

УДК 621.791

ОЦІНКА УМОВ ПРАЦІ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНИКІВ У ПРОЦЕСІ ПРОВЕДЕННЯ ПЛАЗМОВОГО ЗВАРЮВАННЯ У НАФТОГАЗОВІЙ ГАЛУЗІ

Я.В.Куровець, Я.М.Семчук, Я.М.Литвин

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42196

e-mail: gbd@nimg.edu.ua

Наведені результати експериментальних досліджень зварювальних та плазмових процесів. Розглянуто вплив зварювальних робіт на макроклімат виробничих приміщень, а також ультрафіолетової радіації, шуму на організм людини.

Приведены результаты экспериментальных исследований сварочных и плазменных процессов. Рассмотрено влияние сварочных работ на микроклимат рабочих помещений, а также ультрафиолетовой радиации, шума на организм человека.

Data of experiments of welding and plasma processes are resulted. Influence of welding works is considered on the microclimate of workings bays, and also to the ultraviolet radiation, noise on the organism of man during the leadthrough of welding works.

Плазмове зварювання застосовується під час будівництва компресорних, насосно-перераховувальних станцій та інших споруд нафтогазової промисловості. Порівняно з іншими видами зварки, вона володіє низкою технологічних переваг, а саме: високою стабільністю і стійкістю, простотою виконання, що не вимагає високої кваліфікації оператора та забезпечує високу швидкість процесу.

Однак процес плазмового зварювання супроводжується формуванням шкідливих чинників, які негативно впливають на організм людини [1].

Такими є хімічний, фізичний та психофізіологічний чинники. Серед хімічних чинників найбільшою загрозою для здоров'я зварників є зварювальний аерозоль (ЗА), від якого досі не існує надійного захисту. Вплив ЗА на організм людини призводить до бронхо-легеневих захворювань. Крім того, існуючі дані про те, що вплив канцерогенних речовин шестивалентного хрому та нікелю у складі ЗА на органи дихання може підвищувати ризик розвитку онкологічних захворювань [2].

Усі види зварювання металів відкритою дугою, за винятком зварювання під флюсом, є джерелом видимого випромінювання ультрафіолетових променів (УФ), іскор та бризок розплавленого металу та шлаку. За різних способів зварювання на частку випромінювання в УФ ділянці спектра припадає від 1 до 40 % інтегральної інтенсивності променистого потоку [2]. Зі зростанням сили зварювального струму та напруги дуги інтенсивність УФ складової випромінювання оптичного діапазону підвищується.

Психофізіологічний вплив на зварювальника проявляється у вигляді фізичних та нервово-психічних перевантажень. Фізичні перевантаження викликають у людини статичні та динамічні перенапруження, що залежать від маси зварювального інструменту, гнучкості шлангів

і дротів, тривалості безперервної роботи, часу підтримання робочої позиції.

Для кількісної оцінки негативних чинників при плазмовому зварюванні проведено експериментальні дослідження, у ході яких оцінювався стан повітряного середовища у процесі автоматичного плазмового зварювання міді завтовшки 40 мм по флюсу на робочих місцях, обладнаних місцевими витяжними відсмоктувачами. Пилогазоприймач витяжного пристрою розташовувався на висоті 600 мм над зварювальною дугою. При працюючій місцевій витяжній вентиляції продуктивністю 2000 м³/год концентрація пилу в зоні дихання працівника, що спостерігає за зварювальною ванною, складала 4 мг/м³. При цьому концентрація міді в ній складала 0,5 мг/м³, оксиду кремнію – 0,5 мг/м³ і тривалентного хрому – 0,05 мг/м³, тобто концентрації токсичних компонентів твердої фази аерозолу, що входить до складу пилу, не перевищували ГДК. В той же час концентрації оксидів азоту (30 мг/м³) в зоні дихання перевищували ГДК в 14 разів, а біля пульта управління процесом зварювання на ділянці – в 1,5 рази.

За відсутності місцевого відсмоктування на робочому місці оператора концентрація пилу складала на початку зварювання (підігрівання) – 10,6 мг/м³, а у ході процесу зварювання – 30 мг/м³.

Реєстрація рівнів оптичної опроміненості робочого місця у процесі автоматичного плазмового зварювання товстолистової міді по флюсу проводилася під час трьох основних операцій: розігрівання і утворення зварювальної ванни, власне, зварювання і зварювання кінцевої ділянки шва. У період розігрівання і утворення зварювальної ванни (із застосуванням як присадка електрода) піддається дії випромінювання плазмового факела і дуги. Процес прогрівання, що триває 30 хв., супроводжується середньою сумарною опроміненістю працівника, рівною 143 Вт/м в діапазоні довжин хвиль 0,2-3,5 мкм.

Таблиця 1 – Енергетичне випромінювання, Вт/м² робочого місця при механічному плазмовому наплавленні

Режим	Умови замірів	Спектральний діапазон, мкм					
		0,2-3,5	0,2-0,4	0,4-0,7	0,7-1,5	1,5-3,5	3,5-17,0
I _{св} =220-300А; U _д =60-80 В	Дуга без наплавлювання R=0,5 м	271,2	84,9	42,4	84,9	58,9	-
	Без екрана	297,2	126,0	26,0	84,9	60,3	80,4
		58,9	16,4	9,6	19,1	13,7	6,99

Примітка: 1. R – відстань до плазмотрона. 2. Наплавлявся дріт Бр.АМц 9-2 б=2 мм на сталь 40Х

При цьому інтенсивність потоків в ультрафіолетовому видимому і короткому інфрачервоному діапазонах складала 30 Вт/м². Основною частиною спектра оптичного випромінювання у процесі плазмового зварювання є потік з довжиною хвилі понад 1,5 мкм, що володіє тепловими властивостями. Власне, зварювальний процес супроводжується збільшенням опроміненості до 280 Вт/м². У цей період зварювання проводилося із застосуванням електродів марки «ЕА-400/10У» у присутності присаджувального дроту марки Бр. КМц3-1. При цьому рівень ультрафіолетового випромінювання зріс удвічі, а довгохвильового інфрачервоного – майже утричі. Зварювання кінцевої ділянки шва при добре сформованій ванні супроводжується практично лише інфрачервоним випромінюванням, яке складає 95% сумарній значно збільшеній опроміненості, рівній 715 Вт/м². У період автоматичної зварки міді по флюсу інтенсивність шуму складала 80-90 дБА.

Проведені гігієнічні дослідження плазмового зварювання по флюсу дали змогу встановити необхідність технічних заходів захисту для зниження несприятливої дії процесу на організм.

При механізованому плазмовому наплавленні сплаву Бр. АМц 9-2 на циліндрову поверхню сталі марки 40Х концентрація пилу на відстані 250 мм від плазмового струменя (перед щитком оператора) складала 2,9 мг/м³. Концентрації токсичних компонентів твердої фази аерозолу складала: оксиди міді – 0,12 мг/м³, оксиди алюмінію – 0,61 мг/м³ і оксидів марганцю – 0,055 мг/м³, що не перевищували ГДК. Проте концентрації газів були вищі допустимих: озону – в 4 рази, оксидів азоту – удвічі. Під щитком концентрації всіх перерахованих речовин не перевищували ГДК.

При двошаровому плазмовому наплавленні того ж матеріалу концентрація твердої фази аерозолу перед щитком зварювальника у середньому була 0,79 мг/м³, а компонентів у середньому: оксиди міді – 0,024 мг/м³, оксиди алюмінію – 0,13 мг/м³ і оксидів марганцю – 0,016 мг/м³. При цьому в повітрі робочої зони концентрації оксидів азоту складала 2,8 і озону – 0,22 мг/м³.

Для захисту робочого при механізованому плазмовому наплавленні сплаву Бр. АМц 9-2 на циліндрову поверхню сталі марки 40Х перед зоною плазмотрона був встановлений відкид-

ний захисний екран зі світлофільтром Е-3. Робоче місце при відкинутому захисному екрані опромінюється потоком інтенсивністю близько 300 Вт/м², інтенсивність випромінювання в ультракороткохвильовому діапазоні – близько 126 Вт/м² і в сумарному інфрачервоному – 145,2 Вт/м² (табл.1). Захисний екран повністю відсікає оптичний потік, який в цьому випадку на робочому місці не реєструється.

Під час механізованого плазмового наплавлення за сили струму 150 і 250 А рівні шуму перевищують норму на 4-10 дБ в області високих частот (2-8 кГц).

Для покращення повітряного середовища виробничої ділянки і видалення із зони плазмотрона аерозолу, що утворюється, було встановлено повітреприймач у вигляді бортового відсмоктувача з щілиною розмірами 0,48x0,14 м. Швидкість руху повітря, який виникає внаслідок відсмоктування в місці наплавлення на відстані 500 мм від всмоктуючого отвору, дорівнювала приблизно 0,2 м/с, швидкість в щілині – 12 м/с, при цьому кількість повітря, що видаляється, складала 2600 м³/год. Зварювання виконувалося неплавким (вольфрамовим) електродом із застосуванням аргону. Витрата захисного газу 1200 л/год, плазмоутворюючого 120 л/год, сила струму 160-180 А. Наплавлювання одного клапана тривало 20-25 хвилин.

Дослідження показали, що застосування такого витяжного пристрою обов'язкове. Концентрації пилу перед щитком зварника коливалися від 0,7 до 1,0 мг/м³, вміст оксидів азоту складав 1,5-5,0, озону – 0,3 мг/м³ при загальному фоні запиленості – 0,6 мг/м³. Під щитком запилене повітря не перевищувало 0,8 мг/м³, вміст оксидів азоту складав 13,0 мг/м³, озон не був виявлений.

При плазмовому наплавленні серйозним негативним чинником є виділення в повітря робочої зони значних кількостей аерозолу (пилу і газів) та частинок напилюваного металу. Концентрації його можуть перевищувати допустимі в зоні дихання металізатора і знаходитися на рівні ГДК в зоні дихання оператора. При наплавленні дротом молібдену на поверхню при працюючій місцевій витяжній вентиляції концентрації твердої складової аерозолу перед щитком металізатора складала 22,5-24,5 мг/м³. Основним компонентом його є оксид молібдену (MoO₂), максимальна концентрація її перед щитком металізатора коливалася від 15,0 до

21,2 мг/м³, при середній величині 18,1 мг/м³, що складає 93 % від загальної кількості твердої фази аерозолію.

У зоні дихання (під щитком) металізатора концентрація молібдену була рівна в середньому 8,0 мг/м³, що вище допустимої в 4 рази. У зоні дихання оператора концентрація молібдену була на рівні ГДК.

Цей плазмовий процес супроводжується також утворенням шкідливих газів внаслідок дії ультрафіолетової радіації на основні компоненти повітря. Як показали дослідження повітряного середовища, при напиленні молібдену і цирконію утворюються оксиди азоту і меншою мірою оксид вуглецю і озон. Концентрація оксидів азоту в зоні факела (200 мм від плазмотрона) коливалася від 12 до 45 мг/м³, а оксиду вуглецю складала 9-10 мг/м³. У зоні дихання (під щитком) обслуговуючого персоналу (металізатора) концентрація оксидів азоту в середньому складала 3,5 мг/м³, що перевищує ГДК в 1,6-1,7 рази, оксиду вуглецю знаходилася в межах 9 мг/м³ і не перевищувала ГДК. На відстані 2-3 м від плазмової установки концентрація оксидів азоту знижувалася до рівня ГДК.

Основним способом покращення умов праці оператора плазмових установок може слугувати створення обладнання з дистанційним керуванням процесами зварювання, винесення робочого місця із зони дії несприятливих чинників на відстань більше 3 м, а також подальше удосконалення засобів колективного і індивідуального захисту, розробка спеціальних систем місцевої витяжної і загально обмінної вентиляції, вдосконалення систем світло-, шумо- і вібропогашення, а також індивідуального захисту органів зору, слуху і організму загалом [2].

При розробці конструкції місцевої витяжної вентиляції – укриття для плазмової обробки – доцільно одночасно вирішувати питання захисту оператора від дії оптичного випромінювання і зниження рівня шуму.

Плазмові установки рекомендується розташовувати в окремих приміщеннях чи на ізольованих ділянках цеху. Розташування несучих і огорожувальних конструкцій в цих приміщеннях повинно виключати утворення непротруюваних просторів, в яких можуть накопичуватися пил та газ. Стіни, стеля і внутрішні конструкції промислових приміщень рекомендується покривати звукопоглинаючим облицюванням з захисною обробкою і фарбувати в світлі тони із застосуванням білил.

Площа робочого місця оператора плазмової установки (за виключенням площі, що зайнята устаткуванням і проходами) повинна бути не менше 10 м², а вільна висота приміщення від рівня підлоги – не менше 3,2 м.

У приміщеннях для плазмової обробки повинні бути передбачені вантажопідйомні пристосування, якщо маса виробів, що підіймаються, більше 20 кг.

У випадку машинного прорізання листового прокату потрібно використовувати місцеві відсоси від розкрійних рам. Відсмоктування повинно здійснюватись із каналів, що утворені

ребрами і піддоном розкрійної рами і розрізаючим листом, за допомогою повітроприймальних приладів різної конструкції. Вибір конструкції визначається типом і розміром розкрійної рами. Управляються повітроприймальні прилади частинами машини, які автоматично рухаються, чи спеціальним приводом, що працює синхронно з роботою машини.

За ширини розкрійної рами до 2 м рекомендується одnobічне відсмоктування, за ширини 2-4 м – бічне (з можливістю перемикання на односторонню витяжку) чи одностороннє відсмоктування, активоване здуванням шляхом подавання повітря в канал розкрійної рами з протилежної від відсмоктування боку. За ширини рами понад 4 м всередині неї доцільно влаштування додаткових всмоктуючих повітропроводів.

При ручному різанні рекомендується застосовувати секційні розкрійні столи з нижньо-боковими відсмоктувачами. При ширині столу до 1,5 м рекомендується одnobічне відсмоктування, при більшій ширині – двобічне. Столи для різання дрібних виробів можна облаштувати нахиленими панелями рівномірного всмоктування з дашками і завісами. При цьому швидкість всмоктування у зоні різання повинне бути не менше 0,6 м/с.

У ході різання труб рекомендується верхній напівкільцевий відсмоктувач у зоні різання повинен бути не меншим 0,6 м/с.

Ручні і автоматизовані процеси плазмового зварювання і наплавлення дрібних виробів повинні, насамперед, виконуватись в укриттях, які вентилуються, з відкритими отворами для установки виробу і налагодження процесу. Швидкість в цих щілинах повинна бути в межах 1,5-2,0 м/с.

Робітники, які обслуговують плазмові установки, забезпечуються засобами захисту у відповідності з «Типовими галузевими нормами безкоштовної видачі робочим і службовцям спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту», які затверджені Держкомітетом по праці і соціальних питаннях. Рекомендується використовувати одяг у відповідності з ТУ 170869-77 «Брезентовий спецодяг з вогнезахисною пропиткою».

Література

1 Алексеева И.С. Гигиеническая оценка ручной и механизированной плазменной резки нержавеющей стали и рекомендации по улучшению условий труда / И.С.Алексеева, Ю.И.Норкин, О.Н.Тимофеева // Технология судостроения. – 1993. – №3.С.70-73.

2 Левченко О.Г. Методи нейтралізації токсичних речовин у зварювальному виробництві./ О.Г.Левченко, С.А.Грищенко // Вісник. – К.: ННДіПБОП, 2003. – № 6. – С.19-23.

*Стаття поступила в редакційну колегію
12.03.09*

*Рекомендована до друку професором
Семенцовим Г.Н.*