

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КПІ»

## **ОХОРОНА ПРАЦІ**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до розділу дипломних проектів і робіт  
для підготовки спеціалістів та магістрів за напрямком 7(8).050504  
«Зварювання»  
усіх форм навчання

Охорона праці: Методичні вказівки до розділу дипломних проектів і робіт для підготовки спеціалістів та магістрів за напрямком 7(8).050504 «Зварювання» усіх форм навчання / Укл. О. Г. Левченко – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 28 с.

*Рекомендовано Вченою радою ІЕЕ НТУУ «КПІ»,  
протокол № 4 від 26.11.2012 р.*

Електронне навчальне видання

Охорона праці

Методичні вказівки  
до розділу дипломних проектів і робіт  
для підготовки спеціалістів та магістрів за напрямком 7(8).050504 «Зварювання»  
усіх форм навчання

Укладач О. Г. Левченко, доктор технічних наук  
Відповідальний редактор О. І. Полукаров, кандидат технічних наук  
Рецензент В. Д. Воробйов, доктор технічних наук, професор

## ЗМІСТ

	Стор.
1. Методичні вказівки до структури і змісту розділу.....	4
2. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори.....	6
3. Вимоги безпеки праці.....	9
3.1. Вимоги до технологічних процесів.....	9
3.2. Вимоги до виробничих приміщень.....	15
3.3. Вимоги до організації робочих місць.....	15
3.4. Вимоги до вентиляції.....	17
4. Електробезпека.....	18
4.1. Загальні вимоги електробезпеки.....	18
4.2. Класи електротехнічних виробів за способом захисту людини від ураження електричним струмом.....	19
4.3. Вимоги до експлуатації зварювального обладнання.....	19
4.4. Електробезпека зварювальних робіт.....	22
5. Захист від теплового випромінювання.....	23
6. Захист від електромагнітних полів.....	24
7. Вимоги до застосування засобів індивідуального захисту.....	25
8. Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	25
8.1. Пожежна безпека.....	26
8.2. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.....	27
Список літератури.....	27

## 1. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО СТРУКТУРИ І ЗМІСТУ РОЗДІЛУ

Розділ дипломного проекту «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» оформляють окремим розділом обсягом 10-15 сторінок з чотирьох основних підрозділів:

**Вступ** (без назви) обсягом близько 0,5 сторінки.

- 1. Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів (ШНВФ).**
- 2. Інженерні рішення для забезпечення безпеки праці** (технологічного процесу, дільниці, цеху тощо).
- 3. Розрахунок інженерного рішення.**
- 4. Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях.**

**Список використаної літератури** (наводиться в загальному списку дипломного проекту).

У **вступі** коротко зазначаються особливості технологічного процесу чи обладнання, що проектується, стосовно проблем охорони праці та екології, які створюються під час застосування даної технології. Зазначається мета та завдання розділу.

У **підрозділі 1** аналізують наявність шкідливих та небезпечних факторів конкретного процесу, що проектується; наводять їх перелік, опис і коротку характеристику з урахуванням специфіки зварювального процесу [1]; зазначаються причини виникнення ШНВФ, їх джерел, параметрів, якісних і кількісних характеристик; для порівняння наводяться нормативні показники ШНВФ з посиланням на нормативну літературу. Для шкідливих речовин, крім гранично допустимих концентрацій (ГДК) у повітрі робочої зони, зазначають клас безпеки, для інших ШНВФ – гранично допустимі рівні (ГДР) [1]. Оцінюють рівень безпеки й шкідливості виробничого процесу.

У **підрозділі 2** спочатку наводяться нормативні вимоги до технологічних процесів, виробничого приміщення, обладнання, організації робочих місць, персоналу, засобів індивідуального захисту працюючих та методів контролю виконання вимог безпеки праці у відповідності до основних нормативних документів, зокрема ДСТУ 2456-94 [2], ДСТУ 2489-94 [3] та стандартів, на які даються посилання цих основних стандартів. Потім описують конкретні інженерні рішення щодо попередження травматизму і професійних захворювань, які можуть бути зумовлені дією ШНВФ; наводять заходи та засоби колективного і індивідуального захисту та їх характеристики. При цьому враховують, що засоби індивідуального захисту використовують у тих випадках, якщо усі заходи колективного захисту не забезпечують належного захисного ефекту або в залежності від конкретних умов праці не можуть застосовуватись. Наводять дані про засоби індивідуального захисту, їх призначення, технічні характеристики та ефективність захисту [4].

Стосовно світлофільтрів для захисту органів зору, які застосовуються в щитках та масках зварників, як одного з основних засобів індивідуального захисту, слід враховувати, що в залежності від того якими світлофільтрами користуються (вітчизняними чи європейськими), їх вибір виконується у відповідності до вимог ОСТ 21-6-97 [5] або ДСТУ EN 169-2001 [6]. При цьому в першому випадку слід навести класифікаційний номер світлофільтра (від 1 до 13, всього 13 класів) [5], а в другому – ступінь захисту від оптичного випромінювання зварювальної дуги (від 1,2 до 16, всього 19 класів) [6].

Важливо показати, що головним завданням охорони праці є застосування нових зварювальних технологій, удосконалених за вимогами охорони праці й навколишнього середовища. Так, на основі аналізу недоліків базового варіанту технології, що

застосовувалась до цього часу, пропонують нову технологію, удосконалену щодо вимог безпеки та гігієни праці, враховуючи наступні заходи:

- Технологічні [1]:
  - вибір технології зварювання та споріднених процесів;
  - вибір зварювального обладнання;
  - вибір зварювальних матеріалів;
  - вибір режимів зварювання.
- Конструкторські:
  - зміна конструкції обладнання з метою поліпшення умов праці;
  - розробка оснастки, що покращує умови праці, знижує важкість та напруженість праці.
- Спеціальні колективні (санітарно-технічні) заходи і засоби безпеки [1]:
  - вибір системи вентиляції;
  - захист від випромінювань оптичного діапазону;
  - захист від електромагнітних полів;
  - захист від шуму;
  - захист від рухомих елементів обладнання;
  - захист від ураження електричним струмом;
  - захист від інших ШНВФ.
- Організаційно-планувальні заходи:
  - обґрунтування плану дільниці (цеху) щодо охорони праці;
  - організація робочого місця у відповідності до вимог охорони праці.

Крім того, в даному підрозділі на основі особливостей використовуваної технології і наслідків, які вона може створювати на навколишнє середовище, необхідно передбачити та навести такі основні екологічні заходи:

- захист повітря від викидів шкідливих речовин, що утворюються під час застосування певної технології [1];
- захист води, що використовується в технологічних процесах, від можливих забруднень; очищення використаної води;
- захист ґрунту від відходів, що виникають в результаті технологічного процесу, і утилізація відходів (залишків зварювальних матеріалів, металу, шлакової кори, бризок металу і шлаку тощо).

У **підрозділі 3** розраховують одне з інженерних рішень (за виключенням розрахунку освітлення робочого місця чи виробничого приміщення). При цьому завдання узгоджують з керівником розділу з охорони праці й навколишнього середовища. Бажано виконати розрахунок продуктивності системи вентиляції у відповідності з формулами, наведеними в посібнику [1].

У **підрозділі 4** аналізують надзвичайні (аварійні) випадки, які можуть статися на виробництві: пожежа; вибух (усередині обладнання, будівлях або навколишньому середовищі); розрив або зруйнування обладнання; викид шкідливих речовин; одночасна дія перелічених видів небезпеки тощо.

З метою запобігання пожеж виконують аналіз речовин і матеріалів, що використовуються в технологічному процесі або знаходяться у виробничому приміщенні, за вимогами їх пожежовибухонебезпеки; можливих джерел запалювання. Визначають категорію пожежовибухонебезпеки приміщення дільниці (цеху), клас зони пожежовибухонебезпеки, що може виникати у приміщенні або поза його межами; клас можливої пожежі; можливі причини пожеж; заходи пожежної профілактики; номенклатуру і кількісний склад первинних засобів гасіння пожежі; вимоги до систем евакуації; пожежний зв'язок і сигналізацію [7, 8]. Наводять вимоги безпеки та поведінки персоналу у випадку аварійних ситуацій.

## 2. НЕБЕЗПЕЧНІ І ШКІДЛИВІ ВИРОБНИЧІ ФАКТОРИ

В даному розділі методичних вказівок наведено класифікацію ШНВФ, аналіз яких виконують у відповідності до конкретної технології зварювання, що є предметом дипломного проекту, а також особливості ШНВФ основних способів зварювання і споріднених технологій.

За своїм походженням та природою дії на організм людини ШНВФ поділяють на фізичні, хімічні, психофізіологічні, біологічні та соціальні [7].

До **фізичних** належать:

фактори, що створюють небезпеку механічного травмування, опіків, обморожування; віброакустичні фактори (шум, вібрація, ультра- та інфразвук); електричні (статична електрика, підвищені рівні напруги, замикання ланцюга через тіло людини);

іонізуюче, електромагнітне, ультрафіолетове (УФ) та інфрачервоне (ІЧ) випромінювання;

світлові (недостатнє освітлення, підвищена яскравість тощо);

пил фіброгенної дії (нерозчинений у біологічних рідинах, наприклад, частинки SiO<sub>2</sub>).

До **хімічних** факторів належать шкідливі хімічні речовини (ШР) у будь-якому агрегатному стані, здатні потрапляти в організм і розчинятись у біологічних рідинах.

До психофізіологічних факторів включають: фізичні перевантаження (статичні й динамічні) і нервово-психічні (розумові й емоційні, монотонність праці, емоційні перевантаження).

**Біологічні** фактори в умовах зварювального виробництва зустрічаються рідко, оскільки вони не є наслідком зварювального процесу. До них належать патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, грибки, найпростіші) та продукти їх життєдіяльності, а також макроорганізми (тварини та рослини).

**Соціальні** ШНВФ – це неякісна організація роботи, понаднормова робота, погані відносини між членами колективу, соціальна ізоляваність з відривом від сім'ї, зміна біоритмів, незадоволеність роботою тощо.

Як правило, процеси зварювання, наплавлення, різання, напилення, пайка металів та інші споріднені процеси супроводжуються рядом шкідливих і небезпечних виробничих наслідків.

До шкідливих виробничих факторів відносять: підвищену запиленість і загазованість повітря робочої зони; ультрафіолетове, видиме й інфрачервоне випромінювання зварювальної дуги, інфрачервоне випромінювання зварювальної ванни і зварювальних виробів; електромагнітні поля; іонізуюче випромінювання; шум; ультразвук; статичне навантаження на руку.

При зварюванні, наплавленні, різанні й напиленні в зону дихання працюючих можуть потрапляти зварювальні аерозолі (ЗА), у складі яких присутні оксиди різноманітних металів (марганцю, хрому, нікелю, міді, титану, алюмінію, заліза, вольфраму тощо) та інші сполуки, а також токсичні гази (оксид вуглецю, оксиди азоту, озон, фтористий водень, тетрафтористий кремній та ін.); при пайці – аерозоль флюсів і припоїв, який містить свинець, кадмій, цинк, олово, вуглеводні, оксид вуглецю тощо. Кількість, склад і токсичність зварювальних аерозолів залежать від хімічного складу зварювальних матеріалів і виду технологічного процесу [1]. Під час аргонно-дугового зварювання неплавлячим електродом утворюється велика кількість озону, вміст якого під щитком може перевищувати ГДК у 25 разів. Гігієнічні особливості різних способів зварювання і споріднених технологій наведено в [1].

Інтенсивність випромінювання зварювальної дуги в оптичному діапазоні та його спектр залежать від потужності дуги, матеріалів, що застосовуються, захисних і плазмоутворюючих газів. Через відсутність захисту можливі пошкодження органів зору (електрофтальмія, катаракта тощо) та опіки шкіряного покриву. Негативний вплив на

здоров'я може здійснювати інфрачервоне випромінювання попередньо підігрітих виробів, нагрівальних пристроїв (порушення терморегуляції, теплові удари).

При контактному зварюванні на працюючих можуть впливати змінні магнітні поля, а при високочастотному – електромагнітні поля. Під час роботи електроннопроменевих установок, проведення гамма та рентгенівського просвічування зварних швів, використання торованих вольфрамових електродів існує небезпека іонізуючого опромінювання працюючих.

Джерелами підвищеного шуму є плазмотрони, пневмоприводи, генератори, вакуумні насоси і т.п., а ультразвук – ультразвукові генератори, робочі органи устаткування.

Під час плазмово-механічного різання металу шум досягає 106-111 дБ. Рівень шуму на робочому місці оператора плазмового напилення становить 120-130 дБ.

При ручному напівавтоматичному зварюванні, різанні, наплавленні та пайці відбувається статичне навантаження на руки, яке може викликати захворювання нервово-м'язового апарату плечового поясу.

До небезпечних виробничих факторів відносять: вплив електричного струму, іскри та бризки, викиди розплавленого металу і шлаку; можливість вибуху балонів і систем, що перебувають під тиском; рухомі механізми і вироби.

Причиною ураження електричним струмом може бути дотик до відкритих струмоведучих частин, які перебувають під напругою: до знеструмлених струмоведучих частин, на яких напруга виникає випадково; до неструмоведучих частин, що виявилися під напругою через дефекти ізоляції; враження електричною дугою і кроковою напругою.

Застосування відкритих зварювальних дуг, газового полум'я, струменів плазми, наявність іскор, бризок і викидів розплавленого металу і шлаку під час зварювання й різання не лише створюють можливість опіків, а й підвищують небезпеку виникнення пожежі. Остання може виникнути і під час зварювання й різання з використанням горючих газів і кисню, експлуатації посудин, що працюють під тиском, відмінним від атмосферного.

При виконанні зварювальних робіт на висоті й відсутності при цьому відповідних захисних засобів можливе падання робітників. Машини, рухомі механізми, вироби, через відсутність захисних пристроїв можуть призвести до травмування робітників.

Характеристику небезпечних та шкідливих виробничих факторів при зварюванні і споріднених процесах наведено в табл. 2.1.

Застосування у промисловості автоматів і роботів змінює зміст праці людини, зменшує обсяг ручної некваліфікованої праці, поліпшує її умови та уможливує вивільнення значної кількості працюючих для більш престижних робіт. Автомати й роботи знижують травматизм на підприємствах. Проте під час їх роботи можливий вплив на працюючих фізично-небезпечних виробничих факторів: рухомих пристроїв автоматів і роботів, пересувного матеріалу (виробів, заготовок, інструменту тощо). Небезпечними виробничими факторами при використанні промислових роботів та роботизованих технологічних комплексів і дільниць можуть бути:

непередбачені рухи виконавчих органів, робота під час навчання або наладки, регулювання й ремонту;

аварія на дільниці, що обслуговується роботом (відмова робота або технологічного обладнання, спільно з яким він працює);

помилкові (несумисні) дії оператора під час наладки, ремонту або роботи робота в автоматичному режимі;

вхід людини в робочий простір або робочу зону робота;

порушення умов експлуатації робота і (або) роботизованого технологічного комплексу, зокрема, використання робота не за призначенням та невідповідно до його технічних даних;

порушення вимог ергономіки та безпеки праці при організації роботизованої дільниці, зокрема, неправильне розташування обладнання, транспортних засобів, тари, пультів управління, завантажувальних і розвантажувальних пристроїв, накопичувачів.

Таблиця 2.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при зварюванні і споріднених процесах

Види процесів	Шкідливі виробничі фактори										Небезпечні виробничі фактори			
	Шкідливі речовини	Випромінювання в оптичному діапазоні			Електромагнітні поля	Магнітні поля	Іонізуючі випромінювання	Шум	Ультразвук	Статичне навантаження на руку	Електричний струм	Іскри, бризки і викиди розплавленого металу	Механізми і виробниці, що рухаються	Системи, які знаходяться під тиском, що не дорівнює атмосферному
		Ультрафіолетове	Видиме	Інфрачервоне										
Ручне дугове зварювання покритими електродами	xx	xx	xx	xx	-	-	-	x	-	x	xx	xx	x	-
Зварювання під флюсом:														
напівавтоматичне	xx	-	-	x	-	-	-	x	-	x	xx	-	xx	-
автоматичне	xx	-	-	x	-	-	-	x	-	-	xx	-	xx	-
Дугове зварювання в захисних газах:														
напівавтоматичне	xx	xx	xx	xx	-	-	-	x	-	xx	xx	xx	xx	xx
автоматичне	xx	xx	xx	xx	-	-	-	x	-	-	xx	xx	xx	xx
Електрошлакове зварювання	xx	x	x	xx	-	-	-	x	-	-	xx	x	xx	-
Контактне зварювання (точкове, рельєфне, шовне та ін.)	xx	-	-	x	x	x	-	x	-	x	xx	x	xx	x
Контактне стикове зварювання оплавленням	xx	-	-	x	x	x	-	x	-	x	xx	x	xx	x
Електронно-променеве зварювання	x	xx	xx	-	-	-	xx	x	-	-	xx	-	x	x
Зварювання тертям	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	xx	xx	xx	-
Дифузійне зварювання	-	-	-	-	xx	-	-	x	xx	-	xx	-	xx	x
Ультразвукове зварювання	x	-	-	-	-	-	-	xx	xx	-	x	-	x	-
Зварювання струмами підвищеної частоти	-	-	-	-	xx	-	-	-	-	-	xx	-	x	-
Газове зварювання	x	xx	xx	xx	-	-	-	x	-	x	x	xx	x	xx
Плазмове зварювання	xx	x	xx	xx	-	-	x	x	x	-	xx	xx	x	xx
Кисневе, киснево-флюсове різання	xx	x	xx	xx	-	-	-	xx	x	x	x	xx	x	xx
Плазмове різання	xx	x	xx	xx	-	-	x	xx	xx	xx	xx	xx	x	xx
Лазерне зварювання і різання	x	x	x	xx	-	-	-	x	-	-	xx	-	x	xx
Наплавлення	xx	x	xx	x	-	-	-	-	-	x	xx	x	x	x
Пайка	xx	-	-	-	-	-	-	-	-	-	xx	-	-	-
Напилення	xx	xx	x	x	-	-	-	xx	xx	-	xx	xx	x	x

Примітки: xx – інтенсивний фактор; x – помірний фактор; (-) – незначний фактор чи його відсутність



### 3. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПРАЦІ

Нижче наведено вимоги безпеки праці, якими необхідно керуватись при складанні розділу з охорони праці в дипломному проекті (роботі).

#### 3.1. Вимоги до технологічних процесів

Вимоги безпеки праці до технологічних процесів зварювання встановлюються у нормативно-технічній документації згідно з ГОСТ 3.1120-83 і повинні відповідати ГОСТ 12.3.002-75.

Вибираючи технологію процесу зварювання перевагу слід надавати тому процесу, при якому буде забезпечуватися більша безпека праці. Необхідно використовувати ті види та марки зварювальних матеріалів (електроди, дріт, флюси, захисні гази тощо), які в процесі зварювання забезпечують мінімальне виділення в повітря шкідливих речовини. Не допускається використання зварювальних матеріалів, що не пройшли гігієнічну оцінку в установленому порядку.

При створенні технологічних процесів зварювання слід передбачити максимально можливу механізацію та автоматизацію процесів зварювання та його окремих елементів. Допустимі показники важкості та напруженості праці зварників повинні бути не вищі II класу згідно з нормами «Гигиеническая классификация труда» № 4137-86.

Зварювальне обладнання, що застосовується у технологічних процесах зварювання, повинно відповідати загальним вимогам таких нормативних документів: ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.2.007.8-75, ДНАОП 0.00-1.21-98 „Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів” та ДНАОП 0.00-1.32-01 „Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок”.

Обов'язковим етапом проектування технологічних процесів зварювання є розробка відповідних засобів та заходів колективного захисту від впливу характерних для даного процесу шкідливих та небезпечних виробничих факторів. Одним із таких заходів є застосування пристроїв місцевої витяжної вентиляції з системами очищення видаленого повітря від аерозолів та газів у відповідності з вимогами СНиП 2.04.05-91 і ОНД-86. Механізоване зварювальне обладнання повинно мати вмонтовані повітроприймальні пристрої для уловлювання цих аерозолів і газів. Треба враховувати, що зварювання з недіючою місцевою витяжною вентиляцією не допускається.

Безпека праці процесів дугового і електрошлакового зварювання має відповідати вимогам ДСТУ 2456-94, контактного зварювання – ДСТУ 2489-94.

#### **Ручне дугове зварювання**

Зварювання виробів середніх і малих розмірів в стаціонарних умовах слід виконувати в спеціально обладнаних кабінах. Кабіна повинна мати відкритий верх та виготовлятися з негорючих матеріалів. Між стіною та підлогою кабіни необхідно залишати зазор, висота якого визначається видом зварювання. Площа кабіни повинна бути достатньою для розміщення зварювального устаткування, стола, пристрою місцевої витяжної вентиляції, зварювального виробу та інструменту.

Кількість повітря, необхідного для видалення шкідливих домішок до рівня ГДК, необхідно приймати в залежності від марки електродів, що застосовуються, у відповідності з вимогами СП № 1009-73.

Розміщення постів зварювання в захисних газах повинно включати можливість витікання та проникання захисного газу в суміжні та розташовані нижче приміщення.

Під час дугового зварювання вольфрамовими торованими електродами, подавання захисного газу повинно припинятися через 20-30 с після закінчення зварювання.

#### **Механізоване дугове зварювання в захисних газах**

Місцевими повітроприймачами необхідно видаляти повітря:

- під час дугового зварювання в  $\text{CO}_2$  – не менше ніж  $50 \text{ м}^3/\text{год}$ ;

- під час дугового зварювання в інертних газах та сумішах газів, а також під час автоматичного зварювання в  $\text{CO}_2$  – не менше ніж  $150 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Експлуатація балонів, контейнерів зі стиснутим і скрапленим газом, рамп, повинна здійснюватись у відповідності з нормами ДНАОП 0.00-1.07-94 „Правила будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском”.

Балони зі стиснутими газами слід розташовувати на відстані не ближче 5 м від зварювального пальника і 1 м – від отоплювальних приладів. У разі наявності на отоплювальних приладах екранів, що захищають балони від нагрівання, відстань від балона до екрана має бути не меншою 0,1 м.

#### **Дугове зварювання під флюсом**

Дугове зварювання під флюсом на стаціонарних установках має здійснюватися при наявності пристрою для механізованого подавання флюсу у зварювальну ванну, флюсовідсмоктувача з бункером-накопичувачем та фільтра.

При дуговому зварюванні під флюсом напівавтоматами та автоматами повинні застосовуватись пересувні або переносні флюсовідсмоктувальні апарати. Ручне видалення флюсу допускається тільки в тих випадках, коли застосування флюсовідвідників неможливе. У системі збору та подачі флюсу повітря, що відводиться у приміщення або зовні, потрібно очистити від пилу. Під час засипання флюсу у бункери потрібно застосувати заходи для запобігання запилення повітря робочої зони.

Для безпечного переміщення автоматів рельсовим шляхом необхідно перевіряти його надійність і правильність закріплення на виробі або стенді, а також надійність кріплення зворотніх і бокових роликів ходового механізму.

Під час видалення шлаку працюючий повинен бути забезпечений необхідними засобами індивідуального захисту згідно з ГОСТ 12.4.011-89.

#### **Електрошлакове зварювання**

Під час електрошлакового зварювання не дозволяється керування одним і тим же параметром режиму з різних пультів одночасно.

Для безпечного проведення електрошлакового зварювання необхідно забезпечити щільне прилягання поверхні водоохолоджувальних повзунів, платин, прокладок та інших пристроїв до зварювального виробу, щоб запобігти витіканню розплавленого металу та шлаку. При порушенні герметичності шлакової ванни і витіканні розплавленого шлаку, протікань необхідно позбутися з допомогою огнетривкої глини, працюючи в асбестових рукавицях.

В апаратах електрошлакового зварювання необхідно забезпечити герметичність системи водяного охолодження повзунів і водяних шлангів, що прилягають до них, а також передбачити контроль наявності в них потоку охолоджувальної води за допомогою реле тиску.

Не допускається знаходження оператора та іншого персоналу в процесі електрошлакового зварювання під повзунами та пластинами, поблизу шва.

Підготовчі роботи (плавлення флюсу, заливання рідкого шлаку) повинні виконуватись з урахуванням вимог до ручного розливання металу об'ємом від 5 до 6 літрів.

Під час експлуатації обладнання для електрошлакового зварювання повинна бути забезпечена надійність закріплення зворотніх та бокових роликів ходового механізму.

Необхідно перевіряти надійність роботи пристроїв, що запобігають падінню зварювальних апаратів у випадку відключення електричної енергії, зниження вакууму, обриву тросу або ланцюгів.

Для захисту працюючих від бризок розплавленого металу і інфрачервоного випромінювання слід встановлювати захисні екрани, кабіни і застосовувати ЗІЗ.

Зони зварювальної ванни та розплавлення флюсу повинні бути обладнані місцевими витяжними пристроями.

Під час електрошлакового зварювання виробів з підігрівом робочі місця операторів належить розміщувати у термоізольованих кабінах, які забезпечують кондиціонування повітря та оснащені пультами дистанційного керування процесом.

### **Контактне зварювання**

Під час виконання контактного зварювання металів необхідно передбачати максимально можливу механізацію та автоматизацію процесу зварювання і його окремих елементів.

Зварювальні роботи можна проводити за наявності на контактних машинах екранів, що захищають операторів від іскор та бризок розплавленого металу, а також від впливу електромагнітних полів; систем блокування, що забезпечують відключення первинної напруги електрообладнання під час відкривання дверцят шаф і пультів, що мають всередині електроапаратуру з відкритими струмоведучими частинами під напругою вищою за 42 В. Якщо під час нормальної роботи не потрібно відкривати дверці машини і шаф, то допускається замість блокувань застосовувати запори зі спеціальними ключами. На дверцятах у такому випадку повинен бути застерігаючий напис: „Під напругою”, „Небезпечно для життя”. Зачистку електродів на контактних машинах слід проводити тільки за відсутності напруги.

Захисні пристрої (переносні екрани, фільтровентиляційні агрегати), які переміщують вручну, повинні бути легкознімними, мати масу не більше 6 кг, а під час відкривання переміщення повинно виконуватись зусиллям не більше 40 Н (4 кгс). Розташування цих пристроїв не повинно обмежувати технологічних можливостей обладнання під час його експлуатації.

Зварювання кольорових металів, спеціальних легованих сталей і чорних металів з покриттям, що містять токсичні речовини, можливе лише за умови наявності вмонтованих в контактні машини місцевих витяжних пристроїв та працюючої загальнообмінної вентиляції.

За наявності однієї загальнообмінної вентиляції допускається виконання робіт з контактного зварювання металів з чистою поверхнею. При цьому повітрообмін повинен становити не менше 600 м<sup>3</sup>/год повітря на кожні 50 кВА установки. Під час стикового зварювання опаленням об'єм видаленого повітря з місцевого витяжного пристрою (укриття) повинен компенсуватися зі швидкістю підсмоктування не менше 1 м/с.

Щоб уникнути розбризкування розплавленого металу під час точкового або шовного зварювання, необхідно забезпечувати щільне взаємне прилягання зварюваних елементів з установленим допустимим зазорів.

Температура охолоджуючої води на виході з шовних машин із зовнішнім водяним охолодженням роликів повинна бути в межах 25-30 °С, якщо за умовами праці руки зварника змочуються водою. Зварник повинен стояти на ізоляційному настилі завширшки не менше 0,7 м.

### **Електронно-променеве зварювання**

Зварювальні установки слід розташовувати в окремих приміщеннях або спеціально відведених місцях у цехах, що не мають джерел пилу. Матеріал підлоги приміщення повинен відповідати вимогам електричної безпеки. Механічні вакуумні насоси необхідно встановлювати в окремих звукоізольованих приміщеннях.

У приміщеннях, де розміщені установки електронно-променевого зварювання, має бути встановлена механічна приточно-витяжна вентиляція з кратністю повітрообміну не нижче 5.

Конструкція установок повинна забезпечувати необхідний захист від впливу рентгенівського випромінювання.

Під час роботи установок електронно-променевого зварювання для запобігання вибухів не можна допускати потрапляння повітря і води у місце пароутворення в результаті нагрівання паромасляних насосів, а також до вакуумної камери або відкачувальної системи під час зупинки форвакуумного насосу.

### **Дифузійне зварювання**

Установки дифузійного зварювання повинні бути розміщені в окремих приміщеннях або у відокремлених секторах цехів.

Приміщення, в яких проводиться обезжирювання зварюваних виробів (ацетоном, етиловим спиртом та ін.), повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією з 15-ти кратним повітрообміном.

Високочастотний генератор повинен бути екранованим і мати блокуючий пристрій, що відключає електроживлення генератора при відкриванні дверцят.

Напруженість електромагнітних полів необхідно перевіряти кожного разу при виконанні ремонтних робіт, перестановці обладнання, зміні електричних схем і захисних засобів.

Під час видалення з камер нагрітих в результаті зварювання виробів і пристроїв з метою уникнення опіків необхідно користуватися кліщами.

### **Ультразвукове зварювання**

Під час роботи ультразвукових установок рівні звукового тиску на робочих місцях повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.037-99, а обладнання, що застосовується, – ГОСТ 12.2.051-80. Дозволяється застосовувати ультразвукові установки з електричною потужністю менше 250 Вт і робочою частотою не нижче 44 кГц без засобів захисту від ультразвуку.

Робота на зварювальних установках повинна виключати можливість безпосереднього контакту з ультразвуковим інструментом і деталями, що зварюються.

Якщо під час роботи установок концентрації шкідливих речовин (аерозолі і газів) у повітрі робочої зони не відповідають вимогам ГОСТ 12.1.005-88, необхідно облаштовувати місцеву витяжну вентиляцію.

### **Зварювання тертям**

При експлуатації машин для зварювання тертям зварювані деталі повинні бути надійно закріплені з метою уникнення їх повертання відносно зажиму під впливом моменту тертя або зміщення під дією осьового зусилля.

У машинах необхідно перевіряти справність блокування, що виключає потрапляння рук робітника до зажимного пристрою під час зжимання деталей, і блокування, яке знімає повністю напругу при відкриванні дверцят або запорів з замками, що виключає доступ робітника до відкритих струмоведучих частин, змонтованих у середині машин.

Машини з напівавтоматичними циклами можуть експлуатуватися в тих випадках, коли виключена можливість приведення до обертання деталей до їх закріплення.

Для захисту від іскор і аерозолі, що утворюються в результаті зварювання, необхідно використовувати запобіжні щитки.

### **Зварювання струмами підвищеної частоти**

Усі струмопровідні частини установок з високочастотними генераторами повинні бути екрановані. Напруженість електромагнітних полів на робочих місцях не повинна перевищувати гранично допустимих величин. Металеві екрани повинні бути суцільними і мати надійні електричні контакти у місцях з'єднань окремих елементів екранів.

В агрегатах для стикового зварювання труб повинні бути відкидні захисні екрани, що закривають зварників від іскор, і засоби місцевої витяжної вентиляції. Зона петлі, що утворюється струмопідвідними шинами і зварюваними деталями, повинна бути відгороджена. При зварюванні термопластичних матеріалів, що супроводжується виділенням шкідливих речовин, необхідно застосовувати пристрій місцевої витяжної вентиляції.

### **Плазмова обробка**

Для проведення плазмового зварювання, різання та напилення металів виділяють окремі приміщення або ізольовані сектори цеху. Допоміжні операції для плазмової обробки (механічна обробка, очищення, приготування порошків тощо) повинні проводитися за межами основних ділянок, де використовується плазмова технологія.

Пристрої місцевої витяжної вентиляції повинні блокуватися з технологічним обладнанням. Ручну плазмову обробку необхідно виконувати в укритті типу витяжної шафи, внутрішні поверхні якої повинні мати звукопоглинаюче покриття.

Установки високочастотної низькотемпературної плазми необхідно екранувати відповідно до вимог ГОСТ 12.1.006-76.

Балони зі зжатыми газами потрібно встановлювати за межами ділянки плазмової обробки з наступною подачею газу до газозабірної шибки.

У приміщеннях, де зберігається водень, повинна бути механічна приточно-витяжна вентиляція з кратністю повітрообміну не менше 10. Вміст водню у повітрі приміщення необхідно контролювати автоматичними газоаналізаторами.

Плазмове напилення металів слід виконувати у герметичних камерах з контролем атмосфери або в кабінах, виготовлених за формою і величиною виробів і покритих зсередини звукопоглинаючим матеріалом з коефіцієнтом звукопоглинання не менше 0,7.

При напиленні деталей великих розмірів для зниження рівня шуму і ультразвуку слід застосовувати звукоізоляційні кожухи, не міцно прикріплені до обладнання.

Якщо за умовами технологічного процесу на установках неможливо застосовувати звукоізолюючі кожухи, оператори повинні знаходитися в звукоізольованих кабінах з вікнами для спостереження і дистанційним керуванням процесу.

Якщо місцева витяжна і загальнообмінна вентиляція не може забезпечити належну чистоту повітря, наприклад, при різанні в замкнених і напівзамкнених просторах, необхідно здійснювати примусову подачу чистого повітря в зону дихання робітника.

Для усунення можливості ураження електричним струмом разом з загальними засобами електробезпеки необхідно перевіряти роботу кнопочних пристроїв дистанційного вмикання і вимикання установки з метою запобігання випадковому пуску обладнання та блокуючих пристроїв, що забезпечують автоматичне відключення електроживлення у разі зупинки подачі води для охолодження, а також блокування кожуха, що закриває струмопідвідні частини осцилятора і відключає електроживлення при зніманні кожуха.

Усі операції з плазмової обробки потрібно проводити не менш ніж двома робітниками.

Для обезжирення деталей перед напиленням не можна застосовувати трихлоретилен, при взаємодії якого з азотом можливе утворення фосгену.

### **Газове зварювання і різання металів**

Карбід кальцію на робочих місцях потрібно зберігати у сухому місті у щільно закритих барабанах. Для відкривання барабанів не можна використовувати вогонь, нагріті або іскроутворюючі предмети; барабани з карбідом забороняється пробивати, розривати або різко перекидати.

Карбідний мул, що утворюється в результаті роботи ацетиленових генераторів, слід зберігати у спеціально приготованих ямах, які повинні бути огорожені. Біля ям потрібно виставити попереджувальні надписи про заборону палити, розводити багаття тощо.

Переносні ацетиленові генератори можна розміщувати у зварювальних цехах, якщо приміщення має об'єм не менший ніж 300 м<sup>3</sup> на кожний апарат. Забороняється розташовувати переносні генератори на відстані менше 10 м від вогню, розжарених предметів, зварювальних постів і спалахуючих матеріалів; біля місць забору повітря вентиляторами або компресорами; у приміщеннях, де можливе виділення речовин, що утворюють з ацетиленом самовибухові суміші (хлору та ін.), або легкоспалахуючих речовин (сірки, фосфору та ін.).

Під час експлуатації генераторів забороняється завантажувати у них карбід кальцію з розмірами кусків і в кількості, що відрізняються від зазначених в паспорті на генератор; відкривати генератор під час роботи; залишати генератор під час роботи без нагляду; підігрівати генератор, затвори та шланги у випадку їх замерзання відкритим вогнем (для цього потрібно використовувати гарячу воду або пару); використовувати ацетилен з

генератора до повного зниження тиску і потухання полум'я пальника (різака) з метою запобігання підсмоктування повітря і виникнення зворотнього удару полум'я.

Вентилі газових балонів, редуктори, пальники і різачи слід оберігати від потрапляння на них мастила.

Під час експлуатації балонів забороняється витратити газ, що в них залишається, до тиску менше 0,05 МПа, а у разі відбору ацетилену з балонів з розчиненим ацетиленом – не менше величин, наведених у таблиці:

Температура повітря, °С	Нижче –5	Від –5 до +5	Від +5 до +15	Від +15 до +25	Від +25 до +35 і вище
Залишковий тиск, МПа	0,05	0,1	0,15	0,2	0,3

Перед встановленням редуктора вентиль балону потрібно продувати протягом 1 с, а до початку роботи перевірити герметичність під'єднання редуктора до вентиля і герметичність самого редуктора, використовуючи для цього тільки мильну воду.

Газові зварювальні шланги повинні перевірятися на герметичність не менше одного разу в квартал шляхом наповнення шлангів стиснутим газом та наступним зануренням у воду. З такою ж періодичністю потрібно перевіряти на герметичність пальники і різачи.

При запалюванні ручного пальника або різача потрібно трохи відкрити вентиль кисню, потім відкрити вентиль ацетилену і після короткочасного продування запалити суміш газів. У випадку утворення зворотнього удару полум'я необхідно одразу відключити пальник (різак), а потім охолодити його в чистій холодній воді.

Рівень рідини у водяному затворі має підтримуватися на висоті контрольного краника. Перевіряти рівень слід не рідше 3 разів за зміну при вимкненій подачі газу до затвору. До одного затвору можна підключати тільки один пальник або різак.

Під час роботи на вулиці або в неоплывувальних приміщеннях з температурою нижче 0 °С водяні затвори повинні заливатися незамерзаючими рідинами. Кожний водяний затвор треба систематично (не рідше одного разу в тиждень) перевіряти на герметичність.

#### **Лазерне зварювання і різання**

Застосування лазерних технологій повинно відповідати вимогам санітарних норм і правил ДНАОП 0.03-3.09-91.

У технологічних процесах повинні застосовуватися лазерні установки закритого типу (у технологічно обґрунтованих випадках допускається застосування лазерів відкритого типу за умови дотримання правил ДНАОП 0.03-3.09-91).

При експлуатації лазерів забороняється:

проводити візуальну юстировку лазерів II-IV класів без необхідних засобів захисту очей і шкіри;

в момент генерації випромінювання виконувати візуальний контроль потрапляння променя в мішень (III-IV клас);

обслуговувати лазери III-IV класів однією людиною;

знаходитися в зоні спостереження особам, що не пов'язані з експлуатацією лазерів;

відключати блокування і сигналізацію під час роботи лазера або зарядки конденсаторних батарей.

Для захисту персоналу від лазерного випромінювання необхідно встановлювати захисні екрани або кожухи, що перешкоджають потраплянню випромінювання на робочі місця; розміщувати пульт керування лазерною установкою в окремому приміщенні (вигородці) з телевізійною або іншою системою спостереження за ходом процесу; перевіряти роботу системи блокування і сигналізації, що запобігають доступу персоналу у межі лазерно небезпечної зони; мати на робочому місці схему лазерно небезпечної зони; фарбувати внутрішні поверхні приміщень матовою фарбою з мінімальним коефіцієнтом відбивання на довжині хвилі випромінювання; при суміщенні системи спостереження з оптичною

системою лазера застосовувати автоматичні затвори або світлофільтри, що захищають очі оператора в момент генерації випромінювання.

### **3.2. Вимоги до виробничих приміщень**

Робочі місця для дугового зварювання повинні захищатися стаціонарними або переносними світлонепроникними огорожами з матеріалів, що не згорають, і, висота яких має бути не менш ніж 2,5 м та забезпечувати надійність захисту.

Відстань між устаткуванням, від устаткування до стін та колон приміщення, інших споруд, ширина проходів та проїздів повинні відповідати чинним будівельним нормам, нормам технологічного проектування заготівельно зварювальних цехів та ГОСТ 12.3.002-75.

Ширина проходів по периметру робочого стола, станда, зварювального виробу повинна бути не менш 1 м.

Підлоги для виробничих приміщень для виконання дугового та електрошлакового зварювання мають бути виготовлені з матеріалів, що не згорають і мають малу теплопровідність. Підлога повинна мати рівну не ковзку поверхню та задовольняти санітарно-гігієнічним вимогам у відповідності зі СНиП 11-В.8-71.

Виробничі приміщення повинні бути обладнані загальнообмінною припливно-втяжною вентиляцією відповідно до СНиП 2.04.05-91.

Повітрообмін зварювальних цехів належить розраховувати на розведення шкідливих речовин, не вловлених місцевими витяжними пристроями, до рівня ГДК. При цьому кількість повітря, що подається припливними системами, повинна розраховуватися у відповідності з СП № 1009-73.

Видалене повітря з виробничих приміщень в атмосферу повинно проходити фільтрацію (очищення) від шкідливих речовин до концентрацій, що не перевищують допустимих рівнів викидів, у відповідності з СНиП 2.04.05-91 та ОНД-86.

Подавання припливного повітря треба здійснювати в робочу зону або у напрямку робочої зони. Температура повітря, що подається вентиляційними установками, повинна бути не нижче  $+20^{\circ}\text{C}$  згідно з ДСН 3.3.6.042-99.

У випадку відсутності місцевого або загальноцехового вентиляювання повітря до рівня ГДК (дугове зварювання в середині виробів з антикорозійним покриттям) слід передбачати примусове попадання чистого повітря під маску зварника в об'ємі від 6 до 8 м<sup>3</sup>/год, підігрітого в холодну пору року до температури не нижче  $+18^{\circ}\text{C}$  згідно з ДСН 3.3.6.042-99.

Параметри мікроклімату виробничих приміщень повинні відповідати вимогам [8]. Якщо інтенсивність теплового опромінення працюючих перевищує значення ДСН 3.3.6.042-99, слід передбачати спеціальні засоби захисту: екранування джерела, повітряне душення, засоби індивідуального захисту.

Рівні шуму, ультразвуку та інфразвуку мають відповідати вимогам [9], а загальної і місцевої вібрації – [10].

Освітлення цехів, ділянок і робочих місць, де виконуються роботи з дугового і електрошлакового зварювання, повинно відповідати ДБН В.2.5-28-2006.

Під час дугового зварювання всередині замкнених і важкодоступних просторів (посудин, корпусів, відсіків) освітлення повинно здійснюватися зовнішніми джерелами світла спрямованої дії чи місцевим освітленням з напругою не більш 12 В, при цьому освітленість робочої зони повинна становити не менше 30 лк.

### **3.3. Вимоги до організації робочих місць**

Організація, облаштування та оснащення робочих місць для зварювання мають відповідати ДСТУ 2456-94 ДСТУ 2456-94.

Робочі місця для виконання зварювальних робіт можуть бути стаціонарними, нестаціонарними, постійними і непостійними (тимчасовими).

Стационарні місця для працюючих в сидячому положенні повинні бути укомплектовані робочими кріслами з регульованими параметрами згідно з ДСТУ 7234:2011. Сидіння і спинка крісла повинні бути виконані з негорючих матеріалів, які легко очищуються, з низьким коефіцієнтом теплопровідності.

Постійні робочі місця, які живляться електричною енергією від багатопостових джерел повинні бути обладнані щитками з сигнальною лампою, що показує зварнику на наявність або відсутність напруги у зварювальному ланцюгу.

Під час виконання зварювальних робіт в одному приміщенні з іншими роботами необхідно вживати заходи, що виключають можливість впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів на працюючих.

Робоче місце зварника щодо розташування робочої поверхні, органів управління та контролю повинно відповідати вимогам ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 12.2.033-78.

Зварювання відкритою дугою виробів малих і середніх розмірів у стаціонарних умовах повинно провадитись у спеціально обладнаних кабінах. Кабіни мають бути з відкритим верхом, а між стінками kabіни та підлогою належить залишати зазор не менший 50 мм, при зварюванні в середовищі захисних газів – не менше 300 мм. Вільна площа в кабіні на один зварювальний пост повинна складати не менше 3 м<sup>2</sup>.

Кабіна на два і більше постів, а також робочі місця на поточно-конвеєрних лініях повинні бути розділеними захисними ширмами, згідно з ГОСТ 12.2.062-81, що захищають зварників від випромінювання дуги, бризок розплавленого металу та забезпечують достатній простір кожному працюючому.

Розташування обладнання належить провадити таким чином, щоб ширина проходів складала:

- між стіною будинку та обладнанням – не менш 0,5 м;
- між стаціонарними джерелами живлення – не менш 0,8 м;
- між стаціонарним та багатопостовими джерелами живлення електрошлакового зварювання, а також рухомими механізмами та деталями, що переміщуються – не менш 1,5 м;
- між обладнанням та місцями складування – не менш 1,0 м.

Обладнання для контактного зварювання необхідно встановлювати як в окремих, так і в спільних виробничих приміщеннях. Ширина проходів між контактними машинами повинна бути:

- при розташуванні робочих місць одне проти одного — не менше 3 м;
- при розміщенні машин тильними боками один до одного — не менше 1 м;
- при розміщенні машин передніми і тильними боками одна до одної – не менше 1,5 м.

Обладнання для контактного зварювання слід розташовувати так, щоб виключити вплив шкідливих факторів (зварювальних аерозолів, електромагнітних випромінювань) на інших працівників.

Трубопроводи гідросистем високого тиску, що розташовані в зоні роботи обслуговуючого персоналу, повинні бути закриті захисними екранами.

Стационарні робочі місця для зварювання металоконструкцій масою понад 15 кг повинні бути обладнані вантажопідйомними пристроями згідно з СП № 1009-73.

Стационарні робочі місця, пости та стенди для тих способів зварювання, які супроводжуються виділенням у повітря робочої зони аерозолів і газів, належить обладнати пристроями місцевої витяжної вентиляції та атестувати їх на відповідність нормам ГДК.

Робоче місце для зварювання виробів з підігріванням має бути обладнане екранами, укриттям для підігрітих виробів, які забезпечують зменшення опромінення зварника відповідно з вимогами ДСН 3.3.6.042-99. Обладнання для дугового зварювання в захисних газах і газових сумішах повинно мати захисні (переносні або стационарні) екрани, які забезпечують захист електрозварників від оптичного випромінювання.

Пульты операторів для автоматизованого зварювання крупногабаритних виробів з підігріванням потрібно розміщати в кабінах, виготовлених з термоізоляційного матеріалу і



обладнаних кондиціонерами, використовувати дистанційне керування процесом. За умов, що автоматизація процесу зварювання з підігрівом неможлива, необхідно використовувати теплоізоляційні килимки (азбестові та ін.), теплоізоляційні водоохолоджувальні костюми, влаштовувати перерву в роботі, проводити їх в місцях з оптимальними метеорологічними умовами.

Під час виконання зварювальних робіт на відкритому повітрі над обладнанням та зварювальними постами повинні бути споруджені навіси з негорючих матеріалів. За відсутності навісів роботи по зварюванню під час атмосферних опадів проводити забороняється.

Зварювальні роботи у замкнутому або обмеженому просторі повинні провадитись під контролем двох спостерігачів з кваліфікаційною групою з безпеки праці не нижче II, яким належить знаходитись ззовні. Зварник повинен мати запобіжний пояс з канатом, кінець якого знаходиться у спостерігачів.

Робочі місця, розташовані вище 1,3 м від рівня землі або суцільного покриття повинні бути оснащені огорожами висотою не менш 1,1 м згідно з ГОСТ 12.4.059-89.

Для виконання зварювальних робіт на висоті більше 5 м слід установлювати риштування (площадки) з неспалюваних матеріалів згідно з вимогами ГОСТ 26887-86, ГОСТ 27321-87, ГОСТ 27372-87. Працюючі зобов'язані користуватись вогнестійкими запобіжними поясами та страхувальними фалами з карабінами, а також спеціальними сумками для інструменту та збирання недогарків електродів.

Не допускається проведення зварювальних робіт без вживання заходів, що виключають можливість пожежі як під час зварювання, так і після закінчення.

Під час проведення зварювальних робіт при температурі нижче  $-20^{\circ}\text{C}$  повинні бути забезпечені умови, які відповідають вимогам ДСН 3.3.6.042-99.

### 3.4. Вимоги до вентиляції

Згідно з ДСТУ 2456-94 місцева вентиляція повинна використовуватись при дуговому зварюванні покритими електродами, автоматичному та напівавтоматичному в захисних газах плавким і неплавким електродом, порошковим дротом, під флюсом, а також при електрошлакових технологіях. Її доцільно застосовувати при контактному точковому, шовному та рельєфному зварюванні гальванопокритих і кольорових металів, при контактному стиковому зварюванні оплавленням, а також при ручному та машинному термічному різанні металу. В інших випадках може використовуватись загальнообмінна вентиляція. Вона також повинна застосовуватись в комбінації з місцевою вентиляцією, розрахованою на видалення з виробничого приміщення шкідливих речовин не локалізованих місцевими витяжними пристроями (відсмоктувачами).

Вибір конструкції місцевого витяжного пристрою, об'єму повітря, що відсмоктується, методу очищення повітря, а також оптимальна вартість обладнання залежать від способу зварювання, виду і марки зварювальних матеріалів, форми зварюваного виробу, об'єму приміщення, кількості зварювальних постів та деяких інших факторів [1].

Розрахунок об'єму повітря, яке необхідно видалити місцевою вентиляцією  $L_m$ , визначають, виходячи з заданої швидкості всмоктування біля джерела виділення шкідливих речовин, характеристики спектру швидкостей всмоктування для певної конструкції всмоктувального отвору та наявності поверхонь, що огорожують зону всмоктування. У цьому випадку

$$L_m = 3600 F_0 V_0, \quad (3.1)$$

де  $F_0$  – площа відкритого перерізу витяжного отвору відсмоктувача,  $\text{m}^2$ ;  $V_0$  – швидкість всмоктування повітря у цьому прорізі,  $\text{m/s}$ .

Площу  $F_0$  визначають конструктивними особливостями технологічного обладнання та вибраного витяжного пристрою.

Значення  $V_0$  знаходять, виходячи з умов забезпечення заданої швидкості повітря  $V_x$  в зоні зварювання або різання на відстані  $X$  (м) від центра всмоктуючого отвору.

Швидкість руху повітря, що створюється місцевими відсмоктувачами біля джерел виділення шкідливих речовин, повинна бути:

- при ручному зварюванні покритими електродами – не менше 0,5 м/с;
- при зварюванні у вуглекислому газі дротом суцільного перерізу і порошковим – не більше 0,5 м/с;
- при зварюванні під флюсом – 0,2...0,5 м/с;
- при зварюванні в інертних газах – 0,15...0,3 м/с;
- при зварюванні дрібних виробів під укриттям у вигляді витяжної шафи – 0,6 м/с;
- при стиковому зварюванні – 2 м/с;
- при газовому та плазмовому різанні титанових сплавів і низьколегованих сталей: газовому – не менше 1,0 м/с; плазмовому – не менше 1,4 м/с;
- при плазмовому різанні алюмінієво-магнієвих сплавів та високолегованих сталей – не менше 1,8 м/с;
- при плазмовому напиленні – не менше 1,3 м/с.

Для витяжних пристроїв з гострими краями найпростішої форми швидкість всмоктування повітря розраховується за такими формулами:

для округлих та квадратних отворів без екрана

$$V_0 = 16 V_x (X/d)^2 ; \quad (3.2)$$

з екраном

$$V_0 = 8V_x (X/d)^2 ; \quad (3.3)$$

де  $d$  – діаметр округлого отвору або гідравлічний діаметр для квадратного отвору, який умовно може дорівнювати квадрату швидкості, м;

для прямокутного отвору щілиновидної форми шириною  $b$

$$V_0 = 6V_x X/b . \quad (3.4)$$

Формули (3.2) та (3.3) можна використовувати при  $X > 0,5d$ , а (3.4) – при  $X > 0,5b$ .

При зварюванні під флюсом автоматами типу АДС-1002 при наявності щілинного або лійкоподібного відсмоктувача [1]

$$L_m = 12 \sqrt[3]{I_{зв}} , \quad (3.5)$$

де  $I_{зв}$  – сила зварювального струму, А.

Об'єм повітря, що видаляється лійкоподібним приймачем, слід збільшити на 10 %.

## 4. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

### 4.1. Загальні вимоги електробезпеки

Основними причинами ураження персоналу електричним струмом є доторкання: до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою в робочому режимі; до струмоведучих частин, що випадково опинились під напругою; до неструмоведучих частин, що опинились під напругою внаслідок пошкодження електроізоляції; ураження електричною дугою та напругою кроку.

Виробничі приміщення з точки зору ураження електричним струмом належать до категорії особливо шкідливих. Експлуатація зовнішніх електроустановок прирівнюється до умов експлуатації в особливо небезпечних приміщеннях.

Електротехнічні вироби з точки зору безпеки повинні відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.21-98.

В їх конструкції для захисту від ураження струмом в робочому режимі можуть використовуватись:

- ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, подвійна, посилена);

- безпечна напруга в електричному колі;
- елементи для захисного заземлення металевих неструмоведучих частин виробу, які можуть опинитись під напругою (при пошкодженні ізоляції, порушенні режиму роботи тощо);
- оболонки для запобігання можливості випадкового доторкання до струмоведучих частин та частин, що рухаються і нагріваються;
- блокування для запобігання помилкових дій та операцій;
- екрани та інші засоби захисту від небезпечного і шкідливого впливу електромагнітних полів, теплового, оптичного і рентгенівського випромінювання;
- засоби вилучення небезпечних і шкідливих речовин, що утворюються в процесі експлуатації;
- елементи, призначені для контролю ізоляції та сигналізації щодо її пошкодження, а також для вимикання виробу при зменшенні опору ізоляції нижче від допустимого рівня;
- попереджувальні надписи, знаки, фарбування в сигнальні кольори та інші засоби сигналізації про небезпеку (у поєднанні з заходами безпеки);
- виконання вимог ергономіки.

Для захисту від ураження струмом в аварійному режимі застосовують: заземлення, занулення, вимикання, подвійну ізоляцію. Заземлення застосовують завжди при живленні від мереж з ізольованою нейтраллю та за наявності мережі з глухозаземленою нейтраллю при напрузі понад 1000 В.

У чотирьох провідних мережах з глухозаземленою нейтраллю використовують систему занулення (заземлення). Зануленню підлягає електрообладнання у виробничих приміщеннях, що живиться струмом з напругою понад 42 В змінного та 110 В постійного струму.

Захисне вимикання – високонадійна швидкодіюча система захисту, яка застосовується в пересувних електроустановках, які використовують як генератор з ізольованою нейтраллю, а також в інших випадках, коли умови експлуатації потребують високого рівня безпеки.

#### **4.2. Класи електротехнічних виробів за способом захисту людини від ураження електричним струмом**

Встановлено п'ять класів захисту електротехнічних виробів: 0; 0I; I; II; III:

- до класу 0 належать вироби, що мають робочу ізоляцію, не мають елементів для заземлення, не належать до класу II чи III;
- до класу 0I – вироби, що мають робочу ізоляцію, елемент для заземлення та провід без заземлюючої жили для приєднання до джерела живлення;
- до класу I – вироби, що мають робочу ізоляцію та елемент для заземлення. Якщо такий виріб має провід для приєднання до джерела живлення, то цей провід повинен мати заземлюючу жилу і вилку із заземлюючим контактом;
- до класу II – вироби, що мають подвійну та посилену ізоляцію і не мають елементів для заземлення;
- до класу III – вироби, що не мають ні внутрішніх, ні зовнішніх електричних ланцюгів з напругою понад 42 В.

#### **4.3. Вимоги до експлуатації зварювального обладнання**

Обладнання, що застосовується для усіх основних видів зварювання, в тому числі технологічне, механічне і допоміжне, має відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.2.007.0-75, ДСТУ 2456-94 та СП № 1042-73. Пристрої, які використовуються для дугового зварювання, повинні задовольняти вимоги ГОСТ 12.2.007.8-75.

Підключення та вмикання мережі живлення устаткування для дугового і електрошлакового зварювання, спостереження за його справним станом, а також ремонт повинен провадити електротехнічний персонал, що має групу допуску не нижче III.

Джерела живлення повинні підключатися до розподільних електричних мереж з напругою не вище 600 В. Безпосереднє живлення зварювальної дуги від силової, освітлювальної та контактної мережі не допускається.

Пересувні джерела живлення на час їх переміщення необхідно відключати від мережі.

Біля роз'ємів (затискачів) для підключення джерел зварювання повинен бути напис «МЕРЕЖА!». На видному місці корпусу джерела живлення повинен бути напис «Без заземлення не вмикати!».

З'єднування джерел живлення зі зварювальними установками при дуговому зварюванні повинно здійснюватися кабелями.

Зварювальне обладнання повинно бути обладнане вольтметром або сигнальною лампочкою, які вказують на наявність або відсутність напруги у зварювальному колі. В установках ручного і механізованого дугового зварювання вольтметр та сигнальна лампочка розташовуються на панелі джерела живлення, а в установках автоматичного дугового зварювання – на пульті керування.

Металеві частини всіх видів зварювального обладнання, які в процесі експлуатації можуть опинитись під напругою, повинні бути надійно заземлені. Кожна одиниця зварювального обладнання повинна мати окремий провід заземлення, який приєднується до магістралі заземлення. Корпуси машин контактного зварювання і шаф управління» педальні пускові кнопки, а також вторинні обмотки трансформаторів повинні бути заземлені.

Вимоги до виконання захисного заземлення на всіх видах зварювального обладнання мають відповідати ГОСТ 12.2.007.0-75 та ГОСТ 12.1.030-81. Гранично допустимі рівні напруги дотику та струмів, що можуть виникати на зварювальному обладнанні, мають відповідати вимогам ДСТУ ГОСТ 12.1.038-2008.

Допуск осіб до виконання зварювальних робіт повинен здійснюватися після їх ознайомлення з технічною документацією і проведення інструктажу з експлуатації обладнання та охорони праці.

Номінальна напруга холостого ходу джерел живлення дугового зварювання при різних умовах роботи зварника не повинна перевищувати значень, наведених у таблиці 4.1.

Якщо напруга холостого ходу перевищує дозволених в таблиці 4.1 значення, джерело живлення зварювального струму повинно бути обладнане пристроєм, що зменшує напругу холостого ходу.

Пристрій, що зменшує напругу холостого ходу джерел живлення зварювальним струмом, повинен автоматично зменшувати напругу холостого ходу до значень, допустимих робочими умовами зварювання (табл. 4.1), якщо опір зовнішнього зварювального кола перевищує 200 Ом:

- протягом 2 с для середовища з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом, якщо початкова напруга холостого ходу перевищує значення, допустимі для цього середовища але нижча за значення, допустимі для середовища без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом;

- протягом 0,3 с для середовища без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом, якщо напруга холостого ходу перевищує допустимі значення.

Для ручного дугового зварювання повинні застосовуватися електродотримачі згідно з ГОСТ 14651-78. Приєднання зварювального кабелю до електродотримача, виробу та зварювальної установки повинно бути надійним і здійснюватися механічними затискачами.

Схема приєднання декількох джерел живлення під час роботи на одну зварювальну дугу повинна включати можливість виникнення між виробом та електродом напруги, що перевищує найбільшу напругу холостого ходу одного з джерел живлення.

Для підвісних машин контактного зварювання із вбудованим зварювальним трансформатором напруга живлення кіл керування, що розташовані безпосередньо на

зварювальних кліщах, не повинна перевищувати 42 В для кіл змінного і 110 В – для кола постійного струму. Підвісні машин з вбудованим трансформатором повинні мати блокування, яке не допускає увімкнення кола без заземлення корпусу машини.

Машини для контактного зварювання повинні мати обладнання та інші пристрої, що захищають оператора та обслуговуючий персонал від механічних травм, відповідно до вимог безпеки до пресового устаткування згідно з ГОСТ 12.2.017-86.

**Таблиця 4.1.** Допустимі максимальні значення номінальної напруги холостого ходу джерел живлення змінного (~) та постійного (=) струму

Робочі умови зварювання	Рід струму та номінальна напруга холостого ходу, В, не більше
Середовище з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом Середовище без підвищеної небезпеки ураження електричним струмом Зварювання з механічним переміщенням пальника, з підвищеним захистом зварника	(=) 113 середнє значення (~) 42 ефективне значення (=) 113 середнє значення (~) 80 ефективне значення (=) 141 середнє значення (~) 100 ефективне значення
<p><b>Примітка 1.</b> До середовища з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом відносяться:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– приміщення або робоче місце, де є обмеження у вільності рухів зварника, внаслідок якого зварник повинен виконувати зварювання в незручному положенні (на колінах, сидячи, лежачи та інше) за наявності фізичного контакту з відкритими струмопровідними елементами;</li> <li>– приміщення або робоче місце, що повністю або частково обмежено відкритими струмопровідними елементами, з якими у зварника існує велика вірогідність неминучого або випадкового контакту;</li> <li>– мокре, вологе або гаряче приміщення, де вологість або конденсація вологи значно зменшує опір шкіри людського тіла та ізолюючі властивості допоміжних засобів.</li> </ul> <p><b>Примітка 2.</b> Допустимі значення напруги холостого ходу не відносяться до напруги пристроїв для підпалювання дуги або стабілізації дуги, які можуть накладатись на них.</p> <p><b>Примітка 3.</b> Підвищений захист зварника передбачає:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– недопустимість тримання пальника рукою;</li> <li>– автоматичне вимикання напруги холостого ходу після припинення зварювання;</li> <li>– ступінь захисту від торкання до струмопровідних частин не нижче IP2X за ГОСТ 14254-96 або установка повинна бути обладнана пристроєм що зменшує напругу холостого ходу.</li> </ul> <p><b>Примітка 4.</b> Для автоматичного дугового зварювання під шаром флюсу допустима номінальна напруга холостого ходу може бути підвищена до 120 В (=).</p>	

Машини контактного зварювання в робочій зоні повинні бути оснащені захисними засобами згідно з ГОСТ 12.2.062-81, які охороняють оператора від вибризувань металу і забезпечують безпечне спостереження за зварюванням. Пневмосистеми машин контактного зварювання повинні бути обладнані глушниками шуму. Стикові і шовні машини повинні бути обладнані витяжною вентиляцією.

Машини, які оснащені накопичувальними конденсаторами, повинні мати обладнання для автоматичної випереджувальної розрядки конденсаторів при доступі до них.

Рухомі частини підвісних машин повинні бути закріплені страхувальними ланцюгами або тросами.

Для спостереження за припливом води, яка охолоджує електроди контактних машин та інших елементів вторинного контуру, слід застосовувати манометри, реле тиску і відкриті лійки.

Машини шовного зварювання із зовнішнім водяним охолодженням роликів повинні мати корито-піддон для збирання води, що стікає, і обладнані настилом завширшки не менше 0,7 м з ізоляційного матеріалу.

Не дозволяється провадити ремонт машин контактного зварювання й їхніх пристроїв, що знаходяться під напругою.

Зварювальне обладнання повинно регулярно перед початком кожної зміни підлягати перевірці на відсутність замикання, оголених струмоведучих частин, справність ізоляції, проводів та кабелів живлення, цілісність провода та справність блоківровок.

#### **4.4. Електробезпека зварювальних робіт**

Електричне обладнання, що застосовується для зварювання, і його експлуатація повинні відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.32-01 [11] та ДНАОП 0.00-1.21-98 [12].

Корпус будь-якої електрозварювальної установки необхідно заземлювати. Захисне заземлення і занулення виконується згідно з ГОСТ 12.1.030-81. Послідовне включення в заземлюючий провідник декількох апаратів забороняється.

Окремі елементи зварювального кола, а також відрізки зварювальних кабелів при нарощуванні довжини повинні бути з'єднані роз'ємними з'єднувальними муфтами. Забороняється з'єднувати зварювальні кола скрутками з оголеним кабелем. Струмopідвідні кабелі зварювального кола повинні бути по всій довжині ізольовані та захищені від механічних ушкоджень.

Зворотнім проводом, що з'єднує зварювальні вироби з джерелом зварювального струму, можуть слугувати гнучкі, а також металічні шини достатнього перерізу, зварювальні плити і сама зварювана конструкція. Використання в якості зворотнього проводу мережі заземлення металевих будівельних конструкцій будівлі, комунікацій і не зварювального технологічного обладнання забороняється. З'єднання між собою окремих елементів, що використовуються в якості окремого проводу, повинно виконуватися ретельно (зварюванням або зажимом струбциною). При зварюванні кругових швів допускається з'єднання зворотнього проводу з виробом, що зварюється, за допомогою ковзкого контакту. Зажим вторинної обмотки трансформатора, до якого підключається зворотній провід, а також аналогічні зажими у зварювальних випрямлячах і генераторах, в яких обмотки збудження підключаються до розподільчої електричної мережі без розділяючого трансформатора, необхідно заземлювати.

Якщо установка має кілька пультів керування, обслуговування яких з одного робочого місця неможливе, кожен пульт повинен бути обладнаний апаратом ручного аварійного відключення. На установках або автоматичних лініях з великим фронтом обслуговування кнопки аварійного відключення повинні розташовуватися одна від одної на відстані не більше 10 м. Кнопки керування, що використовуються у таких випадках, повинні мати защіпки, які забезпечують тільки примусове повернення контактів у початковий стан.

Якщо для забезпечення безпеки працюючих установкою необхідно керувати одночасно обома руками, система керування повинна забезпечити дворучне включення, що допускає можливість пуску установки тільки одночасним включенням пускових кнопок (рукояток), які повинні розташовуватися на відстані 300-600 мм одна від одної. В особливо відповідальних випадках для дворучного включення повинна бути передбачена протизаклинна схема, яка виключає можливість роботи на установці, якщо одна з кнопок (рукояток) включення заклинена.

Схема приєднання декількох джерел зварювального струму, що працюють на одну зварювальну дугу, повинна виключати можливість одержання між виробом і електродом

напруги, що перевищує найбільшу напругу холостого ходу одного з джерел зварювального струму.

Зварювальні установки мають бути захищені запобіжниками або автоматами зі сторони мережі живлення. Багатопостові зварювальні агрегати, крім захисту з боку мережі живлення, повинні мати у загальному проводі зварювального ланцюга автоматичний вимикач та запобіжники на кожному проводі на зварювальному посту.

Усі електрозварювальні установки з джерелами змінного і сталого струму у випадках зварювання в особливо небезпечних умовах (зварювання у середині металевих ємностей, колодязів, відсіків, на понтонах тощо) повинні бути обладнані пристроями автоматичного відключення холостого ходу або обмеження його напруги до 12 В не пізніше 1 с після розмикання зварювального ланцюга. Обмежник, виконаний у вигляді окремої приставки, має бути заземлений окремим проводом.

Замкнуті простори резервуарів, котлів, металевих ємностей, відсіків і т.д. під час виконання зварювальних робіт, наплавлення і різання повинні освітлюватися світильниками з напругою не вище 42 В, установленими ззовні зварюваного виробу, або ручними переносними світильниками закритого виконання з напругою не більш 12 В. Трансформатор для переносних світильників необхідно встановлювати поза зварюваним виробом, а його вторинну обмотку – заземлити.

Застосування автотрансформаторів для зниження напруги живлення світильників забороняється.

Електрозварювальний інструмент (електродотримачі, електропаяльники, електрорізаки) не повинні мати відкритих струмоведучих частин, а рукоятки необхідно виготовляти із струмоізолюючих матеріалів.

Забороняється залишати на робочому місці електрозварювальний інструмент, що знаходиться під напругою. Пересувні електрозварювальні установки під час їх пересування необхідно відключати від мережі.

Приєднання і від'єднання від мережі електрозварювальних установок, переключення зварювального струму рукоятками, розташованими в середині установки за дверцятами, що не мають пристрою блокування, а також спостереження за справним станом установок у процесі експлуатації повинно виконуватися електротехнічним персоналом.

Весь персонал, що обслуговує електрозварювальні установки, повинен періодично проходити інструктаж про безпеку електричного струму і способи надання першої допомоги.

## 5. ЗАХИСТ ВІД ТЕПЛООВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Інтенсивність теплового випромінювання в оптичному діапазоні (ультрафіолетове, видиме, інфрачервоне) на постійних робочих місцях не повинна перевищувати допустимих величин, наведених у табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Допустима інтенсивність теплового випромінювання в оптичному діапазоні

Зона спектра	Довжина хвилі, мкм	Допустима* інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>	Зона спектра	Довжина хвилі, мкм	Допустима інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>
Ультрафіолетова	0,22 – 0,28	0,001	Інфрачервона	0,76 – 1,4	100
	0,28 – 0,32	0,05		1,4 – 3	120
	0,32 – 0,4	10		3 – 5	150
5				120	

\* Допустима інтегральна інтенсивність теплового випромінювання не повинна перевищувати 350 Вт/м<sup>2</sup>

Якщо за технічних причин неможливо досягти зазначених щільностей потоку випромінювання, то необхідно застосовувати заходи захисту: екранування джерела випромінювання, застосування кабін чи поверхонь з радіаційним охолодженням, повітряним душенням (з допустимою швидкістю руху повітря меншою 3,5 м/с), використання теплозахисних килимків, взуття, охолоджуваних костюмів.

Захист працівників від інфрачервоного випромінювання забезпечується скороченням впливу джерел теплового випромінювання відповідно до даних табл. 5.2.

Таблиця 5.2. Інтенсивність теплового випромінювання, Вт/м<sup>2</sup>

Максимальна довготривалість випромінювання, хв.	350	700	1050	1400	1750	2100	2450	2800
Одноразова сумарна протягом години	20	15	12	9	7	5	3,5	2,5
	45		30			15		

## 6. ЗАХИСТ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ

Особливістю процесів зварювання є те, що електрична складова електромагнітних полів, що генеруються зварювальним обладнанням незначна, тому контроль цих полів здійснюється переважно за напруженістю магнітного поля [1] у відповідності з ДСН 3.3.6.096-2002 [13].

**Гранично допустимий рівень (ГДР) постійного магнітного поля** протягом робочого дня не повинен перевищувати 8 кА/м.

Для магнітних полів, які утворюються випрямленим трифазним струмом, ГДР визначаються за формулою

$$H_{\text{до}} = \sqrt{\frac{EH_{\text{до}}}{T}}, \quad (6.1)$$

де  $H_{\text{до}}$  – гранично допустиме значення напруженості магнітного поля, кА/м;  $EH_{\text{до}}$  – гранично допустиме значення енергетичного навантаження протягом робочого дня, дорівнює 144 кА<sup>2</sup>·год/м<sup>2</sup>;  $T$  – час впливу, год.

**ГДР магнітного поля частотою 50 Гц** при постійному впливі не повинен перевищувати 1,4 кА/м протягом робочого дня (8 год).

Час перебування людини в магнітному полі напруженістю понад 1,4 кА/м регламентується табл. 5.1 [13].

Таблиця 6.1. Залежність тривалості перебування людини в магнітному полі від його рівня

Час перебування персоналу, год	1	2	3	4	5	6	7	8
Напруженість магнітного поля, кА/м	6,0	4,9	4,0	3,2	2,5	2,0	1,6	1,4
Магнітна індукція, мТл	7,5	6,13	5,0	4,0	3,13	2,5	2,0	1,75

ГДР для змінного магнітного поля частотою 50 Гц при локальному впливі на кисті рук зварника визначається за формулою

$$H_{\text{ГД лок}} = H_{\text{ГД лок}} \cdot 5, \quad (6.2)$$

де  $H_{\text{ГД лок}}$  – ГДР змінного магнітного поля частотою 50 Гц при локальному впливі (кисті рук), А/м;  $H_{\text{ГД лок}}$  – ГДР змінного магнітного поля частотою 50 Гц при загальному впливі (табл. 6.1), А/м.

ГДР напруженості імпульсних магнітних полів в спектральному діапазоні частот від 0 до 1000 МГц на робочих місцях персоналу слід визначати, виходячи з допустимого енергетичного навантаження за формулою 6.1.



Гранично допустимі амплітудні значення магнітних полів в спектральних діапазонах частот визначаються за табл. 6.2 (в таблиці наведено дані для діапазону частот 0–1000 Гц) [10].

У випадку наявності джерел, які випромінюють в різних частотних діапазонах з різними ГДР, необхідно виконувати умову

$$\sum H_n^2 / \text{ГДР}^2 \leq 1, \quad (6.3)$$

де ГДР – ГДР магнітних полів відповідних діапазонів.

Для захисту від впливу електромагнітних полів використовують екрани – пристрої (перегородки, камери тощо) з листового металу (сталі, дюралюмінію і т.д.) завтовшки 1-1,5 мм, які обов'язково заземлюють.

Таблиця 6.2. ГДР магнітних полів в спектральних діапазонах частот

Параметри	Прийняті амплітудні значення в спектральних діапазонах		
	0–5 Гц	5–50 Гц	0,05–1,0 кГц
$H_{гд}, \text{А/м}$	30000	10000	850
$E_{H_{гд}}, (\text{А/м})^2 \cdot \text{год}$	$1,4 \cdot 10^8$	$1,6 \cdot 10^7$	70000
$H_{гд}, \text{А/м}$ на 8 годин	4200	1400	94

*Примітка:* у всіх випадках при визначенні діапазонів частот кожний з них включає нижню і виключає верхню границю

## 7. ВИМОГИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ

Працівники, які виконують роботи з дугового та електрошлакового зварювання, повинні забезпечуватись засобами індивідуального захисту згідно з галузевими нормами, в залежності від характеру дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів і відповідних вимог ГОСТ 12.4.011-89.

Виріб та призначення засобів індивідуального захисту органів дихання повинні провадитись згідно з вимогами ГОСТ 12.4.034-85.

Під час зварювання відкритою дугою для захисту очей та обличчя електрозварника від випромінювання дуги, бризок розплавленого металу та іскор слід застосовувати щитки згідно з ГОСТ 12.4.035-78 та ДСТУ EN 175-2001 зі світлофільтрами за ОСТ 21-6-87 [5] та ДСТУ EN 169-2001 [6].

Під час виконання робіт з дугового зварювання під флюсом, електрошлакового зварювання, а також огляду та зачищення зварних швів слід користуватись окулярами згідно з ГОСТ 12.4.013-85.

Для захисту рук необхідно застосовувати рукавиці згідно з ГОСТ 12.4.010-75.

Для зниження небезпеки ураження електричним струмом працюючі повинні забезпечуватись килимками згідно ГОСТ 4997-75, а також в умовах підвищеної небезпеки (обмежених просторах) – калошами згідно з ГОСТ 13385-78, рукавицями типу Ен та Ев згідно нормативно-технічної документації.

Для захисту голови під час зварювання великогабаритних виробів в умовах підвищеної небезпеки та електрошлакового зварювання повинні застосовуватись захисні каски згідно з ГОСТ 12.4.128-83.

## 8. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

До видів небезпеки, що можуть статися на виробництві, належать: пожежа; вибух (усередині обладнання, будівлях або навколишньому середовищі); розрив або зруйнування обладнання; викид шкідливих речовин; сполучення перелічених видів небезпеки [14, 15]. З

метою запобігання виникненню та ліквідації надзвичайних (аварійних) ситуацій на підприємстві має бути план локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій у відповідності до положення [14]. Під час аналізу небезпеки підприємства (об'єкта) потрібно визначити всі можливі аварійні ситуації і аварії, в тому числі й малоймовірні, з катастрофічними наслідками, які можуть виникати на підприємстві, розглянути сценарії їхнього розвитку і оцінити наслідки. Виявлення можливостей і умов виникнення аварій має виконуватись на основі аналізу особливостей роботи як окремого обладнання (апаратів, машин тощо), так і їх групи (технологічних блоків), а також з урахуванням небезпечних властивостей речовин і матеріалів (вибухопожежонебезпечних та шкідливих), що використовуються у виробництві. При цьому слід враховувати параметри стану речовин (температура, тиск, агрегатний стан тощо) і стан обладнання, які відповідають як нормальному технологічному режиму, так і режимам, які можливі при настанні й розвитку аварії.

### 8.1. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

Згідно з НАПБ Б.07.005-86 приміщення, у яких виконуються зварювальні роботи, за вимогами вибухопожежної небезпеки належить до категорії Г (негорючі речовини й матеріали у гарячому, розжареному, розплавленому станах, процеси обробки яких супроводжуються виділенням променистої теплоти, іскор та полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються чи утилізуються у вигляді палива).

Згідно з ДНАОП 0.00-1.21-98 та ДНАОП 0.00-1.32-01 у приміщенні виділяється зона П-Па, де обертаються тверді горючі речовини. Категорія за БЕМЗ (безпечний експериментальний зазор між фланцями оболонки, мм) – ПА (> 0,9 мм). Група вибухобезпеки сумішей (за температурою самозапалювання) – ТІ (ТС) В > 450 °С. Ступінь вогнестійкості будівлі – І (не допускається поширення вогню на основні будівельні конструкції), мінімально допустиме обмеження вогнестійкості – 2,5 год, максимально допустиме обмеження поширення вогню для внутрішніх стін – 25 см.

Клас пожежі – Е (пов'язаний з аваріями електроустановок) наведено в табл. 8.1.

Таблиця 8.1. Клас пожежі, пов'язаний з аваріями електроустановок

1	Клас пожежі				
	А	В	С	Д	Е
2	3	4	5	6	
Характеристика горючого середовища	Тверді горючі речовини (дерево, папір, текстиль тощо)	ГР та плавильні матеріали (мазут, гас, спирти, лаки, синтетичні матеріали)	ГГ (H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , інші вуглеводні тощо)	Метали та їх сплави (К, Na, Mg)	Електроустановки
Вогнегасні засоби	Усі види (передусім – H <sub>2</sub> O)	Розпилена H <sub>2</sub> O, піни, галоїдовуглеводні (хладони), порошки	Газові сполуки: інертні – N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , галоїдовуглеводні, порошки (H <sub>2</sub> O – для охолодження)	Порошки (спокійна подача на поверхню горіння)	CO <sub>2</sub> , порошки, галоїдовуглеводні

Пожежна безпека (ГОСТ 12.1.004-85) забезпечується:

- запобігання спалаху ізоляції при КЗ за рахунок максимального струменевого захисту;
- запобігання утворення горючого середовища за рахунок надійної герметизації обладнання, обмеженням застосування і зберігання горючих і вибухонебезпечних речовин;
- застосування пожежної сигналізації з датчиком (ИДФ-І, ДПД і др.);
- використанням вогнегасників (клас пожежі В): ОХП-10, ОХВП-10, ОВП-7, ОХ-7, ОП-10А; для класу пожежі Е вогнегасники типу УО, ОП-10А (вибрати тип і кількість відповідно до НАПБ Б.07.005-86).

При організації технологічного процесу дотримуються усіх вимог електростатичної іскробезпеки (ГОСТ 12.1.018-79).

Передбачається також аварійне зливання пожежонебезпечних рідин, аварійне втручання горючих газів із апаратури.

Рекомендована періодична очистка робочого місця цеху, апаратури від горючих відходів, відкладання пилу, вилучення пожежонебезпечних відходів виробництва, заміна ЛВЖ і ГЖ на пожежонебезпечні технічні миючі засоби.

Передбачено пристрої, які забезпечують обмеження поширення пожежі (описати конкретно).

Приміщення обладнується засобами колективного та індивідуального захисту людей від небезпечних факторів пожежі та протидимного захисту.

Тип виконання електрообладнання в приміщенні повинен відповідати класу зони пожежо- та вибухобезпечності.

На дільницях виробничого приміщення, де застосовується зварювання, передбачаємо встановлення протипожежних щитів, укомплектованих вуглекислотними вогнегасниками, баграми, ломами, відрами, сокирами. Біля щитів передбачаємо наявність ящиків з піском, сухість якого регулярно перевіряється. Для гасіння можливих пожеж передбачаємо також використання азбестових покривал.

Для автоматичного виявлення пожеж в виробничому приміщенні, в якому виконується зварювання, передбачаємо наявність датчиків, які своєчасно сповіщають про виниклу пожежу і дають команду на вмикання автоматичної системи гасіння пожежі.

## **8.2. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ В АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

У випадку пробою електричної напруги на корпус зварювального агрегату необхідно відключити рубильник і довести до відома про це майстра або начальника дільниці.

У випадку потрапляння кого-небудь під напругу, необхідно відключити зварювальний агрегат від мережі, покласти потерпілого на дерев'яний настил, підклавши під голову ватник, викликати лікаря за телефоном 103 і, якщо це необхідно, зробити пострадалому штучне дихання.

У випадку загорання зварювального агрегата необхідно відключити рубильник і приступити до гасіння пожежі за допомогою вогнегасника.

Кожен робітник і службовець, що виявив пожежу або загорання, зобов'язаний:

- негайно сповістити про це в заводську пожежну охорону за телефоном 101;
- приступити до гасіння вогню пожежі наявними в цеху (на дільниці) засобами пожежогасіння (вогнегасник, пісок, пожежний кран тощо);
- викликати до місця пожежі посадових осіб (начальника цеху, дільниці).

У випадку одержання травми необхідно довести до відома про це майстра, начальника дільниці та звернутися в медпункт.

## Список літератури

1. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240 с.
2. ДСТУ 2456-94. Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки.
3. ДСТУ 2489-94. Контактне зварювання. Вимоги безпеки.
4. Левченко О. Г., Метлицкий В. А. Современные средства защиты сварщиков. – Киев: Экотехнология, 2001. – 84 с.
5. ОСТ 21-6-87. Светофильтры стеклянные для защиты глаз от вредных излучений на производстве. Технические условия.
6. ДСТУ EN 169-2001. Засоби індивідуального захисту очей. Фільтри під час виконання зварювання та споріднених процесів. Вимоги до пропускання та рекомендації щодо використання.
7. Основи охорони праці / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. // За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448 с.
8. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
9. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
10. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
11. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
12. ДНАОП 0.00-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
13. ДСН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.
14. Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій, № 424/3717 від 30.06.1999 р.
15. ДСТУ 3273-95. Безпечність промислових підприємств. Загальні положення та вимоги.