogradnji znatno porastao i broj svarivača. Dok je u martu 1940. g. bilo zaposleno svega 9.000 svarivača na gradnji brodova, iznosio je broj svarivača zaposlenih u brodogradnji u decembru 1943. g. 180.000.

U vezi s povećanim brojem radnika došlo je i u Americi do jedne vrlo interesantne pojave. Već 1943. g. javljeni su s raznih strana među svarivačima brojni slučajevi oboljenja respiratornih organa. Prema tim vijestima svarivači su obolijevali iza rada od nekoliko mjeseci od naročite bolesti izražene akutnim simptomima na gornjim respiratornim putovima (aggravirajući jutarnji kašalj, koji se često svršavao povraćanjem, tragovi krvi u sputumu). U vezi s time, a budući da se sumnjalo u profesionalno porijeklo simptoma, izvršena su u toku 1944. g. opsežna ispitivanja svarivača (4650 pregleda) zaposlenih u američkoj brodogradnji. Ta ispitivanja imala su zadatak, da utvrde zdravstveno stanje i opasnosti, kojima su izvrgnuti svarivači u svom zvanju. Rezultatima tih ispitivanja (34) služiti ćemo se vrlo često u toku daljih izlaganja.

Kako je u uvodu spomenuto, postoji i kod nas mišljenje, i to ne samo kod liječnika, već i kod stručnjaka tehničara, da je svarivanje neobično štetno po zdravlje, »da se svarivači stalno truju«, da u velikom broju obolijevaju od raznih profesionalnih oboljenja, koja se ne mogu izbjeći i t. d. Prijeko je potrebno, da se pitanje svarivanja razmotri sa zdravstvenog stajališta i da se objektivno ocijene sve one opasnosti, koje u toku rada prijete zdravlju svarivača. To je u prvom redu potrebno zbog toga, da se pravovremeno provedu sve higijensko-tehničke zaštitne mjere, koje će zaštititi život i zdravlje radnika zaposlenih kod svarivanja. To je potrebno i zbog toga, što je svarivanje stigmatizirano kao jedno po zdravlje neobično opasno zvanje. Iz daljih izlaganja vidjet će se, da to stajalište nije opravdano. Kod svarivanja mogu se, istina, utvrditi neke specifične opasnosti, međutim te nisu od tolikog značenja, da bi zdravstvena kondicija svarivača bila gora od one, koju opažamo kod radnika drugih sličnih zvanja (kovači, ljevači, staklari i t. d.). Naprotiv, brojna istraživanja vršena u raznim zemljama svijeta (a i naša opažanja) pokazala su, da je zdravstveno stanje svarivača često mnogo bolje od zdravstvenog stanja radnika zaposlenih u sličnim zvanjima.

Kad promatramo, kako pojedine vrste rada utječu na čovječje zdravlje, onda moramo:

1. razmotriti sve one pojave, koje mogu u toku radnog procesa štetno utjecati na čovječje zdravlje, i
2. pronaći sva ulazna vrata na čovječjem tijelu, kroz koja te pojave djeluju.

Opasnosti po zdravlje u vezi sa svarivanjem. Pojave, koje u toku svarivanja mogu oštetiti zdravlje svarivača i ostalih radnika zaposlenih u okolini, gdje se svaruje, vezane su uz energije i materije, koje se kod svarivanja upotrebljavaju i razvijaju. Na ovom mjestu bit će prikazane sve one štetnosti, koje stoje u vezi s autogenim plinskim i električnim lučnim svarivanjem.

1. *Radijacijska energija*: Pod radijacijskom energijom razumijevamo energiju, koju prenose elektromagnetski valovi brzinom od

$3 \times 10^{10}$  cm (brzina svjetla). Vrste elektromagnetske radijacije razlikuju se po valnim dužinama. Elektromagnetski valovi čine radijacijski spektar, kojem se na jednom kraju nalaze električni valovi izvanredno velike valne dužine ( $10^{11}$  cm), a na drugom kraju neobično tvrde gama zrake, koje imaju valnu dužinu i do  $10^{-12}$  cm. Duljina vala može se izraziti i u angstromima ( $1 \text{ \AA} = 0,1$  milimikrona). Biološke fenomene, koje treba raspraviti u vezi s radijacijskom energijom, što se razvija kod plinskog i električnog lučnog svarivanja, uzrokuju ultraljubičaste, vidljive i infracrvene zrake, i to one, koje leže u elektromagnetskom spektru u granicama od 2000 do 15000 Å. Pojedina područja radijacijskog spektra ne razlikuju se među sobom samo po svojim fizikalnim osobinama, već i po svojoj fiziološkoj aktivnosti.

Svako tijelo, koje ima temperaturu iznad apsolutne nule, emitira elektromagnetske valove. Ta emisija upravlja se u idealnom slučaju apsolutnog crnog tijela po Planckovu zakonu, koji daje raspodjelu ukupne energije isijavanja po valnim dužinama u ovisnosti o temperaturi. Komad metala ugrijan na temperaturu od  $400^{\circ}\text{C}$  ne će promijeniti boju, ali će početi da emitira nevidljive infracrvene zrake, od kojih će najveći dio imati valnu dužinu od 40 do 50 hiljada Å. Ako temperatura metala poraste na 600 do  $800^{\circ}\text{C}$ , metal će se užariti i postati crven. Kod te će temperature maksimalna emisija energije biti u obliku valova, koji imaju dužinu od 20 do 30 hiljada Å. Kako temperatura užarenog metala raste, tako se ukupna količina emitirane energije povećava, a područje se valnih dužina, kod kojeg isijava najveći dio energije, pomiče prema kratkim valnim dužinama. To znači: što je viša temperatura, to veći dio energije zračenja otpada na ultravioletno područje. U isto vrijeme crvena boja užarenog metala prelazi u narančastu, pa svijetložutu, dok se konačno metal ne užari do »bijelog žara« — emisije svjetlosnih zraka. Sposobnost da emitira ultravioletne zrake u zamjetljivoj količini postiže metal onda, kad se ugrije na temperaturu od  $3000^{\circ}\text{C}$  i više. Tako visoke temperature, koje susrećemo izuzetno samo kod specijalnih metalurških procesa, postižu se vrlo često u električnom luku kod autogenog električnog svarivanja (40).

Ultravioletna radijacijska energija valne dužine od 2000 do 3900 Å, vidljivi valovi od 3900 do 7700 Å i infracrvena radijacijska energija, koja ima valnu dužinu iznad 7700 Å, čine onu radijacijsku energiju, koja se razvija u toku električnog lučnog svarivanja i koja predstavlja veću ili manju opasnost po zdravlje svarivača. Kod plinskog svarivanja su količine radijacijske energije, a naročito ultravioletne, mnogo manje. Dokazano je na primjer, da je ultravioletna radijacijska energija kod električnog lučnog svarivanja 108 puta veća od ultravioletne radijacije, koja se javlja u toku plinskog svarivanja (14).

Na ovom mjestu dat ćemo podatke i o sposobnosti prodiranja spomenutih radijacijskih energija. Treba istaknuti, da je moć pene-



tracije svih spomenutih radijacijskih energija, koje se razvijaju u toku svarivanja, vrlo malena. Ultravioletne zrake prodiru kroz kožu i sluznice u dubinu od 2 mm. Prodornost vidljivih i infracrvenih zraka nije mnogo veća. Kratke infracrvene zrake prodiru kroz čovječja tkiva u dubinu od 1,5 do 3 cm, a pritom uzrokuju najviše povećanje temperature u dubini od nekih 0,7 cm ispod površine kože. Dugi infracrveni valovi prodiru u dubinu od oko 1 cm. Najnovija istraživanja su pokazala, da se 95% onih infracrvenih zraka, koje imaju najveću moć penetracije (valna dužina od 7700 do 14000 Å), apsorbira kod prolaza kroz kožu već u dubini od 2 mm, a 99% u dubini od 3 mm (40).

TABLICA 2.  
Elektromagnetski spektar

Zrake	Duljina vala u Å	
gama	0,0003—0,001	
rentgen	0,001 —0,1	
ultravioletne	0,1—3900	Područje radijacijske energije emitirane kod električnog lučnog svarivanja
vidljive		
violetne	3900—4500	
plave	4500—4900	
zelene	4900—5500	
žute	5500—5900	
narančaste	5900—6300	
crvene	6300—7700	
infracrvene		
kratke	7700—14000	
duge	14000—2,200.000	
radiovalovi i električni valovi	2,200.000 —nekoliko kilometara	

Efekt radijacijskog djelovanja ovisi o količini apsorbirane radijacijske energije i o fiziološkoj efektivnosti radijacijskih valova.

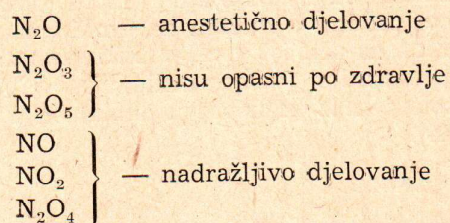
## 2. *Otrovni plinovi, pare i dimovi.*

A) *Otrovni plinovi i pare.* Kod svarivanja pojavit će se u radnoj atmosferi raznovrsni otrovni plinovi. Prema porijeklu treba najprije spomenuti grupu otrovnih plinova, koji nastaju oksidacijom, odnosno redukcijom plinova normalne zračne smjese. Oksidacija i redukcija sastavnih plinova zraka (dušika, kisika i ugljičnog dioksida) nastaje pod utjecajem topline iz električnog luka ili plinskog plamena (temperature do 4000° C).

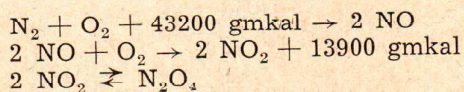
U zraku ima 78,3% dušika, 20,7% kisika i 0,03% ugljičnog dioksida. Pored toga se u sastavu zraka nalaze u vrlo malim koli-

činama i razni drugi plinovi (argon, neon i t. d.). U toku svarivanja pod utjecajem topline dolazi do oksidacije dušika i kisika i do redukcije ugljičnog dioksida.

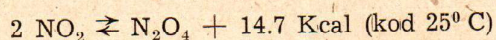
Dušik iz zraka oksidira se u dušikove okside, poznate pod nazivom nitrozni plinovi (16) (24). Poznati su ovi dušikovi oksidi:



U vezi sa svarivanjem ima osobit značaj dušikov monoksid — NO — i dva dioksida — NO<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> —. Pod utjecajem velikih količina toplinske energije zbiva se s dušikom iz zraka u toku svarivanja ovaj kemijski proces (17):



Dušikov dioksid — NO<sub>2</sub> — je crveno smeđi plin karakteristična mirisa. Lako se pretvara u tekućinu (vrelište 22,4° C), boje je crveno smeđe, koja blijedi prilikom hlađenja. Kod —10,2° C kristalizira u bezbojne kristale, a obratno, ako se plin grije, boja se pojačava i postaje sve tamnija. Te pojave u promjeni boje osnivaju se na činjenici, da se NO<sub>2</sub> hlađenjem polimerizira u N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, koji je bezbojan. Postoji ova ravnoteža, koja mnogo zavisi od temperature:



Kod pritiska od 1 atm. ima u smjesi NO<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ovaj procenat raspadnutog N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (17):

Temperatura	27° C	50° C	100° C	135° C
NO <sub>2</sub>	20%	40%	89%	98,7%
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	80%	60%	11%	1,3%

Dušikov dioksid udahnut u bilo kojoj molekularnoj formi odmah se mijenja, dok se ne postigne ravnoteža, koja odgovara temperaturi tijela. Kod 40° C (temperatura u respiratornom traktu) je oko 30% dioksida u molekularnoj formi — NO<sub>2</sub> —, a 70% u formi N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. To je omjer, u kojem nitrozni plinovi djeluju na čovječji respiratorni sistem.

Kratko vrijeme iza toga, kako je *Davy* otkrio električni luk (1812), našao je *Cavendish*, da se u električnom luku stvaraju dušikovi oksidi. Danas je pitanje otrovanja dušikovim oksidima u toku svarivanja potpuno razjašnjeno. U vrijeme spomenutih istraživanja izvršeno je u američkim brodogradilištima (34) više od 2.000 analiza atmosfere na dušikove okside. Nađenc su ove koncentracije:

manje od 5 p. p. m.	više od polovine analiza
manje od 10 p. p. m.	više od četiri petine analiza
25 p. p. m. i više	1,8% analiza
više od 40 p. p. m.	0,2% analiza

Najveća koncentracija, koja je nađena, iznosila je 62 p. p. m.

*Drinker* i njegovi suradnici su utvrdili, da su koncentracije dušikovih oksida u atmosferi veće, ako se kod svarivanja upotrebljavaju elektrode bez ovoja, a manje, ako se upotrebljavaju obložene elektrode (21).

Prema sovjetskim podacima (33) iznosi maksimalna dopuštena koncentracija dušikovih oksida (preračunana na  $N_2O_5$ ) 0,005 mg/l (1,1 p.p.m.). U najnovijim američkim podacima navodi se za dušikove okside kao maksimalno dopuštena koncentracija 25 p. p. m. (39). Općenito se smatra (24), da su dušikovi oksidi opasni po zdravlje u koncentraciji od oko 100 p. p. m. (0,3 mg/l) i više. Kod svarivanja u prostranim prostorijama, a i u malim prostorijama, ako je provedena pravilna ventilacija, ne će se tako visoke koncentracije nikada stvoriti. Opasnost od otrovanja dušikovim oksidima postoji samo onda, kad se svarivanje vrši u zatvorenim, tijesnim i nedovoljno ventiliranim prostorijama (kotlovi, rezervoari i t. d.).

Kod svarivanja pod utjecajem ultravioletne radijacije (duljina vala 1850 Å) (40) prelazi atmosferski kisik jednim dijelom u ozon —  $O_3$  —. Ozon djeluje u koncentracijama od 1—2 p. p. m. (a to su koncentracije, kod kojih se osjeća miris ozona) kao iritans. *Naske* (1) je našao kod svarivanja u zoni disanja vrlo male koncentracije ozona od 0,7 mg/m<sup>3</sup> (0,4 p. p. m.). Poznato je, da čovjek podnosi bez štete po zdravlje atmosferske koncentracije ozona od 1 p. p. m. (14). Suprotno podacima, koje je našao *Naske*, utvrdili su *Druskin* i *Krasenskaja* [Gigiena truda i tehnika bezopasnosti No 5 (1934) 55, citirano prema 14] u vrijeme svarivanja ozon u toksičnim koncentracijama. Danas se smatra (14) (34), da ozon nastaje pri svarivanju u električnom luku, ali se ponajviše u času, kad ostavlja električni luk, naglo raspada i prema tome ne predstavlja po zdravlje svari-vača neku naročitu opasnost.

Male količine atmosferskog ugljičnog dioksida mogu se pod utjecajem toplinske energije u električnom luku reducirati na

ugljični monoksid (14). Tako nastali ugljični monoksid nema u vrijeme svarivanja s obzirom na malu količinu praktično toksično značenje. Pitanje ugljičnog monoksida bit će raspravljeno u vezi s djelovanjem plinova, koji se stvaraju kod izgaranja acetilena, elektroda i ostalih materija u toku svarivanja.

Prema svemu, što je naprijed rečeno, može se zaključiti, da iz grupe otrovnih plinova, koji nastaju oksidacijom, odnosno redukcijom plinova iz zraka (dušikovi oksidi, ozon, ugljični monoksid), imaju ozbiljno praktično značenje po zdravlje radnika vjerojatno samo dušikovi oksidi.

Dalju grupu otrovnih plinova predstavljaju oni plinovi, koji se stvaraju iz raznih elemenata i spojeva, kojima su onečišćene plinovite smjese, što se upotrebljavaju kod plinskog svarivanja. Već je spomenuto, da se zbog onečišćenja karbida može u acetilenu pojaviti fosforovodik i sumporovodik. Prema nekim podacima može u acetilenu biti do 0,04% fosforovodika (2). Pored toga može u karbidu biti i raznih drugih primjesa: arsena, dušikovih i fluorovih spojeva i t. d. U takvom slučaju može se u acetilenu utvrditi arsenovodik, amonijak i razni drugi manje ili više otrovni plinovi ( $\text{SO}_2$ , HCN,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{H}_2\text{F}_2$  i t. d.). Svi ti plinovi pojavljuju se u radnoj atmosferi u minimalnim koncentracijama, tako da vjerojatno ne predstavljaju veliku opasnost po zdravlje svarivača. U literaturi je opisana prolazna žutica svarivača, koja je pripisana djelovanju fosforovodika (14). Stvar međutim nije potpuno jasna. Držimo, da svi ti otrovni plinovi vodik nisu naročito opasni po zdravlje svarivača, jer izgaraju i zbog toga vjerojatno pod normalnim prilikama i ne dopiru u radnu atmosferu, a koliko dopru, onda su to subtoksične koncentracije. Međutim ne treba mogućnost otrovanja tim spojevima potpuno obescijeniti. U izvanrednim prilikama (jaka onečišćenja, nepotpuno izgaranje) moguće je, da se spomenuti otrovni plinovi pojave u radnoj atmosferi i u toksičnim koncentracijama. Pritom ne treba zaboraviti, da su to neobično jaki otrovi (tablica 9), a pored toga se mnogi od njih, kad djeluju u smjesi, među sobom pojačavaju (kumulativno djelovanje).

Gotovo isti otrovni plinovi mogu se utvrditi u malim subtoksičnim koncentracijama i kod električnog lučnog svarivanja. U sastavu elektroda i njihovih ovojnica mogu se naći tragovi najraznorsnijih elemenata i spojeva (tablica 3), koji u toku svarivanja izgaraju u otrovne plinove. Tako se u radnoj atmosferi i kod električnog svarivanja mogu pojaviti ovi otrovni plinovi: klor, sumporni dioksid, sumporovodik, fosforovodik, cijanovodik, fluorovodik, arsenovodik, silicijev fluorid i t. d.

Naročitu opasnost među otrovnim plinovima, koje treba uzeti u razmatranje, kad se ocjenjuje svariivački rad, predstavlja ugljični monoksid i ugljični dioksid. Kako je poznato, oba se ta plina stvaraju kod potpunog, odnosno nepotpunog izgaranja organske materije i ugljika. Postoje ove mogućnosti, da se kod svarivanja razvije ugljični dioksid i monoksid:

a) kod izgaranja organskog materijala, koji se nalazi u ovojnicama elektroda (celuloza, škrob, dekstrin),

b) kod izgaranja ugljenih elektroda,

c) spomenuti plinovi mogu se razviti kod izgaranja acetilena, benzena i ostalih plinovitih smjesa, koje se upotrebljavaju kod plinskog svarivanja,

d) kod izgaranja ugljika, koji se nalazi u metalima, što se svaruju (u sirovom željezu ima 3—5% ugljika),

e) kod izgaranja organskih onečišćenja, koja se gotovo uvijek nalaze na površini metala, što se svaruje (masnoće, organske boje i lakovi i t. d.).

Istraživanja su pokazala, da se ugljični dioksid kod električnog svarivanja pojavljuje u radnoj atmosferi u koncentracijama od 0,1—0,88% (8800 p. p. m.), a u blizini električnog luka u koncentracijama od 2,4—3,4% (14). Čini se, da ugljični dioksid, koji se kod svarivanja pojavljuje u atmosferi, ne doseže takve koncentracije, koje bi bile od naročitog značenja po zdravlje svarivača.

Pitanje ugljičnog monoksida nije potpuno razjašnjeno. Neki autori su opisali otrovanja ugljičnim monoksidom, koja su nastala u vezi sa svarivanjem (10). U literaturi (2) se spominju i mjerenja, koja su pokazala, da se ugljični monoksid kod svarivanja spomoću acetilena može pojaviti u radnoj atmosferi u koncentracijama od 0,4—0,6 mg/l zraka, a kod električnog lučnog svarivanja u koncentracijama od 0,18 mg/l zraka. Prema američkim podacima (24) iznosi maksimalna dopuštena koncentracija za ugljični monoksid 0,1 mg/l, prema tome su spomenute koncentracije, nađene kod svarivanja, razmjerno dosta visoke. Drugi opet tvrde, da se ugljični monoksid u vrijeme svarivanja ne može dokazati u radnoj atmosferi (7) (12). Vrlo je zanimljivo mišljenje, da se ugljični monoksid uopće ne može razviti u prisutnosti ozona i da ga prema tome u plinovima, koji se razvijaju kod svarivanja, ni nema. Sigurno je međutim, da se ugljični monoksid može pojaviti u toksičnim koncentracijama od 1 p.p./10000 u toku svarivanja spomoću acetilena, ako nema dovoljnih količina kisika. U takvom slučaju acetilen, zbog pomanjkanja kisika, izgara u ugljični monoksid. Vjerojatno može doći do stvaranja ugljičnog monoksida i kod nepotpunog izgaranja elektrodnih prevlaka. Već je spomenuto, da ugljični dioksid kod temperatura, koje

nastaju pri svarivanju, disocira u ugljični monoksid i kisik, ali ta disocijacija ide u vanjskim hladnijim slojevima plamena u obratnom smjeru. Zbog toga je vjerojatno, da su koncentracije ugljičnog monoksida, koje bi tim putem došle u radnu atmosferu, vrlo malene.

Prema svemu se može zaključiti, da se ugljični monoksid može u vrijeme svarivanja razviti i postići toksične koncentracije u radnoj atmosferi, ali se isto tako može ustvrditi, da ugljični monoksid ne predstavlja pod normalnim uvjetima rada ozbiljnu opasnost po zdravlje svarivača. Opasnost intoksikacije postoji samo u rijetkim izuzetnim okolnostima, a i to samo onda, kad nisu provedene osnovne zaštitne mjere.

Kad se govori o problemu otrovnih plinova, ne treba zaboraviti na deficit kisika, koji se može pojaviti onda, kad se svarivanje vrši u tijesnim, neventiliranim prostorima (cisterne, slijepi kanali i t. d.). Deficit kisika ne mora značiti neposrednu opasnost po život radnika, ali može biti jedan od faktora, koji imaju značajnu ulogu u razvoju intoksikacije plinovima.

Po zdravlje svarivača opasne su i pare raznih tvari, koje se mogu naći kao ostaci sadržine u posudama, koje se svaruju (bačve, kotlovi, cisterne i t. d.). To su najčešće pare benzina, benzena, alkohola, raznih kiselina, a u obzir dolazi i olovni tetraetil. Događa se često, da se oštećene posude, u kojima se spomenute tvari transportiraju (a da prije nisu propisno očišćene), popravljaju svarivanjem. Pod utjecajem visoke temperature počinju se ostaci sadržine isparavati. Koncentracije toksičnih para mogu biti vrlo visoke i dovesti do akutnih otrovanja. Pored toga pri tim radovima postoji i opasnost eksplozije (benzin, benzen, alkohol i t. d.).

B) D i m o v i. U toku svarivanja razvijaju se velike količine dima, koji se stvara zbog isparavanja rastaljenog metala. Oksidirane pare metala, kad prijeđu iz užarene zone, u kojoj je visoka temperatura, u hladniju okolnu atmosferu, odmah se kondenziraju u metalne dimove. Prema porijeklu možemo razlikovati:

- a) dimove iz elektroda,
- b) dimove iz žica za svarivanje, koje se upotrebljavaju za dobivanje dopunskog materijala kod plinskog svarivanja,
- c) dimove onih metala (i njihovih primjesa), koji se svaruju,
- d) dimove onih metala i raznih drugih elemenata, što se nalaze u onečišćenjima na površini metala, koji se svaruje (galvanske prevlake, nalič: olovne i cinčane boje i t. d.).

U elektrodama i žicama za svarivanje, pored čelika, željeza ili bakra (koji su najčešće osnovna sastavina elektrode ili žice), nalazi se još niz drugih primjesa. Prema podacima iz literature (15), (34), mogu se u elektrodama naći najraznovrsniji elementi. Kao primjer navedene su u tablici 3 glavne sastavine nekih američkih i naših elektroda:

TABLICA 3.  
Sastav svarivačkih elektroda

Sastavni dio	Američke elektrode		Naše elektrode
	E 6012	E 6020	
željezo	3	3	+
silicij	3	3	+
mangan	3	3	+
magnezij	3	3	+
kalcij	2-3	3	+
titanij	2	0-2	-
aluminij	2	3	+
bakar	0	0	-
cink	0	0	+
olovo	0	0	-
kositar	0	0	-
natrij	-	-	+
kalij	-	-	+

0 = u tragovima, 1 = male količine, 2 = umjerene količine, 3 = velike količine, + = ima, - = nema

Sastav nekih žica za svarivanje prikazan je prema podacima iz literature (15) u tablici 4.

TABLICA 4.  
Sastav žica za svarivanje

Vrst žice	čelična	bakrena	brončana
	čelik	bakar	bakar
Primjese:			
ugljik	+	-	-
mangan	+	+	+
silicij	+	+	+
sumpor	+	+	-
fosfor	+	+	-
željezo	+	+	+
krom	+	-	-
nikalj	+	+	-
bakar	+	+	+
molibden	+	-	-
vanadij	+	+	-
kositar	-	-	+
srebro	-	+	-
cink	-	-	+
olovo	-	+	-

+ = ima, - = nema

Većina spomenutih metala i ostalih elemenata, kako se to vidi iz tablice 5, počinje se isparavati kod relativno nižih temperatura, nego što su one, koje se razvijaju u električnom luku ili plinskom plamenu. Temperatura rastaljenog metala u toku svarivanja iznosi 2300—2700° C, a mangan na primjer vrije kod 1900° C, cink kod 907° C, olovo kod 1613° C i t. d. Vrenjem se stvaraju pare metala, koje se kod prijelaza u hladniju okolinu odmah ohlade, kondenziraju i u obliku finog dima onečiste atmosferu.

TABLICA 5.

Temperatura (u C°), kod koje počinju vreti metali, koji se svaruju ili se upotrebljavaju kod svarivanja (elektrode, žice) (35)

Naziv metala	Vrelište C°	Maksimalno dopuštena koncentracija za oksid u mg/m <sup>3</sup>	Djelovanje
željezo	3000	15	sideroza
bakar	2310	—	groznica ljevača
mangan	1900	6	manganizam
cink	907	15	groznica ljevača
krom	2200	0.1	korozija kože i sluznice
nikalj	2900	—	iritacija kože i sluznice
olovo	1613	0.15	saturnizam
molibden	3700	—	—
vanadij	3000	—	iritacija sluznica
titanij	3000	—	—
srebro	1950	—	pigmentacija kože i sluznice

Dimenzije pojedinih čestica dima su manje od 5 mikrona (18). Prema sovjetskim podacima (33) su čestice u dimu vrlo sitne, 99% svih čestica imaju veličinu do 2 mikrona, a 70—80% od tih do 1 mikrona. Količine dima u radnoj atmosferi kreću se (prema istim podacima) od 4—163 mg/m<sup>3</sup>. S udaljenošću od električnog luka koncentracija dima u radnoj atmosferi znatno opada. Američki podaci (34) o nađenim koncentracijama dima u atmosferi američkih brodogradilišta prikazani su u tablici 6, iz koje se vidi, da su koncentracije dima u radnoj atmosferi često vrlo visoke. Pita se sada, kakav je sastav tog dima i ima li u dimu toksičnih tvari u takvim koncentracijama, koje bi bile štetne po zdravlje. *Drinker* i njegovi suradnici (21) (27) su našli u dimu elektroda 60—70% željeznog oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) s primjesama titanova oksida (TiO<sub>2</sub>), 10—30% silicija, 2—12% magnezijeva oksida (MgO<sub>2</sub>) i niz ostalih metala u vrlo malim količinama (mangan, kalcij, aluminijski, krom, bakar i t. d.). Opširna istraživanja vršena u američkim brodogradilištima (34) dala su slične rezultate. U dimu je obično bilo više od 50% željeznog oksida, 15% titanijeva dioksida i 8% silicija, a ostatak od 24% dima sastojao



TABLICA 6.

Koncentracije dima kod svarivanja u atmosferi brodogradilišta

Koncentracija mg/m <sup>3</sup>	Uzorci prema mjestu svarivanja					
	Trup broda		Montiranje dijelova izvan trupa		Radionice	
	Broj	Procenat	Broj	Procenat	Broj	Procenat
ukupno	1,066	100,0	373	100,0	326	100,0
1—10	94	8,8	65	17,4	75	23,0
10—25	299	28,1	102	27,4	117	35,9
25—60	370	34,7	131	35,1	88	27,0
60—100	151	14,2	40	10,7	25	7,7
100—200	112	10,5	30	8,1	13	4,0
200 i više	40	3,7	5	1,3	8	2,4

se od smjese oksida najraznovrsnijih metala. Kvantitativno utvrđene vrijednosti željeznog oksida bile su kod svarivanja na unutarnjem dnu broda kud i kamo više od koncentracije, koju su *Tebbens* i *Drinker* (21) predložili kao podnošljivu (30 mg/m<sup>3</sup>). Srednja koncentracija željeznog oksida iznosila je kod svarivanja na unutarnjem dnu broda 45,77 mg/m<sup>3</sup>. Dim željeznog oksida ne djeluje toksički. Slično je i s ostalim sastavinama dima, a toksični metali (mangan, olovo, cink) dolaze u dimu kod svarivanja pod normalnim uvjetima rada u tako malim koncentracijama (ili ih uopće nema), da praktički s obzirom na intoksikaciju ne predstavljaju opasnost po zdravlje radnika.

Naročito treba u vezi sa svarivanjem razmotriti problem otrovanja olovom. Primjese olova u metalu, koji se svaruje, a isto tako u elektrodama i žicama za svarivanje, obično su tako malene, da se otrovanje olovom praktički ne može ni razviti. Ipak svarivač u izuzetnim prilikama mogu oboljeti od teških otrovanja olovom, i to onda, kad svaruju metalne konstrukcije bojadisane minijem (olovni oksid Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub>). Mjerenja izvršena u američkim brodogradilištima pokazuju vrlo visoke koncentracije olova u atmosferi na svim onim radnim mjestima, gdje se svarivao metal obojadisan olovnom bojom. U tim slučajevima nađene su u atmosferi koncentracije olova od preko 1—3 pa i više miligrama u m<sup>3</sup> zraka. Smatra se (39), da su koncentracije olova u radnoj atmosferi od više nego 0,15 mg/m<sup>3</sup> opasne po zdravlje. Prema navedenim podacima bile su koncentracije olova u atmosferi 20 i više puta veće od maksimalno dopuštenih koncentracija. Prema nekim drugim podacima (14) nađene su u zoni disanja prilikom svarivanja metala ličenog minijem još veće koncentracije olova (4—112 mg/m<sup>3</sup>!). Razumljivo je onda, da se mogu pojaviti teška akutna otrovanja olovom, iako rad pod takvim uvjetima traje tek nekoliko dana.

Iz svega toga se vidi, da kod svarivača postoji opasnost od trovanja olovom samo onda, ako se svaruje metal bojadisan minijem.

Drugo je pitanje cinka. *Drinker* i njegovi suradnici (21) (27) su našli u dimu, koji se razvija kod svarivanja galvaniziranog čelika, 65% cinkova oksida. Čini se, da kod svarivanja postoji opasnost od cinkova oksida samo onda, ako se svaruje galvanizirani metal prevučeni cinkom. Kod svarivanja galvaniziranih predmeta treba misliti i na to, da cinčani sloj, koji prekriva metal, može sadržavati do 1,5% arsena i olova.

Površine metala, koji se svaruje, su vrlo često onečišćene slojem ulja, katrana, laka i raznih drugih tvari. Ta onečišćenja stvaraju kod izgaranja velike količine dima, u kojem se može naći ugljičnog monoksida i akroleina.

Na kraju možemo zaključiti, da dimovi, koji se stvaraju u toku svarivanja, donekle dovode u opasnost zdravlje radnika, i to ne toliko zbog svoje toksičnosti, koliko zbog velikih količina, u kojima se razvijaju.

3. *Rastaljeni metal*. Ozbiljnu opasnost pri svarivanju predstavlja užareni i rastaljeni metal elektroda, žica za svarivanje i predmeta, koji se svaruju. Rastaljeni metal može u obliku užarenih iskara, rasprnutih kapljica, a i većih izljeva uzrokovati teške ozljede kod radnika, koji nisu snabdjeveni propisnom zaštitnom opremom.

4. *Električna energija*. Kako je već spomenuto, kod električnog svarivanja se upotrebljavaju u pravilu struje velike jakosti, a niskog napona. Te struje nisu naročito opasne po život i zdravlje svarivača. Ako se kod svarivanja ocijeni opasnost od električne struje, onda se može reći, da je ta opasnost uglavnom jednaka opasnosti, koja postoji kod svakog drugog posla, gdje se za rad upotrebljava električna energija.

Iz prednjeg pregleda vidimo, da su energije i materije, koje se upotrebljavaju i razvijaju u toku svarivanja, mnogobrojne i raznovrsne, i prema tome je jasno, da one mogu uzrokovati raznovrsna lakša i teža poremećenja na raznim organima čovječjeg tijela.

#### PROFESIONALNA OBOLJENJA SVARIVAČA

Ulazna vrata na čovječjem tijelu, kroz koja djeluju naprijed nabrojene energije i materije na radnički organizam pri svarivanju, su ova:

1. oko,
2. uho,
3. respiratorni trakt i
4. koža.

U vezi s time treba promotriti patološke pojave, koje se mogu pojaviti kod svarivača. Prikazani podaci o profesionalnim oštećenjima svarivača prikupljeni su koje iz strane, vrlo bogate medicinske literature o svarivanju, a koje iz materijala, što je sabran u Institutu za higijenu rada Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, i iz vlastitih iskustava. U toku 1950. godine izvršena su u Institutu za higijenu rada istraživanja o utjecaju svarivanja na zdravlje svarivača (tablica 7 i 11—13). Tom prilikom su pregledana 353 svarivača i 324 radnika u kontrolnoj grupi. Kod tih pregleda su sudjelovali i liječnici, što su u to vrijeme boravili na I. tečaju za higijenu rada, koji je održan u Školi narodnog zdravlja u Zagrebu (Čanić, Georgijevski, Hrušovar, Košiček, Marochini, Ramadanović, Rajhercer, Stipišić). Porcd toga je 1949. g. sistematski pregledano u Institutu za higijenu rada 50 svarivača (*Fleischhacker*). Relativno velik broj izvršenih pregleda svarivača zaposlenih u našoj industriji dopušta da se stvore zaključci, koji su zanimljivi za našu radnu patologiju.

### I. Oštećenja oka

Patološke promjene, koje se opažaju na očima svarivača, mogu se svrstati prema etiologiji u dvije grupe. U prvoj grupi treba spomenuti patološke promjene na oku, što nastaju pod utjecajem radijacijske energije, koja se razvija u električnom luku ili plamenu. To su ultraviolettne, svjetlosne i infracrvene zrake. Spomenuti treba ova aktinična oboljenja oka:

1. Aktinični konjunktivitis (conjunctivitis actinica photoelectrica), što ga uzrokuje ultravioletna radijacijska energija, koja se resorbira u korneji i konjunktivi, a ne prodire u dubinu oka. Na pojavu aktiničnog konjunktivitisa utječu naročito elektromagnetski valovi kraći od 3200 Å. Tih valova, koji posjeduju neobičnu jaku fotobiološku aktivnost, ima vrlo malo u sunčanoj energiji, a mnogo u radijaciji, koju emitira električni luk u toku električnog svarivanja. Do fotokemijske reakcije (upale) može doći samo onda, ako radijacijsku energiju apsorbira neka specifična molekula u živom tkivu. Naročitu sposobnost, da apsorbiraju valove kraće od 4000 Å, imaju proteini i nukleinske kiseline. Upravo zbog toga dolazi u konjunktivalnom i kornealnom epitelu do otekline citoplazme, koagulacije proteina i deskvamacije epitelnih stanica.

Pod utjecajem ultravioletnih zraka razvija se u nezaštićenom oku svarivača upala očnih spojnica. Ta se upala obično razvije 1—12 sati iza ekspozicije. Trajanje te latentne periode između ekspozicije i kliničke manifestacije zavisi od intenzivnosti ekspozicije. Dokazano je (41), da radijacijska energija na svom putu do oka oslabi u upravnom kvadratnom omjeru s udaljenošću od izvora energije. To znači, da radnik, koji je udaljen 5 m od svarivanja, prima samo 1/25 od one radijacijske energije, koju bi primio, da je od mjesta svari-

vanja udaljen 1 m. Intenzivnost radijacijske energije zavisi i od kuta, pod kojim zrake dopiru u oko. Simptomi upale javljaju se nenadano. U konjunktivama se pojavi hiperemija i edem, očni kapci oteku; zbog jakih bolova, koje prati strah pred svijetlom, suzenje i grč očnih kapaka, bolesnik praktički oslijepi. Bolesnik ima osjećaj, kao da mu je netko ubacio pijesak u oči. Na rožnici se može objektivno utvrditi i keratitis (keratitis superficialis punctata) izražen u nizu malih defekata epitela, koji se mogu prepoznati kao sitne, sive, na fluorescein pozitivne točkice. Akutni stadij te upale traje 24—48 sati, a potpuno ozdravljenje nastaje iza 2—4 dana. Za to je vrijeme radnik nesposoban za rad. Oboljenje obično ne ostavlja trajnih posljedica. Iako je pri svarivanju uposlen relativno velik broj radnika, ipak se aktična upala oka pojavljuje dosta rijetko, i to zbog toga, jer je uobičajeno, da svarivači nose kod rada zaštitne naočari ili štitnik. Zapravo svarivači zbog jakog blještavog svijetla ne mogu ni vršiti svoj posao bez zaštitnih naočari. Značajno je, da do upale ne dolazi samo pod utjecajem energije zračenja, koja se razvija na samom radnom mjestu, već je svarivač ugrožen i radijacijskom energijom, koja se razvija na susjednim radnim mjestima. Zapažen je slučaj (9) keratokonjunktivitisa kod radnika, koji je bio udaljen skoro 10 m od mjesta svarivanja. Prema našim opažanjima dobivaju aktične upale očnih spojnice najčešće pomoćni radnici ili učenici i radnici zaposleni u blizini mjesta svarivanja (nosači, čistači i t. d.), i to zbog toga, što se zaštititi njihovih očiju ne obraća gotovo nikakva pažnja (sl. 4). Prema sovjetskim podacima (33) oboljevaju elektro-svarivači od električne oftalmije pet puta češće od ostalih radnika.

Terapija: Šakić (prema usmenom saopćenju) preporučuje obloge s mlakom otopinom borne kiseline i ukapavanje sterilnog ribljeg ulja u oko. Ako su bolovi jaki, onda treba primijeniti anestetične masti (Percain, Pantocain). Vrlo dobro djeluje kalcij intravenozno. H. Kuhn (41) preporučuje, da se u oči ukapa anestetično sredstvo (Pantocain, Holocain — kokain je kontraindiciran) u vodenoj otopini, 4—5 kapi u razmacima od 1/2 minute. Iza toga treba ukapati nekoliko kapi adrenalina. Oči treba obložiti ledenim oblozima. Kod težih upala treba bolesniku preporučiti, da oči zaštiti tamnim naočarima. Spazme irisa (jaka bol) treba liječiti otopinom homatropina (atropin je kontraindiciran) u ulju (Kastorovo ulje).

2. Prolazna kratkotrajna sljepoća. Plamen kod plinskog svarivanja i električni luk kod električnog svarivanja emitiraju neobično intenzivno blještavo svijetlo. Pogled u takav jaki izvor blještavog svijetla može uzrokovati pojavu centralnog skotoma i duže trajanje akcidentalne slike bljeska. Ta pojava može imati veliko značenje u nastanku poslovnih nesreća. Događa se, da svarivač, a još češće njegov pomoćnik ili neki radnik, koji radi u

susjedstvu, pogleda u blještavo svijetlo i trenutno ostane zaslijepljen. Ako takav radnik radi neki posao na stroju, može stradati, jer mu trenutno zaslijepljenje onemogućuje da kontrolira svoj rad.

Pored trenutne zaslijepljenosti, koja je prolazna i ne ostavlja trajnih posljedica, mogu blještave svjetlosne zrake uzrokovati trajno suženje vidnog polja i smanjenje osjetljivosti na boje. Pod utjecajem dugotrajnog i suviše intenzivnog svijetla mogu u makuli nastati teška neizlječiva poremećenja (retinalne neurofototraume). Prema podacima u literaturi (41) nisu takva trajna poremećenja vida opažena kod svarivača.

3. Profesionalna katarakta (16). Već je u 18. stoljeću opisana profesionalna katarakta kod radnika, koji rade stalno pri vatri (ljevači, duvači stakla, kovači i t. d.). Danas se smatra, da profesionalnu kataraktu, koja se razvija iza rada od 15—20 godina, uzrokuje infracrvena radijacijska energija (16). Pita se, da li se kod svarivača može razviti profesionalna katarakta. Treba istaknuti, da za razvoj katarakte mora postojati dugogodišnja ekspozicija, koja ima trajan karakter. Svarivač, međutim, zbog jake intenzivnosti svijetla ne može trajno gledati u izvor svijetla i zato djelovanje infracrvenih zraka ne će imati trajan karakter. Prema tome je vrlo malo vjerojatno, da bi se profesionalna katarakta mogla razviti kod svarivača.

U drugu grupu patoloških promjena na oku treba ubrojiti:

1. Iritacioni konjunktivitis, što ga uzrokuju nadražljivi plinovi, pare i dimovi (tablica 5 i 9). Pored tih treba spomenuti i neke druge etiološke faktore, koji su važni u razvoju iritacionog konjunktivitisa. Ponajprije ne treba zaboraviti, da se pri svarivanju, naročito ako se ono vrši u stiješnjenim i slabo ventiliranim prostorijama, znatno podiže temperatura zraka u okolini radnog mjesta. Ta povišena temperatura u radnoj okolini, pored radnog odijela svarivača, koje je vrlo često kožno, uzrokuje intenzivno i trajno znojenje. Znoj se cijedi u oči, unosi nečistoću, a i sam djeluje nadražljivo na očne spojnice. To je jedan od faktora, koji vrši značajnu ulogu u razvoju upalnih promjena na očima svarivača. Do upale očiju može doći i prijenosom infekcije preko zaštitnih naočari. Vrlo često se vidi, da se niz svarivača služi istim zaštitnim naočarima. Na taj se način preko zaštitnih naočari mogu prenijeti infektivne upale oka od jednog svarivača na drugog.

Jasno je, da se svi ti mehanički i kemijski štetni faktori (dim, pare, plinovi i znoj) zajedno s energijom zračenja uzajamno pojačavaju u svom štetnom djelovanju.

Promotrimo li statističke podatke o promjenama na očima svarivača, naći ćemo vrlo interesantne rezultate. Naši podaci o upali očnih spojnica kod svarivača prikazani su u tablici 7.

TABLICA 7.

Neki podaci o zdravlju svarivača — Some data on the welders' health

	Svarivači, N = 353 Welders, N = 353		Kontrolna grupa, N = 324 Control group, N = 324	
konjunktivitis conjunctivitis	117	33,1%	20	6,2%
kašalj cough	113	37,7%	104	32,1%
glavobolje headache	93	26,3%	50	15,4%
tragovi opekline traces of burns	129	36,5%	3	0,9%
pušači smokers	260	73,7%	233	72,0%

Iz podataka u tablici 7 se vidi, da više od 33% svarivača boluje od konjunktivitisa (većinom klinički blage forme). Broj upala očnih spojnice u kontrolnoj grupi je razmjerno vrlo malen, ali ne treba zaboraviti, da se u toj grupi nalaze radnici zaposleni u takvim industrijskim poduzećima (pretežno prehrambena industrija), gdje nema štetnih profesionalnih utjecaja na oči. Od 50 svarivača pregledanih u 1949. g. kod osmorice je utvrđen konjunktivitis, a kod desetorice konjunktivalna iritacija.

Svarivači zaposleni u američkim brodogradilištima (34) boluju od konjunktivitisa u mnogo manjem procentu od naših svarivača, što je vjerojatno u vezi s boljim radnim uvjetima u američkim brodogradilištima (naročito lična zaštita, ventilacija i rad na otvorenom). Utvrđeno je, da od svarivača, koji rade na gradnji brodova, imaju konjunktivalne iritacije 15,9%, a od ostalih radnika 13,9%. Procenat slučajeva konjunktivalne iritacije među svarivačima nešto je veći nego među nesvarivačima, no općenito on nije visok. Ima niz zvanja, koja pokazuju kud i kamo veću učestalost konjunktivalnih iritacija. Prema istim američkim podacima utvrđena je kod 20,1% rudara u rudnicima ugljena, odnosno kod 20,8% rudara u rudnicima metala konjunktivalna iritacija. Kod voćara na plantažama jabuka utvrđena je konjunktivalna iritacija u 50% slučajeva. Slične rezultate možemo vidjeti i kod nas. Kad smo 1939. i 1940. godine istraživali zdravstveno stanje šumskih radnika (područje Oštrelj i Drvar), ustanovili smo u 63% slučajeva izrazite konjunktivalne iritacije, koje treba pripisati utjecaju dima, što se razvijao iz otvorenih ognjišta u radničkim nastambama, i klimatskim faktorima u šumi (zimski sječa). Među radnicima tvornice akumulatora nađeno je,

da 29% radnika boluje od konjunktivitisa, a kod pregleda radnika tvornice duhana iznosio je procenat bolesnih od konjunktivitisa 40%.

2. Strana tijela u oku svarivača. Kod svarivanja stalno prskaju užarene čestice metala (sl. 4), koje mogu upasti u nezaštićeno oko svarivača i uzrokovati teške ozljede. Snaga i brzina, kojom metalne iskre udaraju, prilično je velika (sl. 5). Zbog toga može iskra prodrijeti kroz šarenicu i izazvati teške povrede i unutrašnjih dijelova oka. Vidjeli smo slučaj loše građenih naočari, gdje se iskra odbila od čela svarivača, udarila o unutrašnju plohu naočari, odbila se i upala u oko. Važno je stoga, da zaštita oka bude provedena tako, da iskra ni u kojem slučaju ne može upasti u oko.

## II. Oštećenja uha

Kod oštećenja uha treba u prvom redu spomenuti opekline uške i vanjskog sluhovoda. Te opekline nastaju naročito onda, kad svarivač svaruje nad glavom, i rastaljeni se metal cijedi na svarivača. Često se mogu u vanjskom sluhovodu svarivača naći strana metalna tijela (zrnca metala ili drozge) i konglomerati metalne prašine. U literaturi (34) se spominju slučajevi perforacije bubnjića kod svarivača, kojima je u uho upao rastaljeni metal. Kod citiranog ispitivanja američkih brodogradilišnih radnika (ukupno pregledano 1753) utvrđeno je 40 slučajeva perforacije bubnjića, međutim je samo jedna od njih nastala zbog upadanja rastaljenog metala u uho, a sve ostale su bile posljedica preboljele upale srednjeg uha. Među svarivačima zaposlenim u našoj industriji nismo mogli utvrditi ni jednog oboljenja uha, koje bi bilo u vezi sa svarivanjem.

## III. Oštećenje respiratornog trakta

Promatrajući utjecaj svarivanja na respiratorni trakt treba paziti na ove pojave:

1. Simptomni kompleks gornjih respiratornih putova, pod kojim se razumijeva upala nosa, ždrijela, traheje i bronha (rhinitis, pharingitis i tracheobronchitis). Prema podacima iz literature (26) (29) (30) svi se slažu u tome, da kod svarivanja u vezi sa stalnim radom u atmosferi, koja je onečišćena dimom i nadražljivim plinovima, može doći do akutnih oštećenja gornjih respiratornih putova. Prikazat ćemo nalaze utvrđene među američkim radnicima na brodogradilištima (34). Pregledom ždrijela nađene su ove promjene:

	Ukupno pregledano	Normalni nalaz	Faringitis		
			Laki	Umjereni	Teški
Svarivači	3223	1682—52%	754—23%	628—20%	159—5%
Nesvarivači	1002	562—56%	274—27%	133—13%	33—3%

Slučajevi umjerenog i teškog faringitisa pokazuju određenu statistički značajnu razliku, iz koje možemo zaključiti, da svariivači nešto češće obolijevaju od težih forma faringitisa nego ostali radnici. Vrlo je interesantno, da je učestalost umjerenih i teških faringitisa kod žena-svarivača bila znatno niža nego kod muškaraca (žene 15,3%, muški 32,1%). Dokazano je, da se te razlike mogu pripisati znatno većem broju pušača među muškarcima.

Slični rezultati su utvrđeni i kod upala nosne sluznice, koje su bile nešto češće među svarivačima nego među nesvarivačima; razlike međutim nisu statistički značajne. Od 3213 svarivača kod 596 (18,6%) utvrđena je upala nosne sluznice, a od 995 nesvarivača kod 141 (14,2%). Američki autori zaključuju: mala diferencija u pobolu od faringitisa i rinitisa, koja se opaža, kad se uspoređuju nalazi ždrijela i nosa svarivača i nesvarivača, pokazuje, da je utjecaj dima, koji se razvija kod svarivanja, na sluznicu ždrijela i nosa od malog značenja.

Kod svarivača, koje smo promatrali 1949. g., utvrđene su dosta česte promjene na gornjim respiratornim putovima. Od 50 pregledanih svarivača bolovalo je od faringitisa 11, a od bronhitisa i faringitisa 12 svarivača. Prema tome je skoro polovica pregledanih bolovala od upale gornjih respiratornih putova. Naši podaci nemaju zbog malog broja pregledanih potpune statističke vrijednosti. Istraživanja izvršena 1950. g. (tablica 7) su pokazala, da 37,7% svarivača redovno kašlje. U kontrolnoj grupi taj procenat iznosi 32,1%. Procenat pušača je u obje grupe približno jednak (73,7% kod svarivača, odnosno 72,0% kod nesvarivača) i zbog toga možemo s određenom vjerojatnošću zaključiti, da je broj onih, koji kašlju, u grupi svarivača zaista veći.

Nema sumnje, da oštećenja gornjih respiratornih putova ovise o higijenskim uvjetima i o intenzivnosti rada. U vezi s time želimo upozoriti na jednu pojavu, koju smo opazili među našim svarivačima, a o kojoj ima podataka i u literaturi (14) (34). Dosta često dolaze svarivači i traže liječničku pomoć zbog jakog iritirajućeg kašlja, koji počinje neposredno iza rada ili nekoliko sati po završenom radu, a katkad i ujutro poslije buđenja. U pojedinim slučajevima dolazi pri kraju kašljanja do povraćanja. Oboljeli izbacuje sluzavi ljepljivi ispljuvak obojen česticama dima, a katkad se u ispljuvku mogu naći i tragovi krvi. Ispitamo li u takvim slučajevima uvjete rada, onda ćemo obično doznati, da je svarivač radio u loše ventiliranom prostoru ili tijesnom objektu (kotao, cisterna) i da je rad bio intenzivan. Kraj normalnih uvjeta rada i dobre ventilacije do takvih pojava ne će doći. Kad dođe do takvih simptoma, treba radnika 3—4 dana ukloniti s rada, i svih će teškoća nestati. Kod takvih bolesnika nismo opazili trajnih posljedica. U američkim su brodogradilištima takva poremećenja vrlo rijetko opažena (34), ali su tamo postojali propisi, prema kojima je svarivač svarivao u tijesnom, slabo ventiliranom prostoru samo 15 minuta, a idućih



30—45 minuta radio je izvan takvog prostora. Na taj način bilo je onemogućeno, da se koncentracija dimova i plinova podigne na opasni stepen, a i ekspozicija je bila skraćena, i prema tome nije došlo ni do oštećenja gornjih respiratornih putova.

Kao uzrok oboljenja gornjih respiratornih putova u vezi sa svarivanjem (rinitis, faringitis, traheobronhitis i kašalj) možemo spomenuti dim i nadražljive plinove. Mislimo, da kod tih iritacionih pojava u gornjim respiratornim putovima vrše značajnu ulogu nitrozni plinovi. Iako je dušikov dioksid ( $\text{NO}_2$  i  $\text{N}_2\text{O}_4$ ) iritans, koji djeluje ponajviše na pluća, a mnogo manje na gornje respiratorne putove, ipak se on u kontaktu s vlažnom sluznicom pretvara u dušičnatu i dušičnu kiselinu, koje iritiraju sluznicu gornjih respiratornih putova. U radnim prostorijama, koje su pravilno ventilirane, ne će se nitrozni plinovi nikada pojaviti u opasnim toksičnim koncentracijama, ali će na gornje respiratorne putove djelovati i u niskim, subtoksičnim koncentracijama. Jedno treba istaknuti: sve se pojave simptomnog kompleksa gornjih respiratornih putova kod svarivača mogu spriječiti, pa i onda, kad rade intenzivno i prekovremeno, ako se provedu pravilne preventivne mjere (ventilacija, respiratori, cijevne maske).

2. Sideroza svarivača. Poznato je, da se kod svarivača, pored naprijed opisanih akutnih oštećenja respiratornog trakta, mogu utvrditi i kronične promjene na plućima; te se razvijaju kod onih radnika, koji su dulje vrijeme svarivali željezo i bili izvrgnuti visokim koncentracijama dima željeznog oksida. Kronične su promjene na plućima svarivača prvi puta opisane 1935. g. (*Enzer i Sander* — 7). Tada su rentgenogramski utvrđene diskretne nodularne sjene jednolično rasprostranjene preko oba plućna krila. Te sjene su slične sjenama klasične silikoze, ali su oštrije od silikotičnih sjena. Danas se te kronične promjene na plućima svarivača nazivaju sideroza, jer nastaju udisanjem dima željeznog oksida. Za razliku od silikoze, kod sideroze su sjene hilusa slabije izražene (4). Sideroza je depozicija inertnog željeznog pigmenta u perivaskularnom i peribronhijalnom limfnom sistemu pluća, bez proliferacije fibroznog tkiva. Opširna rentgenogramska ispitivanja (više od 4000 pregleda), koja su vršena u Americi, pokazala su, da svarivači boluju od sideroze pluća u 1,9—8,4% [prema podacima iz literature 1,9% (34), 5% (30), 8,4% (14)]. Pritom je utvrđeno, da se sideroza razvije iza rada od 6—10 godina, ako se rad vrši u loše ventiliranim prostorijama. *Koelsch* (18) je istraživao siderozu kod 40 svarivača, koji su kod rada upotrebljavali čelične elektrode. Kod jednog, koji je proveo u radu 7 godina, utvrdio je siderozu jakog stepena, kod trojice izrazite depozicije u plućima, a kod osamnaestorice depozicije lakog stepena. Kod svarivača, koji rade u prostranim, dobro ventiliranim prostorijama, nije sideroza opažena ni iza mnogogodišnjeg rada. Utvrđeno je (30), da sideroza ne stvara predispoziciju za tuberkulozu i ostale plućne infekcije, niti reaktivira stare kalcifi-

cirane specifične lezije pluća (28). Isto tako sideroza ne uzrokuje funkcionalna poremećenja u plućima, niti bilo kakve fizikalne plućne simptome. Sideroza ne umanjuje radnu sposobnost.

Vrlo zanimljiva opažanja objavili su 1948. g. *Doig* i *Langhlin* (36). Oni su kontrolirali svarivače, kod kojih su prije 12 godina utvrdili siderozu, a koji su u međuvremenu napustili svarivački posao. Kod tih su svarivača ustanovili, da je promjena na plućima djelomično ili potpuno nestalo, a to je ovisilo o vremenu prestanka rada.

Obratili smo pažnju na pojavu sideroze među našim svarivačima. Rentgenografski je pregledano 50 svarivača zaposlenih u zagrebačkim industrijskim poduzećima (fluorografski pregledi su izvršeni u Fluorografskom laboratoriju GNO — dr. *Bogičević*). Svi slučajevi, kod kojih je na fluorogramu nađen i malo pojačani plućni crtež, ponovo su detaljno pregledani (rentgenografski pregledi su izvršeni u Zavodu za rentgenologiju Med. fakulteta u Zagrebu — prof. *Smokvina*, dr. *Mark*). Iako su pregledani svarivači proveli u radu na svarivanju željeza više od 10 godina, utvrđen je u pojedinim slučajevima samo pojačani plućni crtež, a nodulacija tipičnih za siderozu nije nađeno ni u jednom slučaju.

3. Upala pluća u svarivača. Mnogi naši liječnici smatraju, da svarivači obolijevaju od upale pluća češće nego ostali radnici, zbog toga što »udišu otrovne dimove i pare«. Slična mišljenja možemo naći i u stranoj literaturi (14). Opsežna ispitivanja izvršena u Americi među brodogradilišnim radnicima, čini se da su potpuno rasvijetlila to pitanje. *Collen* (25) je sa svojim suradnicima izvršio klinička i epidemiološka istraživanja među brodogradilišnim radnicima (9000 radnika Kaiser Richmond brodogradilišta u Oaklandu, Kalifornija). U periodu od godine dana promatrano je 864 bolesnika, koji su bolovali od upale pluća. Letalitet je iznosio 8,2%. Učestalost oboljenja od pneumonije iznosila je među brodogradilišnim radnicima 9,5 na 1000 radnika. Ista učestalost obolijevanja i ista smrtnost od upale pluća utvrđena je i među ostalim pučanstvom. Vrlo su zanimljivi podaci o upali pluća među pojedinim grupama brodogradilišnih radnika, što se vidi iz tablice 8.

U morbiditetu od upale pluća kod svarivača i ostalih brodogradilišnih radnika nema nikakvih statistički značajnih razlika. S tim podacima slažu se i sovjetski podaci (33). Prema tome možemo smatrati, da je morbiditet od upale pluća među svarivačima isti kao i među ostalim pučanstvom.

IV. *Intoksikacije i ostale promjene u organizmu izazvane udisanjem otrovnih dimova i plinova.*

U tablici 9. prikazani su otrovni plinovi i pare, a u tablici 5. otrovni dimovi (olovo, mangan, cink i t. d.), koji se pojavljuju u vrijeme svarivanja u radnoj atmosferi.

TABLICA 8.

Upala pluća i zvanje (25)

Zvanje	Broj slučajeva	Broj smrti	Broj zaposlenih	Morbiditet na 1000
svarivači	159	14	15533	10,2
monteri	74	11	7998	9,3
zakivači	60	6	4842	12,3
pomoćni radnici	53	5	4923	10,8
rezači metala plamenom	42	2	4389	9,6
električari	41	2	3575	11,5
limari	38	5	3117	12,2
strojari	36	4	3153	11,4
građevinari	29	1	2768	10,5
rezači metala	24	1	3076	7,8

TABLICA 9.

Otrovni plinovi i pare, koji se mogu pojaviti pri svarivanju u radnoj atmosferi

Plin ili para	Maksimalno dopuštena koncentracija mg/m <sup>3</sup> (39) (43)	Djelovanje
akrolein	1,0	nadražljivac i narkotik
amonijak	70,0	nadražljivac gornjih respiratornih putova
arsenovodik	2,0	hemolitički otrov
benzin	1000,0	narkotik
benzen	100,0	narkotik; oštećuje krvotvorne organe
cijanovodik	20,0	zagušljivac (fiziološki aktivan)
dušikovi oksidi	100,0	nadražljivci; nitritno djelovanje
etanol	2000,0	narkotik; oštećuje živčani sistem i velike žlijezde
fluorovodik	2,5	nadražljivac
fosforovodik	1,0	nadražljivac; oštećuje centralni živčani sistem
klor	3,0	nadražljivac
metanol	200,0	narkotik i nadražljivac
ozon	2,0	nadražljivac
sumporni dioksid	25,0	nadražljivac
sumporovodik	20,0	nadražljivac i zagušljivac
ugljični dioksid	9000,0	zagušljivac (fiziološki inaktivan)
ugljični monoksid	100,0	zagušljivac (fiziološki aktivan)

Smatramo, da u ovom prikazu ne treba obraćati pažnje na patološke i kliničke pojave u vezi s djelovanjem pojedinih otrova, i zbog toga ćemo se osvrnuti samo na neke specifične probleme, koji stoje u vezi s pojavom otrova u radnoj atmosferi. Jedan od

takvih problema je pitanje djelovanja nitroznih plinova na zdravlje svarivača. U poglavlju o opasnosti po zdravlje spomenuto je, da se nitrozni plinovi pri svarivanju pojavljuju u radnoj atmosferi u subtoksičnim koncentracijama. Ako se svarivanje vrši u tijesnim i slabo ventiliranim prostorima, mogu se nitrozni plinovi izuzetno sakupiti u radnoj atmosferi i u toksičnim koncentracijama (300 i više mg/m<sup>3</sup>). U takvim slučajevima može svarivač zbog iritacionog djelovanja nitroznih plinova oboljeti od edema pluća. Godine 1925. (Adler i Herzmark), 1935. (Williaan — cit. prema 14) i 1939. (13) objavljeni su pojedini slučajevi smrtnih otrovanja od nitroznih plinova među svarivačima. Svi ti slučajevi dogodili su se kod rada u uskim, slabo ventiliranim prostorima. Godine 1940. sudjelovao sam kao vještak Središnjeg ureda za osiguranje radnika u istraživanju uzroka smrti svarivača N., koji je obolio iza intenzivnog rada od 10 sati od edema pluća (stadij latencije 7 sati) i drugog dana umro. Tada sam se složio s mišljenjem liječnika (Guteša), koji je bolesnika liječio, da je svarivač N. umro od otrovanja nitroznim plinovima. Prostorija, u kojoj je svarivač radio, bila je prostrana, ali neventilirana. U mjestu vladala je tog dana jaka depresija. U zagušljivoj i vlažnoj atmosferi nije bilo ni traga vjetru. Intenzivni rad, neventilirana prostorija i tipični tok oboljenja, koje se završilo smrću, dopuštali su, da se u tom slučaju odlučimo, da je smrt uzrokovana nitroznim plinovima. U ono vrijeme nismo imali mogućnosti da istražimo sve otrove u atmosferi; dokazani su bili samo nitrozni plinovi. Nije isključeno, da su se u tom slučaju u radnoj atmosferi pored nitroznih plinova nalazili i neki drugi nadražljivci. Tada smo sumnjali na akrolein, jer su predmeti, koje je svarivač svarivao, bili uprljani uljem.

U vezi s pojavom nitroznih plinova treba spomenuti i t. zv. »nitritno djelovanje«. Dušikovi oksidi stvaraju u dodiru s vodom (vlažna sluznica respiratornog trakta) dušičnatu i dušičnu kiselinu, koje nadražuju alkalično tkivo respiratornog trakta. Kod toga se stvaraju natrijeve soli dušičnate i dušične kiseline — nitriti i nitrati. Nitrati nemaju osobitog fiziološkog djelovanja, dok je naprotiv djelovanje nitrita od najvećeg značaja po cirkulacioni sistem. Natrijev nitrit, koji se stvara iz nitroznih plinova, i koji apsorbiran preko respiratornog trakta djeluje na cirkulatorni sistem jednako kao i natrijev nitrit, što je ušao u organizam preko probavnog trakta, proširuje arterije i snizuje krvni tlak. Osobe izvrgnute djelovanju natrijeva nitrita osjećaju vrtoglavice i glavobolje. Interesantno je spomenuti (tablica 7), da su svarivači pregledani u toku 1950. godine trpjeli od glavobolje u 26,3% (kontrolna grupa 15,4%). Treba napomenuti, da se hemoglobin pod utjecajem nitrita pretvara u methemoglobin.

U vezi s »nitritnim djelovanjem« treba se osvrnuti na pitanje krvnog tlaka. Kod svarivača zaposlenih u američkim brodogradilištima (34) nađen je prosječno nešto niži sistolički i dijastolički krvni tlak.

TABLICA 10.

Srednje vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog krvnog tlaka brodogradilišnih radnika (34)

Dob života	Svarivači		Nesvarivači	
	Sist. krv. tlak	Dijastol. krv. tlak	Sist. krv. tlak	Dijastol. krv. tlak
manje				
od 25 god.	115,0	71,7	116,0	72,5
25—29 god.	119,2	74,9	120,1	75,5
30—34 god.	120,9	76,8	122,3	77,6
35—39 god.	123,4	79,1	127,4	80,0
40—44 god.	126,3	79,7	127,1	81,2
45—49 god.	129,7	81,8	129,8	81,6
50 i više god.	135,5	83,3	140,0	84,4

Pita se, koji faktori mogu u vrijeme svarivanja djelovati na sniženje krvnog tlaka. Opaženo je, da do sniženja krvnog tlaka kod svarivača dolazi u toku prve godine rada. Slični fenomen, koji se pripisuje »nitritnom djelovanju«, opažen je i kod radnika, koji rade trinitrotoluolom (32). Lako sniženi krvni tlak svarivača može se smatrati blagom toksičnom reakcijom, koja proizlazi iz ekspozicije u toku svarivanja. Ona stoji vrlo vjerojatno u vezi s dušikovim oksidima, koji u organizmu stvaraju natrijev nitrit. Da li tu dolaze u obzir još neki agensi, koji djeluju u smislu depresije ili antipresije u organizmu i tako utječu na krvni tlak, to još nije razjašnjeno.

Slična istraživanja izvršili smo i među našim svarivačima. U 1950. g. izmjeren je krvni tlak grupe svarivača zaposlenih u zagrebačkoj industriji (148 svarivača) i krvni tlak kod isto tolikog broja jednako starih radnika u kontrolnoj grupi (prehrambena i drvna industrija). Iz rezultata, koji su prikazani u tablici 11, 12 i 13, se vidi, da između svarivača i radnika u kontrolnoj grupi, s obzirom na sistolički i dijastolički krvni tlak, nema statistički značajnih razlika, koje bi ukazivale na to, da svarivači imaju niži krvni tlak od radnika kontrolne grupe. Broj pregledanih u pojedinim dobnim grupama nije velik, i zbog toga ne treba stvarati konačne zaključke. S druge su strane razlike u krvnom tlaku, koje se spominju u američkim istraživanjima vrlo malene (tablica 10), ali kako je u tom istraživanju pregledano oko 3000 radnika, to ti rezultati dokazuju, da je krvni tlak svarivača niži (iako ne mnogo) od tlaka ostalih radnika. To sniženje krvnog tlaka može se s velikom vjerojatnošću pripisati utjecaju nitroznih plinova.

TABLICA 11.

Svarivači (Zagreb) — Welders (Zagreb)  
Krvni tlak ( $S \pm \sigma$ ) — Blood pressure ( $S \pm \sigma$ )

Starost u god. Age (years)	N	Sistolički Systolic	Dijastolički Diastolic
do 24	71	117,17 ± 9,72	70,07 ± 6,84
25—29	26	117,31 ± 12,44	70,58 ± 10,33
30—34	14	122,86 ± 8,29	75,71 ± 10,72
35—39	21	114,29 ± 9,26	70,95 ± 7,18
40—44	16	118,44 ± 11,68	73,75 ± 8,07
	148		

TABLICA 12.

Kontrolna grupa (Zagreb) — Control group (Zagreb)  
Krvni tlak ( $S \pm \sigma$ ) — Blood pressure ( $S \pm \sigma$ )

Starost u god. Age (years)	N	Sistolički Systolic	Dijastolički Diastolic
do 24	71	115,99 ± 11,61	71,34 ± 8,37
25—29	26	117,23 ± 8,72	72,31 ± 7,66
30—34	14	127,86 ± 26,09	75,36 ± 12,00
35—39	21	125,71 ± 12,58	77,38 ± 4,40
40—44	16	133,75 ± 7,19	81,56 ± 4,00
	148		

TABLICA 13.

Značajnost razlika — The importance of differences  
Krvni tlak. Svarivači. Kontrolna grupa.  
Blood pressure. Welders. Control group

Starost u god. Age (years)	Sistolički Systolic				Dijastolički Diastolic			
	$\Delta$	$\sigma_{\Delta}$	$\frac{\Delta}{\sigma_{\Delta}}$	%	$\Delta$	$\sigma_{\Delta}$	$\frac{\Delta}{\sigma_{\Delta}}$	%
do 24	-1,18	1,80	0,66	74.—	1,27	1,28	0,99	84.—
25—29	-0,08	2,98	0,03	51.—	1,73	2,52	0,69	75.—
30—34	5,00	7,31	0,68	75.—	-0,35	4,30	0,07	52.—
35—39	11,42	3,41	3,34	100.—	6,43	1,84	3,49	100.—
40—44	15,31	3,43	4,44	100.—	7,81	2,25	3,47	100.—

$$\sigma_s = \frac{\sigma}{\sqrt{N}}; S_1(\sigma_1) = S(\sigma_s) \text{ kontrolne grupe, } S_2(\sigma_2) = S(\sigma_s) \text{ svarivača (control group) (welders)}$$

$$\Delta = S_1 - S_2 \quad \sigma_{\Delta} = \sqrt{\sigma_{s-1}^2 + \sigma_{s-2}^2}$$

Kad se govori o otrovanjima plinovima i parama, onda treba istaknuti, da se u literaturi mogu naći raznovrsni (ali vrlo rijetki) podaci o otrovanjima svarivača izraženim u svim oblicima od neznatnih tranzitornih iritacija respiratornog trakta do smrtnih otrovanja. Teža, a naročito smrtonosna otrovanja su vrlo rijetka i događaju se samo onda, ako se svarivanje vrši pod izuzetnim okolnostima. Odlučan faktor u razvoju otrovanja su higijenski uvjeti rada. Vidjeli smo, da su se svarivači, koji su dulje vremena radili u nehigijenskim prilikama, žalili na umor, pospanost, mučninu, nerвозne smetnje, glavobolju i vrtoglavicu. Nema sumnje, da se te pojave mogu dovesti u vezu s djelovanjem otrovnih plinova i para. U takvim slučajevima nastojali smo, da se uvjeti rada poprave pomoću higijensko-tehničkih zaštitnih mjera (prostrane radionice, ventilacija, lična zaštita). Kad god su se uvjeti rada popravili, nestalo je i zdravstvenih smetnja, na koje su se svarivači žalili, a to je i jasno, jer se kod svarivanja kraj normalnih higijenskih uvjeta rada ne mogu otrovni plinovi i pare pojaviti u radnoj atmosferi u toksičnim koncentracijama.

U vezi s pojavom otrovnih plinova pri svarivanju imaju praktičko značenje samo oksidi cinka i olova (tablica 5), i to — kako je već spomenuto — u specijalnim uvjetima rada. Odavno je poznato, da radnici, koji rade u poduzećima, gdje se pri radu razvija dim cinkova oksida, obolijevaju od »groznice ljevača«. Groznicu ljevača može uzrokovati i dim bakra (5) i nekih drugih metala (magnezij, olovo, mangan) (37). Prema našim opažanjima pojavljuje se groznica ljevača i kod svarivača, i to samo onda, ako svaruju pocinčane (galvanizirane) predmete. Smatra se, da radnici obolijevaju od groznice ljevača onda, kad sadržaj cinka u radnoj atmosferi prijeđe količinu od 12 mg/m<sup>3</sup> (15 mg/m<sup>3</sup> cinkova oksida) (37). Dim cinkovā oksida razvija se i kod pavanja (lotanja), ako se za pavanje upotrebljava smjesa cinka ili mjedi, i u takvim slučajevima, ako se rad vrši u tijesnim i slabo zračenim prostorijama, mogu zaposleni radnici oboljeti od cinčane groznice. Groznica ljevača slična je po svom toku i simptomima napadu malarične groznice. Obično se javlja nekoliko sati iza završenog rada. Oboljeli osjeti laku zimicu i grebenje u ždrijelu. U isto vrijeme napada bolesnika jak kašalj. Stanje se sve više pogoršava, i temperatura poraste do 39° C. U većini slučajeva počinje tresavica. Bolesnik ima jaku glavobolju, osjeća umor, bole ga mišići i zglobovi. Takvo stanje traje po nekoliko sati, a onda uz jako znojenje pada temperatura na normalu. Obično bolesnik drugog dana nastavlja bez teškoća redovni rad. U pojedinim slučajevima pojavljuje se u mokraći bjelančevina, leukociti i cilindri. Pozitivni nalaz bjelančevine mogli smo u pojedinim slučajevima pratiti i 3—4 dana iza prestanka groznice. Zanimljivo je spomenuti, da su neki (3) (34) opazili kod radnika, koji su nekoliko puta preboljeli groznicu ljevača, ubrzanu sedimentaciju krvi. Naša iskustva i opažanja iz naše literature (16) se s time ne slažu. Groznica ljevača ne predstavlja

neko naročito opasno oboljenje, i zbog nje radnici ne izostaju mnogo iz posla (ponajviše 1—2 dana). Promatrali smo radnike, koji su u svom životu vrlo često preboljeli groznicu ljevača (po 50 i više puta). Česti napadi groznice ljevača slabe organizam (gubitak na težini, opća fizička slabost), ali nikad nismo opazili, da groznica ljevača uzrokuje bilo kakva kronična oboljenja. Istaknuti treba i to, da se svaka pojava groznice ljevača može spriječiti jednostavnim zaštitnim mjerama (opća i lokalna ventilacija).

Spomenuto je već, da se kod svarivača može razviti otrovanje olovom samo onda, ako svaruje metal bojadisan minijem (olovni oksid). Kod toga treba istaknuti, da opasnost od otrovanja olovom postoji i onda, kad se rad (svarivanje, ispaljivanje naliča) vrši na otvorenom. Naročito teška otrovanja olovom vidjeli smo kod mladih radnika zaposlenih na gradnji mostova, koji su radili kao svarivači ili su ispaljivali nalič s mosnih konstrukcija.

S nekoliko riječi treba spomenuti i pitanje otrovanja manganom (u elektrodama može biti 0,3—6% mangana). Teža otrovanja manganom s izraženim neurološkim nalazom nisu kod svarivača opisana. Katkad se čuje, da se svarivači žale na neke manje, psihičke teškoće, sniženi libido i impotenciju. Neki su pokušali, da te pojave pripisuju toksičnom djelovanju mangana (14). Na iste teškoće žalili su se katkad i naši svarivači. Opazili smo, da se uvijek radilo o novim radnicima, koji su tek ušli u svarivačko zvanje, i da su ta poremećenja iza nekog vremena prošla. Spomenute teškoće, koje se obično pojavljuju u prvim mjesecima iza rada, nikako se ne mogu zbog kratkotrajne ekspozicije dovesti u vezu s toksičnim djelovanjem mangana. Držimo, da se radi u tom slučaju o neurotičnim pojavama, kakve susrećemo na početku uposlenja i u drugim zvanjima.

#### V. Oštećenja na koži

1. Opekline. Od 353 svarivača, koji su pregledani u 1950. godini, njih 129 (36,5%) imaju tragove opekline, a u kontrolnoj grupi radnika zaposlenih u zagrebačkoj industriji nađena su samo trojica (0,9%), koji imaju tragove opekline. U tablici 14 prikazane su brazgotine prema mjestu lokalizacije opažene među našim svarivačima. Od ukupnog broja brazgotina zahvaća 40,3% podlaktice, a 27,6% šake, prema tome 67,9% brazgotina otpada na ruke do lakta. Druga je velika grupa brazgotina lokalizirana u predjelu gležnjeva (17,7%). Na ta tri mjesta — podlaktice, šake i gležnjevi — lokalizirano je više od 85% brazgotina, a na svim ostalim mjestima nalazi se oko 15% brazgotina. Istaknuti treba, da je najlakše provesti zaštitu šaka, podlaktica i gležnjeva, ali zaštititi tih dijelova tijela, koji su najviše izvrgnuti djelovanju rastaljenog metala, među našim svarivačima ne obraća gotovo nikakva pažnja. U američkim brodogradilištima sistematski je pregledano 718 svarivača, i kod 182 (25%) nađeni su tragovi opekline (34). Brazgotine iza opekline možemo kod svarivača smatrati za profesionalna stigmata, koja se najčešće mogu naći u anterolateralnoj strani lakta (kod dešnjaka na



lijevoj ruci, a kod ljevaka na desnoj), u episternalnoj regiji, oko pasa i oko gležanja. Opekline kod svarivanja su vrlo česte. Procenat naših svarivača, koji su pretrpjeli opekline, mnogo je veći nego u

TABLICA 14.

Lokalizacija brazgotina uzrokovanih opeklinama pri svarivanju  
 Location of scars caused by welding burns  
 (Od 353 svarivača 129 (36,5%) imaju tragove opeklina)  
 (129 out of 353 welders (36,5%) had traces of burns)

Lokalizacija brazgotina Location of scars	Broj Number	% od ukupnog broja svarivača % of the total number of welders	% od ukupnog broja brazgotina % of the total number of scars
lice face	4	1,1	2,3
vrat, prsa, trbuh neck, chest, abdomen	3	0,8	1,7
nadlaktice arms	2	0,6	1,1
podlaktice forearms	70	19,8	40,3
ruke hands	47	13,3	27,6
potkoljenice legs	5	1,4	2,8
gležnjevi i stopalo ankles and foot	31	8,8	17,7
opekline bez brazgotinskih tragova burns without scars	12	3,4	6,5

ostalim industrijskim zemljama i zbog toga, što se kod nas vrlo malo pazi na zaštitnu odjeću svarivača. Pored toga naši svarivači imaju običaj, da ljeti rade bez zaštitne odjeće, goli do pasa. Opekline od svarivanja su vrlo teške. Rastaljeni metal, koji dopre na kožu, uzrokuje nekroze, koje u formi dubokih indolentnih ulceracija, pokritih prljavim granulacijskim tkivom, zacjeljuju s jakim brazgotinama. Katkad može rastaljeni metal, naročito kod svarivanja nad glavom, doprijeti do tijela kroz otvore odjeće (okovratnik, rukavi, pojas). Isto tako može rastaljeni metal upasti u obuću i izazvati tipične opekline oko gležanja.

U slučajevima, kad rastaljeni metal djeluje na tijelo preko zaštitne odjeće, mogu se razviti opekline prvog i drugog stepena.

Takve se opekline javljaju u predjelu lakta, kad se rastaljeni metal sakupi u naborima zaštitne odjeće.

Pored rastaljenog metala može kod plinskog svarivanja uzrokovati opekline plamen, koji izlazi iz plamenika.

2. Aktinični dermatitis. Pod utjecajem ultravioletne radijacijske energije može se kod svarivača na nezaštićenim dijelovima tijela (lice, prsa, ruke) razviti aktinična upala kože. Ista mjesta na tijelu su kod svarivača intenzivno pigmentirana, kao da su bila izvrgnuta suncu. Aktinične upale kože obično su blage prirode.

3. Iritacioni dermatitis. Koža svarivača izvrgnuta je djelovanju nadražljivih plinova i dima (cink, krom!). Pored toga se svarivači, koji nose propisanu radnu odjeću iz kože ili azbesta, vrlo mnogo znoje (naročito ljeti). Zbog toga oni često boluju od iritacionih upala kože. Kod svarivača zaposlenih u američkim brodogradilištima opažen je dosta velik procenat milijarije (svarivači 2,7%, nesvarivači 1,7%) (34). Jednostavnim higijenskim mjerama (redovno pranje i kupanje iza rada) mogu se upalne promjene na koži svesti na najmanju mjeru.

#### VI. Opća opažanja o zdravstvenom stanju svarivača.

Sigurno je, da zdravlju svarivača prijete neke specifične profesionalne opasnosti. Međutim te opasnosti nisu ni veće ni manje od onih, kojima su izvrgnuti radnici u drugim sličnim zvanjima. U tablici 15 prikazane su dijagnoze, nalazi i simptomi utvrđeni među svarivačima i nesvarivačima u američkim brodogradilištima.

TABLICA 15.  
Zdravstveno stanje američkih brodogradilišnih radnika (34)

Dijagnoze, nalazi i simptomi	Svarivači %	Nesvarivači %
dijagnoze:		
anemični sindrom	26,3	26,1
bolesti srca	4,4	13,2
tuberkuloza	0,8	3,1
afekcije gornjih respiratornih putova	40,5	30,9
akne	2,5	2,9
toplinski osip	2,0	1,0
sideroza	1,9	—
nalazi:		
konjunktivalne iritacije	15,9	13,9
kongestije nosne sluznice	18,6	14,2
ostali nalazi	19,8	24,3
simptomi:		
glavobolja	7,6	6,8
gastrointestinalne smetnje	5,1	4,5
smetnje gornjih respiratornih putova	31,8	21,3

Iz tih se podataka može vidjeti, da svaraivači obolijevaju u nešto većem broju od bolesti gornjih respiratornih putova. U krvnim nalazima svaraivača i nesvaraivača nije bilo značajnih razlika. U vezi sa svarivanjem nisu opažene pojave anemije niti povećan broj bazofilno punktiranih eritrocita. Što se tiče krvne slike i sedimentacije krvi nije također bilo nikakvih razlika između svaraivača i nesvaraivača. Poznato je, da oni, koji boluju od tuberkuloze pluća i srčanih oboljenja, izbjegavaju svaraivačko zvanje, i vjerojatno je zbog toga broj tuberkuloznih i srčanih oboljenja u kontrolnoj grupi među nesvaraivačima znatno veći. Pored tih podataka ima u novijoj medicinskoj literaturi radova (14) (23), iz kojih se vidi, da u pojavi oboljenja i gubitka radne sposobnosti nema nikakvih statistički značajnih razlika između svaraivača i radnika zaposlenih u drugim sličnim zvanjima. Naša opažanja se također podudaraju s tim tvrdnjama.

#### HIGIJENSKO-TEHNIČKE ZAŠTITNE MJERE

Spriječiti pristup štetnosti u radnu okolinu i na taj način potpuno ukloniti opasnosti, koje prijete zdravlju radnika, to je najbolji princip u zaštiti rada. Iako se taj princip ne može potpuno primijeniti pri uklanjanju opasnosti, koje se pojavljuju u radnoj okolini svaraivača, ipak treba istaknuti, da se sve štetnosti, koje nastaju u toku svarivanja, mogu spomoću higijensko-tehničkih zaštitnih mjera potpuno ukloniti ili toliko ublažiti, da ne dovode u opasnost zdravlje radnika zaposlenih pri svarivanju. Kad se govori o higijensko-tehničkim zaštitnim mjerama pri svarivanju, onda se treba sjetiti ulaznih vrata na čovječjem tijelu (oko, uho, respiratorni trakt i koža), kroz koja štetne energije i materije djeluju na organizam. Zaštitnu mjeru, koja će očuvati zdravlje radnika, treba postaviti na najprikladnijem mjestu, negdje na putu od izvora štetnosti do ulaznih vrata u organizam.

*I. Zaštita očiju svaraivača i radnika zaposlenih u njihovoj okolini od radijacijske energije i mehaničkih ozljeda.*

Kod nas nema specijalnih propisa o zaštiti očiju svaraivača. U Općem pravilniku o higijenskim i tehničkim zaštitnim mjerama pri radu postoje opće odredbe o zaštiti očiju i lica (čl. 89). Prema tim odredbama »kod svih radova, kod kojih su u opasnosti oči i lice (zbog jake svjetlosti, ugrijavanja, isparavanja i prskanja jetkih tkućina, prašine, iskara i t. d.), moraju se zaposlenim osobama dati na raspolaganje zaštitne naočari, štitnici za oči i lice i sl. Sredstva za zaštitu očiju i lica moraju biti laka i udobna za nošenje i od prikladnog materijala, a ne smiju znatno smanjivati vidno polje i prouzrokovati znojenje. Kod zaštitnih naočari staklo mora biti osigurano protiv prskanja. Ako se radovi, kod kojih postoji opasnost za oči, vrše u neposrednoj blizini drugih stalnih radnih mjesta, onda se takva radna mjesta moraju ograditi posebnim ogradama«.

Na osnovu tih općih odredaba provodi se kod nas zaštita očiju i lica radnika zaposlenih kod svarivanja.

U mnogim zemljama s razvijenom industrijom postoje specijalni propisi o zaštiti svarivača. Tako ćemo u sovjetskoj (11) (33) (38) i američkoj literaturi (6) (41) naći vrlo dobre propise i korisne preporuke o zaštitnim mjerama pri svarivanju. Na temelju takvih podataka iz literature prikazat ćemo osnovne principe o zaštiti očiju i lica radnika zaposlenih kod svarivanja.

Zaštita očiju i lica od radijacijske energije i iskara provodi se spomoću stakla, koje se primjenjuje u formi zaštitnih naočari za svarivanje ili u formi specijalnih svarivačkih štitnika i šljemova. Prije svega treba nešto kazati o kvaliteti zaštitnih stakala, koja se upotrebljavaju pri svarivanju. U Sovjetskom Savezu upotrebljavaju se dva tipa zaštitnih stakala, koja je istražio i preporučio Moskovski institut za zaštitu rada (11). Jedno su zaštitna stakla TIS (tjemnoje izjumskoje stjeklo), koja se proizvode u nekoliko nijansa, a upotrebljavaju se prema jakosti električne struje, koja se primjenjuje kod svarivanja. Za plinsko svarivanje upotrebljavaju se TIS stakla broj 3—5. Za pomoćne radnike preporučuju se zaštitne naočari s NIS staklima zelenkaste boje (nejtraljnoje izjumskoje stjeklo), koje pružaju dovoljnu zaštitu od radijacijske energije i iskara, a istovremeno omogućuju pravilnu kontrolu rada. U tablici 16 (6) prikazani su američki propisi, na osnovu kojih se primjenjuju stakla za zaštitu od radijacijske energije.

Prema tim propisima preporučuju se kod svarivanja ova zaštitna stakla:

Zasjenjenje br. 3 i 4	za pomoćne radnike i radnike zaposlene u susjedstvu svarivačkog rada
» » 5	kod lakog plinskog svarivanja, kod električnog otpornog svarivanja
» » 6	kod srednjeg plinskog svarivanja, kod električnog lučnog svarivanja do 30 amp.
» » 8	kod teškog plinskog svarivanja, kod električnog lučnog svarivanja od 30—75 amp.
» » 10	kod električnog lučnog svarivanja od 75—200 amp.
» » 12	kod električnog lučnog svarivanja od 200—400 amp.
» » 14	kod električnog lučnog svarivanja, koje se vrši s električnom strujom, koja ima jakost veću od 400 amp.

Kako vidimo, intenzivnost zasjenjenja zaštitnih stakala se određuje prema jakosti plinskog plamena, odnosno prema jakosti električne struje, koja se upotrebljava kod svarivanja. Intenzivnost zasjenjenja zaštitnih stakala može se odrediti i prema debljini (promjeru) elektrode, koja se upotrebljava kod svarivanja.

TABLICA 16.

Zasjenjenje	Gustoća za vidljivo svjetlo*			Propusnosti u procentima							
	Minimum	Standard	Maksimum	Za ukupno vidljivo			Maksimalno ukupno infra-crveno	Maksimalno ultravioletno			
				Maksimum	Standard	Minimum		Za dužine valova u milimikronima			
							313	334	365	405	
3	0.64	0.857	1.06	22.9	13.9	8.7	9.0	0.2	0.2	0.5	1.0
4	1.07	1.286	1.49	3.51	5.18	3.24	5.0	.2	.2	.5	1.0
5	1.50	1.714	1.92	3.15	1.93	1.20	2.5	.2	.2	.2	0.5
6	1.93	2.143	2.35	1.13	0.72	0.45	1.5	.1	.1	.1	.5
7	2.36	2.572	2.78	0.44	.27	.17	1.3	.1	.1	.1	.5
8	2.79	3.000	3.21	.152	.100	.062	1.0	.1	.1	.1	.5
9	3.22	3.429	3.63	.060	.037	.023	0.8	.1	.1	.1	.5
10	3.64	3.857	4.06	.0229	.0139	.0087	.6	.1	.1	.1	.5
11	4.07	4.286	4.49	.0085	.0052	.0033	.5	.05	.05	.05	.1
12	4.50	4.715	4.92	.0032	.0019	.0012	.5	.05	.05	.05	.1
13	4.93	5.143	5.35	.00118	.00072	.00045	.4	.05	.05	.05	.1
14	5.36	5.571	5.78	.00044	.00027	.00017	.3	.05	.05	.05	.1

\* Gustoća (D) je definirana ovako:  $D = \log \frac{I_0}{I}$ ;  $I_0$  = intenzivnost svijetla prije prolaza kroz staklo, a I = intenzivnost svijetla iza prolaza kroz staklo. Propusnost (T) je:  $T = \frac{I}{I_0}$ ; prema tome je  $D = \log \frac{1}{T}$ . Broj zasjenjenja je određen prema gustoći po jednadžbi: Broj zasjenjenja =  $7/3 D + 1$  s tolerancijom, koja je prikazana u tablici.

Vrlo se često smatra, da je dovoljno da se kao zaštitna stakla upotrebe bojadisana stakla ove ili one nijanse. Smatra se na primjer, da žutozelena stakla znatno apsorbiraju ultraviolettne zrake, a gotovo potpuno infracrvene zrake. Kod tog prosuđivanja treba međutim da smo vrlo oprezni. Naša domaća industrija zaštitnih naočari za svaraivače i kod toga je zatražila savjet Instituta za higijenu rada. Poduzeće, koje proizvodi zaštitne naočari, dostavilo je Institutu za higijenu rada četiri vrste bojadisanog stakla. Rezultati istraživanja prikazani su u tablici 17. Istraživanja su pokazala, da nijedno od predviđenih stakala ne zadovoljava minimalne norme, koje se traže za svaraivački posao (tablica 16). Taj primjer iznosimo zbog toga, da dokažemo, da se za svarivanje ne mogu upotrebljavati bilo kakva »bojadisana stakla«, a pored toga iz tog se primjera vidi, da je pitanje zaštite očiju kod svarivanja ozbiljan problem, koji se uspješno može riješiti samo na stručno-naučnoj bazi, uz suradnju niza specijalista (tehnologa, higijeničara, fizičara).

TABLICA 17.

Propusnost stakala za zaštitne naočari  
(Mjerenja izvršena u Institutu za higijenu rada)

Staklo br.	Vidljivo područje Srednja propusnost %	Infracrveno područje do 2000 m $\mu$ , srednja propusnost %	Ultraviolettno područje Propusnost kod valne dužine m $\mu$			
			313	334	365	405
1. (rozal)	6.37	25.50	0.1	0.05	3.0	9.0
2. (plavo)	37.35	40.55	0.1	0.04	3.0	9.0
3. (zeleno)	12.55	19.36	0.08	0.15	0.0	0.2
4. (sivo)	10.37	43.00	0.1	1.8	71.0	43.0

Nas je zanimalo, kakva se zaštitna stakla upotrebljavaju kod svarivanja u našoj industriji. Zbog toga su u Institutu za higijenu rada izvršena mjerenja zaštitnih stakala, koja se upotrebljavaju kod svarivanja u zagrebačkoj industriji. Ta mjerenja su pokazala, da je procenat propusnosti za sve kvalitete radijacijske energije vrlo nizak (u vidljivom dijelu spektra ispod 0.0005%, a u ultraviolettnom ispod 0.00048%). Ta istraživanja su međutim pokazala i to, da se u našoj industriji za zaštitu očiju kod svarivanja upotrebljavaju zaštitna stakla s vrlo jakim intenzivnošću zasjenjenja, a da se pritom ne vodi računa o vrsti svarivanja (intenzivnosti zračenja), a to je nepravilno s tehnološkog stajališta, jer radnik zbog jakog zasjenjenja

naočari ne može da valjano kontrolira posao, koji vrši, a posljedica toga je slabiji kvalitet proizvoda. Iz svega toga se može zaključiti, da je problem zaštitnih stakala kod svarivanja od velikog ne samo zdravstvenog, već i tehnološkog značenja.

Obično se kod plinskog svarivanja upotrebljavaju zaštitne naočari, a kod električnog svarivanja zaštitni štit ili šljem. Svarivačke zaštitne naočari moraju biti tako konstruirane, da metalne iskre ne mogu doprijeti u prostor između oka i naočari. Na sl. 5 prikazane su zaštitne naočari, kakve se najčešće upotrebljavaju u našoj industriji, a koje su i pored jednostavne izvedbe prikladne i dobre. Ventilacijske rupice na stijenama naočari treba da budu tako izgrađene, da metalne čestice ne mogu upasti u oko. Okviri naočari moraju biti izrađeni iz lakog materijala, koji je otporan prema tvarima, što se upotrebljavaju za sterilizaciju naočari. Isto tako materijal, iz kojeg su naočari izrađene, ne smije kemijski reagirati sa znojem ili uzrokovati iritaciju i diskoloraciju kože.

U praksi je uobičajeno, da se po nekoliko radnika služe istim zaštitnim naočarima. Na taj način postoji mogućnost, da se preko zaštitnih naočari prenesu infekcije oka od jednog svarivača na drugog. Zbog toga mora svaki svarivač imati svoje zaštitne naočari, koje treba redovno čistiti (prati sapunom u toploj vodi), a od vremena do vremena i sterilizirati. Najzgodnije je, da se naočari steriliziraju spomoću formaldehida (u formi plina 10 minuta) ili spomoću vruće pare (5 minuta).

Svarivački štitnik, koji se upotrebljava za zaštitu očiju i lica, treba da bude izrađen iz nesagorivog lakog materijala (metal, koža, plastika i t. d.). Štitnik mora biti savijen, tako da strane štitnika sprečavaju upad radijacijske energije sa strane i sa susjednih radnih mjesta na lice i u oči radnika. Štitnik mora biti dovoljno velik, tako da zaštiti čitavo lice, vrat i ostale dijelove glave. Rubovi štitnika, koji dolaze u dodir s licem, moraju biti zaobljeni, tako da ne mogu ozlijediti ili iritirati kožu. Plohe sa strane štitnika mogu biti šupljikave (radi ventilacije), ali rupice ne smiju imati veći promjer od 1 mm. U štitnik ugrađen je stakleni prozorčić velik oko  $8 \times 10$  cm, kroz koji svarivač kontrolira svoj posao. Prema američkim propisima prozorčić na štitniku u horizontalnom smjeru ne smije biti manji od 10,8 cm, a u vertikalnom smjeru od 5,1 cm. Pri svarivanju udaraju o zaštitno staklo na štitniku i šljemu užarene čestice metala i ostavljaju na staklu svoj trag (sl. 5). Da se zaštiti tamno staklo od takvog oštećenja, treba staviti pred njega obično bezbojno staklo, koje se prema potrebi mijenja. Štitnik, koji svarivač drži u lijevoj ruci, ima zadatak, da od radijacijske energije i užarenih iskara pored očiju zaštiti i lice, vrat, uši i ostale dijelove glave. Radnik, koji upotrebljava štitnik, može za rad iskoristiti samo jednu ruku. To je negativna strana štitnika, i zbog toga se danas za zaštitu očiju i glave svarivača sve više upotrebljava specijalni zaštitni šljem, koji se može prema potrebi podići ili spustiti preko lica poput vizira.

Zaštitni šljem ne samo što dopušta, da svarivač za rad upotrebi obje ruke, već omogućuje ljudima, koji su zbog nesreće u radu ili ratne ozljede izgubili ruku, da vrše svarivački posao. U sovjetskoj se industriji, na primjer, upotrebljava vrsta takvog šljema (maska Rosenšteina), koji omogućuje automatsko otvaranje i zatvaranje svjetlosnog filtra, prema tome, da li svarivač nakloni ili podigne glavu (38). Šljem treba da pokrije glavu i vrat i da na taj način pruži mehaničku zaštitu protiv iskara, koje dolijeću u masi u predio glave. Kao ležište šljema može služiti glava ili ramena.

Veliku pažnju treba obratiti zaštiti pomoćnih radnika i onih radnika, koji rade u susjedstvu svarivačkog posla. Mnogo se raspravlja o tome, u kojoj je udaljenosti svarivački rad opasan zbog isijavanja radijacijske energije. Kod toga treba istaknuti, da količina ultravioletnih, svjetlosnih i infracrvenih zraka ovisi o vrsti elektroda i metala, koji se svaruje, o stupnju temperature, koji je postignut pri svarivanju, o jakosti električne energije (odnosno plamena) i o veličini plohe rastaljenog metala. Prema tome o istim faktorima ovisi i veličina »zone opasnosti«. Nema sumnje, da kod razvoja aktinične upale oka veliko značenje ima pored trajanja ekspozicije i subjektivna osjetljivost radnika. Zbog svih tih faktora vrlo je teško točno ocijeniti udaljenost, u kojoj prijete opasnost od aktinične energije. Općenito se smatra, da opasnost od radijacijske energije kod svarivanja postoji u širokoj zoni od 50 do 60 m od mjesta svarivanja. *H. Kuhn* se ne slaže s tim stajalištem i navodi (41), da je vrlo rijetko opazila aktinične reakcije na očima radnika, koji su radili u udaljenosti od 6 do 9 m od mjesta svarivanja. Širina zone opasnosti je vrlo važna upravo radi zaštite pomoćnih radnika. U našoj se industriji vrlo često opaža, da pomoćni radnici (često su to učenici u privredi) nisu kod svarivanja zaštićeni. Pomoćne radnike treba zaštititi zaštitnim naočarima s nešto slabijom intenzivnošću zasjenjenja.

Zaštita radnika, koji rade u blizini svarivanja, može se postići spomoću naročitih pokretnih zaštitnih pregrada ili stalnih kabina za svarivanje. Kabine za svarivanje su sa tri strane zatvorene čvrstim zidovima, a sa četvrte strane zastorom od crne tkanine. Na stražnjoj strani kabine obično se nalazi lokalni ventilacijski uređaj. Dokazano je, da se ultravioletne zrake reflektiraju sa zidova i tako indirektno dovode u opasnost svarivače i radnike, koji rade u istim prostorijama. Zbog toga se preporučuje, da se zidovi u radnim prostorijama, gdje se vrši svarivanje (naročito u kabinama), bojadišu takvim bojama, koje apsorbiraju ultravioletne zrake. Ta se zaštitna mjera mnogo propagira u sovjetskoj industriji (33), gdje je uobičajeno, da se zidovi svarivačkih kabina bojadišu sivom ili zagasito plavom bojom, u koju treba umiješati određene količine cinkova oksida, jer taj snizuje refleksnu sposobnost zida.

Mnogi radnici vjeruju, da se upalne promjene u oku izazvane djelovanjem radijacijske energije mogu spriječiti, ako se u oči prije



rada ukapaju »kapljice za oči« (obično otopina borne kiseline). Neki naši svaraivači običavaju da prije rada ukapaju u oči nekoliko kapljica mlijeka. Treba istaknuti, da se pojava aktinične upale oka ne može spriječiti spomoću lijekova. Radnike treba upoznati s tom činjenicom, jer mnogi zbog toga, što vjeruju da se upala može zapriječiti pomoću lijekova, zanemaruju upotrebu zaštitnih naočari ili štitnika.

### II. Zaštita uha svaraivača.

Kako je već spomenuto, kod svaraivača postoji određena opasnost, da rastaljeni metal dopre u vanjski sluhovod. Ta opasnost postoji samo kod svarivanja nad glavom. U takvim slučajevima treba svaraivača zaštititi čepom. Najbolje je u tu svrhu upotrebiti čep od pamuka ili gaze nakvašen vodom.

### III. Zaštita respiratornog trakta od dima i plinova.

Zaštiti od dima i plinova, što se razvijaju kod svarivanja, ne obraća se u našoj industriji gotovo nikakva pažnja. Jedino je sredstvo u borbi protiv dima i plinova dobra ventilacija. Prije svega treba preporučiti, da se svarivanje, kad god je to moguće, vrši na slobodnom prostoru ili pod otvorenim krovom. U takvim slučajevima treba paziti, da vjetar odnosi dim i plinove od svaraivača, a ne da ih nanosi u zonu disanja. Ako se svarivanje vrši u radnim prostorijama, onda treba najveću pažnju obratiti pravilnoj ventilaciji. Pri tome treba nastojati, da se dim i plinovi isišu na mjestu, gdje se stvaraju, tako da ne dopru u zonu disanja svaraivača. Taj princip lokalne ventilacije na mjestu svarivanja moći će se s uspjehom primijeniti onda, ako se vrši stalno svarivanje manjih predmeta. Ekshaustor treba pritom postaviti što bliže mjestu svarivanja. Pri svarivanju velikih predmeta (kotlovi, vagonске konstrukcije i t. d.) ne će se moći provesti sistem lokalne ventilacije, i zbog toga treba takve svaraivačke radove vršiti u prostranim, dobro ventiliranim dvoranama. Treba istaknuti, da se i u takvim slučajevima mogu katkad s uspjehom upotrebiti mobilni lokalni aspiratori.

Naročitu pažnju treba obratiti ventilaciji svaraivačkih kabina. Ventilacija u kabinama može se provesti spomoću ekshaustora (lokalna ventilacijska kapa) ili spomoću ventilacijskog uređaja smještenog ispod stola, koji ima šupljikavu radnu plohu. Bez obzira na sistem ventilacije važno je, da se u svakom konkretnom slučaju riješi pitanje količine zraka, koja je potrebna, da održi nivo onečišćenja radne atmosfere u dopuštenim higijenskim granicama. Količina zraka potrebna za ventilaciju može se odrediti na razne načine. *Wetheridge* (37) predlaže, da se pri svarivanju, koje se vrši spomoću obloženih čeličnih elektroda, odredi količina zraka potrebnog za ventilaciju (koja će održati koncentraciju dima u radnoj atmosferi na 10—15 mg/m<sup>3</sup> zraka) pomoću ove formule:

$$m^3/\text{min.} = 433 \frac{(\text{promjer elektrode u cm}^2)}{\text{trajanje elektrode u min.}}$$

Ako svarivanje vrši nekoliko osoba istovremeno, onda se u »minute po elektrodi« uračunava vrijeme svarivanja i vrijeme izmjena elektroda, a ako svarivanje vrši jedna osoba na prekide, onda se u »trajanje elektrode u minutama« uračunava samo stvarno vrijeme izgaranja elektrode.

U sovjetskoj literaturi (33) preporučeno je, da se kod svarivanja u kabinama upotrebi mjesno isisavanje zraka s jakošću od 1000 do 1500 m<sup>3</sup> zraka na sat. Mjesto isisavanja treba lokalizirati neposredno iznad električnog luka.

Tebbens i Drinker (21) preporučuju kod svarivanja s obloženim elektrodama ventilacijsku ratu prema vrsti elektrode od 7—42 m<sup>3</sup>/min. po svakom svarivaču, a minimalna brzina zračne struje za lokalnu ventilaciju varira kod toga prema vrsti elektrode od 23—38 m na minutu. Prema jednom drugom prijedlogu (37) treba pri svarivanju, koje se vrši u svarivačkim kabinama, primijeniti ventilacijsku ratu od oko 14 m<sup>3</sup> zraka/min. po m<sup>2</sup> poda. Treba međutim istaknuti, da se za ventilaciju kod svarivanja ne mogu dati neke točne standardne vrijednosti. Najbolje je, ako se količine zraka potrebne za ventilaciju izračunaju na razne načine, i onda se na bazi takvog računanja izaberu najprikladnije ventilacijske konstante.

U izuzetnim slučajevima, ako se svarivanje vrši u zatvorenim, tijesnim i neventiliranim prostorima (kotlovi, cisterne i t. d.), treba svarivača snabdjeti cijevnom maskom.

Respiratore s filtrom protiv otrovnih dimova treba preporučiti kod svarivanja predmeta, koji sadržavaju veće količine olova ili mangana (minijski nalič, svarivanje legura i t. d.).

#### IV. Zaštita kože od opekline.

Već je spomenuto, da štitnik ili šljem zaštićuju glavu i vrat od užarenih iskara i rastaljenog metala, koji prska pri svarivanju (sl. 2). Za zaštitu ostalih dijelova tijela svarivača treba predvidjeti ova sredstva: 1. specijalnu odjeću (radni kombinezon) dobro zatvorenu oko vrata, pojasa, ručnih zglobova i gležnjeva, 2. kožnu pregaču, 3. kožne rukavice, koje sežu preko lakta.

Pri svarivačkim radovima iznad glave mora svarivač imati širok štitnik ili šljem i kožno ili azbestno radno odijelo.

#### V. Zaštita svarivača od eksplozija acetilena.

U našoj se zemlji kod plinskog svarivanja gotovo bez izuzetka upotrebljava acetylen. Zbog neobično jake eksplozivnosti acetilena treba pri plinskom svarivanju izvršiti naročite zaštitne mjere. U starom Pravilniku o higijenskim i tehničkim zaštitnim mjerama u poduzećima (Sl. novine 28. I. 1922.) postojale su specijalne odredbe o proizvodnji i upotrebi kalcijeva karbida i acetilena (§ 237—277). Prema tim propisima bilo je dopušteno držati kalcijev karbid u zgradama za stanovanje i u prostorijama, u kojima se nalaze aparati za proizvodnju acetilena, samo u količini do 300 kg, i to u bačvama od najviše po 110 kg. Za smještaj većih količina karbida trebalo je predvidjeti naročita zatvorena stovarišta zaštićena od vlage i požara,

a osvijetljena kroz prozor. U stovarišta karbida smjele su ulaziti samo za to ovlaštene osobe uz određene mjere opreza (zabrana pušenja). U Pravilniku se obratila naročita pažnja propisima o gradnji i rukovanju aparatima za proizvodnju acetilena. Bilo je određeno, da ni u jednom dijelu acetilenskog aparata ne smije tlak prijeći 1,1 atmosferu, a temperatura u generatoru 80° C. Prema sovjetskim propisima (11) tlak u aparatu za proizvodnju acetilena ne smije biti veći od 1,0 atmosfere, a temperatura u generatoru viša od 50° C. Svaki aparat trebao je imati sigurnosni ventil i naprave za čišćenje (uklanjanje otrovnih primjesa), ispiranje i sušenje acetilena. Prema istim propisima bilo je dopušteno, da aparatima za proizvodnju acetilena rukuju samo odrasle i pouzdane osobe, koje poznaju konstrukciju i rad aparata. I sovjetski propisi zabranjuju osobama, koje su mlađe od 18 godina, rukovanje acetilenskim aparatima. Iako su neki propisi o proizvodnji i upotrebi kalcijeva karbida i acetilena, koji se nalaze u starom Pravilniku, zastarjeli, ipak oni, tako dugo, dok se ne propišu nove odredbe, mogu poslužiti kao smjernice za zaštitu od eksplozije pri proizvodnji i upotrebi acetilena.

Naš novi Opći pravilnik o higijenskim i tehničkim zaštitnim mjerama pri radu (Sl. list FNRJ od 25. II. 1947.) ne sadržava specijalne odredbe o zaštiti od eksplozije pri proizvodnji acetilena, ali se među općim odredbama mogu naći mnogi korisni savjeti, koje treba primijeniti pri zaštiti osoblja, koje rukuje acetilenskim aparatima (Rad s lako zapaljivim i eksplozivnim materijama, čl. 32—39; Temperatura i vlažnost zraka radnih prostorija, čl. 79; i t. d.).

#### VI. Opće higijenske mjere.

Vrlo je važno, da svaki svarivač prihvati higijenske navike prijeko potrebne za zaštitu njegova zdravlja. Ponaajprije treba spomenuti redovno kupanje. Svaki svarivač treba da se svakog dana po završenom radu okupa. Čistoća tijela je vrlo važna mjera u borbi protiv upalnih promjena na koži.

Poznato je, da se svarivači mnogo znoje (rad u toplini, kožna zaštitna odjeća) i zbog toga treba u radnim prostorijama predvidjeti dovoljne količine zdrave vode za piće.

Zdravlju svarivača prijete određene opasnosti, koje se mogu pravilnim higijenskim i tehničkim zaštitnim mjerama potpuno ukloniti, ali za provođenje tih mjera traži se aktivno sudjelovanje svarivača. To se može najuspješnije postići higijenskim odgojem i pravilnom zdravstvenom propagandom.

#### ZAKLJUČAK

1. Iako se pri svarivanju upotrebljavaju mnogobrojne i raznovrsne energije i materije, koje mogu uzrokovati lakša i teža poremećenja na raznim organima čovječjeg tijela, ipak svarivanje ne predstavlja po zdravlje radnika neku izvanrednu i veliku opasnost,

jer se sve štetnosti (radijacijska energija, otrovni plinovi, pare i dim, užarena materija, električna energija), što prijete zdravlju radnika, mogu pomoću higijenskih i tehničkih zaštitnih mjera (ventilacija, zaštitna oprema i t. d.) ukloniti.

2. Od značajnih promjena zabilježenih u stranoj literaturi, što stoje u vezi sa štetnim djelovanjem plinova, para i dima (simptomni kompleks gornjih respiratornih putova, sideroza, sniženi krvni tlak), zapažen je među našim svarivačima samo simptomni kompleks gornjih respiratornih putova. Izražene sideroze i sniženi krvni tlak nisu nađeni među našim svarivačima.

3. Akutna i teža kronična otrovanja pojavljuju se pri svarivanju samo pod izvanrednim okolnostima.

4. U općem zdravstvenom stanju nema značajnih razlika između svarivača i radnika zaposlenih u drugim sličnim zvanjima.

5. Svarivanje ne predstavlja po zdravlje žena neku specifičnu opasnost. Ako se izbjegnu svarivački radovi, pri kojima su potrebni teški fizički naponi, onda mogu žene s uspjehom, bez štete po zdravlje, vršiti svarivački posao.

6. Zbog opasnosti od eksplozije treba primijeniti velik oprez kod rukovanja acetilenskim aparatima i ostalim uređajima, kod kojih može pri svarivanju doći do eksplozije.

7. U našoj zemlji ne postoje specijalne odredbe o zaštiti zdravlja radnika zaposlenih pri svarivanju. Takve odredbe, u kojima treba naročitu pažnju obratiti na ventilaciju, zaštitnu opremu i mjere protiv eksplozija, trebalo bi što prije propisati.

*Institut za higijenu rada,  
Zagreb*

#### LITERATURA

1. Naske T.: Zur Frage der Gesundheitsgefährdung beim Schweißen im elektrischen Lichtbogen, Zbl. f. Gewerbehyg. **39** (1932) 5
2. Fischer R.: Autogenous Welding. Occupation and Health, J. L. O. Genève, **2** (1934) 1209
3. Kölsch F.: Handbuch der Berufskrankheiten, Jena (1935)
4. Doig A. T., McLanghlin A. J. G.: X-Ray Appearances of the Lungs of Electric Arc Welders, Lancet (1936) 771
5. Drinker Ph., Hatch Th.: Industrial Dust, New York (1936)
6. American Standard: Safety Code for the Protection of Heads, Eyes, and Respiratory Organs, Washington (1938)
7. Enzer N., Sander A. O.: Chronic Lung Changes in Electric Arc Welders, J. Ind. Hyg. and Toxicol. **20** (1938) 333
8. MacQuiddy E. L. and Co: The Biological Effects of Inhalation of Carbon Arc Fumes, J. Am. Weld. Soc. **20** (1938) 279 — (cit. po 14)
9. Pozzi: Les dangers de la soudure à l'arc, Arch. des Mal. profess. **1** (1938) 389
10. Schwarz L.: Aufklärung der Ursache von Kohlenoxydvergiftungen beim Schweißen einer Rohrleitung, Zbl. f. Gewerbehyg. **16** (1939) 111
11. Sinjev J. P.: Osnovi tehniki bezopasnosti, Moskva (1939)

12. La Towsky W. W.: Effects on Health of Gases produced by the Electric Arc, *Am. J. Pub. Health* **29** (1939) 912
13. Wright-Smith R. J.: A Case of Fatal Gas Poisoning in Welding in closed Tank, *J. Ind. Hyg. and Toxicol.* **21** (1939) 24
14. Britton A. S., Walsch L. E.: Health Hazards of Electric and Gas Welding, *J. Ind. Hyg. and Toxicol.* **22** (1940) 125
15. Harrold G. C. and Co: A Chemical and Physiological Investigation of Electric Arc Welding. I. Bare, washed Welding Rods, *J. Ind. Hyg. and Toxicol.* **22** (1940) 347
16. Kesić B.: Higijena rada i profesionalne bolesti, Zagreb (1940)
17. Remy: Lehrbuch der Anorg. Chem., Bd I, Leipzig (1940)
18. Kölsch F.: Eisenstaublungen bei Elektroschweissen, *Arch. f. Gewerbepath. u. Gewerbehyg.* **10** (1941) 519
19. McCord P. C. and Co: A Chemical and Physiological Investigation of Electric Arc Welding. III. Coated Welding Rods, *J. Ind. Hyg. and Toxicol.* **23** (1941) 200
20. Meek S. F. and Co: Electric Arc Welding. The Effects of Welding Gases and Fume, *J. A. M. A.* **116** (1941) 1618
21. Tebens D. B., Drinker Ph.: Ventilation in Arc Welding with coated Electrodes, *J. Ind. Hyg. and Toxicol.* **23** (1941) 322
22. Gardner L. U., McCrum D. S.: Effects of Daily Exposures to Arc Welding Fumes and Gases upon Normal and Tuberculous Animals, *J. Ind. Hyg. and Toxicol.* **24** (1942) 173
23. Tschander S.: Erhebung über die Morbidität bei Metallschweisern. Prag, *Arch. f. Gewerbepath. u. Gewerbehyg.* **11** (1942) 619
24. Henderson Y., Haggard H. W.: Noxious Gases, New York (1943)
25. Collen F. M. and Co: A Study of Pneumonia in the Shipbuilding Industry, *J. Ind. Hyg. and Toxicol.* **26** (1944) 1
26. Drinker Ph.: Shipyard Health Problems, *J. Ind. Hyg. and Toxicol.* **26** (1944) 86
27. Drinker Ph., Nelson W. K.: Welding Fumes in Steel Fabrication, *Ind. Med.* **13** (1944) 673
28. Groh A. J.: Benign Pulmonary Changes in Arc-Welders. »Arc-Welder's Siderosis«, *Ind. Med.* **13** (1944) 601
29. Rosenfeld Y.: Control of Welding Fumes in Shipbuilding Operations, *Ind. Med.* **13** (1944) 105
30. Sander A. O.: Further Observations on Lung Changes in Electric Welders, *J. Ind. Hyg. and Toxicol.* **26** (1944) 79
31. Cook W. A.: Maximum Allowable Concentration of Industrial Atmospheric Contaminants, *Ind. Med.* **14** (1945) 936
32. Sievers and Co: A Medical Study of the Effect of T. N. T. on Workers in a Bomb and Shell Loading Plant, *Pub. Health Bul.* 291 (1945) Washington
33. Letavjet A. A.: Kurs Gigieni truda, Moskva (1946)
34. Dreessen C. W. and Co: Health of Arc Welders in Steel Ship Construction, *Pub. Health Bul.* 298 (1947) Washington
35. Hodgman: Handbook of Chemistry and Physics, Cleveland (1947)
36. Doig A. T., McLanghlin A. J. G.: Clearing of X-Ray Shadows in Welders' Siderosis, *Lancet* (1948) 798
37. Patty A. F.: Industrial Hygiene and Toxicology, New York (1948)
38. Zolotnicky D. N.: Tehnika bezopasnosti v stroiteljstve, Moskva (1949)
39. Couchman C. E. and Co: Threshold Limit Values, *Arch. Ing. Hyg. & Occup. Med.* **2** (1950) 98
40. Glasser O.: Medical Physics. Vol. I., II., Chicago (1950)
41. Kuhn S. H.: Eyes and Industry, St. Louis (1950)
42. Šakić D.: Profesionalna oboljenja oka, *Arh. za hig. rada* **1** (1950) 192
43. Vouk V., Fugaš M.: Neki problemi kemijske analize atmosfere, *Arh. za hig. rada* **1** (1950) 168

## SUMMARY

### WELDERS' OCCUPATIONAL HAZARDS

The problem of occupational hazards incurred by welders is presented on the basis of data from literature as well as from materials and experience collected at the Institute of Industrial Hygiene of the Yugoslav Academy in Zagreb.

In the course of 1949-50 welders working in Croatian industries were examined and 353 in the course of 1950. It was established that 33.1% of the welders suffered from conjunctivitis (while there were 6.2% in the control group), 37.7% suffered from cough (32.1% in the control group) and from headache 26.3% (15.4% in the control group). In 36.5% of the welders (Table 7) traces of burns were found (0.9% in the control group) distributed in Table 14 according to location. Examination of blood pressure did not show statistically important differences between welders and the control group (Tables 11-13) to the effect that the welders' blood pressure be lower. 50 arc-welders who had spent more than 10 years in their occupation underwent detailed radiological examination. Only few cases of intensified lung markings were discovered, but no nodulations typical for siderosis.

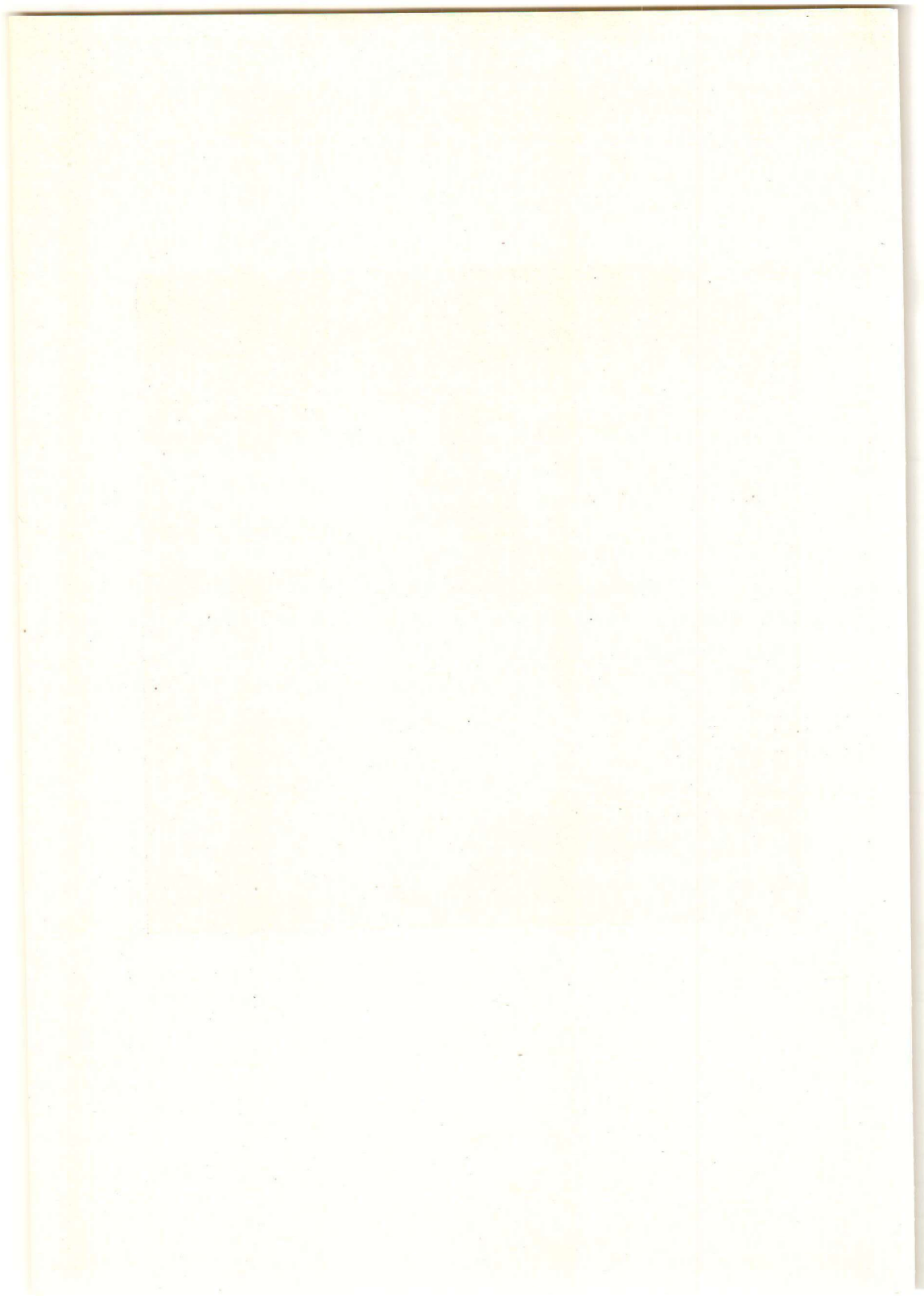
One case of a mortal poisoning with nitrous gases (edema of the lung) is described which had occurred during welding.

The author also proposes measures for the protection of all workers directly connected with welding.

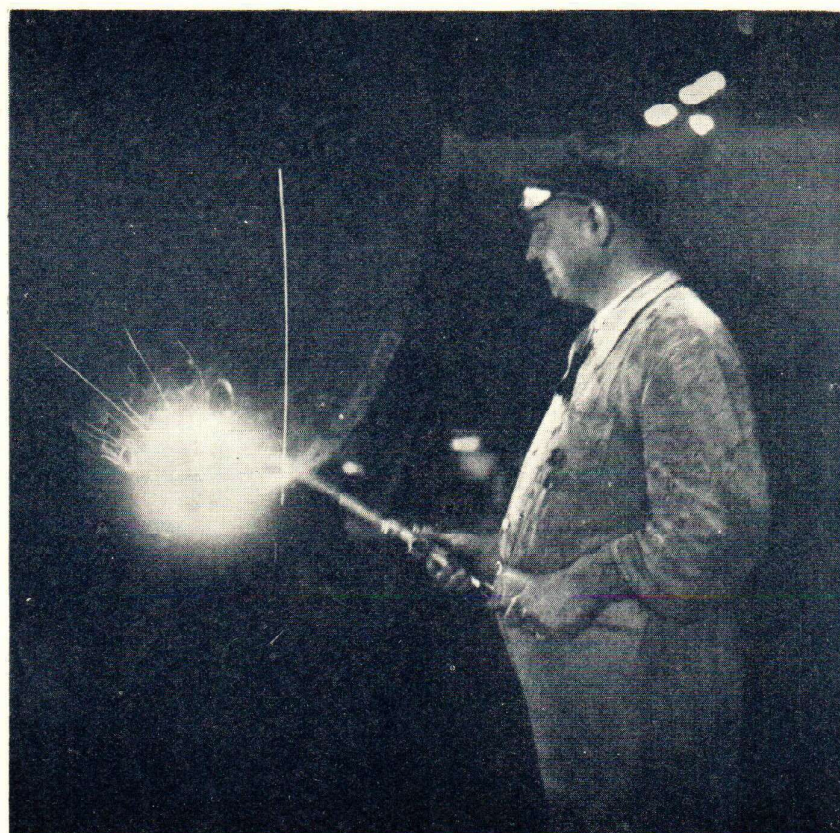
Institute of Industrial Hygiene,  
Zagreb



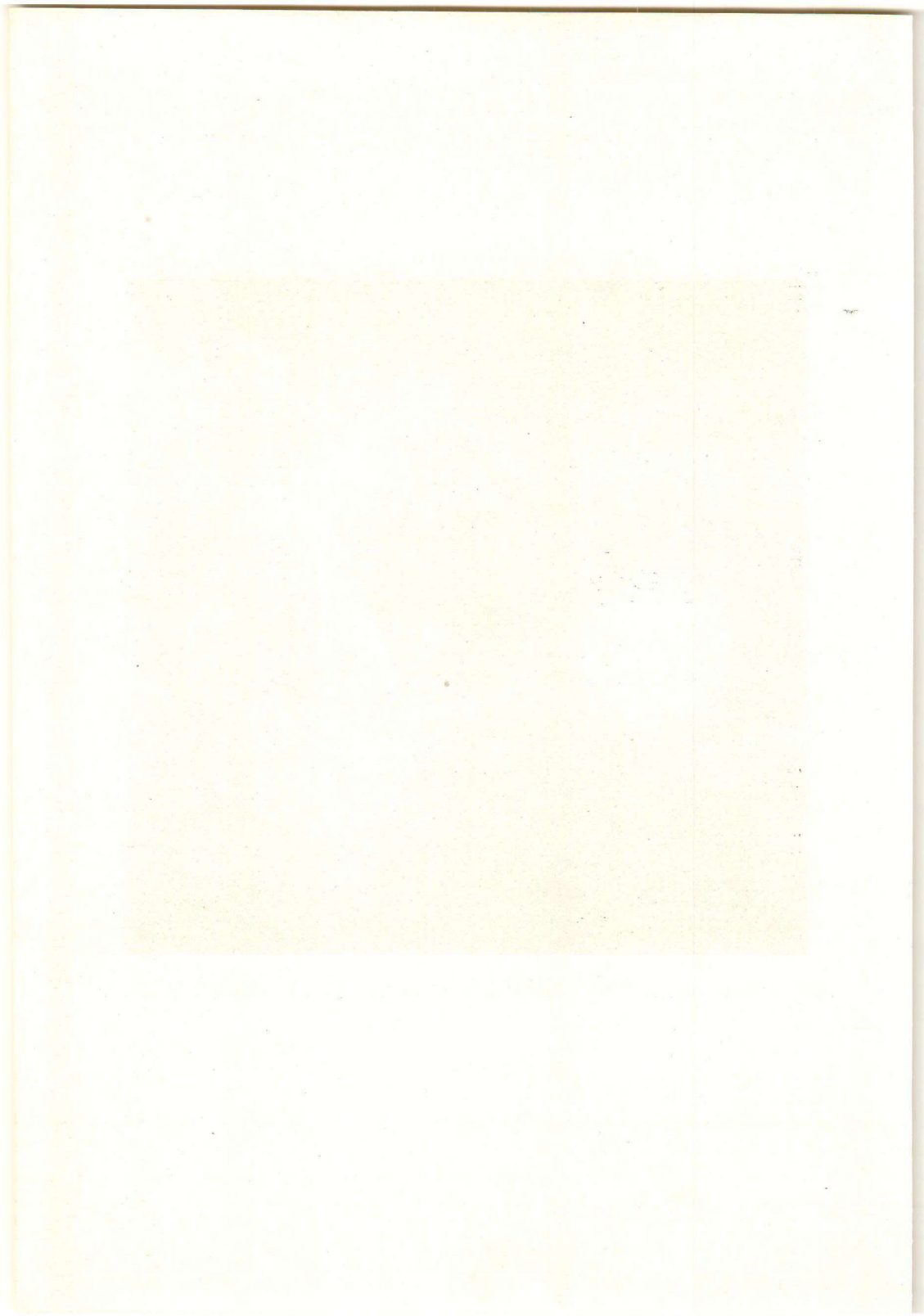
Slika 2. Električno lučno svarivanje. Svarivač ima zaštitnu kacigu i rukavice  
Pomoćni radnik nema zaštite na očima





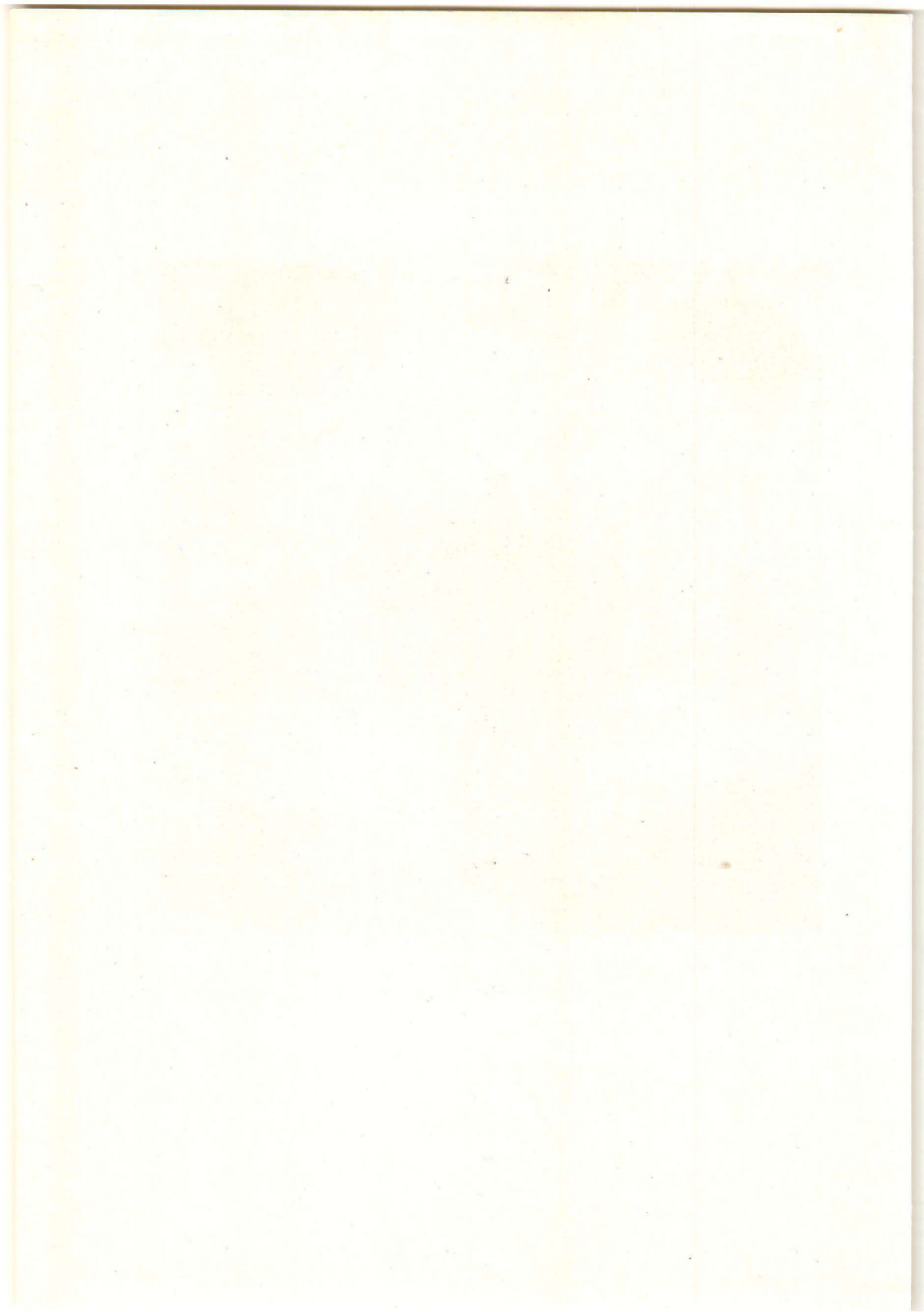


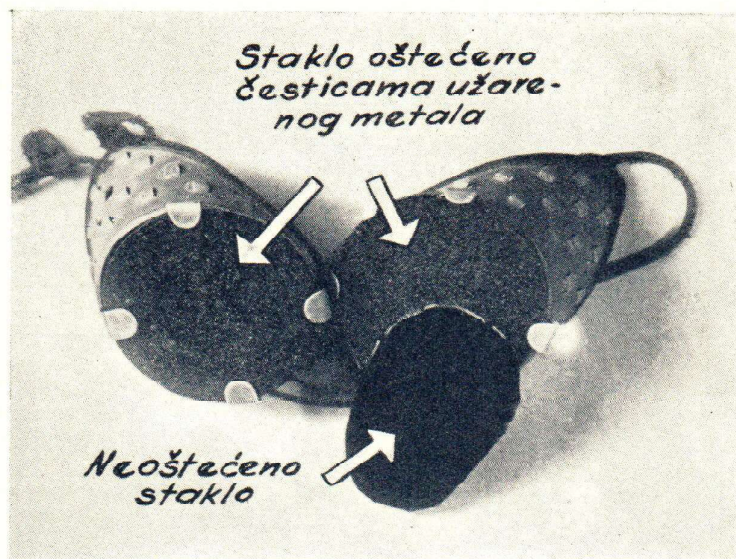
Slika 3. Svarivači vrlo često imaju zaštitne naočari na čelu umjesto na očima





Slika 4. Kod svarivanja prskaju užarene iskre  
Učenik u privredi, koji pomaže kod rada, nema zaštitne naočari





Slika 5. Na staklu zaštitnih naočari vide se tragovi užarenih čestica.