

УДК 621.778 8.006.354

О. Г. БИКОВСЬКИЙ, докт. техн. наук, проф., ЗНТУ, Запоріжжя
М. І. ЛАЗУТКІН, канд. техн. наук, доц., ЗНТУ, Запоріжжя

ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОНСТРУКЦІЙ З КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ

Вказані небезпеки, що призводять до виробничих травм при електро- та газовому зварюванні кольорових металів і сплавів. Особливо підкреслюється можливість отруєння організму шкідливими газами, пилом та випарами, що виділяються при зварюванні. Розглянуті допустимі норми шуму при плазмовому різанні на плазмотроні, граничні співвідношення компонентів вибухонебезпечних сумішей.

Указаны опасности, которые приводят к производственным травмам при электро- и газовой сварке цветных металлов и сплавов. Особенно подчеркивается возможность отравления организма вредными газами, пылью и испарениями, которые выделяются при сварке. Рассмотрены допустимые нормы шума при плазменном резании на плазмотроне, допустимые соотношения компонентов взрывоопасных смесей.

Dangers which lead to industrial traumas at elektro- and welding of nonferrous metals and their alloys are specified. Especially an organism poisoning with harmful gases, a dust and evaporate-ons which are allocated at welding. Are considered admits norms of noise at plasma cutting on plasmic apparatus, admissible parities of components of explosive mixes.

Вступ. Охороні праці в галузі зварювання кольорових металів відводиться важливе місце. Особливу увагу необхідно приділяти речовинам, які вражають робітників при зварюванні і різанні кольорових металів. Граничні допустимі концентрації їх часто бувають набагато вищими на практиці. Треба дотримуватись правил безпеки при зварюванні міді і мідних сплавів, тому що мідь і легувальні елементи в її сплавах інтенсивно випаровуються, а пари дуже токсичні. Особливу увагу слід приділяти концентрації марганцю, його наявність в повітрі більше за $0,3 \text{ мг/м}^3$ може викликати важкі захворювання нервової системи. При попередньому чи супутньому підігрівах кольорових металів при зварюванні суміші з киснем можуть бути вибухонебезпечними.

Завдяки високій корозійній стійкості у багатьох кислих середовищах, малій питомій вазі, високій електро- і теплопровідності, холодостійкості, легкому деформуванню тиском алюмінієві сплави використовують як у вигляді прокату, так і в деформованому стані, литві в багатьох авіакосмічних конструкціях, у транспортному машинобудуванні, у будівництві і т.п.

Основні труднощі при зварюванні алюмінієвих сплавів пов'язані з необхідністю руйнування оксидної плівки Al_2O_3 , яка не розчиняється у рідкому алюмінії, має високу температуру плавлення ($\sim 2050 \text{ }^\circ\text{C}$ порівняно з температурою плавлення алюмінію – $660 \text{ }^\circ\text{C}$).

Боротьба з плівками ведеться як заходами підготовки поверхні до зварювання, так і під час зварювання (в зварювальних ваннах з застосуванням флюсів чи покриттів, які містять хлористі та фтористі солі лужноземельних металів; використання асиметричного різнополярного струму; використання флюсів-суспензій, тощо).

Мідь і сплави на її основі (високі електро-, теплопровідність, корозійна стійкість, високі показники пластичності при низьких температурах, здатність до пластичного деформування в холодному і гарячому стані) використовуються для виготовлення теплообмінних апаратів, електророзподільних пристроїв, в криогенній техніці тощо.

При проведенні електрозварювальних робіт цих сплавів на зварника діють проміні дуги, на очі й частини тіла можуть попасти бризки розплавленого металу й шлаку, йому загрожує небезпека враження електрострумом.

Безпека зварювальних робіт цілком залежить від рівня професійної майстерності, знань і уміння виконання їх зварником.

Основні небезпеки, що призводять до виробничих травм при зварюванні:

- ураження електричним струмом при електрозварювальних роботах;
- ураження зору та відкритої поверхні шкіри випромінюванням електричної дуги;
- отруєння організму шкідливими газами, пилом та випарами, що виділяються при зварюванні;
- пожежна небезпека та опіки;
- вибухи ацетиленових генераторів від зворотних ударів полум'я, коли не спрацьовує водяний затвор;
- вибухи кисневих балонів у момент їх відкриття, якщо на штуцері балона чи на клапані редуктора є масло;
- небезпечна ситуація при необережному поводженні з пальником;
- механічні травми при заготівельних і складально-зварювальних операціях.

Враження електричним струмом відбувається при дотику до струмоведучих частин електропроводки та зварювальної апаратури, що застосовується для дугового, контактного та променевого видів зварювання.

Струми, що проходять через тіло людини, більш ніж 0,05 А (при частоті 50 Гц), можуть викликати важкі наслідки й навіть смерть ($> 0,1$ А). Опір людського організму залежно від стану (втомленість, вологість шкіри, стан здоров'я) змінюється в широких межах від 1 000 до 20 000 Ом. Напруга холостого ходу джерел живлення нормальної дуги досягає 90 В, а при плазмовому різанні слід ураховувати більше значення напруги на дузі і холостого ходу джерела живлення (180 В при ручному і до 500 В при машинному різанні). Тому при поганому самопочутті зварника через нього може пройти струм, близький до граничного - 0,09 А.

Електробезпека забезпечується: виконанням вимог електробезпеки електрозварювального обладнання, надійною ізоляцією, застосуванням захисних огорож, автоблокуванням, заземленням електрообладнання та його елементів, обмеженням напруги холостого ходу джерел живлення (генератори постійного

струму до 90 В, трансформатори до 75 В). Довжина проводів між мережею живлення і пересувним зварювальним агрегатом не повинна перевищувати 15 м. При роботі в ускладнених умовах або в закритих посудинах зварювальна установка повинна мати блокувальний пристрій для автоматичного вимкнення зварювального кола або зниження напруги при обриві дуги до 12 В.

При зварюванні на змінному струмі можна використовувати пристрій для зниження вторинної напруги джерела живлення типу БСНТ-4. Корпуси зварювальних апаратів, каркаси розподільних щитів і шаф необхідно заземлювати мідним проводом перерізом не менш 6 мм² чи сталевим перерізом не менш 12 мм². Температура нагріву окремих частин зварювального агрегату не повинна перевищувати 75°C; індивідуальними засобами захисту (робота в сухому та міцному спецодязі та рукавицях, у черевиках без металевих шпильок та гвіздків); дотримання умов роботи (припинення роботи під час дощу та сильного снігопаду, коли немає укриття; користування гумовим килимком, гумовим шоломом та калошами при роботі всередині місткості, також переносною лампою напругою не більш 12 В; ремонт електрозварювального обладнання та апаратури спеціалістом-електриком).

Захист зору та відкритої поверхні шкіри. Електрична зварювальна дуга створює три види випромінювання: світлове, ультрафіолетове, інфрачервоне. Світлові промені засліплюють, бо їх яскравість значно перевищує допустимі норми.

Ультрафіолетове випромінювання навіть при коротко дійсній дії протягом кількох секунд спричиняє захворювання очей, що називається електрофтальмією. Воно супроводжується гострим болем, різью в очах, сльозотечею, спазмами повік. Тривала дія ультрафіолетового випромінювання призводить до опіків шкіри, інфрачервоного – помутніння кристалика ока (катаракта), що може привести до послаблення та втрати зору; тепла дія цих променів викликає опіки шкіри.

Захист зору та шкіри обличчя при дуговому зварюванні забезпечується використанням щитів, масок або шоломів із жаростійких діелектриків (фарби, просоченої спеціальним розчином, фанери тощо) із захисним склом – світофільтри (розмір 52×102 мм), що затримують і поглинають випромінювання дуги. Залежно від потужності дуги, застосовують різні світофільтри. Для захисту від випромінювання дуги в стаціонарних умовах встановлюють захисні кабінки, а при будівельних і монтажних роботах використовують переносні щити та ширми. Для захисту тіла застосовують спецодяг із цупкого брезенту чи сукна, іноді з азбестової тканини.

Захист від отруєння шкідливими газами, пилом і випарами. Склад і кількість шкідливих газів, пилу та випарів залежить від виду зварювання, складу захисних засобів (покриття, флюсів, газів), зварювального та електродного матеріалів. Кількість зварювального пилу (аерозолі) та легких сполук при зварюванні, становить від 10 до 150 мг на кг розплавленого електродного металу.

Основними її складовими є оксиди заліза (до 70 %), марганцю, кремнію, хрому та інші сполуки. Найшкідливішими є хром, марганець та фтористі сполуки. Крім аерозолів повітря в робочих приміщеннях при зварюванні

забруднюється різними шкідливими газами: оксидами азоту, вуглецю, фтористим воднем та ін.

Особливо шкідливими речовинами вражаються робітники при зварюванні і різанні кольорових металів. Їх гранично допустимі концентрації (ГДК) часто бувають набагато перевищені на практиці. В табл.1,2 наведено ГДК шкідливих речовин у повітрі при зварюванні деяких кольорових металів і сплавів.

Так при зварюванні плавким електродом плит з алюмінієвого сплаву АМгб з використанням зварювального дроту Св-АМгб концентрація твердоскладових зварювального аерозолу (ТСЗА) набагато більша порівняно із використанням вольфрамового електрода.

Якщо порівняти дані таблиць, видно, що вміст майже усіх речовин біля органів дихання зварників набагато більш допустимих норм. Особливості дотримання правил техніки безпеки при зварюванні міді і мідних сплавів полягають у тому, що мідь і легувальні елементи в її сплавах інтенсивно випаровуються, а їхня пара є токсичною. Наведені дані щодо ГДК шкідливих речовин взяті в повітрі на рівні дихальних органів.

Таблиця 1. ГДК шкідливих речовин в повітрі при зварюванні металів

Зварювані метали, сплави і газові сполуки	Речовини	ГДК, мг/м ³
Алюміній і сплави на його основі	Алюміній	2
Мідь і сплави на її основі	Мідь (метал і його оксиди)	1
	оксид марганцю	0,3
	оксид кремнію	1
	оксид нікелю	0,5
	оксид цинку	5
	оксид азоту	5
	озон	0,1
Берилієва бронза	Берилій і його сполуки	0,01
Свинець	Свинець і його неорганічні сполуки	0,01
Сполуки водню	Фтористий водень	0,05

Місцеві пило газоприймачі необхідно розміщувати безпосередньо біля зварювальної ванни, а продуктивність стаціонарних або пересувних пристроїв має бути не менш 1000 м³/год. У фільтровентиляційних апаратах треба використовувати фільтри, очищаючі повітря не тільки від ТС-ЗА, але і від озоновміщуючих складових зварювального аерозолу. Серед останніх найбільш небезпечним є цинк і берилій.

При зварюванні міді і деяких її сплавів застосовується азот і аргон, які, маючи більшу питому вагу, можуть витіснити кисень з приміщення. Особливо це небезпечно при роботі в замкнутих об'ємах, що треба урахувати при установці відсмоктувачів місцевої і загальної вентиляції. У таких приміщеннях забір повітря для контролю вмісту азоту і аргону має проводитись постійно за допомогою автоматичного газоаналізатора безперервної дії.

Таблиця 2. Вміст шкідливих речовин в повітрі при зварюванні алюмінієвих сплавів в середовищі інертних газів

Місце отримання проб	Компоненти зварювального аерозолю	Середня концентрація, мг/м ³ ·10 ⁻⁶
Зварювання плавким електродом		
0,2 м від дуги	ТС-3А 320	
	Al ₂ O ₃	170
	MgO	20
	MnO ₂	2,5
	Fe ₂ O ₃	3,5
	O ₃	0,2
	CO	0,9
	NO	9,0
4 м від дуги	ТС- 3А	1,3
	Al ₂ O ₃	1,4
	MgO	0,3
	O ₃	0,04
Зварювання вольфрамовим електродом		
0,2 м від дуги	ТС-3А 2,5	
	O ₃	0,02
	CO	12,5
	NO	3,7

При зварюванні конструкції на пересувних робочих місцях треба застосовувати вентиляційні пристрої ежекторного типу; розрахунковий повітряний обмін має бути не менш 11000 м³/кг витраченого електродного дроту.

Берилієву бронзу можна зварювати тільки в закритих камерах з витяжною вентиляцією із швидкістю руху повітря в робочому проїмі камери не менш 1 м/с, а вихідні отвори вакуумних насосів треба приєднувати до місцевої вентиляції. Очищення камери від нагару після зварювання слід виконувати тільки вологим способом (нагар розчиняється в 5% соляній кислоті) при увімкненій місцевій витяжній вентиляції.

Поряд з короткочасним отруєнням, що проявляється як запаморочення, головний біль, нудота, блювання, слабкість тощо, отруйні речовини можуть відкладатися в тканинах організму людини і викликати хронічні захворювання. Особливу увагу слід звертати на концентрацію марганцю, бо його наявність в повітрі більш за 0,3 мг/м³ може викликати важкі захворювання нервової системи.

Найшкідливішим є зварювання покритими електродами, а при автоматичних методах зварювання кількість шкідливих виділень значно менша. Небезпечна робота при газовому зварюванні і різанні можлива тільки при правильному поводженні з матеріалами, обладнанням та апаратурою згідно з «Правилами техніки безпеки та виробничої санітарії при виробництві ацетилену, кисню та газополуменовій обробці металів». До виконання газозварювальних та газорізальних робіт допускаються робітники не молодше 18 років, які пройшли спеціальне навчання з перевіркою знань безпечної роботи.

Забороняється працювати без водяного затвору чи при несправному водяному затворі; не можна до одного водяного затвору приєднувати кілька пальників або різаків.

Треба бути обережним при роботі з карбідом кальцію: зберігати його в сухих, добре провітрюваних, вогнестійких приміщеннях; на місці виконання робіт зберігати карбід кальцію в непошкоджених барабанах із щільно закритою кришкою; розкривати барабани з карбідом кальцію слід лише спеціальним інструментом, що запобігає можливості утворення іскор; треба захищати барабани від поштовхів і ударів.

При зварюванні кольорових металів часто застосовується попередній, а інколи і супутній підогрів, який реалізується завдяки згорянню горючих газів у сумішах з киснем. Такі суміші можуть бути вибухонебезпечними навіть при наявності іскор. Співвідношення їх з повітрям і киснем наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Граничні співвідношення компонентів вибухонебезпечних сумішей

Пальне	Об'ємна частка пального в суміші, %	
	з повітрям	з киснем
Ацетилен	2,3 – 100	2,1 – 100
Водень	3,3 – 81,5	4,6 – 93,9
Природний газ	4,8 – 14	5,0 – 59,2
Пропан	2,0 – 9,5	2,0 – 48
Бутан	1,5 – 8,5	1,3 – 47
Пари бензину	0,7 – 6	2,1 – 28,4
Пари гасу	1,4 – 5,5	2,0 – 28

Кисень, крім того, активно реагує з жировими речовинами або твердим паливом, яке знаходиться в дисперсному вигляді, що призводить до їх окислювання, а утворення цього тепла призводить до самозаймання, яке активно підтримується киснем. Це викликає опіки у робітників і стає причиною пожеж.

Слід захищати кисневі балони від поштовхів і ударів при транспортуванні та зберіганні. Для забезпечення вибухобезпеки транспортувати балони дозволяються на ресорних транспортних засобах, спеціальних ручних возиках та ношах, у спеціальних контейнерах. Балони треба надійно кріпити у вертикальному положенні на значній відстані від нагрівальних приладів, захищеному від дії сонячних промінів місце. Сумісне зберігання балонів з горючими газами та киснем не допускається.

Під час газополуменевої обробки зварники повинні працювати в спеціальному одязі, рукавицях і захисних окулярах зі склом Г-1; Г-2; Г-3, а допоміжні робітники – в окулярах зі склом В-1; В-2; В-3. Зі збільшенням потужності полум'я треба застосувати скло з більшим номером, якнайтемніше.

При виконанні газополум'яних робіт всередині відсіків, ям та резервуарів, де можливі накопичення шкідливих газів, мають працювати переносні припливно-втяжні вентилятори.

При виготовленні металокопункцій з кольорових металів виникає необхідність їх різання. Якщо виконання прямолінійних і деяких криволінійних

зрізів може бути досягнуто механічними методами у холодному стані і не викликає труднощів, то різання металу великої товщини, виготовлення фасонних деталей, отворів, поверхневої обробки завжди пов'язано з використанням теплових методів різання.

Плазмове різання супроводжується сильним шумом, який у поєднанні з ультразвуковим ефектом є небезпечним для обслуговуючого персоналу.

Діючими нормами установлені допустимі рівні звукового тиску в залежності від частоти шуму (табл. 4).

Взагалі сила робочого струму мало впливає на рівень шуму, в той час як вплив робочої напруги більш суттєвий. Рівень шуму на відстані 1 м знижується на 6 Дб, на відстані 4 м – на 16 Дб. Тому при механізованому зварюванні практикуються дистанційні методи керування процесу різання.

Оскільки при ручному різанні робітник знаходиться поруч з плазмотроном, доцільне використання протишумових навушників або протишумної каски ВЦННІОТ-2М з навушниками, яка захищає від іскор, механічних травм голови і від високочастотного шуму інтенсивністю до 120 Дб.

Таблиця 4. Допустимі норми шуму при плазмовому різанні на відстані 0,5 м від плазмотрону

Місце вимірювання шуму	Рівень шумового тиску (Дб) для середніх частот октанових смуг (Гц)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
на робочому місці	90	92	86	83	80	78	76	74
те саме при використанні протишуму ВЦННІОТ	–	–	102	102	107	114	120	113
витяжна вентиляція (вентилятор поза приміщенням)	67	67	66	57	48	43	39	40

Крім того необхідно обмежувати сумарну тривалість впливу шуму на оператора протягом робочої зміни. Діючими нормами передбачаються поправки до таблиці, вказаної вище, при перевищенні допустимого рівня шуму на 6 – 12 Дб за рахунок обмеження тривалості впливу шуму до 4 і 1 год.

При плазмовому різанні виділяється багато газів, пари від розрізуваних металів і аерозолів від хімічних з'єднань, особливо оксидів міді і цинку. Ці виділення вилучаються за допомогою загально обмінної вентиляції і обов'язковим додатковим відсмоктуванням газів і пилу від місць їх утворення. При ручному різанні постійне робоче місце має бути облаштоване столом з нижньообовим відсмоктуванням повітря кратністю обміну до 6 – 12 тис. м³/год. При різанні міді і її сплавів необхідно використовувати шлангові протигази з примусовою подачею повітря або фільтруючі промислові протигази, респіратори.

При отруєнні газами треба насамперед винести потерпілого на свіже повітря, розстебнути одяг. Дати понюхати нашатирного спирту, розтерти шкіру, зігріти,

коли холодно, зробити штучне дихання, дати подихати киснем (особливо при отруєнні CO).

Місцеві пилогазоприймачі необхідно розміщувати безпосередньо біля зварювальної ванни, а продуктивність стаціонарних або пересувних пристроїв має бути менше 1000 м³/год. У фільтровентиляційних апаратах треба використовувати фільтри, очищуючи повітря не тільки від ТСЗА, але і від озонвміщуючих складових зварювального аерозолю. Серед останніх найбільш небезпечним є цинк, свинець і берилій які, маючи більшу питому вагу, можуть витіснити кисень з приміщення; особливо це небезпечно при роботі в замкнених об'ємах, що треба врахувати при установці відсмоктувачів місцевої і загальної вентиляції. У таких приміщеннях забір повітря для контролю вмісту азоту і аргону має проводитися постійно за допомогою автоматичного газоаналізатора безперервної дії.

При зварюванні конструкції на пересувних робочих місцях треба застосовувати вентиляційні пристрої ежекторного типу; розрахунковий повітряний обмін має бути не менш 11000 м³ на кг витраченого електродного дроту.

Берилієву бронзу можна зварювати тільки в закритих камерах з витяжною вентиляцією із швидкістю руху повітря в робочому проїмі камери не менш 1 м/с, а вихідні отвори вакуумних насосів треба приєднувати до місцевої вентиляції. Очищення камери від нагару після зварювання слід виконувати тільки вологим способом (нагар розчиняється в 5 %-ній соляній кислоті) при увімкненій місцевій вентиляції і використанні респіраторів.

Поряд з короткочасним отруєнням, що проявляється як запаморочення, головний біль, нудота, блювотина, слабкість тощо, отруйні речовини можуть відкладатися в тканинах організму людини і викликати хронічні захворювання. Особливу увагу слід звертати на концентрацію марганцю, бо його наявність в повітрі більш 0,3 мг/м³ може викликати важкі захворювання нервової системи. Найшкідливішим є зварювання покритими електродами, а при автоматичних методах зварювання кількість шкідливих виділень значно менше.

При заготівельних і складально-зварювальних операціях можливі травми. Такі травми спричиняються недотриманням техніки безпеки під час роботи на металорізальному обладнанні при заготівельних операціях, відсутністю пристроїв для транспортування важких деталей; несправністю транспортних засобів – візків, ланцюгів, тросів, захоплювачів, недотриманням персоналом основних правил з такелажних робіт; несправністю інструменту-кувалд, молотків, зубил, ключів тощо.

В статті вказані допустимі норми шкідливих речовин в повітрі при зварюванні металів та сплавів – алюмінію, міді і її оксидів, оксидів марганцю, кремнію, нікелю, цинку, азоту, берилієвої бронзи, свинцю та сполук водню. Вказана концентрація алюмінієвих сплавів в середовищі інертних газів та наведені данні щодо ГДК шкідливих речовин в повітрі на рівні дихальних органів. Плазмове різання супроводжується сильним шумом, який у поєднанні з ультразвуковим ефектом є небезпечним для обслуговуючого персоналу.

Основними заходами зі зниженням травматизму є продумані з точки зору безпеки робіт технологія заготівлі, складання та зварювання, правильне оснащення робочих місць та дотримання персоналом основних правил з техніки безпеки.

Список літератури: 1. *Биковський О.Г.* Зварювання та різання кольорових металів. К.: Основа. 2011. – 389 с. 2. *Псарас Г.Г., Ежель А.И.* Сварщику цветных металлов: Справ. пособ. – Донецк: Донбасс, 1982. – 151 с. 3. *Ширшов И.Г., Котиков В.И.* Плазменная резка. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1987.- 192 с.

Поступила в редколлегию 05.01.2012

УДК 378.14

В. Н. ЧЕРНЕТА, ст. преп., ДГФА, Днепропетровск

КАК ОБУЧАЕМ – ТАК И ДЕЙСТВУЕМ!

(формирование практических навыков БЖД в процессе обучения)

В статье рассмотрены основные принципы обучения, которые вооружают преподавателя некоторым универсальным алгоритмам деятельности, систематизируя и организуя педагогические влияния. Раскрыта современная система принципов обучения БЖД студентов. Определены требования к подготовке преподавателя дисциплины БЖД и даны рекомендации по становлению его профессиональной компетентности.

У статті розглянуті основні принципи навчання, які озброюють викладача деяким універсальним алгоритмам діяльності, систематизуючи і організовуючи педагогічний вплив. Розкрита сучасна система принципів навчання БЖД студентів. Визначено вимоги до підготовки викладача дисципліни БЖД і дані рекомендації по становленню його професійної компетентності.

Basic principles of educating that arm a teacher with some universal algorithms of activity, which systematize and organize pedagogical influences are disclosed in the article. Modern system of principles of educating of principles of personal and social safety of students is disclosed. Requirements to preparation of teacher of discipline principles of personal and social safety and recommendations on becoming of his professional competence are defined.

Введение

Безопасность – это необходимое условие дальнейшего развития цивилизации. Однако мы видим, что и в XXI веке, наряду с уже традиционными угрозами и опасностями, возникают и новые: усиливаются социальные противоречия, возрастает уязвимость городских инфраструктур к ударам стихии, энергетическим катастрофам, актам терроризма. Все больше тревожат мировую общественность инфекционные заболевания.

Мировая статистика роста ЧС и их разнообразия показывает, что пришло время коренным образом пересмотреть свои взгляды на комплекс проблем безопасности в современных, постиндустриальных условиях. Ведь многими техногенными, социальными и природными явлениями управлять становится все сложнее, а иногда и просто невозможно. По оценкам некоторых специалистов, если не будет изменен современный стиль жизни населения планеты, в первой