

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустријски инжењеринг

Предмет: Инжењеринг безбедности и управљање ризиком

Број индекса: 374/2016

Стефан Ж. Величковић
Унапређење безбедности и здравља на
раду приликом заваривања у компанији
Милановић инжењеринг
мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Марко Ђапан - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Кандидат би требало да опише специфичности рада приликом заваривања и да идентификује све опасности и штетности које се јављају у процесу рада у предузећу Милановић инжењеринг. За уочени и дефинисани проблем односно идентификовану опасност/штетност прописати мере у виду предлога и реализације увођења вентилације на радним местима где се спроводе активности заваривања. Неопходно је испитати да ли је овакво решење неопходно и да ли ће овакво решење помоћи у значајној мери за унапређење безбедности и здравља радника на пословима заваривања.

Препоручена литература:

1. Бранислав Лукић, dipl. inž. maš, (2012) Безбедност и здравље на раду при заваривању, Институт заштите на раду, Нови Сад
2. A. L. Lillienberg, J.P. Zock, H. Kromhout, E. Plana, D. Jarvis, K. Torén, M. Kogevinas, (2008) A Population-Based Study on Welding Exposures at Work and Respiratory Symptoms, The Annals of Occupational Hygiene
3. Група аутора, Безбедност и здравље на раду, књига 1 и књига 2, Машински факултет Крагујевац 2009

Крагујевац, 2018.

Ментор:
Др Марко Ђапан

Изјава о самосталној изради рада

Изјављујем да сам овај завршни рад урадио самостално, служећи се стеченим знањем и искуством, као и наведеном литературом.

Величковић Стефан 374/2016

Резиме

У овом раду приказане су опасности и последице које се могу јавити при заваривању. Анализиран је утицај гасова, димова, прашине и честица, које се јављају при заваривању, на здравље радника. Такође, приказано је тренутно стање радних места заваривача у компанији Милановић инжењеринг, хемијске штетности које се јављају у овој компанији као и мере безбедности које се користе. Унапређење безбедности на радном месту заваривача извршено је кроз постављање система за одсисавање ваздуха. Овим унапређењем побољшавају се услови рада и смањује се ниво опасности коме су изложени радници, продужава им се радни век и смањује се могућност појаве тровања и професионалних болести.

Кључне речи: безбедност, заваривање, одсисавање ваздуха, опасности

Abstract

This paper shows the hazards and consequences that can arise during welding. The influence of gases, fumes, dust and particles, occurring during welding, on the health of workers is analyzed. It also shows the current state of the welders at company Milanović Engineering, the chemical damages that occur in this company, and the safety measures that are used. Improvement of safety at the workplace of the welder was done through the installation of an air suction system. This improvement improves the working conditions and reduces the level of danger to which workers are exposed, prolongs their service life and reduces the possibility of poisoning and occupational diseases.

Keywords: safety, welding, air suction system, danger

Садржај:

Резиме	4
1. Увод	6
2. Заваривање и извор штетних утицаја	7
3. Опасности, последице и мере безбедности на раду приликом заваривања	8
3.1 Опасности од електричне струје	8
3.2 Опасност од зрачења	9
3.3 Хемијске штетности	10
3.4 Опасности од пожара	11
3.5 Механичке опасности	12
3.6 Физичке штетности - бука	13
3.7 Остале опасности	14
4. Мере контроле	16
5. Гасови при заваривању	18
5.1 Загушујући гасови	19
5.2 Надражујући гасови	20
5.3 Опојни гасови	21
6. Димови, прашине и честице при заваривању	22
6.1 Утицај димова и крутих честица на здравље човека	23
6.2 Токсични, иритирајући и алергијски димови и прашине	24
7. Вентилација у просторијама за заваривање	26
8. Тренутно стање радних места заваривача и унапређење безбедности у компанији Милановић инжењеринг	28
8.1 Хемијске штетности у компанији Милановић инжењеринг	30
8.2 Унапређење безбедности радног места заваривача ...	31
9. Закључак	40
Литература	42

1. Увод

Безбедност и здравље на раду (БЗР) подразумева остваривање услова рада који обухватају одређене мере и активности у циљу заштите живота и здравља запослених и других лица која на то имају право. Остваривање највишег нивоа безбедности и здравља на раду, односно смањење нежељених последица као што су повреде на раду, професионалне болести и болести у вези са радом, су у интересу друштва, свих субјеката и свих појединаца. Како би се нежељене последице свеле на најмању могућу меру потребно је да се остваре услови рада у којима би запослени имао осећај сигурности и задовољства при обављању својих задатака. Превентивни приступ је најбољи начин за остваривање ових циљева.

Безбедност и заштита здравља на раду једно је од основних права сваког човека, јер једино безбедан рад, здрава и безбедна радна средина омогућавају продуктиван рад и живот. Безбедност и здравље на раду јесте обезбеђивање таквих услова на раду којима се, у највећој могућој мери, смањују повреде на раду, професионална обољења и обољења у вези са радом и који претежно стварају претпоставку за пуно физичко, психичко и социјално благостање запослених. [1]

Значај безбедности и здравља на раду се сагледава са хуманог, социјалног и економског становишта.

Обезбеђивање рада у хуманим условима спада у надлежност послодавца. Хумани услови рада утичу на продуктивност, а самим тим и на задовољство сваког појединца који учествује у процесу рада као и на друштво у целини.

Социјални значај БЗР у највећој мери радницима пружа одређену сигурност. У колико се радник повреди на радном месту, оболи од професионалне болести или изгуби живот на радном месту, друштво преузима бригу о њему и члановима његове породице.

Повреде на раду, професионалне и друге болести, сагледавају се и са економске димензије безбедности и здравља на раду. Број повреда и тежина случајева праћени су одсуством са рада чиме се стварају трошкови и издаци због тога што радник не ради, због застоја који настаје у производњи и што се знатна средства издвајају за лечење радника након повреде, за надокнаду његове зараде и других трошкова и издатака. У интересу послодавца је да безбедност и здравље на раду буду што ефикаснији јер они утичу на продуктивност, економичност, квалитет и конкурентност производа на тржишту.

Прикупљање документације којом располаже послодавац, посматрање и праћење процеса рада на радном месту, прикупљање потребних информација од радника као и информација из других извора главни су фактори за препознавање и утврђивање опасности и штетности на радном месту и у радној средини. [2]

2. Заваривање и извор штетних утицаја

Заваривање спада у основне и најчешће методе за добијање нераздвојивих спојева у металопрерађивачкој индустрији. Мануелни рад и утицај људског фактора доминантни су фактори при извођењу заварених спојева. Разне опасности по људско здравље и човекову радну и животну средину јављају се приликом заваривања без обзира на поступак заваривања.

Израда нераздвојивог споја праћена је успостављањем међуатомских веза између делова који се заварују. Приликом стварања таквог споја користе се топлотна и механичка енергија, а по потреби и додатни материјал. Најчешће коришћени поступци заваривања у пракси су засновани на локалном загревању материјала изнад температуре топљења када заварени спој настаје очвршћавањем или на локалном загревању материјала до температуре топљења када заварени спој настаје уз додатно деловање притиска. [3]

Најширу примену у пракси нашло је заваривање топљењем, и када се говори о заваривању обично се мисли на следећу групу поступака:

- гасно заваривање,
- електролучно заваривање,
- заваривање под троском,
- заваривање плазма поступком,
- алуминотермско заваривање,
- заваривање електронским снопом,
- заваривање ласером,
- ливачко заваривање итд.

Електролучно заваривање има највећу примену. Чак 80% заваривачких радова изводи се овим поступком у које спадају [4]:

- REL/MMA поступак заваривања (Ручно електролучно заваривање обложеном електродом);
- EPP поступак заваривања (Електролучно заваривање под прашком топивом жичаном електродом);
- MIG/MAG поступак заваривања (електролучно заваривање у заштитној атмосфери инертног-активног гаса топивом жичаном електродом);
- TIG/WIG поступак заваривања (електролучно заваривање у заштитној атмосфери инертног гаса нетопивом електродом од тунгстена-волфрама).

При процесу заваривања долази до појаве високих температура, настајањем или коришћењем гасовитих продуката, светлосног и топлотног зрачења као и до опасности од електричне струје. Ове појаве или материје штетно утичу на здравље заваривача и других радника и представљају потенцијалну опасност за настанак материјалне штете.

3. Опасности, последице и мере безбедности на раду приликом заваривања

Процес заваривања представља сталан извор различитих опасности по људско здравље и човекову радну и животну средину. Правилник о начину и процени ризика сврстава све потенцијалне опасности којима је заваривач изложен у следеће групе [2]:

- Механичке опасности (опасности од опреме за рад и опасности у вези са карактеристикама радног места)
- Опасности од електричне струје
- Опасности од пожара
- Штетности од зрачења (нејонизујуће)
- Хемијске штетности (гасови, димови, паре)
- Физичке штетности (бука)
- Микроклима (температура, влажност ваздуха, брзина струјања ваздуха)
- Осветљеност (прејака или недовољна),
- Штетности које проистичу из физиолошких напора (подизање тешких предмета, неприродан положај тела при заваривању специфичних предмета – дуго стајање, клечање, рад са подигнутим рукама изнад главе, опасности од падања и саплитања, посекотине и др.)

Смањена психофизичка способност заваривача настаје као последица утицаја свих фактора. То доводи до слабијег квалитета рада и мање продуктивности.

3.1 Опасности од електричне струје

Електролучно заваривање захтева употребу електричне струје. То значи да су сви радници који користе ову опрему изложени ризику од електричног удара или опекотина од електричне струје. Ризици код MIG/MAG и TIG заваривања су много мањи јер се код ових поступака струја укључује и искључује путем прекидача или ножног прекидача.

Неисправност уређаја, апарата и опреме, њиховог оштећења као и немарног руковања може довести до струјног удара чије последице могу бити кобне по живот радника. Опекотине на телу заваривача, повреде нервног, крвног и мишићног система па чак и смртни случај само су неке од последица које се могу догодити. Јачина струје, дужина додира са струјом, положај заваривача и коришћена заштитна средстава утичу на јачину повреде која може да настане. Јачина струје и последице по здравље радника приказане су у табели 1. [5]

Табела 1 - Јачина струје и последице по здравље радника

Јачина струје	Последица
до 1 mA	Не осећа се
1 до 8 mA	Осећа се удар без бола
8 до 15 mA	Осећа се удар и бол
15 до 20 mA	Болни удар – грчење мишића
20 до 50 mA	Јачи грчеви мишића, отежано дисање
50 до 100 mA	Поремећаји унутрашњих органа
100 до 200 mA	Вероватна смрт

За све поступке електролучног заваривања важно је поштовање одређених правила:

- Опрема за заваривање мора да буде у складу са одговарајућим међународним стандардима,
- Изолација на свим струјним и повратним водовима не сме да буде оштећена, а проводник мора да буде довољне дебљине како би издржао провођење струје,
- Сви конектори морају да буду чисти и неоштећени,
- Опрема за заваривање не сме да се користи у колико се на њој налазе оштећења на изолацији каблова, утикачима, стезаљкама или држачима електрода,
- Радник мора да користи одговарајућа лична заштитна средства, то подразумева да при заваривању мора да носи радно одело, рукавице и обућу која је направљена од материјала који не проводи струју и на себи нема металне заковце,
- Радник је одговоран и задужен за свакодневне провере опреме. У колико постоји оштећење или неки проблем мора да га пријави надређенима. Управа треба да спроведе програм редовних провера фиксних и мобилних сетова за заваривање.

Не поштовањем ових правила заваривач се излаже опасностима од струјног удара.

3.2 Опасност од зрачења

Видљиви светлосни зраци настају услед појаве електричног лука и утичу на очи и кожу као јака сунчева светлост. Поред видљивих светлосних зрака долази и до појаве невидљивих, инфрацрвених и ултраљубичастих зрачења. Зависно од дужине и учесталости излагању светлосног зрачења, при недовољној заштити, може доћи до привремене заслепљености па чак и до трајног оштећења вида.

Повишене температуре јављају се емитовањем инфрацрвеног зрачења и услед дужег деловања на незаштићено око може изазвати трајна оштећења. Поред очију ултраљубичасто зрачење штетно делује и на кожу јер изазива опекотине. [7]

Како би се смањило одбијање ултраљубичастог зрачења неопходно је да електрични лук буде удаљен више од 0,5 метара од зида као и да радно место буде одвојено параванима или преградама. Радно одело и заштитне наочаре са филтером основна су средства заштите од опасног зрачења електричног лука. Заштита очију од зрачења електричног лука је прописана EN 619 помоћу филтера са заштитним фактором 8 за мали лук до 15 за велики лук. Примена јачине заштитног фактора при заваривању дата је у табели 2. [6]

Табела 2 - Јачина заштитног фактора при заваривању

Заштитни фактор	Примена
3	Тврдо лемљење и електроотпорно заваривање
4 и 5	Помоћне операције при заваривању
6 до 8	Заваривачки лук I = 30-75 A
9 и 10	Заваривачки лук I = 30-200 A
11 и 12	Заваривачки лук I = 200-400 A
13 и 14	Заваривачки лук I изнад 400 A
15	Заваривачки лук екстремно велике јачине I

3.3 Хемијске штетности

У процесу заваривања емитују се веома високе температуре услед чега настају димови и паре. Састав ових димова и пара зависи од састава и стања основних, додатних и потрошних материјала и услова у којима и под којима се одвија технолошки процес заваривања. Привремено или трајно оштећење дисајних органа као и оштећење крвотока или нервног система може настати услед примене неадекватних мера заштите и лоших радних услова у којима се изводи заваривање.

Најсигурнији начин уклањања штетних материја је вентилација која може бити:

- Природна или
- Принудна

Штетне материје уклањају се одсисавањем из простора у коме настају. Ношење заштитне маске неопходно је у неким просторијама. Зависно од поступка заваривања, типа материјала, трајања операција са електричним луком и гориоником и величине радне површине употребљавају се различити типови вентилације. Максималне дозвољене концентрације (МДК) неких гасова и пара и њихово штетно деловање на радника дати су у табели 3. [6]

Табела 3 - Максимална дозвољена концентрација гасова и пара и њихово штетно деловање

Назив	МДК mg/m ³	Деловање и знаци тровања	Напомена
Угљендиоксид <i>CO₂</i>	9000	Убрзано и тешко дисање, шум у ушима, убрзан рад срца, губитак свести	Заваривање базичном електродом
Угљенмоноксид <i>CO</i>	55	Тровање крви, шум у ушима, вртоглавица, плава боја лица, слабост, губитак свести	---
Нитрозни гасови: <i>NO</i> <i>NO₂</i>	20 10	Тровање крви и нервних ткива, запаљење слузница органа за дисање, тешко дисање, пенушав жут испљувак	---
Фозген <i>COCl₂</i>	0,5	Оштећење дисајних путева, плућа и очију, кашаљ са пенушавим испљувком, плава боја коже, омамљеност	Заваривање предмета одмашћених средствима са Cl
Оловни оксид <i>PbO</i>	0,15	Повраћање, грчеви у цревима и желуцу, бледо смеђа боја лица, општа слабост, тровање крви и коштане сржи	Заваривање делова премазаних бојом на бази олова
Кадмијумов оксид <i>CdO</i>	0,1	Надраживање слузница, кашљање, мучнина, вртоглавица, дуготрајно повраћање	Заваривање делова заштићених превлаком кадмијума
Флуориди <i>CaF₂</i> , <i>KF</i>	2,5	Надраживање слузница	Заваривање базичном електродом
Манганови оксиди <i>MnO</i> , <i>MnO₂</i>	6	Тровање нервног система и плућа	Заваривање челика са повишеним садржајем мангана
Цинк оксид <i>ZnO₂</i>	10	Запаљење цревне слузокоже, мучнина, повраћање, грчеви у ногама	Заваривање поцинкованих делова
Хромати	0,1	Надраживање и тровање бубрега, запаљења бубрега и црева, дијареја, мучнина	Заваривање делова заштићених хромним превлакама

3.4 Опасности од пожара

Заваривање је процес који мора да се обавља само на местима који су припремљени у складу са прописаним нормативима техничке и противпожарне заштите. Опрема, апарати, уређаји и пратећа опрема за заваривање може да се употребљава само ако је у исправном стању и ако је прилагођена важећим техничким прописима.

Места за заваривање могу бити стална (места на којима се заваривање обавља стално или са кратким прекидима) и привремена (места на којима се заваривање обавља према потреби).

Стална места за заваривање морају бити просторно пожарно издвојена. Зидови, врата, под и таваница на оваквим просторијама морају бити ватроотпорни најмање два сата. Када се стална места за заваривање налазе у радионицама, простор за заваривање мора бити пожарно одвојен од других просторија или објеката. Одвајање места за заваривање врши се помоћу незапаљивог или тешко запаљивог материјала, са незапаљивим подом и таваницом. Такође мора да поседује прописано изведену громобранску и електричну инсталацију.

Како би се заваривање извршило на привременим местима неопходно је набављање одобрења које се издаје од стране овлашћеног радника за послове заштите од пожара. Овај захтев садржи назив подносиоца захтева, број и датум подношења захтева, назив организације односно заједнице у којој се изводи заваривање, место заваривања, опис радова, време извођења заваривања, лично име руководиоца радова, потпис и печат подносиоца захтева. Надређена особа не сме да изда одобрење за заваривање у случајевима када:

- место за заваривање није припремљено за обављање посла,
- се у просторији налазе уређаји за аутоматско откривање и гашење пожара,
- постоји опасност од избијања експлозије услед смеше запаљивих гасова или пара запаљивих течности или прашине са ваздухом,
- би се заваривање вршило на простору у близини ускладиштених великих количина запаљивих или експлозивних материја. [20]

Због природе процеса, при заваривању долази до распрскавања метала и треске који могу да изазову повреду коже, очију као и других делова тела ако се не примењују адекватне мере заштите. Такође распрскавање метала може довести и до пожара уколико радно место није адекватно обезбеђено и чисто.

Пре почетка заваривања морају се предузети мере предострожности како би се спречила појава пожара. Ако је могуће предмет који се заварује треба да се премести на локацију без опасности од пожара. Ако предмет не може да се помери, све могуће изазиваче пожара треба померити најмање 15 метара од места заваривања. Радни простор мора да има адекватну вентилацију како не би дошло до обогаћивања кисеоника и акумулације других запаљивих гасова.

3.5 Механичке опасности

Опасности од механичких повреда руку, ногу и других делова тела као што су модрице, посекотине, преломи, стално су присутне са обзиром на то да се заваривање често изводи на висинама, у принудном положају, на земљи. Такође, потребне су честе промене положаја радних комада ради довођења тела радника у најповољнији положај за заваривање. Промене се обављају ручно, виљушкарима и мостним дизалицама што може утицати на појаву повреда.

Механичке опасности представљају:

- Оштри и шиљати предмети у стању мировања,
- Ротирајући делови,
- Делови и честице које лете односно одлећу,
- Пад предмета на радника,
- Пад радника приликом клизања или саплитања,
- Падови радника са висине.

Механичке опасности се јављају приликом рада са машинама и уређајима, при раду са ручним алатом, при управљању и коришћењу транспортних средстава, при кретању на раду као и при раду са предметима који се обрађују. Применом основних правила заштите на раду смањује се проценат механичких опасности које могу да се појаве у процесу заваривања. [19]

3.6 Физичке штетности – бука

Приликом заваривања долази и до појаве буке. Оштећење слуха настаје услед деловања буке јаче од 85 DB у току рада. Дозвољено дневно излагање различитим нивоима буке приказано је у табели 4. [6]

Табела 4 - Дозвољено дневно излагање различитим нивоима буке

Дневно излагање (час)	8	6	4	3	2	1,5	1	0,5	0,25
Ниво буке (DB)	90	92	95	97	100	102	105	110	115

Методe контроле буке:

- Административне контроле: завариваче треба преместити даље од бучних области како би се смањило њихово излагање прекомерним нивоима буке,
- Инжењерске контроле: замена бучне опреме тишом, употреба тихих процеса или тихих материјала,
- Смањити погонску силу механичке опреме, обезбедити опрему за изолацију вибрација,
- Смањити вибрирајуће површине,
- Повећати апсорпцију звука, звучна изолација, просторно преграђивање,
- Обележавање простора са повећаном буком,
- Лична заштитна средства у које спадају чепови за уши и антифони.

Уколико је бука већа од 85 DB обавезно је коришћење личних заштитних средстава, а ако је јачина буке преко 90 DB обавезно је коришћење стандардне заштите од буке за све запослене.

3.7 Остале опасности

Ручно подизање

Опрема за заваривање може бити веома тешка, а редовно подизање и руковање опремом може бити опасно. Неправилно ручно подизање и преношење или непоштовање правилне технике подизања може довести до повреда мишића као и до повреде леђа, зглобова и тетива, што доводи до болова у пределу врата и рамена и узрокује лечење и одсуство са посла.

Лоша ергономија

Да би се избегао рад у неприродном положају тела предмет који се заварује требао би да буде раван колико је год то могуће и да се налази између струка и висине лактова радника који врши заваривање. Када то није могуће радник мора да проводи што мање времена у неприродном положају тела, као и да прави што дуже паузе како не би дошло до повреде мишићно-скелетног система и истегнућа.

Саплитање и падови

Заваривање и пратећи процеси се одвијају на различитим локацијама и при различитим условима рада. На саплитање и падање, и повреде које се јављају, утиче велики број фактора као што су:

- Лоше одржавање радног простора, разбацан материјал, опрема, црева од апарата за заваривање,
- Неупотреба сигурносних појасева при раду на висинама,
- Неправилно коришћење мердевина, ограда, скела и мрежа,
- Неупотреба одговарајуће личне заштитне опреме као што су ципеле са неклизajuћим ђоновима,
- Ограничен вид узрокован сигурносном опремом као што су шлемови за заваривање и заштитне наочаре,
- Непримерено понашање радника на послу и небезбедне акције као што су добацивање алатом или ударање некога у неизвесном положају.

Посекотине и одеротине

Заваривање се претежно обавља у просторијама у којима се изводе и други радови, па се поред опреме и машина за заваривање, у истој просторији налазе и машине које се користе за обављање других послова. Употреба или близина механичке опреме може да представља опасност и може довести до посекотина и одеротина. Због тога је важно да радник буде упознат са свом опремом која се налази у околини као што су бруснице, бушилице и разни ручни алат.

Микроклима

Неповољна микроклима представља опасност за поједине радне процесе и неопходно је предузети одређене мере заштите како би се смањила нелагодност и напор који организам радника трпи при лошим микроклиматским условима. Повећан број хроничних болести као и топлотни удар само су неке од последица које се могу јавити услед лоших микроклиматских услова. Послови који се обављају у оваквим условима сматрају се за послове са посебним условима рада што значи да су запослени у обавези да имају редовне лекарске прегледе. Услед дуготрајне изложености неповољним климатским условима запосленима прети развој професионалних болести.

Параметри који сачињавају микроклиматске услове су: температура, релативна влажност ваздуха и брзина струјања ваздуха. У летњем и зимском периоду, у свим радним просторијама, неопходно је обезбедити повољне услове рада. Температура и релативна влажност ваздуха у радним просторијама морају бити у складу са стандардом о техничким условима пројектовања и грађења објеката.

Осветљење

За обављање радних задатака уз што мањи замор очију неопходна је одговарајућа расвета у просторијама где се послови обављају. Напрезање очију, умор ока, главобоља, раздражљивост и др. последице су неодговарајуће расвете. Такође услед лоше расвете може доћи до падова који могу изазвати повреде радника.

Природно осветљење неопходно је у радним просторијама. Оно се постиже постављањем прозора, кровних прозора, стаклених преграда, стакленим вратима и зидовима и слично. Ове површине морају бити постављене тако да се осигура равномерно осветљење свих делова радне просторије. Ако овакав вид расвете није довољан или могућ неопходно је увести додатно вештачко светло.

4. Мере контроле

Приликом израде контролних мера веома је важно да се прати одговарајућа хијерархија контроле. То укључује:

- Елиминацију, смањење ризика уклањањем опасности. Елиминацију увек треба разматрати али она можда није практична у свакој ситуацији, на пример, могуће је избећи заваривање куповином производа који су већ заварени.
- Замену, у неким случајевима можда је могуће коришћење мање опасног процеса заваривања.

Инжењерске контроле

Неопходно је да опрема за заваривање испуњава минималне националне захтеве. У Европи производ мора да поседује ознаку СЕ која представља ознаку законодавне усаглашености. Осим тога опрема мора да буде у складу са директивом о електромагнетној компатибилности, директивом о нисконапонској опреми и директивом о ограничењу употребе опасних супстанци.

Како би се смањио ризик од струјног удара, апарат за заваривање, који је директно укључен у мрежно напајање, мора бити опремљен одговарајућим прикључком за напајање и укључен у мрежу помоћу уређаја за резидуалну струју. Поред тога утичница мора да испуњава све стандарде.

Под инжењерском контролом се подразумева и обезбеђивање одговарајуће вентилације на радном месту, или инсталирање система за одвођење штетних гасова, димова и честица. Овај систем помаже у смањивању ризика који настају појавом штетних гасова приликом заваривања.

Административне контроле

Административне контроле покушавају да истакну опасности повезане са различитим ризицима. Постоји неколико административних контрола које веома утичу на смањивање ризика при заваривању. Ове контроле подразумевају:

- Да заваривачи морају да поседују неопходне вештине, знање, искуство и обуку за обављање посла,
- Адекватна упозорења и ознаке које стоје у оквиру сталних и привремених радних места на којима се обаваља заваривање,
- Заваривач, у колико је то потребно, мора да има контролора,
- Ефективна природна вентилација треба да се користи на радном месту кад год је то могуће,
- Одржавање радног места се врши током читавог процеса. Пре заваривања, окружење и опрема морају да се очисте, да на њима нема уља, масти, растварача,

- Уземљење мора чврсто да се повеже са основним материјалом и то што је могуће ближе тачки заваривања,
 - Где је могуће, користити заштитне параване,
 - Неопходно је да се изабере тачна јачина струје. Ова упутства се налазе у упутствима произвођача,
 - У случају прекомерне буке или велике количине штетних испарења неопходно је да се дужина рада у таквим условима смањи,
 - Неопходно је да се надгледа квалитет ваздуха како би се осигурало да изложеност радника димовима одговара препорученим нивоима излагања на радном месту,
 - Сва опрема за заваривање мора редовно да се одржава у складу са препорукама произвођача,
 - Опрема за заваривање не сме да се модификује осима ако су измене и прилагођења наведени у упутствима произвођача. Када се заваривање заврши неопходно је да се подручје рада провери како би се утврдило да нема жара нити пламена што смањује ризик од појаве пожара,
 - Неопходно је да одговарајућа противпожарна опрема буде увек доступна.
- [17]

Лична заштитна опрема

Ово је последњи ниво контроле, а ефикасност зависи од правилне употребе личне заштитне опреме од стране радника. Доступан је велики спектар личне заштитне опреме који има улогу да заштити заваривача као и оне који су у близини. Радник опремљен личном заштитном опремом приказан је на слици 1. Личну заштитну опрему чине:

- Заштитне рукавице, ватроотпорна одећа и заштитне ципеле које штите тело од истопљеног метала и варница, спречавају појаву опекотина,
- Одговарајуће заштитне маске са светлосним филтерима и заштитне наочаре намењене за заштиту очију од штетних ефеката UV зрачења,
- Заштита респираторних органа која спречава утицај штетних испарења и гасова на радника. [16]



Слика 1 - Радник опремљен личном заштитном опремом

5. Гасови при заваривању

Приликом заваривања радник који обавља посао изложен је веома сложеним и разноврсним физичким и хемијским штетностима. Како би се радни стаж заваривача продужио и како би достигао радни стаж других занимања неопходно је да се велика пажња посвети здрављу радника. Бројне опасности, које имају извор на самом радном месту као и у непосредној близини, утичу на радника. Због тога је неопходно да радник добро познаје опасности и штетности са којима је суочен приликом рада које могу нарушити његово здравље, као и болести које могу да се развију због непажње и дуготрајне изложености штетностима без заштите.

Модерне техничке, здравствене, социјалне и едукативне мере доприносе стварању сигурних услова за рад и тако спречавају и отклањају опасности на радном месту. Такође утичу на сигурност и здравље радника при раду.

При заваривању се јављају гасови штетни за здравље радника, и то:

- озон (O_3),
- нитрозни гасови (NO , NO_2),
- гасовити флуор (F_2),
- угљен-диоксид (CO_2),
- угљен-моноксид (CO),
- аргон (Ar) и
- хелијум (He). [10]

Поред ових гасова јављују се и гасови који нису биолошки опасни, али могу да проузрокују чак и смрт ако их човек удише без присуства кисеоника. Максималне дозвољене вредности концентрација ових гасова у ваздуху при раду од осам сати дневно дате су у табели 5.

Табела 5 - Максималне дозвољене вредности концентрација гасова

Гас	Максимална дозвољена концентрација	
	(ppm)	(mg/m ³)
CO	50,0	55,0
CO_2	5000,0	9000,0
$COCl_2$	-	0,4
Cl_2	0,5	1,5
HCl	5,0	7,0 C
F_2	0,1	0,2
HF	-	2,0
NO	25,0	30,0
NO_2	5,0	9,0 C
O_3	0,1	0,2

Деловање гасова на здравље људи зависи од физичких и хемијских својстава гасова, концентрације, као и од трајања изложенисти тим гасовима. Поједини гасови су без мириса, док други имају препознатљив мирис који може да се осети када је концентрација повећана.

Гасови се према штетности на човеково здравље деле на:

- загушујуће гасове (инертне)
- надражујуће гасове (надражују горње и доње дисајне путеве) и
- опојне гасове.

5.1 Загушујући гасови

Загушујући (инертни) гасови смањују количину кисеоника који се налази у ваздуху. У групу загушујућих гасова спадају: угљен-диоксид CO_2 , метан CH_4 , етан C_2H_6 и азот N_2 . Поред ових гасова јављају се и хемијски загушујући гасови који својом хемијском реакцијом онемогућавају искоришћавање кисеоника из крви и доводе до унутрашњег гушења. У ову групу гасова спадају: угљен-моноксид CO , цијановодоник HCN и сумпорводоник H_2S .

Нагло удисање ових гасова може изазвати тешкоће у дисању, па чак и смрт услед смањене концентрације кисеоника у ваздуху чиме настаје гушење. Зависно од количине присутности загушујућег гаса тј. од смањене количине кисеоника у ваздуху може доћи до разних последица по здравље радника. Убрзано дисање и појачан пулс последица су смањења количине кисеоника са нормалних 21%. Када је концентрација кисеоника у ваздуху између 14 % и 10% долази до емоционалне нестабилности и умора. При концентрацији кисеоника од 10% до 6% долази до мучнине и повраћања, губитка способности за покретање мишића и до непокретности, после тога јавља се конфузно стање и долази до губитка свести. Када је концентрација кисеоника мања од 6% дисање се састоји из неправилног хватања ваздуха и настаје застој у раду срца. [8]

Угљен-диоксид настаје при сваком сагоревању, а код заваривања настаје при сагоревању облога електрода, сагоревању угљеника у металима и код сагоревања неочишћених површина метала који се заварују. То је гас без боје и мириса, тежи је од ваздуха и сакупља се у доњим деловима просторија. Удисање овог гаса у малим концентрацијама може довести до главобоље и отежаног дисања, а при већој концентрацији може доћи и до губитка свести, пада, па чак и смрти.

Бутан и пропан C_4H_{10} - C_3H_8 је смеша гасова који се називају бутан или гас у боцама. Употребљава се као гориво. Пошто нема свој мирис додаје му се одређени мирис како би се могао осетити у колико дође до цурења гаса. Веома је запаљив и експлозиван, тежи је од ваздуха. Својим присуством смањује количину кисеоника из ваздуха што доводи до гушења.

Угљен-моноксид је такође плин без боје и мириса и настаје непотпуним сагоревањем. Настаје углавном при заваривању у скученим просторима као и код електролучног заваривања у заштитном гасу када је заштитни гас CO_2 . Дозвољена концентрација угљен-моноксида у радним просторијама је 0.005%. При заваривању челика MAG (CO_2) поступком у диму се налази око 0.025%. Природном вентилацијом тај проценат се смањује на 0.007% док се употребом маске концентрација смањује на 0.001%.

5.2 Надражујући гасови

Надражујући гасови су гасови који утичу на респираторни систем тј. на горње и доње дисајне путеве.

У гасове који надражују горње дисајне путеве спадају: амонијак, сумпор-диоксид, хлор и његове смеше као и флуор, док у гасове који утичу на доње дисајне путеве спадају: азотови оксиди (азот-оксид NO , азот-оксиdul N_2O , азот-диоксид NO_2 , итд.), фозген ($COCl_2$) и озон (O_3).

Ови гасови се такође разликују и по томе да ли су топливи у води или нису. Разлика у брзини топљења у води доводи до разлике у њиховом деловању. Гасови који се лако топе приликом контакта са слузницом ока и горњих дисајних путева осећају се чак и при ниским концентрацијама. На тај начин упозоравају на своју присутност и наставак рада под тим условима није могућ. Тешко топливи гасови узрокују готово неприметне симптоме. То је велики проблем јер радник наставља са радом све док се гас не сакупи у великој количини када се јављају симптоми. Симптоми се могу појавити чак и након 10 сати. Удисање веће количине ових гасова може проузроковати тешко тровање. [9]

Азотови оксиди односно нитрозни гасови утичу на доње дисајне путеве. Они немају довољно изражен мирис и готово су неприметни што је велики проблем јер се може удахнути велика количина, тада делује на плућа и може изазвати тешка тровања па чак и смрт. Код тровања нитрозним гасовима симптоми могу да се јаве и 24 сата након удисања. Ови гасови настају услед ултраљубичастог зрачења које се јавља приликом заваривања, и то не директно код електричног лука већ на удаљености од неколико метара. Највећа концентрација ових гасова јавља се на удаљености од 3 до 4 метара у односу на место заваривања.

Фозген ($COCl_2$) је безбојан гас. Као и код нитрозних гасова највећи проблем је тај што може да се удахне велика количина овог гаса без примећивања. Фозген је врло јак отров и приликом тровања долази до оштећења плућа, тешког дисања и смрти. Овај гас при заваривању настаје услед распадања средстава која се користе као одмашћивачи.

Озон (O_3) настаје под утицајем ултраљубичастих зрака из електричног лука. Има карактеристичан мирис и лако га је приметити. Токсично деловање заснива се на оксидацији полусатићених масних киселина. Код веће концентрације од 0.3 до 0.8 ppm јавља се иритација очију, носа и грла као и притисак у грудима и кашаљ. Код заваривања TIG и MIG поступком неопходно је одсисавање ових гасова јер концентрација озона може да пређе максималну дозвољену концентрацију од 0.1 ppm. Радници су у обавези да носе заваривачке маске.

5.3 Опојни гасови

Ово су гасови који директно делују на централни нервни систем и при већим количинама могу изазвати несвестицу и смрт. Мали број гасова има овакво деловање. У ову групу гасова спадају ацетилен и етилен.

Ацетилен (C_2H_2) је гас без боје и врло слабог мириса. Веома је запаљив и експлозиван. Лако експлодира у комбинацији са ваздухом или под притиском.

Етилен је незасићени гасовити угљоводоник, слаткастог и опојног мириса. Безбојан је и запаљив. Приликом мешања са ваздухом постаје експлозиван.

6. Димови, прашине и честице при заваривању

Осим токсичних гасова радник у току заваривања изложен је димовима и крутим честицама. Кондензацијом гасовитих стања у термичким процесима које може да прати оксидација, настају димови у облику чврстих честица. У атмосфери димови се понашају као гасови. Након хлађења настају честице величине од 0.01 до 0.5 μ m. Осим димова у круте честице спадају и прашине које су величине од 1 до 100 μ m. Прашине ових величина таложе се на површинама и могу бити далеко распрострањене у односу на извор. Физичка и хемијска својства, величина честица и концентрација битни су фактори деловања прашине на респираторне органе.

Последица физичко-хемијских реакција које се стварају поступком заваривања при високим температурама доводе до појаве емисија димова и крутих честица које представљају главну опасност по здравље радника. Састав димова углавном зависи од састава материјала који се заварује као и од електрода које се користе. Остали параметри који утичу на састав димова су:

- поступак заваривања
- састав жице или електроде
- састав и дебљина облоге или пуњења
- параметара заваривања: струје, напона електричног лука, брзине заваривања
- операција: заваривање или наваривање
- концентрације и састава заштитних гасова
- саме површине материјала који се заварује.

Концентрација димова који се ослобађају највише зависи од поступка који се користи за заваривање. Заваривање се најчешће изводи помоћу три поступка: TIG (заваривање са нетопљивом електродом у заштићеној гасној атмосфери), MIG/MAG (заваривање топљивом електродом у заштитној атмосфери) и REL (ручно електролучно заваривање обложеним електродама).

Најмање димова настаје при TIG заваривању, а међу њима најприсутнији је озон. Код овакве врсте заваривања користи се нетопљива електрода направљена од волфрама. Електрични лук настаје између врха електроде и материјала који се заварује. Око електроде струји континуирани проток инертног гаса и то аргона који штити електрични лук и истопљени материјал пре него што се ослободи у околину. Стварање димова последица је топљења жице тј. метала који се додаје при заваривању.

Концентрација димова који се јављају код поступка MIG/MAG већа је него код TIG поступка и највише зависи од врсте додатог материјала који се користи за заваривање. Овде је електрода жица која се топи. Она се континуирано одређеном брзином доводи кроз пиштољ за заваривање. Електрични лук се успоставља између врха жице и материјала који се заварује. Електрични лук, електрода и вар штити се

помоћу гасова инертног (аргон или хелијум) и активног (угљен-диоксид или смеша O_2 и других гасова). MIG и MAG поступци стварају мању количину UV зрачења, самим тим долази до појаве мање количине озона него код TIG поступка. При заваривању MAG поступком поред азотових оксида и озона настаје и велика количина угљен-моноксида који је врло токсичан као и манганови оксиди.

Најчешће коришћени поступак заваривања је REL заваривање односно ручно електролучно заваривање обложеним електродама. Ова врста заваривања ствара највећу концентрацију димова најсложенијих састава, али уједно ствара и најмању количину озона у односу на остале поступке. Електрични лук се ствара између електроде која се троши и материјала који се заварује. Садржај димова је јако сложен и чак 85 до 90% настаје из материјала који се додаје односно из електрода. [12]

Састав димова зависи од поступка заваривања, метала који се заварује као и од врсте електроде која се користи. Токсични штетни димови и прашине које настају могу да се поделе у три групе:

- изразито опасне материје – оксиди соли метала: *Cr, Ni, Mo, Co, V, Cd, Pb, Be*, гасови озона и хидразин N_2H_4 ,
- отровне материје – оксиди метала *Cu, As, Mn, Zn, F, Cl, Ba*, формалдехид $HCOH$, $NaOH$, KOH , CaO , фозген,
- штетне материје – у ову групу спадају све остале материје које настају у процесу заваривања.

Кад се димовима и прашини додају гасови који се примењују у процесима заваривања добија се потпуна слика о хемијском саставу гасова, димних гасова и крутих честица које настају.

6.1 Утицај димова и крутих честица на здравље човека

Заједно са ваздухом путем респираторног система у организам човека улазе димови, гасови и прашине. Количина штетних материја која улази у организам зависи од концентрације материја у ваздуху као и од величине честица. Што су честице веће то је количина која може да уђе у организам мања. Веће честице теже долазе до плућа јер се претежно задржавају у носу и носној шупљини. Мали број врло ситних честица које долазе до плућа се тамо и задржава јер се већи број избацује дисањем. Најопасније су честице средњих величина које се при удисању задржавају у плућима. Зависно од хемијског састава од којих су створене зависи и њихово деловање и утицај на здравље радника. Њихово деловање и последице које могу нанети већ су приказане у табели 3.

6.2 Токсични, иритирајући и алергијски димови и прашине

Зависно од утицаја који имају приликом уласка у организам у ову групу убрајају се димови металних оксида, спојеви метала и круте честице прашине које преко респираторног система доспевају до плућа и прелазе у крв где се растварају и даље настављају до појединих органа у организму где могу да проузрокују поремећај нормалних функција и болест. У самом процесу заваривања настају оксиди само оних елемената који су основни, додати и потрошни материјал. Најчешћи метали који се користе при заваривању и који стварају димове и прашине су: [11]

- | | |
|--------------|-------------|
| • алуминијум | • манган |
| • бакар | • никал |
| • берилијум | • олово |
| • цинк | • ванадијум |
| • кадмијум | • гвожђе |
| • калај | • флуор |
| • хром | |

Алуминијум у димове и гасове доспева при заваривању алуминијума или при примени електрода које садрже алуминијум као оксид. На здравље радника има лош утицај и може изазвати проблеме са плућима, кожом и поремећај нервног система. Након дуготрајне изложености прашини алуминијума и диму оксида настају хронични бронхитис и алуминоза.

При заваривању и резању бакра или делова обложених бакром он доспева у димове и при удисању узрокује надражљивост слузница горњих дисајних путева. Узрокује такозвану металну грозницу са симптомима повишене температуре, бол у костима и зглобовима.

За легирење разних материјала употребљава се берилијум. Његови спојеви су и у малим количинама веома отровни. При удисању мале количине може изазвати металну грозницу, док код дуже изложености може узроковати озбиљне болести плућа.

У облику цинкових оксида у високим концентрацијама цинк доспева у димове при заваривању и резању. Удисање ових димова надражује слузницу горњих дисајних путева, изазива металну грозницу и има сличне симптоме као и при удисању димова са бакром.

При заваривању предмета који имају превлаку од кадмијума или при тврдом лемљењу са материјалом који садржи кадмијум јављају се оксиди кадмијума у димовима. Удисањем веома мале количине кадмијума кроз дуго раздобље изазива хронично тровање кадмијумом. Акутно тровање настаје удисањем велике количине кадмијума и изазива симптоме металне грознице а у тежим случајевима може бити и са фаталним исходом.

Калај се у димовима јавља као оксид калаја и изазива исте последице као и при удисању оксида цинка.

Приликом заваривања нерђајућих челика и хромираних материјала у димове доспева хром. Ови димови могу изазвати алергију, тровање и канцер. Поред тога могу оштетити кожу и слузницу органа за дисање.

У облози материјала електроде као и у основном материјалу може бити присутан манган који се при заваривању ослобађа и претвара у дим. Концентрација манганових оксида највећа је код електрода са киселим облогама. Удисање ситних честица мангановог оксида може узроковати оштећење нервног система.

Код резања и заваривања нерђајућег челика, или коришћењем електрода, у димовима долази до појаве никла. Димови никла нису отровни али могу да изазову металну грозницу при удисању велике количине.

Заваривање, резање и лемљење олова као и материјала који имају превлаку од олова или материјала који су обојени оловом, доводи до појаве олова у парама. При повећаној концентracији тровање оловом може доћи након само неколико сати рада али најчешће делује тек након дуготрајне изложености. Ове паре и прашине доспевају у организам путем удисања. Поред тога тровање се може десити и уношењем олова у организам путем органа за варење нпр. прљавим рукама при јелу. Први симптоми тровања оловом су осећај слатког укуса у устима, а након неколико месеци јављају се озбиљнији проблеми и болови у стомаку.

Ванадијум доспева у димове услед заваривања челика са великом количином овог елемента. Његов оксид има јако надражујуће деловање и то највише на слузницу дисајних путева и може да узрокује упалу плућа.

Гвожђе и његови оксиди који у дим доспевају услед резања или заваривања гвожђа таложе се у плућима и изазивају промену под називом сидероза која није штетна и не изазива никакво обољење. При дужем излагању оксидима гвожђа може доћи до упале дисајних путева.

При сагоревању базичних електрода долази до појаве флуора и флуорида у димовима. Флуориди су веома отровни и при удисању мале количине могу да надраже дисајне путеве. Јављају се у гасовитим облицима и то као: флуороводоник (HF), тетрафлуорометан (CF_4), тетрафлуороетан (C_2F_6) и као аеросоли натријум флуорид, алуминијум флуорид (AlF_3), тетрафлуоросиликат (SiF_4). Међу њима најважнији и најопаснији је флуороводоник. [11]

7. Вентилација у просторијама за заваривање

Просторије у којима се заварује могу имати две врсте вентилација, и то: [13]

- природну вентилацију и
- присилну вентилацију.

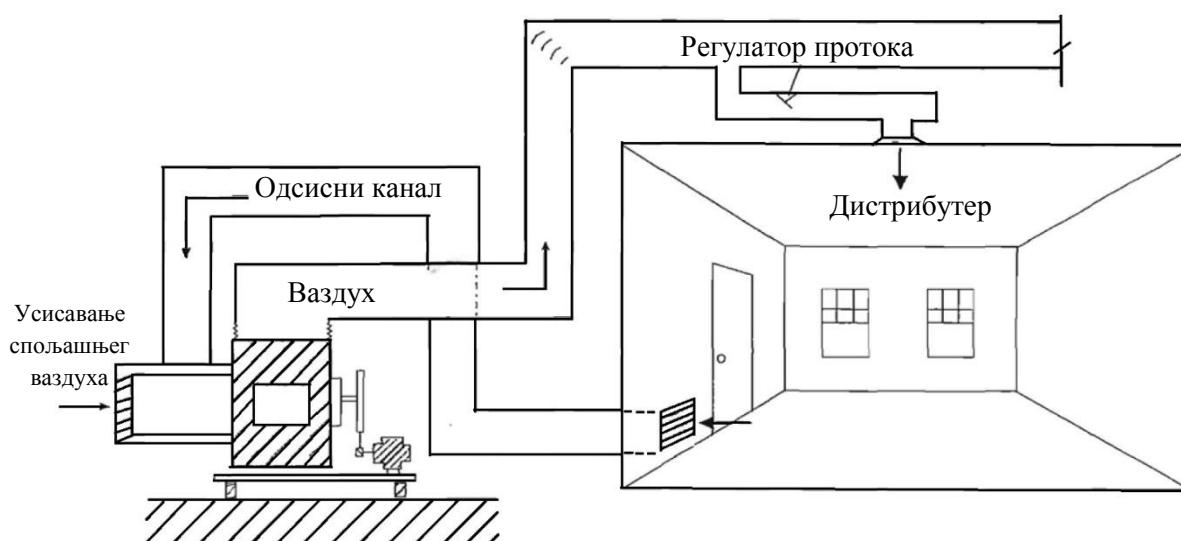
Ефикасност вентилације радних простора зависи од:

- облика и величине простора у коме се извршава процес заваривања
- броја и врсте поступака који производе штетне материје
- природног струјања ваздуха где се поступци изводе
- позиције зоне удисања заваривача и осталих радника у односу на извор загађења.

Уколико природна вентилација није довољна и постоје разлози због којих природна вентилација не може да се употреби, тада се изводи принудна вентилација. Принудна вентилација може бити:

- општа вентилација целог простора,
- локална одсисна вентилација простора и
- комбинована општа и локална вентилација простора.

Општа вентилација без локалног одсисавања ваздуха ради на принципу разређивања процента загађивача који се налазе у ваздуху и користи се на местима где није могућа употреба локалног одсисавања ваздуха. Користи се код поступака који не утичу много на загађење ваздуха, као што је процес MIG заваривања. Такође, користи се у просторијама где настаје приближно константна количина загађења. Пример извођења опште вентилације дат је на слици број 2.



Слика 2 - Извођење опште вентилације

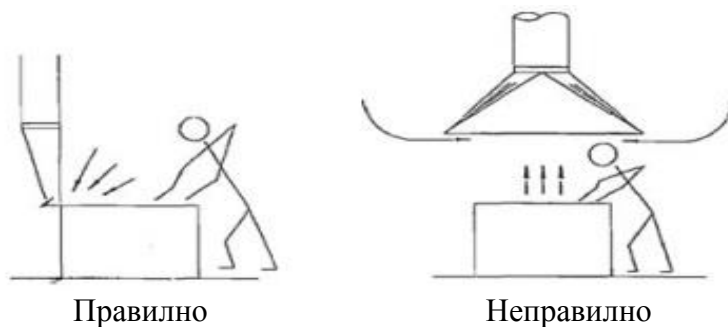
Локално одсисавање ваздуха подразумева уклањање штетних материја из простора на месту њиховог настајања пре него што се загађење прошири по радном простору. У просторима где настају високо токсични димови и гасови овакав вид вентилације је обавезан. Локално одсисавање ваздуха може бити изведено као: фиксна инсталација, флексибилна инсталација и мобилна инсталација. Фиксна инсталација као што и само име каже нема могућност премештања и померања. То подразумева да су кабина за заваривање, сто и одсисни систем фиксирани. Флексибилна инсталација има могућност померања у ограниченом делу простора. Оваква врста инсталације садржи одсис са флексибилном цеви која је прикачена на одсисни канал. Мобилна инсталација може да се постави на било коју позицију унутар простора за рад. Састоји се од мобилног одсисног система са флексибилном цеви и уграђеним филтером. Корисност оваквог система одсисавања ваздуха зависи од:

- облика одсисног отвора
- распореда одсисних отвора
- удаљености одсисног отвора од места заваривања
- брзине струјања ваздуха у систему одсисавања
- попречном струјању ваздуха у зони одсисавања.

Код локалног одсисавања ваздуха треба водити рачуна о месту постављања одсиса. Треба избегавати постављање система изнад главе радника јер при таквом постављању све опасне материје пролазе кроз зону дисања радника што је приказано на слици 3. Правилно и неправилно постављање одсиса приказано је на слици 4.



Слика 3 - Опасне материје пролазе кроз зону дисања



Слика 4 - Правилно и неправилно постављање одсиса

8. Тренутно стање радних места заваривача и унапређење безбедности у компанији Милановић инжењеринг

Компанија Милановић инжењеринг придржава се принципа безбедности који подразумевају:

- столове за заваривање, односно стабилне радне површине које могу да издрже радни комад и пружају одговарајућу потпору. Приликом коришћења радних колица точкови се фиксирају и постављају се на безбедно одстојање од осталих апарата и машина у окружењу. Радни столови постављени су на глатким површинама.
- заштитну заваривачку опрему, радници су опремљени одећом која је од незапаљивих материјала попут памука и коже јер су синтетички материјали запаљивији и теже се гасе уколико дође до пожара. Радници су у обавези да носе радно одело, заваривачке јакне и кецеље, рукавице, заштитну обућу, наочаре као и заштитне маске са светлосним филтером које штите заваривача од штетног утицаја зрачења. Без употребе ових средстава радник се излаже великим опасностима које се могу јавити при заваривању као што су: механичке опасности, опасности од електричне струје, опасности од пожара, опасности од зрачења, хемијске опасности и физичке опасности. На сликама 5 и 6 приказан је процес заваривања као и радници који су опремљени личним заштитним средствима.



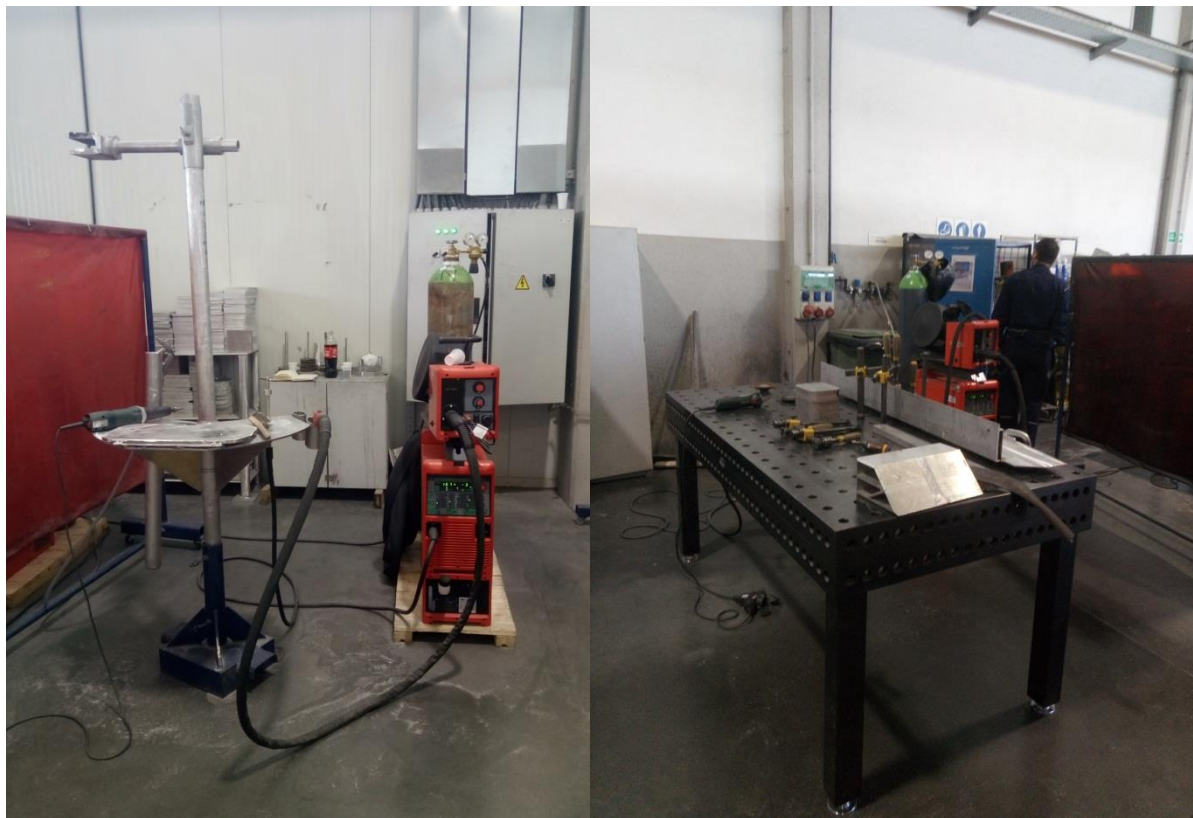
Слика 5 - Процес заваривања и лична заштитна средства



Слика 6 - Радници опремљени личним заштитним средствима

- правилно постављене и ускладиштене боце за кисеоник и гасове које се чувају на безбедном месту, у усправном положају и довољно далеко од извора варница. Боце су такође опремљене одговарајућим сигурносним осигурачима и вентилима.
- суву околину, што подразумева да је радна површина као и околина потпуно сува без присуства чак и мале количине воде или уља.
- радно место без запаљивих материја, у околини заваривачког места нема картонских кутија или пиљевине које лако могу да се запале у контакту са варницом које се јављају приликом заваривања.

Радна места опремљена су одговарајућим апаратима за заваривање, прикључцима за електричну енергију, преградним параванима као и одговарајућом расветом. Радно место је удаљено више од 0,5 метара од зидова као и од преградних паравана како не би дошло до одбијања ултраљубичастог зрачења које може да нашкоди заваривачу. Вентилација овог простора врши се природним путем без икаквих додатних помагала за одсисавање ваздуха. Тренутни изглед радног места заваривача у компанији Милановић инжењеринг приказан је на слици 7.



Слика 7 - Тренутни изглед радног места заваривача у компанији Милановић инжењеринг

8.1 Хемијске штетности у компанији Милановић инжењеринг

Мерење хемијских штетности које се налазе у ваздуху вршене су у летњем и зимском периоду 2017. године. У летњем периоду мерење је извршено 12.07.2017. године и резултати су приказани у табели 6, док је мерење у зимском периоду извршено 20.03.2017. године, резултати су приказани у табели 7. Мерења су обавила овлашћена лица из института за безбедност и превентивни инжењеринг из Новог Сада. Мерењима су обухваћене радне просторије у којима се обавља процес заваривања.

Табела 6 - Резултати испитивања хемијске штетности при заваривању у летњем периоду

Мерена хемијска штетност	Резултати мерења (mg/m^3)(ppm)	МДК – максимална дозвољена концентрација (mg/m^3)(ppm)	Оцена резултата
Угљен-моноксид	2,7 ppm	50 ppm	Задовољава
Угљен-диоксид	725 ppm	5000 ppm	Задовољава

Табела 7 - Резултати испитивања хемијске штетности при заваривању у зимском периоду

Мерена хемијска штетност	Резултати мерења (mg/m^3)(ppm)	МДК – максимална дозвољена концентрација (mg/m^3)(ppm)	Оцена резултата
Угљен-моноксид	2 ppm	50 ppm	Задовољава
Угљен-диоксид	680 ppm	5000 ppm	Задовољава

8.2 Унапређење безбедности радног места заваривача

Компанија Милановић инжењеринг је и поред одличних резултата мерења хемијских штетности забринута за безбедност својих радника и жели да повећа и унапреди безбедност при заваривању. Мерења штетности вршена су на нивоу целе просторије, а не директно код радног места и радника приликом заваривања где је концентрација опасних материја и честица далеко већа.

Радна места за обраду елемената чини систем отворених радних боксева смештених у хали 1, брод 3, компаније Милановић инжењеринг. Радна места опремљена су челичним столовима, пнеуматским и електроприкључцима за помоћни ручни алат као и осветљењем.

Како би се повећао ниво безбедности радника при заваривању предлаже се уградња система за одсисавање ваздуха.

Систем за одсисавање ваздуха састоји се из три функционалне целине:

- врећасти филтер CORAL,
- центрифугални вентилатор смештен у поцинковани бокс и
- четири бокса – радна места опремљена мобилном руком за одсисавање.

Врећасти филтер

Врећасти филтери CORAL серије AIR COMPACT [14] су правоугаоног попречног пресека и конструисани су као самосталне филтерске јединице. Намењени су за суво пречишћавање индустријских гасова и ваздуха запрљаних димовима и прашином. Максимална температура гасова може бити 130°C. Чишћење филтерских врећа врши се пнеуматски преко електричног програматора.

Филтерски уређај AIR COMPACT састоји се од следећих основних делова:

- тела филтера са врећама,
- пнеуматске главе са системом за отресање,
- бункера – предодвајач за скупљање прашине и
- носеће конструкције.

Тело филтера израђено је од стаклених профила који су обложени са спољашње стране поцинкованим лимом. На доњој страни је механизам за константно затезање врећа, док се на горњој страни налази филтерска плоча са Venturi млазницама на које се причвршћују вреће и које служе за ефикасније продувавање и чишћење. Постоји 6 комплекта врећа тако распоређених да чине оптимално попуњавање простора. На телу филтера налазе се врата за визуелну контролу стања врећа, као и њихову замену.

Пнеуматска глава са системом за отресање се налази на врху тела филтера и има следеће делове:

- резервоар компримованог ваздуха,
- пнеуматски електромагнетски вентил за отресање који је повезан преко електронског програматора,
- развод импулсног ваздуха до сваке млазнице,
- хауба са прикључком за одвођење пречишћеног ваздуха.

Техничке карактеристике:

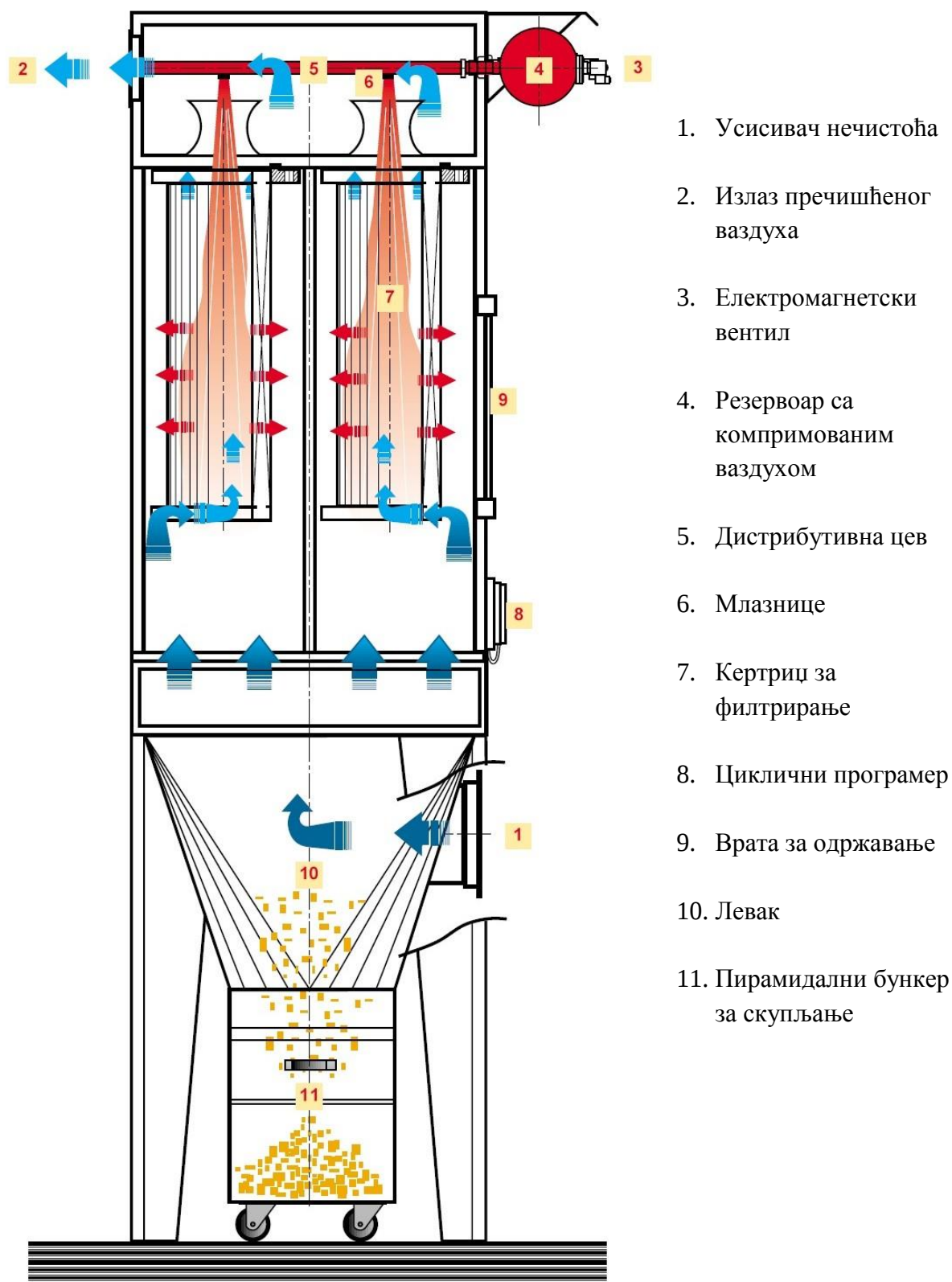
Димензије филтера:

- Дужина – $D = 1150 \text{ mm}$
- Ширина – $N = 1150 \text{ mm}$
- Висина – $E = 4015 \text{ mm}$
- Улазни отвор – $\varnothing L = 400 \text{ mm}$
- Излазни отвор – $B \times C = 700 \times 200 \text{ mm}$

Пирамидални бункер односно предодвајач за скупљање прашине налази се испод тела филтера. На њему се налази прикључак за одвод запрљаног ваздуха. Стандардно решење за одвођење прашине из бункера је помоћу хелијског додавача. Комплетан изглед филтерске јединице са врећастим филтерима приказан је на слици 8 док је шема његовог рада приказана на слици 9.



Слика 8 - Филтерска јединица са врећастим филтерима



Слика 9 - Филтерски уређај - AIR COMPACT

Центрифугални вентилатор

За транспорт загађеног ваздуха од одсисних места на радним столовима па преко мобилних руку до врећастог филтера, а одатле преко потисног димњака у атмосферу, задужен је високопритисни центрифугални вентилатор. Изглед центрифугалног вентилатора приказан је на слици 10.



Слика 10 - Центрифугални вентилатор

Техничке карактеристике:

- Дужина бокса – $A = 1300 \text{ mm}$
- Ширина бокса – $B = 1300 \text{ mm}$
- Висина бокса – $H = 1500 \text{ mm}$
- Капацитет – $Q = 6200 \text{ m}^3/\text{h}$
- Улазни отвор – $\varnothing L = 450 \text{ mm}$
- Излазни отвор – $B \times C = 450 \times 300 \text{ mm}$

Мобилна рука

Мобилна рука врши одсисавање запрљаног ваздуха са радног места у самом боксу где се обавља заваривање. Положај руке захваљујући зглобном механизму омогућава приступ свакој позицији на површини радног стола. Мобилна рука је са задње стране бокса повезана са централним одсисним каналима уређаја. Изглед мобилне руке за одсисавање ваздуха приказан је на слици 11.

Техничке карактеристике:

- Пречник цеви – $\varnothing d = 150 \text{ mm}$
- Дужина првог крака – $A = 2000 \text{ mm}$
- Дужина другог крака – $B = 2000 \text{ mm}$



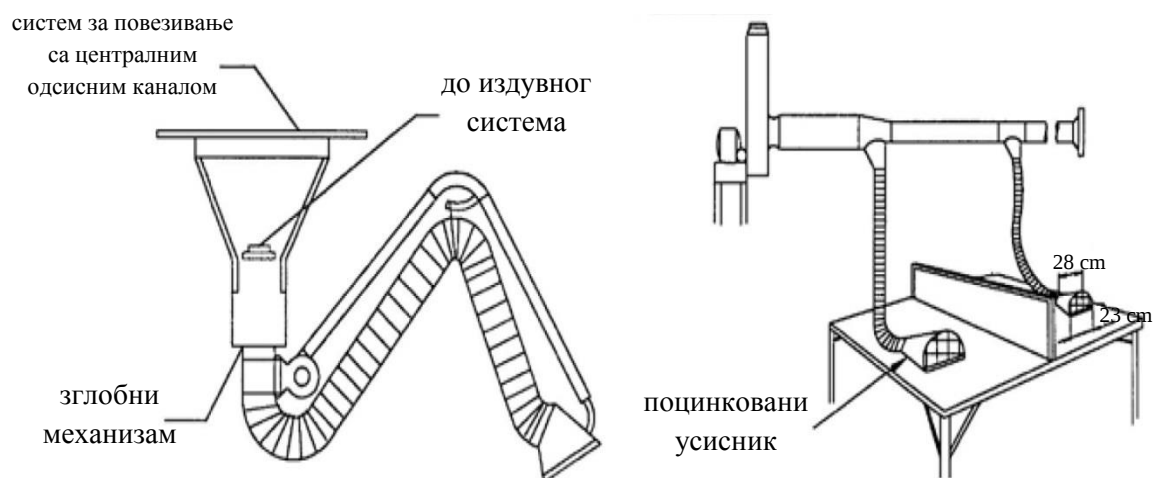
Слика 11 - Мобилна рука за одсисавање ваздуха

Како би систем био што ефикаснији неопходно је да се испоштују нека правила око постављања радног места као и опреме. То подразумева:

- да се мобилна рука, односно врх мобилне руке који одсисава ваздух, постави што је ближе могуће месту настајања штетних материја
- да радна места за заваривање морају бити добро изолована од спољних утицаја како промаја и ветрови не би утицали на рад система за одсисавање и на ширење штетних материја
- да је мобилна рука и комплетан систем одсисавања ваздуха дизајниран за процес заваривања који се изводи као и да може да отклони све гасове и димове који настају у том процесу
- да се инсталира индикатор протока ваздуха као што је манометар како би се уверили да систем функционише без проблема
- да заваривач не буде на путу између димова и мобилне руке. [15]

Постоји више врста мобилних рука за одсисавање ваздуха као и неколико типова усисника односно почетака мобилне руке који је најближи месту заваривања.

На слици 12 приказана је флексибилна рука са зглобним механизмом и/или поцинкованим усисником. [18]



Слика 12 - Флексибилна рука за одсисавање ваздуха

На слици 13 приказано је неколико типова усисника који се налазе на рукама за одсисавање ваздуха.



Слика 13 - Врсте усисника на мобилним рукама за одсисавање ваздуха

Хала број 1 компаније Милановић инжењеринг подељена је на три брода. Планирано место за постављање система за одсисавање ваздуха и четири позиције за заваривање налазе се у броду број три. Тренутни изглед хале као и место које је предвиђено за постављање овог система (означено црвеном бојом) приказани су на слици 14.



Слика 14 - Предвиђено место за постављање радних места са одсисавањем ваздуха

Хала испуњава све услове за постављање оваквог система за одсисавање ваздуха. Овакви системи широко су распрострањени у пракси и дају одличне резултате. Пример једне хале и крајњи изглед заваривачких радних места након постављања комплетног система за одсисавање ваздуха приказан је на слици 15.



Слика 15 - Крајњи изглед радних места

9. Закључак

Безбедност и заштита здравља на раду једно је од основних права сваког човека. Стварањем безбедне и здраве радне средине смањује се могућност појаве повреда на раду као и обољевања од професионалних болести. Обезбеђивање рада у хуманим условима је у надлежности послодавца. Овакви услови повећавају продуктивност као и задовољство сваког радника који учествује у процесу рада.

Заваривање спада у један од најраспрострањенијих метода за добијање нераздвојивих спојева. Ова метода захтева мануелни рад и утицај људског фактора. Приликом заваривања, без обзира на поступак заваривања, долази до појаве разних опасности по људско здравље и на човекову радну средину. Механичке опасности, опасност од електричне струје, опасност од пожара, штетности од зрачења, хемијске штетности, само су неке од опасности које се јављају у процесу заваривања.

Јенда од штетнијих опасности при заваривању је хемијска опасност односно утицај гасова, димова и честица на здравље радника. Озон, нитрозни гасови, угљен-диоксид, угљен-моноксид, аргон, само су неки од гасова који могу да изазову озбиљне повреде радника. Већина ових гасова је експлозивна и веома токсична што значи да при удисању веће концентрације може доћи до тровања, оштећења плућа, тешког дисања па чак и смрти.

Поред гасова долази до појаве димова и прашина које у себи садрже штетне материје и честице. Састав као и штетност ових димова и прашина зависи од састава материјала који се заварује као и од поступка заваривања и додатог материјала. Најмање штетних материја настаје поступком TIG заваривања, док је концентрација ових материја доста већа при MIG/MAG и REL заваривању. Заједно са ваздухом у респираторни систем доспевају ове штетне материје. Зависно од величине и количине удахнутих честица долази до појаве разних оштећења респираторног система и плућа али и других органа.

Велика важност посвећује се вентилацији просторија за заваривање како би се отклонио утицај штетних материја на здравље радника. Вентилација може бити природна и присилна. Уколико природна вентилација није довољна или постоје разлози због којих она не може да се употреби, тада се изводи принудна вентилација. Она подразумева општу вентилацију целог простора, локалну одсисну вентилацију простора као и комбинацију ова два извођења.

Компанија Милановић инжењеринг придржава се свих принципа безбедности и опремљена је савременом опремом и заштитним средствима. Међутим и поред одличних резултата мерења загађености ваздуха компанија је забринута за своје раднике на месту заваривача и жели да унапреди њихову безбедност. Због тога је одлучено да се безбедност унапреди увођењем локалног система за одисавање ваздуха.

Систем за одсисавање ваздуха се састоји из три функционалне целине и то:

- врећастог филтера CORAL који је намењен за пречишћавање индустријских гасова и ваздуха запрљаног димовима и прашином,
- центрифугалног вентилатора који је задужен за транспорт односно извлачење загађеног ваздуха са радних места до врећастог филтера и
- мобилне руке која је закачена за радни сто заваривача и врши одсисавање запрљаног ваздуха са радног места и у самом боксу где се обавља заваривање.

Крајњи циљ овог унапређења односно увођења система за одсисавање ваздуха је да се створи здравија радна средина за раднике односно да се смањи количина штетних материја у радном окружењу. Овај систем је веома сигуран и већ проверен у пракси. Очекује се велико смањење штетних материја у ваздуху. Самим тим повећава се општа сигурност у компанији, смањује се могућност појаве професионалних болести.

Литература

1. Закон о безбедности и здрављу на раду, „Службени гласник РС“ бр. 101/2005, 91/2015 и 113/2017, члан 4, тачка 4
2. Правилник о начину и поступку процене ризика на радном месту и у радној околини, „Службени гласник РС“ бр. 72/06.
3. Богнер М., (2007) Заваривање, ЕТА, Београд
4. Р. Јечменица, С. Ђурић, Љ. Ђорђевић, (2009) Еколошка безбедност и здравље на раду при заваривању у фабричким постројењима, 1 st International conference Ecology Safety in Post-modern Environment – ICAMA, Бања Лука.
5. Бранислав Лукић, dipl. inž. maš, (2012) Безбедност и здравље на раду при заваривању, Институт заштите на раду, Нови Сад
6. Ристић М. Опасности и мере безбедности на раду при заваривању, (приступљено, јун 2018), <https://www.scribd.com/document/181372477/4-opasnosti-mere-bezbednosti-na-radu-pri-zavarivanju-pdf>
7. Факултет стројарства и бродоградње, Заштита на раду при заваривању, (приступљено, јун 2018), <http://www.sfsb.unios.hr/kth/zavar/tii/zastita.pdf>
8. I. Pires, L. Quintino, R.M. Miranda, J.F.P. Gomes, (2006) Fume emissions during gas metal arc welding, Toxicological And Environmental Chemistry, Vol. 88
9. A L. Lillienberg, J.P. Zock, H. Kromhout, E. Plana, D. Jarvis, K. Torén, M. Kogevinas, (2008) A Population-Based Study on Welding Exposures at Work and Respiratory Symptoms, The Annals of Occupational Hygiene
10. J.M. Antonini, (2003) Health Effect of Welding, Critical Reviews in Toxicology, National Institute for Occupational Safety and Health
11. М. Филиповић, П. Шапоњић, (2001) Здравље и сигурност при заваривању, Међународна конференција "Стање и перспектива заваривања на почетку новог века", Београд
12. Р. Бегић, С. Пашић, (2007) Граничне вриједности штетних састојака у заваривачком диму, Заваривање и заварене конструкције, Машински факултет Мостар, БиХ
13. Универзитет у Нишу (2014), Вентилација пожарно угрожених простора, Факултет заштите на раду у Нишу
14. Coral antipollution system, AIR COMPACT, (приступљено, јун 2018) <http://www.coral.eu/catalogo/aircompact.pdf>
15. Work safe, (2018) Welding and local exhaust ventilation, New Zealand
16. Група аутора, Безбедност и здравље на раду, књига 1 и књига 2, Машински факултет Крагујевац 2009
17. Jonathan Backhouse, (2016) Welding knowledge, (приступљено, август 2018) <https://www.healthandsafetyatwork.com/nebosh/welding-knowledge>
18. Manitoba Family Services and Labour, (2013) Welding Guide, 200-401 York Ave, Winnipeg, MB
19. Б. Штајнер, Приручник за усавршавање специјалиста заштите на раду, 2015
20. Уредба о мерама заштите од пожара при извођењу радова заваривања, резања и лемљења, Сл. гласник Републике Србије бр. 50/79